

1. Título

PROCESOS ECOLÓGICOS DE LA VEGETACIÓN EN EL PARQUE UNIVERSITARIO “FRANCISCO VIVAR CASTRO”, UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA. Fase II.

2. Equipo de investigación y dedicación horaria semanal

El equipo de investigación está conformado de los profesionales mencionados en el cuadro 1, que cumplirán los siguientes roles:

Cuadro 1. Integrantes del equipo de investigadores del proyecto

Nombre	Grado académico	Campo especializado	Rol en el proyecto	Dedicación (horas/semana)	Duración de la participación
Zhofre Aguirre Mendoza	Ph.D.	Manejo de recursos naturales, biodiversidad y dinámica de bosques.	Director, responsable de la ejecución del proyecto	8	24 meses
Luis Muñoz Chamba	M.Sc	Dinámica poblacional	Investigador	10	24 meses
Johana Muñoz	M.Sc	Funcionalidad de ecosistemas, Bancos de Semillas	Investigador	8	24 meses
Juan Carlos Carrión	Ingeniero Forestal	Implementación experimentos en el PUFVC	Investigador	16	24 meses
Ing. Lucía Quichimbo	M.Sc	Técnica de Laboratorio Fisiología Vegetal	Técnica Laboratorio	8	24 meses
Nelson Jaramillo Díaz	Ingeniero Forestal	Identificación de especies vegetales	Investigador	16	24 meses
Tesistas de la Carrera de Ingeniería Forestal	3 Egresados	Ejecución de tesis en dinámica, fenología, servicios ecosistémicos	Investigadores	40	24 meses

3. Problema/oportunidad

La presión y transformación de los ecosistemas naturales en los últimos 50 años son significativos, afectando principalmente la diversidad, composición florística, densidad y crecimiento de las masas forestales (Millennium Ecosystem Assessment, 2005). Este proceso destructivo se da en todos los ecosistemas del Ecuador, causado por: conversión de uso, deforestación, sobreexplotación de recursos, obras de infraestructura y minería.

Los ecosistemas boscosos, en especial los andinos son los complejos biológicos más diversos de la biosfera, cuyos bienes y servicios suplen las necesidades de la sociedad y de los grupos humanos que allí habitan en cuanto a frutos, madera, leña, fibras, medicinas, fauna silvestre, regulación del clima y agua; convirtiéndose en un sistema de mucho valor para la humanidad (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).

La degradación de los ecosistemas andinos es severa, los remanentes que quedan, no logran cumplir la función ecosistémica; esta degradación ocurre de diferentes formas y se manifiesta en una disminución de la diversidad biológica, en su estructura y en los bienes y servicios que proveen (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 y en especial de los niveles de productividad primaria, para ser valorados como captadores y sumideros de carbono (Swaine y Lieberman, 1987).

Son escasas las investigaciones sobre tasas de crecimiento de árboles a través de gradientes ambientales, variación que podría ser crítica para la distribución y abundancia de las especies. Las tasas de crecimiento individual dependen de una combinación del tamaño del árbol, características ecológicas específicas y de los árboles vecinos (Peâlissier y Pascal, 2000).

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 buen escenario para documentar la diversidad, dinámica poblacional, sucesión de remanentes boscosos.

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

4. Justificación

Los problemas ambientales que soporta el planeta en la actualidad son el resultado del constante mal uso y manejo de los recursos naturales, ante esto, se realizan varios esfuerzos para contrarrestar estos efectos; sin embargo existen limitaciones relacionadas con: estrategias, capacidades, conocimientos y competencias que permitan hacer frente a los desafíos de evitar más daño a los ecosistemas (Díaz, 2011).

Según García (1989) 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. Por esta razón es importante que se potencie la documentación y generación de conocimiento sobre los procesos biológicos y ecológicos del bosque andino, que incluyen: diversidad, sucesión vegetal, dinámica de crecimiento, dinámica poblacional y fenología de especies vegetales, en este caso existentes en el parque universitario “Francisco Vivar Castro”.

La continuación de esta investigación en el PUFVC permitirá seguir generando conocimientos sobre: sucesión vegetal, dinámica poblacional, fenología, bancos de semilla; 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.

La ejecución de esta investigación se justifica debido a que se puede identificar y conocer muchos 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. 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.

Finalmente se justifica, debido a que en el claustro académico de la Universidad Nacional de Loja existe la capacidad instalada para impulsar este proyecto que permitirá continuar la investigación sobre los procesos ecológicos que se dan en el parque universitario “Francisco Vivar C.”, información que mejorará el conocimiento de los recursos y proponer proyectos de conservación y producción sostenible.

5. Marco teórico

5.1. 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 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 (ha/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).

5.1.1. 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.

Durante el proceso de sucesión secundaria se observa que las comunidades se van reemplazando a lo largo del tiempo, hasta lograr un equilibrio en la composición y estructura que se refleja en la persistencia de las especies arbóreas en el tiempo (Glenn y Veblen, 1992).

Según Bazzaz (2000), la sucesión secundaria 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. Así los estados serales pioneros, tempranos, tardíos y finalmente el estado clímax, cuyo tipo de vegetación depende de factores climáticos y edáficos principalmente (Odum, 1986).

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 (Guariguata & Kattan, 2002; Walter, 2005).

5.1.2. 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 aquellas 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.

5.1.3. Etapas de la sucesión vegetal

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

Etapas 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.

5.2. 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 ≤ 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)

Armijos y Lima (2011), utilizaron esta clasificación en un estudio sobre monitoreo de la regeneración natural en zonas alteradas en la microcuenca Jipíro, en donde evidenciaron que en zonas alteradas las especies de regeneración con mayor densidad, abundancia y frecuencia en las tres categorías son: categoría I *Pteridium arachnoideum*, *Ageratina dendroides*, *Baccharis genistelloides*; en la categoría II: *Pteridium arachnoideum*, *Panicum stigmatum*, *Tibouchina lepidota*, y en la categoría III: *Zeugites mexicana*, *Pteridium arachnoideum*, *Panicum stigmatum*. En el área alterada mayor a 10 años las especies más representativas son: *Tibouchina lepidota*, *Miconia cladonia*, *Critoniopsis pycnantha*. Y en el bosque nativo las especies de mayor densidad y abundancia son: *Weinmannia glabra*, *Miconia caelata*, *Graffenrieda harlingii*, *Hedyosmum racemosum* y *Morella pubescens*.

5.2.1. Sucesión natural bajo plantaciones de pino y Eucalipto

Conocer la dinámica de la sucesión bajo plantaciones forestales se constituye en una necesidad que permitirá evaluar los cambios que podrían producirse a futuro en el desarrollo de la vegetación natural de un sitio. Algunas investigaciones como las de Díaz (2018) muestran que existe una diversidad media desarrollándose bajo las plantaciones; por ejemplo, en la plantación de *Pinus* sp. del Parque Universitario –PUEAR- se registró 74 especies incluidas en 68 géneros y 43 familias; y, bajo la plantación de *Eucalyptus globulus* se registró 75 especies, dentro de 64 géneros y 42 familias. La diversidad florística según el índice de Shannon bajo la plantación de *Pinus* sp. es media (3,25); y, para la plantación de *Eucalyptus*

globulus es alta (3,64). En ambas plantaciones y según el índice de similitud de Sorensen (beta) la diversidad en las dos áreas de estudio son medianamente similares entre sí, con un valor de 60,4%. Las especies arbóreas representativas que se regeneran son: *Rhamnus granulosa* y *Oreopanax rosei* bajo la plantación de *Pinus* sp.; y, *Rhamnus granulosa*, *Oreopanax rosei* y *Clusia latipes* bajo la plantación de *Eucalyptus globulus* Labill.

5.3. Dinámica poblacional 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 ardientemente 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 distinta 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 algunos factores o elementos 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).

5.4. Bancos de semillas del suelo en el bosque nativo

Un banco de semillas en el suelo, es el conjunto de semillas viables, con cierto grado de dormición o latencia que se acumulan en el suelo, bien enterradas o mezcladas con la hojarasca, presentes dentro del bosque o cualquier otro tipo de cobertura vegetal (Marañón, 2005). Según Roberts 1981, señala que el banco de semillas en una comunidad vegetal es la reserva de semillas maduras viables, en la planta (banco de semillas aéreo), enterradas en el suelo y las presentes en los residuos vegetales (Citado por De Souza Maia, 2006).

El banco de semillas en el suelo forestal es un componente importante de la dinámica vegetal y una estrategia de sobrevivencia de las especies arbóreas a lo largo del tiempo (De Souza Maia, 2006). Según Leck (2003) uno de los procesos más exitosos para la sobrevivencia y perpetuación de las especies forestales, es la producción de semillas, capaces de sobrevivir enterradas en el suelo y mantenerse en el por un corto o largo periodo de tiempo, hasta que las condiciones ambientales permitan dicha germinación. La acumulación progresiva de las semillas en el suelo forma depósitos o bancos de semillas (BS) que conservan los genotipos de la vegetación establecida anteriormente, actual y de aquella dispersada desde otros lugares.

El banco de semillas es la reserva de propágulos viables presentes en el suelo y en su superficie (Hernández, Malkind & Mora, 2009), el cual representa una de las fuentes de regeneración natural más importantes en comunidades fuertemente perturbadas (Guevara y Gómez, 1976).

La formación del banco de semillas del suelo se inicia con la dispersión y finaliza con la germinación o muerte de las semillas. Su dispersión alrededor de la planta que le dio origen, establece una distribución determinada en la superficie de suelo. Respecto a ello, la agregación de las semillas que caen en un área particular depende de una variedad de factores tales como la altura, la distancia y la distribución de la fuente de semillas, de los agentes de dispersión y la capacidad de dispersión de las semillas. También depende del uso anterior y actual que se le da al suelo (Ponce y Montalbán 2005).

El banco de semillas del suelo llega a constituirse o enriquecerse gracias a la lluvia de semillas, las que junto con propágulos llevarán a cabo el proceso de regeneración, estas semillas o propágulos provienen de (Guevara y Gómez, 1976):

- Especies representativas de la vegetación actual.
- Especies que aunque nunca han estado presentes en el área, se encuentran ahí gracias a la alta capacidad de dispersión de sus semillas.

Al igual que todo en la naturaleza el banco de semillas del suelo no es estático y tiene una actividad y dinámica propia. Entran por la lluvia de semillas y salen cuando desaparecen ya sea porque germinen o por que mueran por envejecimiento o bien que sean atacadas por hongos, bacterias etc., o que sean depredadas por otros organismos. Las semillas tienen todavía un cuarto destino posible: permanecer latentes formando parte del banco de semillas del suelo (Romero, Baquero & Beltrán, 2016). El conocimiento de la dinámica del banco de semillas tiene gran importancia práctica para los sistemas agrícolas y forestales, al igual que para la conservación de comunidades naturales.

Al contener semillas de múltiples generaciones, formadas bajo condiciones ambientales diferentes, los bancos son una fuente potencial de diversidad, que cuando se manifiesta determina la estructura de la comunidad vegetal, así como su dinámica y persistencia (Hopfensperger, 2007; Fisher et al., 2009).

El conocimiento de la riqueza y abundancia de las semillas del banco, permite predecir que especies de plantas nativas colonizarán el lugar, si el ambiente se perturba o si las condiciones hidrológicas se modifican (Cronk y Fennessy, 2001), advierte sobre la posibilidad de futuras infestaciones de especies exóticas e invasoras (Espeland et al., 2010) e informa de las hidrófitas que no están presentes en la vegetación o el banco y que debieran estarlo.

El análisis de los bancos de semilla revela el potencial que se encuentra almacenado en el suelo y por ello, se convierte en una herramienta útil en los programas de restauración de comunidades vegetales anegadas (Liu et al., 2005; Espeland et al., 2010).

5.4.1. Tipos de bancos de semillas

Según Marañón (2005) el banco de semillas puede ser transitorio o persistente: transitorio, cuando las semillas germinan antes de que pase un año desde su incorporación en el suelo; mientras que es persistente cuando las semillas tienen la capacidad o viabilidad de permanecer enterradas durante varios años. A esta última clasificación Bakker *et al.*, (1991) utiliza una versión modificada, donde propone: persistentes de corto plazo, bancos con semillas de especies que persisten en el suelo por lo menos un año y hasta 5 años y, persistentes de largo plazo con especies que persisten en el suelo por lo menos 5 años, el cual es el único banco de semillas que contribuye a la regeneración de comunidades vegetales degradadas.

5.4.2. Estudios de banco de semillas desarrollados en Ecuador y Latinoamérica

Los estudios sobre los procesos de regeneración y en particular del banco de semillas en su mayoría se han centrado en los bosques húmedos tropicales (Martínez-Ramos y García-Orth 2007; Martínez-Ramos et al., 1993; Sánchez-Gallen et al., 2010). Entre las zonas más estudiadas se tienen a la selva Lacandona y la de Los Tuxtlas en México, los estudios en estas zonas han evaluado el efecto que tiene el aumento de las presiones antropogénicas en la estructura y composición de las selvas.

Estudios en Ecuador son limitados, algunas zonas de bosque seco están siendo analizadas por Jara (2018) los resultados aún están en fase preliminar; Jumbo (2013) estudió la variación temporal en la riqueza de especies y abundancia de individuos, en un bosque con pastoreo y un bosque sin pastoreo en la Reserva Natural La Ceiba, en el cantón Zapotillo, en donde encontró diferencias significativas entre los meses de muestreo y los tipos de uso de suelo.

Los resultados de estos trabajos han permitido reconocer que entre las fuentes de regeneración más afectadas por los disturbios se encuentran los bancos de semillas y de plántulas, así también se han identificado que las características del suelo pueden determinar la composición vegetal en sucesión y que son las especies pioneras y exóticas las que se favorecen por las nuevas condiciones (Martínez-Ramos y García-Orth 2007, Martínez-Ramos et al., 1993). Las malas hierbas (invasoras-oportunistas) y las especies leñosas heliófitas pioneras, suelen ser los componentes más abundantes del banco de semillas del suelo (Garwood, 1989). De esta forma las plantas que se establecen en el suelo del bosque perturbado tienen mecanismos más complejos de latencia que las establecidas en los bosques conservados o en los claros del dosel (Vázquez-Yanes y Orozco-Segovia 1993). Ramírez-

Marcial et al., (1992) compararon la composición florística y la riqueza del bosque seco y de la lluvia de semillas en 8 comunidades sucesionales, en donde no se encontró relación entre la composición florística del banco de semillas y la de la vegetación.

La mayoría de las semillas en los bosques húmedos tropicales tienden a germinar rápido y simultáneamente después de su dispersión, careciendo de cualquier periodo de latencia (Martínez-Ramos et al 1993), alcanzando la turgencia necesaria solo en el suelo húmedo del bosque, donde inicia inmediatamente la germinación rápida después de su dispersión, esta es probablemente la característica más común de las semillas en las selvas tropicales (Garwood 1983, Martínez-Ramos et al 1993), así como también la germinación rápida de poblaciones de la misma edad durante la temporada de lluvias (Martínez-Ramos et al 2007).

Williams-Linera et al., (2011), evaluó el papel del BSS en tres etapas sucesionales y como la presencia de pastos exóticos representan un obstáculo para el proceso de regeneración natural en la recuperación de un bosque con diferentes etapas de sucesión; determinando que técnicas de eliminación de hierba son una estrategia que mejora la aparición temprana y el establecimiento de especies leñosas presentes en el banco de semillas.

La comprensión de la dinámica y la función de los bancos de semillas es un gran desafío para la comunidad de investigadores, ya que este conocimiento es necesario para entender el funcionamiento de los bosques así como para mejorar la gestión integrada de los ecosistemas.

5.4.3. 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 m² de área basal, volumen total de 271,23 m³ 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 m² y el volumen de 271,23 a 284,95 m³, es decir 1,83 m²/ha de área basal y 13,72 m³/ha de volumen respectivamente, que son producto del reclutamiento dentro del DAP mínimo (≥ 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. Objetivos

6.1. Objetivo General

Contribuir al conocimiento de la dinámica sucesional, poblacional de especies forestales y procesos ecológicos en el Parque Universitario “Francisco Vivar C.”, que permita mejorar la gestión de los recursos vegetales de la región andina del Ecuador.

6.2. Objetivos específicos

- Monitorear la dinámica de la sucesión vegetal que ocurre bajo las plantaciones forestales del Parque Universitario “Francisco Vivar Castro”
- Conocer la dinámica poblacional de tres especies forestales y los bancos de semillas presentes en el suelo del bosque nativo 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.”

7. Hipótesis

- La sucesión natural en las plantaciones forestales del PUFVC está en función de la especie exótica establecida y de las características del sitio.
- La dinámica poblacional de las tres especies forestales en estudio es similar a otros bosques andinos del sur del Ecuador.
- El bosque nativo del PUFVC funciona como un excelente banco de semilla del suelo de las especies vegetales típicas del bosque, lo que supone su permanencia en este ecosistema
- La sobrevivencia y crecimiento en diámetro y altura de las tres especies sembradas en el PUFVCV está relacionada con el tipo de especies y condiciones del sitio

8. Metodología: materiales y métodos

8.1. Área de estudio

El Parque Universitario “Ing. Francisco Vivar C.”, está ubicado en La Argelia, parroquia San Sebastián, cantón Loja, es propiedad de la Universidad Nacional de Loja, localizado a 5 km de la vía Loja-Vilcabamba, tiene una superficie de 99,2 ha, se desarrolla en un rango altitudinal de 2 130 a 2 520 m snm. Localizado entre las coordenadas UTM: 700 592 – 9 554 223N, 700 970 – 9 553 139S - 701 309 – 9 553 171E, 699 961 – 9 554 049W (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.

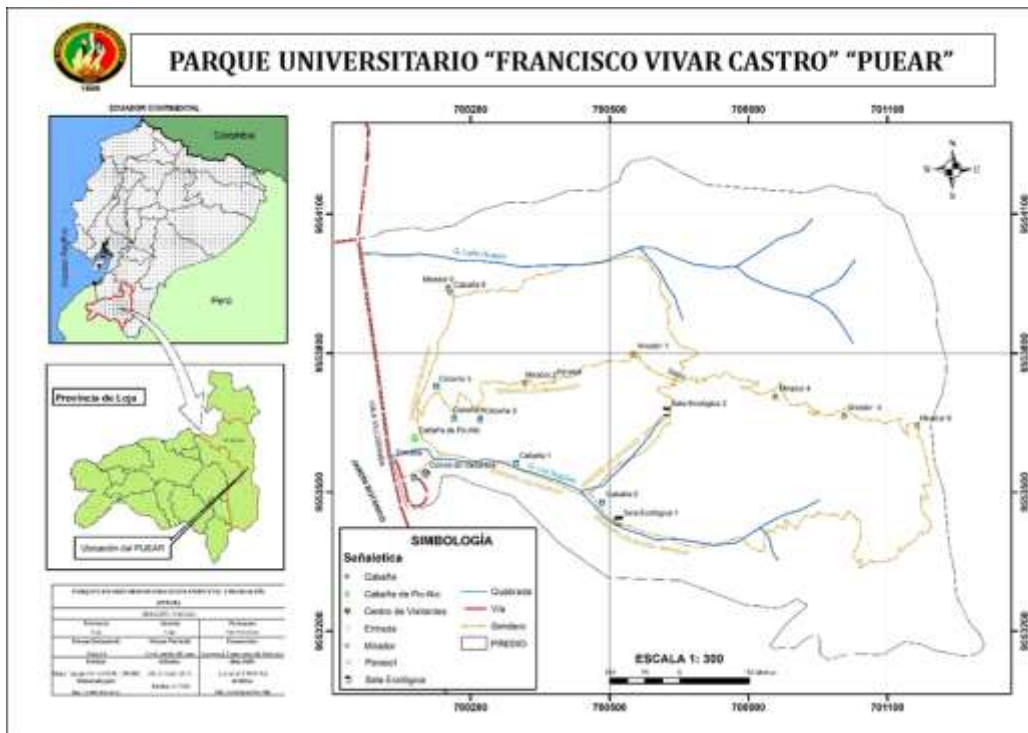


Figura 1. Ubicación geográfica del Parque Universitario “Francisco Vivar Castro”

8.2. Metodología

8.2.1. Monitoreo de la dinámica de la sucesión que ocurre bajo las plantaciones forestales del Parque Universitario “Francisco Vivar Castro”

El escenario donde se evaluará la dinámica sucesional son las plantaciones de eucalipto y pino, localizadas en la parte baja del PUFVC. Para levantar la composición y monitorear la regeneración natural de las especies leñosas que aparecen y participan en el proceso de regeneración, se usará la muestreal de 20 x 20 m.

Unidad muestral

Se instalarán cinco parcelas permanentes de 20 x 20 m (400 m²) en cada plantación (Aguirre, 2015; Aguirre y Aguirre, 1999). En los extremos se colocarán mojones de cemento y tubos PVC pintados color naranja, con la finalidad de mantener control y el seguimiento de los ensayos.

Inventario y seguimiento de la regeneración natural de elementos leñosos

En las parcelas permanentes de 400 m² de cada plantación 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 lo señalan Aguirre (2015), Aguirre y Aguirre (1999).

Para el registro de la regeneración natural se utilizarán las categorías propuestas por Orozco y Brumer (2002): 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. Y en cada parcela se medirá la densidad de copas de la plantación utilizando el densiómetro.

En las parcelas de 20 x 20 m, se anidaran cinco subparcelas de 5 x 5 m en donde se evaluarán los brinzales; y dentro de las últimas se anidaran cinco parcelas de 1 x 1 m para evaluar plántulas. Los latizales se evaluarán en toda la parcela grande, ver figura 2.

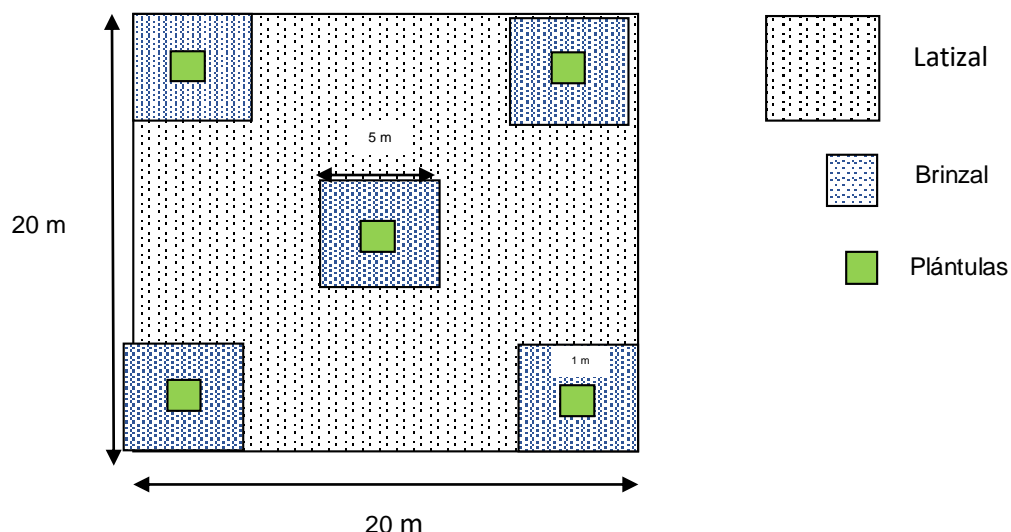


Figura 2. Diseño de parcela de muestreo y subparcelas anidadas, para el levantamiento de información florística

Análisis de datos

Se calculará la sobrevivencia, crecimiento en altura y parámetros estructurales, diferenciando las categorías y especies, aplicando las expresiones recomendadas por Magurran (1988), Aguirre (2015) y Orozco y Brumer (2002).

Parámetro	Formula
Crecimiento en altura	$Cr-H = H_f - H_i$, dónde: H_f = Altura al final del periodo H_i = Altura al inicio del periodo
Sobrevivencia %	Evaluación de la cantidad de plantas que permanecen vivas hasta la fecha de evaluación, entonces el número de individuos a la evaluación final es el 100 % y se busca la sobrevivencia en base a las plantas que permanecen vivas.
Densidad (ind/m ²)	$D = \text{Número de individuos de la especie} / \text{Total área muestreada}$
Densidad relativa (%)	$DR = (\text{Número de individuos de la especie} / \text{número total}) \times 100$
Frecuencia relativa (%)	$FR = (\text{Número de parcelas en las que se inventaría las especies} / \text{Sumatoria de frecuencia de todas las especies}) \times 100$
Índice valor de importancia simplificado	$IVI = DR + FR$

8.2.2. Dinámica poblacional de tres especies forestales y los bancos de semillas presentes en el suelo del bosque nativo del Parque Universitario “Francisco Vivar Castro.”

Dinámica poblacional de tres especies forestales

Se utilizará un diseño de muestreo sistemático, para lo cual se instalarán parcelas de 20 m x 20 m separada a una distancia de 200 m, en éstas se registrarán datos solo del estrato arbóreo; y dentro de cada parcela se instalarán cinco subparcelas de 5 m x 5 m (diseño anidado) para

registrar la regeneración natural de las tres especies. La estructura poblacional de tres especies forestales, se evaluará mediante los parámetros: densidad poblacional, disposición espacial, estructura etaria y proporción de sexos.

El tamaño de la población estadística (N) se definirá con la fórmula:

$$N = \frac{\text{Área total a muestrear}}{\text{Área de la parcela}}$$

Para determinar la unidad de muestreo (n) se utilizará la siguiente fórmula:

$$n = N * i$$

En donde n es la unidad de muestreo, N es el tamaño de la población estadística e i es la intensidad de muestro. Los datos obtenidos en cada parcela se registrarán en una hoja de campo cuyo diseño se muestra en la Tabla 3.

Tabla 3. Hoja de campo para registro de datos de la dinámica poblacional de especies forestales

Coordenadas				Lugar			
Parcela No.				Fecha			
Altitud:				Pendiente del terreno (%)			
No. árbol	Latitud	Longitud	DAP ≥ 10 cm	Altura Total	Posición de copa	Diámetro de copa	Sexo

Evaluación de parámetros poblacionales de las especies forestales

Densidad poblacional

Para evaluar la densidad poblacional se empleará la metodología de conteo de cuadrantes, que consiste en demarcar la parcela de forma precisa y luego se registran todos los árboles dentro del área demarcada. Una vez registrado todos los árboles se procederá a llenar la Tabla 4 para determinar el número de individuos por área muestreada y extrapolar esos resultados para el área total de estudio. Para ello se aplicará la relación: “Si en el área total de parcelas muestreadas existen $\sum \bar{X}$ individuos, cuantos existirán en el área total de estudio”

Tabla 4. Registro del número de individuos por cuadrante

Cuadrantes	Número de individuos
1	
2	
3	
N	
Total	$\sum \bar{X}$

La relación mencionada, corresponde a la fórmula de la densidad absoluta que indica número de individuos (N) existentes en un área (A):

$$D = \frac{N}{A} \text{ individuo/m}^2$$

Estructura etaria (edad)

Para determina la estructura etaria (edad) de las tres especies forestales se utilizarán los datos obtenidos de las mediciones del diámetro a la altura del pecho (DAP), a partir de estos datos se procederá a agruparlos por clase diamétrica, para luego construir la pirámide distribución de edades.

Estructura sexos

Para la estructura de sexos se utilizará el método de observación directa. A cada uno de los individuos se identificará durante la edad reproductora. Para el cálculo se procederá a utilizar la fórmula para saber su proporción sexual muestral.

$$\text{Razon de sexos} = \frac{N^{\circ} \text{ de machos}}{N^{\circ} \text{ total de la muestra}}; \frac{N^{\circ} \text{ de hembras}}{N^{\circ} \text{ total de la muestra}}$$

Disposición espacial

Para determinar la disposición espacial en este estudio se aplicará la fórmula de coeficiente de dispersión o índice de varianza media (I) (Kerbs, 1999), en donde explora un patrón de puntos mediante el recuento de estos por parcela aplicando la siguiente formula:

$$I = \frac{S^2}{\bar{X}}$$

A) Para el cálculo de la varianza muestral (S^2),

$$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^n X_i^2 - \frac{\left(\sum_{i=1}^n X_i\right)^2}{n}}{n-1}$$

B) Para el cálculo de la media muestral (\bar{X})

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n X_i}{n}$$

Para determinar si el valor del coeficiente de dispersión (I) se desvía significativamente de la unidad, es decir si efectivamente la varianza es mucho mayor que la media y que tal diferencia no es por errores aleatorios de medición se efectúa una prueba de hipótesis con un nivel de significancia de $\alpha = 0,05$: aplicando el estadístico de prueba:

$$t = \frac{(S^2/\bar{X}) - 1}{\sqrt{2/(n-1)}}$$

Se revisará la tabla 5 para determinar el tipo de dispersión de la población.

Tabla 5. Variación de número de individuos por parcela al aplicar el coeficiente de dispersión

Disposición	Variación de número de individuos por parcela		
Azar	Distribución de Poisson	Varianza = media	1
Agregada	Mayor a lo esperado	Varianza > media	>1
Uniforme	Menor a lo esperado	Varianza < media	<1

Si el Índice de $V/M = 1$ no significa que las frecuencias observadas se ajusten a una distribución de Poisson, pero la inversa si es válida.

Determinación de bancos de semillas en el suelo de especies forestales

Para determinar los bancos de semillas en el suelo se extraerán 50 muestras en los dos ecosistemas seleccionados: bosque andino y bosque mixto de nogal, para lo cual se procederá a retirar del suelo la hojarasca o ramas gruesas, la extracción de la muestra se realizará mediante barreno de acero de 15 cm de longitud y de 10 cm de diámetro (volumen = 1 178,1 cm³) luego se procederá a extraer las muestras recolectadas y a introducir las en fundas plásticas con la etiqueta correspondiente para evitar confusiones.

La descripción de cada sitio de extracción se realizará utilizando un formato de hoja de campo que permitirá recopilar información como: fecha, código, ubicación, altitud, temperatura, volumen, entre otros aspectos que permitirán analizar los estratos arbóreos y arbustivos presentes en la zona y su relación con el banco de semillas del suelo.

Las muestras extraídas se llevarán al Laboratorio de Fisiología Vegetal de la Carrera de Ingeniería Forestal. Cada muestra de suelo recolectada se tamizará con el propósito de separar y eliminar la hojarasca, ramas, piedras y cualquier otro elemento que no fueran semillas. El material tamizado, será revisado minuciosamente, y colocado en bandejas de espuma flex debidamente etiquetadas para su posterior monitoreo.

El monitoreo se llevará a cabo en un período de tres meses desde la siembra, luego de este tiempo se finalizará la evaluación debido a que según la literatura, en los dos primeros meses emergen el mayor número de individuos del banco de semillas del suelo (Trujillo y Vargas, 2008), después se procederá a identificar las especies para determinar la composición del banco de semillas del suelo.

Con los datos obtenidos se procederá a determinar número de individuos, riqueza de especies, diversidad y relación entre la vegetación con el BSS para lo cual se utilizarán modelos lineales mixtos a través del uso de software infostat y R.

8.2.3. Supervivencia, crecimiento en diámetro y altura en el ensayo de restauración con tres especies forestales implementado en el Parque Universitario “Francisco Vivar Castro.”

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

Se contabilizarán los individuos existentes actualmente y se medirá el diámetro a 20 cm desde el suelo, usando un calibre y, la altura alcanzada, esto con cinta métrica; a cada individuo se realizará una marca circular (con pintura color rojo), se realizarán tres mediciones, una en

enero del 2019, junio del 2019 y diciembre del 2019. De igual manera tres mediciones en el año 2020.

Cálculo y análisis de información colectada

Se evaluarán los parámetros: sobrevivencia (%), crecimiento en diámetro y crecimiento en altura de las tres especies sembradas, usando la fórmula planteada por Quezada *et al.*, (2012).

Sobrevivencia (%) = evaluación de la cantidad de plantas que permanecen vivas hasta la fecha de evaluación, entonces 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)

$$Cr.d = df - di$$

Dónde:

df = Diámetro al final del periodo

di = Diámetro al inicio del periodo

Crecimiento en Altura (m)

$$Cr-H = Hf - Hi$$

Dónde:

Hf = Altura al final del periodo

Hi = Altura al inicio del periodo

Crecimiento medio anual de diámetro y altura

$$CMA = CF/t$$

Dónde:

CMA = Crecimiento medio anual

Cf = Crecimiento final del periodo

t = Edad de la especie en años.

9. Resultados y su aplicabilidad

Los resultados y su aplicabilidad que se generaran en el proyecto se presentan en la matriz:

Logros específicos	Indicadores	Medios de verificación
Comprensión del proceso sucesional en plantaciones forestales del PUFVC, y cuáles son las especies que se regeneran con mayor facilidad y la sobrevivencia por categorías.	20 parcelas permanentes de 20 x 20 m instaladas, bajo las plantaciones de pino y eucalipto. Sobrevivencia y paso a categorías superiores de la regeneración natural registradas.	Base de datos con las especies que se regeneran bajo las plantaciones de pino y eucalipto Informe de actividades y del proyecto Fotos de trabajo
Conocimiento de la dinámica poblacional de tres especies forestales del PUFVC.	Cinco parcelas de 20 x 20 m instaladas para el estudio de la dinámica poblacional de tres especies forestales.	Datos de campo Informe de actividades y del proyecto Fotos de trabajo
Conocimiento de los bancos de semilla del suelo existentes en el	50 de puntos de muestreos levantados para coleccionar material	Datos de campo Instalación de ensayos

bosque nativo y bosque mixto de nogal en el PUFVC.	y estudiar los banco de semillas del suelo de especies forestales	de germinación Informe de actividades y del proyecto Fotos de trabajo
Seguimiento de los experimentos de restauración de tres especies forestales establecidos en el PUFVC	Tres mediciones anuales realizadas en forma semestral de sobrevivencia, crecimiento en diámetro y altura de los individuos de las tres especies sembradas en el ensayo de restauración ecológica	Base de datos de campo de mediciones de diámetro y altura Informe de actividades del proyecto Fotos de trabajo
Difusión de resultados	Dos artículos científicos publicados.	Artículos publicados, link de publicaciones

La aplicabilidad se verá reflejada en:

- Instituciones como el Ministerio de Agricultura y Ministerio del Ambiente podrán aplicar en sus decisiones los conocimiento del proceso sucesional que se da bajos plantaciones forestales de pino y eucalipto que son abundantes en Ecuador, ya que se conoce cuáles son las especies que se regeneran con mayor facilidad y como van sobresaliendo unas de otras. Esta realidad ecológica será utilizada en la enseñanza de la ecología para los estudiantes de las carreras de la Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables.
- El monitoreo de la regeneración natural de las especies forestales que se presenta en las plantaciones de pino y eucalipto, permitirá conocer la sobrevivencia y la dinámica dentro de las categorías, en otras palabras conocer cuántas plántulas llegan a brinzales, a latizales y posiblemente a árboles.
- Mediante el cálculo de los parámetros estructurales de la vegetación se conoce la ecología del sotobosque de plantaciones forestales de pino y eucalipto en la hoya de Loja, lo cual es importante para la academia y toma de decisiones de instituciones que hace manejo de los recursos naturales.
- La información del crecimiento de las tres especies forestales sembradas que 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.
- Conocer la dinámica poblacional de tres especies nativas, conocer como es patrón de agrupamiento, su regeneración, la proporción de edades.
- Conocer los bancos de semilla que existe en el bosque nativo (12,5 ha) y 2,5 ha de bosque mixto de nogal, es importante permite conocer la auto ecología de esas especies y panificar su manejo y su uso en programas de reforestación, restauración y conservación.
- Los resultados que consolidan la conservación *in situ* en el Parque Universitario, que es el escenario de la Universidad Nacional de Loja para vincularse con la colectividad; se realizarán días de campo para los estudiantes de la Facultad conozcan de la investigación y realicen prácticas de campo.

10. Difusión de los resultados

La difusión de los resultados se realizará mediante:

- Elaboración de al menos dos artículos científicos que se publicarán en revistas indexadas.
- Por la naturaleza y cercanía del área del proyecto, se facilita la interacción con las carreras y futuros postgrados de la Facultad Agropecuaria y de Recursos Naturales Renovables, específicamente con las carreras de Ingeniería Forestal, Medio Ambiente y Agronomía, los ensayos estarán a disposición para que estudiantes puedan hacer visitas y participen de pasantías en las actividades que se ejecuten.
- Participación en al menos dos eventos nacionales e internacionales para exponer los avances de los resultados del proyecto.
- Para socializar la información y conocimientos generados a sectores estudiantiles, técnicos e investigadores se organizará dos días de campo que permitan socializar los resultados y observación de las actividades ejecutadas. Además, se invitará y facilitará visitas al Parque Universitario a escuelas, colegios, universidades.

11. Cronograma de actividades

Las actividades contempladas en el proyecto de presentan en el tabla 6.

Tabla 6. Cronograma de actividades del proyecto de investigación, para dos años: 2019-2020

Objetivo/actividad	Meses año 1: 2019												Meses año 2: 2020											
			3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Objetivo 1: Monitorear la dinámica de la sucesión vegetal que ocurre bajo las plantaciones forestales del Parque Universitario “Francisco Vivar Castro”																								
Establecimiento de parcelas permanentes			x	x																				
Inventario de regeneración y monitoreo					x	x	X			x	x	x	x				x	x			x	x		
Procesamiento de muestras botánicas y datos colectados							X	x			x	x						x				x		
Análisis de datos y escritura de resultados											x										x	x		
Difusión de resultados en evento nacional o internacional										x												x		
Elaboración de artículo científico										x	x	x												
Objetivo 2: Conocer la dinámica poblacional de tres especies forestales y los bancos de semillas del suelo de especies forestales en el bosque nativo del Parque Universitario “Francisco Vivar Castro.”																								
Instalación de parcelas para levantar información							x	x	x	x														

12. Presupuesto general y anual

El presupuesto total del proyecto para los dos años de ejecución se presenta en la tabla 7.

Tabla 7. Presupuesto total y fuentes adicionales de financiamiento para dos años.

Rubros	Unidad	Cantidad	Costo unitario (USD)	Año 1		Año 2	
				UNL	Aporte externo	UNL	Aporte externo
Viajes técnicos							
Viajes técnicos al Padmi y otros sitios	Viajes	20	100	1000		1000	
Viaje a eventos científicos exponer resultados	Ticket Viáticos Inscripción	3	2000	2000		4000	
Procesos de capacitación	Cursos, seminarios	4	500	1000		1000	
Materiales y suministros							
Papel bond	Pacas	2	60	60		60	
Cuadernos	Cuaderno	10	2	10		10	
Tinta impresora	Cartuchos	8	32	128		128	
Podadoras	Podadora de mano	2	50	100			
Láminas de plástico	Lamina de 32 x 20 cm	100	0,5	500			
Marcadores permanentes delgados	Cajas	3	15	45			
Pintura Esmalte	Galones	3	40	60		60	
Pirola nylon	Metros	100	0,15	15			
Cemento	Quintales	2	10	20			
Clavos de 2 pulgadas	Libras	10	1,5	15			
Martillo pequeño	Martillo	1	12	12			
Flexómetro de 5 metros	Flexómetro	2	10	20			
Bandejas plásticas (espuma flex)	Bandejas/cientos	5 (fundas de 25)	4	20			
Fundas plásticas	Fundas de 1 lb	3	3	6			
Bibliografía y Software							
Literatura Dinámica de bosques, ecología	Libros	5	50	250			
Equipos							
Workstation de alto desempeño	Workstation Core i7-4790	1	5000	5000			
Hipsómetro	Hipsómetro Haga	1	800	800			

Binocular 10 x	Binocular	1	500	500			
Densiómetro básico	Densiómetro	1	600	600			
Transferencia de resultados							
Día de campo	Logística	2	100	100		100	
Subcontratos y Servicios varios							
Asesoría técnica externa	Asesoría	2	5000	5000		5000	
Elaboración de trípticos	Hoja de tríptico	1000	0,20	100		100	
Elaboración de poster	Poster	2	50	50		50	
Total por año					17 461	11 508	
Total						28 969	

Costo total del proyecto para dos años de ejecución: veinte y ocho mil novecientos sesenta y nueve dólares

13. Financiamiento: UNL y/o externo

NO APLICA

14. Cronograma general y trimestral de desembolsos

El plan general de proyección de gastos por trimestre se presenta en las tablas 8 y 9.

Tabla 8. Proyección de gastos de investigación, primer año de ejecución 2019.

Rubros	Trimestre 1			Trimestre 2			Trimestre 3			Trimestre 4			Total
	Unidad		mar.	ab.	may	jun.	jul.	ag.	sep.	oct.	nov.	dic.	
Viajes técnicos													
Viajes técnicos al Padmi y otros sitios	Viajes		100	100	100	100	200		200	100	100		1000
Viaje a eventos científicos a exponer resultados	Ticket Viáticos Inscripción					500				1500			2000
Procesos de capacitación	Cursos, seminarios												1000
Materiales y suministros													
Papel bond			60										60
Cuadernos			10										10
Tinta impresora			128										128
Podadoras			100										100
Placas de aluminio			500										500
Marcadores numéricos y			30										30

alfabéticas													
Pintura Esmalte	Galón		60										60
Pirola nylon	Metros		15										15
Cemento	quintal		20										20
Clavos	Clavos de 2,5 pulgadas		15										15
Martillo	Martillo pequeño		12										12
Flexómetro	Flexómetro		20										20
Bandejas plásticas	Bandejas plásticas (espuma flex)		20										20
Fundas plásticas de libra	Fundas plásticas		6										6
Bibliografía y Software													
Libros	Libros					250							250
Equipos													
Workstation de alto desempeño	Computador		5000										5000
Hipsómetro	Hipsómetro		800										800
Binocular 10 x	Binocular		500										500
Densiómetro básico	Densímetro		600										600
Transferencia de resultados													
Día de campo											100		100
Subcontratos y Servicios varios													
Asesoría técnica externa									5000				5000
Elaboración de trípticos y poster										150			150
Total													17 461

Tabla 9. Proyección de gastos de investigación, segundo año de ejecución 2020.

Rubros	Trimestre 1			Trimestre 2			Trimestre 3			Trimestre 4			Total
	Unidad		mar.	ab.	May	jun.	jul.	agos.	sep.	oct.	nov.	dic.	
Viajes técnicos													
Viajes técnicos al Padmi y otros sitios	Viajes		100	100	100	100	200		200	100	100		1000
Viaje a eventos	Ticket Viáticos						2000			2000			4000

científicos para exponer resultados	Inscripción												
Procesos de capacitación	Cursos, seminarios												1000
Materiales y suministros													
Papel bond			60										60
Cuadernos			10										10
Tinta impresora			128										128
Pintura Esmalte			60										60
Transferencia de resultados													
Día de campo										100			100
Subcontratos y Servicios varios													
Asesoría técnica externa	Consultoría						5000						5000
Elaboración de trípticos, poster									150				150
Total													11 508

15. Bibliografía citada

Aguirre-Mendoza, 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-Mendoza, 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. (2015). *Métodos para medir la biodiversidad*. Loja, Ecuador. Universidad Nacional de Loja.

Aguirre-Mendoza, 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., Aguirre, N. (1999). *Guía para realizar estudios en comunidades vegetales*. Herbario Reinaldo Espinoza. Universidad Nacional de Loja. Loja Ecuador. Editorial Universitaria.

Armijos, J. y Lima, A. (2011). *Monitoreo de la regeneración natural en zonas alteradas e identificación de especies forestales potenciales para recuperación hídrica en la microcuenca Jipíro, cantón Loja*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Loja. Loja, Ecuador.

- Alcaraz, F. (2013). *Fundamentos de la clasificación de la vegetación*. Manual de teoría y práctica de Geobotánica. Universidad de Murcia. España.
- Baker, T. R., Swaine, M. D. y Burslem, D. F. R. P. (2003). Variation in tropical forest growth rates: combined effects of functional group composition and resource availability Perspectives in Plant Ecology. *Evolution and Systematics* 6: 21-36.
- Bazzaz, F. (2000). *Plants in Changing Environments: linking, physiological, population and community ecology*. Cambridge University Press.
- Buesso, R. (1997). Establecimiento y manejo de regeneración natural, EMAPIF. Yanaranguita, La Esperanza, Honduras.
- Bakker, J.P.; A.F. Bos; J. Hoogveld and H.J. Muller. (1991). The role of the seed bank in restoration management of semi-natural grasslands. In: Ravera, O. (ed.). Terrestrial and aquatic ecosystems: perturbation and recovery. New York: Ellis Horwood Limited.
- Batista, W.B. (2017). Dinámica de las poblaciones. Cátedra de ecología. Facultad de agronomía. Universidad de Buenos Aires.
- Braun-Blanquet, J. (1979). Fitosociología: Bases para el estudio de las comunidades vegetales. España. H. BLUME Ediciones. ISBN 84-7214-174-8.
- 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.
- Cronk J.K. y Fennessy M.S. (2001). Wetland Plants: Biology and Ecology. Lewis Publishers, Boca Raton, Florida. de Winton M.D. Clayton J.S. y Champion P.D. 2000. Seedling emergence from seed banks of 15 New Zealand lakes with contrasting vegetation histories. *Aquatic Botany*. 66:181-194.
- Davies, S. J. (2001). Tree mortality and growth in 11 sympatric *Macaranga* species in Borneo. *Ecology* 82: 920-932.
- De Souza Maia, M.; F.C. Maia and M.A. Pérez (2006). Soil seed banks. *Agriscientia* XXIII (1): 33-44
- Díaz, D. (2011). *Plan de manejo para el área de conservación municipal cañón del río blanco 2012 – 2017*. Quito, Ecuador.
- Díaz, E. (2018). *Dinámica sucesional de la vegetación natural bajo plantaciones forestales de Pinus sp. y Eucalyptus globulus Labill, en el Parque Universitario “Francisco Vivar Castro”, Loja*. Tesis de pregrado Ingeniería Forestal de la Universidad Nacional de Loja. Loja Ecuador.

- Espeland E.K., Perkins L.B. y Leger E.A. (2010). Comparison of seed bank estimation techniques using six weed species in two soil types. *Rangeland Ecology and Management* 63:243-247.
- FAO (Food and Agriculture Organization). (2000). *Sistemas de uso de la tierra en los trópicos húmedos y la emisión y secuestro de CO₂*. 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
- Finegan, B. (1996). Pattern and process in Neotropical secondary rain forests: the first 100 years of succession. *Tree*, 11 (3): 119-124.
- Fisher J.L., Loneragan W.A., Dixon K. y Veneklaas E.J. (2009). Soil seed bank compositional change constrains biodiversity in an invaded species-rich woodland. *Biological Conservation* 142:256-269.
- 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.
- Garwood, N. C. (1989). Tropical soil seed Banks: a review. En: ecology of soil seed banks. (edits) Leck, M. A., Parker, T. V., Simpson. R. L. Academic Press, San Diego, USA.
- Glenn-Lewin, D., R. K., Peet & T. T. Veblen. (1992). *Plant succession: theory and prediction*. Chapman & Hall.
- Guevara, S., & Gómez, A. (1976). Determinación del contenido de semillas de una Selva Tropical de Veracruz, México.
- 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.
- Hernández, R., Malkind, S., & Mora, A. (2009). Estudio del banco de semillas de un bosque húmedo montano bajo de Mérida-Venezuela., 33(33): 47–58.

Hopfensperger K.N. (2007). A review of similarity between seed bank and standing vegetation across ecosystems. *Oikos* 116:1438-1448.

Jara, P (2018). Evaluación de la composición del banco de semillas de suelo en la zona de bosque seco del valle del chota. Comunicado nota de prensa. Universidad Técnica del Norte. Ibarra.

Jumbo, L. (2013). Dinámica temporal del banco de semillas del suelo de especies herbáceas en un bosque seco del suroccidente del Ecuador. Tesis de Ingeniería en Gestión Ambiental. Universidad Técnica Particular de Loja.

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

Leck M.A. (2003). Seed-bank and vegetation development in a created tidal freshwater wetland of the Delaware River, Trenton, New Jersey, USA. *Wetlands* 23:310-343.

Liu G.-H., Zhou J., Li W. y Cheng Y. (2005). The seed bank in a subtropical freshwater marsh: implications for wetland restoration. *Aquatic Botany* 81:1-11.

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.

Marañón T. (2005). *El banco de semillas en el suelo*. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. España. Cap. 10, pp. 145 – 151. ISBN: 978-84-933537-5-9. Recuperado de <http://hdl.handle.net/10261/48200>

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)

- Odum, E. (1986). *Fundamentos de Ecología*. (N. E. I. S.A., Ed.). Ciudad de México, México.
- Ojeda V. y L. Iñiguez (1985). *Estudio del crecimiento de seis especies forestales nativas en dos zonas ecológicas de la provincia de Loja* (Tesis de pregrado). Universidad Nacional de Loja. Loja, Ecuador.
- Orozco L., y C. Brumer. (2002). Inventarios forestales para bosques latifoliados en América Central. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Turrialba, Costa Rica.
- Ponce, L., & Montalbán, H. (2005). Evaluación del banco de semillas del suelo en tres sitios en diferentes estados sucesionales en un bosque seco secundario en Nandarola, Nandaime, Granada. Trabajo de Tesis Managua, Nicaragua.
- Parresol, B. (1999). *Assessing tree and stand biomass: a review with examples and critical comparisons*. Forest Science.
- Peâlissier, R., Pascal, J. (2000). Two-year tree growth patterns investigated from monthly girth records using dendrometer bands in a wet evergreen forest in India. *Journal of Tropical Ecology* 16:429-446
- Poorter L. y E. J. M. Arets. (2003). Light environment and tree strategies in a Bolivian tropical moist forest: an evaluation of the light partitioning hypothesis. *Plant Ecology* 166: 295-306.
- 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).
- Ramírez-Marcial N., González-Espinosa M. y Quintana A. P. F. 1992. Banco y lluvia de semillas en comunidades sucesionales de bosques de pino-encino en los altos de Chiapas, México. *Acta Botánica Mexicana*. 20: 59-75.
- Romero, A., Baquero, N., & Beltrán, H. (2016). Banco de semillas en áreas disturbadas de bosque subandino en San Bernardo, Cundinamarca, Colombia, 19(2), 181–194.
- Rollet, B. (1969). *La regeneración natural de un bosque denso siempre verde de la Guayana de Venezuela*. Venezuela.
- Roberts, H.A., 1981. Seed banks in soils. In: Coaker, T.H. (ed.). *Advances in Applied Biology* 6: 1- 55. London: Academic Press.
- 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.

Saldaña-Acosta A., Meave J.A., Paz H. Sánchez-Velásquez L.H., Villaseñor J.L., y Martínez-Ramos M. (2008). Variation of functional traits in trees from a biogeographically complex Mexican cloud forest. *Acta Oecologica* 34: 111 – 121.

Serrada, R. (2008). *Apuntes de Selvicultura*. Servicio de Publicaciones.. Madrid, España. EUIT Forestal.

Shugart H.H. (1984). A theory of forest dynamics. *Springer-Verlag*. New York.

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>

Trujillo, L., & Vargas, O. (2008). Bancos de semillas en bordes de bosque, 294–372

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

Vázquez-Yanes, C., & Orozco-Segovia, A. 1993. Patterns of seed longevity and germination in the tropical rainforest. *Annual Review of ecology and Systematics*, 69-87

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.

Williams-Linera, G., C. Álvarez-Aquino, E. Hernández-Ascención y M. Toledo. 2011. "Early successional sites and the recovery of vegetation structure and tree species of the tropical dry forest in Veracruz, Mexico." *New Forests*. (42) 131– 148.

Whitmore, T. (1989). *Tropical Rain Forests of the Far East*. Clarendon Press, Oxford.



**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 II. 2019-2020**



Director: Zhofre Aguirre Mendoza Ph.D.

Equipo investigador:
Johana Muñoz Mg.Sc.
Luis Muñoz Mg.Sc.
Juan Carlos Carrión Ing.
Lucia Quizhimbo Ing.
Nelsón Jaramillo Ing.

Periodo de ejecución: enero 2019 a diciembre 2020

Loja- Ecuador
Enero, 2019

