UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS

FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINERA, METALÚRGICA Y GEOGRÁFICA

UNIDAD DE POSGRADO

Técnicas efectivas de conservación ex situ del germoplasma forestal nativo representativo del Bosque de Jacarón

TESIS

Para optar el Grado Académico de Doctor en Ciencias Ambientales

AUTOR

Diego Vacili BURBANO SALAS

ASESOR

Miguel Alberto IBAÑEZ SÁNCHEZ

Lima – Perú

2017

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS
(Universidad del Perú, DECANA DE AMERICA)
FACULTAD DE INGENIERÍA GEOLÓGICA, MINERA, METALÚRGICA Y GEOGRÁFICA

UNIDAD DE POSGRADO

«Año del buen servicio al ciudadano»

UNIDAD DE POSGRADO

UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS * Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y Geográfica * DIRECTOR * UNIDAD DE POST-GRADO

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

SUSTENTACIÓN PÚBLICA

En la Universidad Nacional Mayor de San Marcos–Lima, a los veintisiete días del mes de noviembre del 2017, siendo las 11:00 horas, se reúnen los suscritos miembros del JURADO EXAMINADOR DE TESIS, nombrado mediante Dictamen N.º 857/UPG-FIGMMG/2017 del 03 de noviembre de 2017, con la finalidad de evaluar la sustentación oral de la siguiente tesis:

TITULO

«TÉCNICAS EFECTIVAS DE CONSERVACIÓN EX SITU DEL GERMOPLASMA FORESTAL NATIVO REPRESENTATIVO DEL BOSQUE DE JACARÓN»

Que, presenta el **MG. DIEGO VACILI BURBANO SALAS**, para optar el **GRADO DE DOCTOR EN CIENCIAS AMBIENTALES**.

El secretario del Jurado Examinador de la Tesis, analiza el expediente 05560-FIGMMG-2013 del 25 de julio del 2013, en el marco legal y Estatutario de la Ley Universitaria, acreditando que tiene todos los documentos y cumplió con las etapas de la Directiva para el procedimiento de la elaboración de la tesis para la obtención del Grado de Magister o Doctor (Aprobado por Resolución Directoral 080.EPG.2010).

Luego de la Sustentación de la Tesis, los miembros del Jurado Examinador procedieron a aplicar la escala descrita en el Art. 61 del precitado Reglamento, correspondiéndole al graduando la siguiente calificación:

Muy bueno (18)

Habiendo sido aprobada la sustentación de la tesis, el Presidente recomienda a la Facultad se le otorgue el **GRADO ACADÉMICO DE DOCTOR EN CIENCIAS AMBIENTALES** al **MG. DIEGO VACILI BURBANO SALAS.**

Siendo las 12:00 horas, se dio por concluido al acto académico.

DR. CARLOS FRANCISCO CABRERA CARRANZA
Presidente

DR. OSCAR RAFAEL TINOCO GÓMEZ
Secretario

DR. FRANCISCO ALEJANDRO ALCÁNTARA BOZA
Miembro

DRA. MAGDY MILENI ECHEVERRIA GUADALUPE
Miembro

DR. MIGUEL ALBERTO IBÁÑEZ SÁNCHEZ
Asesor

ÍNDICE GENERAL

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN 1

1.1. Situación Problemática 1

1.2. Formulación del Problema 4

1.3. Justificación teórica 4

1.4. Justificación práctica 5

1.5. Objetivos 6

1.5.1. Objetivo General 6

1.5.2. Objetivos Específicos 7

CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO. 7

2.1. Marco Filosófico o epistemológico de la investigación 7

2.2. Antecedentes de la Investigación 10

2.3. Bases Teóricas. 17

2.3.1. Área de Estudio 17

2.3.2. Conservación Ex situ y Diversidad vegetal. 31

2.3.3. Técnicas de Conservación Ex Situ 35

2.4. Marco Conceptual 52

CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA 57

3.1. Participantes 57

3.2. Diseño estadístico 58

3.2.1. Etapa de análisis dendrométricos por pisos altitudinales. 58

3.2.2. Etapa de análisis de parámetros dasométricos 58

3.2.3. Pruebas de viabilidad de germoplasma en función del sistema de conservación aplicado 58

3.3. Procedimientos 59

CAPÍTULO 4: RESULTADOS Y DISCUSIÓN 63

4.1. Análisis, interpretación y discusión de resultados 63

4.1.1. Discusión 64

4.2. Prueba de hipótesis 66

4.2.1. Medidas dendrométricas por pisos altitudinales 66

4.2.2. Análisis de parámetros dasométricos. 68

4.2.3. Análisis de viabilidad en función del sistema de conservación 70

4.3 Presentación de resultados 72

4.3.1. Línea de base ambiental. 72

4.3.2. Determinación de índices ecológicos como criterio de conservación 86

4.3.3 Ensayos de germinación para semillas conservadas y análisis comparativo para sistemas tratamientos aplicados. 98

4.3.4. Protocolos de conservación para especies priorizadas. 111

CAPÍTULO 5: IMPACTOS 118

5.1. Propuesta 118

CONCLUSIONES 131

RECOMENDACIONES. 134

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 135

Bibliografía consultada 142

ANEXOS 145

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1: Geomorfología 19

Cuadro 2: Zonas climáticas analizadas 20

Cuadro 3: Especies vegetales por zona 24

Cuadro 4: Semillas ortodoxas conservadas a bajas temperaturas, en función del contenido de humedad 45

Cuadro 5: Relaciones estadísticas de las medidas dendrométricas y los pisos altitudinales 67

Cuadro 6: Análisis de componentes principales (ACP) de parámetros dasométricos 68

Cuadro 7: Varianza multifactorial de pruebas de germinación 70

Cuadro 8: Zonas de vida: Sector Páramo: Bosque siempreverde montano alto (BsAn03) y Bosque siempreverde del páramo. (BsSn01) 76

Cuadro 9: Variables ecológicas del Bosque Jacarón 78

Cuadro 10: Listado del inventario de flora 79

Cuadro 11: Listado del inventario de fauna 80

Cuadro 12: Puntos de georreferenciación 83

Cuadro 13: Índices de diversidad de especies entre pisos altitudinales 87

Cuadro 14: Índice de dominancia de Simpson entre pisos altitudinales 88

Cuadro 15: Índices de información entre pisos altitudinales. 90

Cuadro 16: Similitud comunidad A-B 92

Cuadro 17: Similitud comunidad B-C 92

Cuadro 18: Similitud comunidad A-C 92

Cuadro 19: Similitud proporcional entre comunidades 93

Cuadro 20: Índice de valor de importancia (IVI) y porcentaje de importancia de las especies (%IVI) identificadas en el Bosque de Jacarón 96

Cuadro 21: Resultados de pruebas de germinación por tratamientos en función de periodos de tiempo para semillas de Tarqui (H.scabrum) 98

Cuadro 22: Resultados de pruebas de germinación por tratamientos en función de periodos de tiempo para semillas de Quishuar (B. incana) 101

Cuadro 23: Resultados de pruebas de germinación por tratamientos en función de periodos de tiempo para semillas de Pumamaqui hembra (O. avicenniifolius) 103

Cuadro 24: Resultados de pruebas de germinación por tratamientos en función de periodos de tiempo para semillas de Romerillo (P. oleifolius) .. 106

Cuadro 25: Resultados de pruebas de germinación por tratamientos en función de periodos de tiempo para semillas de Quinual (P. reticulata).....108

LISTAS DE FIGURAS

Figura 1: Ecosistemas de Chimborazo 18

Figura 2: Diagrama de Holdrige 20

Figura 3: Perfil del suelo 22

Figura 4: Geología de Chimborazo 23

Figura 5: NBI de Chimborazo..... 26

Figura 6: Demografía de Chimborazo 28

Figura 7: Gráficos de perfil para parámetros de germinación por aplicación de diferentes sistemas de conservación. Diferencia estadística significativa. Modelo lineal general, N = 5 especies 71

Figura 8: Ubicación y localización del área de estudio..... 73

Figura 9: Mapa ecológico del Bosque de Jacarón 81

Figura 10: Fotografía satelital georreferenciada 82

Figura 11: Ubicación y diagrama ombrotérmico de BsAn03 84

Figura 12: Ubicación y diagrama ombrotérmico de BsSn01 85

Figura 13: Multigrama y grafos estadísticos de pruebas de germinación por tratamientos para semillas de Hedyosmum scabrum.....100

Figura 14: Multigrama y grafos estadísticos de pruebas de germinación por tratamientos para semillas de Buddleja incana.....102

Figura 15: Multigrama y grafos estadísticos de pruebas de germinación por tratamientos para semillas de Oreopanax avicenniifolius 105

Figura 16: Multigrama y grafos estadísticos de pruebas de germinación por tratamientos para semillas de Podocarpus oleifolius 107

Figura 17: Multigrama y grafos estadísticos de pruebas de germinación por tratamientos para semillas de Polylepis reticulata 110

Figura 18: Protocolo para clasificación semillas almacenadas 112

Figura 19: Protocolo de limpieza y selección 113

Figura 20: Protocolo de determinación de la humedad.....114

Figura 21: Protocolo de secado 115

Figura 22: Protocolo pruebas de germinación 116

Figura 23: Protocolo para empaque.....117

Figura 24: Propuesta para emplazamiento de banco de germoplasma. 133

LISTA DE ACRÓNIMOS O ABREVIATURAS.

ADN Ácido desoxirribonucleico

ARN Ácido ribonucleico

°C Grados Celsius

CAP Circunferencia al pecho (medida forestal)

CDB Convenio de Diversidad Biológica

CHS Contenido de humedad de las semillas

CO_2 Dióxido de carbono

CORPEI Corporación de Promoción de Exportaciones e Importaciones

DAP Diámetro al pecho (medida forestal)

DENAREF Departamento Nacional de Recursos Fitogenéticos y Biotecnología (adjunto al INIAP)

FAO Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.

GAD Gobierno Autónomo Descentralizado

GvSIG Generalitat Valenciana SIG

INIAP Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias

ISTA International Seed Testing Association

IVI Índice de valor de importancia

MAE Ministerio del Ambiente de Ecuador

MDL Mecanismo de desarrollo limpio

mm milímetros

m.s.n.m. metros sobre el nivel del mar

NBI Necesidades básicas insatisfechas

OGS Organizaciones de segundo grado

PDOT Plan de desarrollo y ordenamiento territorial.

PI Plant Inventory (Sistema de numeración de plantas)

QGIS Quantum GIS

SCA Sistema de conservación al ambiente

SCR Sistema de conservación con refrigeración

SIG o GIS Sistemas de información geográfica

UICN Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza

UNACH Universidad Nacional de Chimborazo

UPM Universidad Politécnica de Madrid

URSS (Antigua) Unión de Repúblicas Socialistas Soviéticas

RESUMEN

El Bosque Jacarón (Chimborazo, Ecuador) es un sistema de páramo andino (3200-3800 m.s.n.m.) frágil y actúa como fuente principal de agua para las comunidades locales. En la actualidad, la urbanización rural de la zona y el avance de la frontera agrícola están ejerciendo una presión constante sobre este bosque; sin embargo, el rodal todavía no ha sufrido la pérdida de especies nativas valiosas siendo prioritaria su conservación. Se aplicaron índices ecológicos al inventario dendrológico de 34 especies forestales nativas identificadas en el bosque. El análisis de los datos como densidad, frecuencia y dominancia, permitieron determinar el índice de valor de importancia de las especies analizadas; para el germoplasma de las 5 especies priorizadas se aplicaron pruebas de viabilidad por seis periodos de tiempo, sometiéndoles a dos sistemas de conservación, al ambiente y a bajas temperaturas. El resultado ha sido un sistema racional de toma de decisiones de especies prioritarias a conservar, donde: *Hedyosmum scabrum, Buddleja incana, Oreopanax avicenniifolius, Podocarpus oleifolius y Polylepis reticulata* poseen los valores de importancia más elevados por lo cual tienen un mayor interés de conservación, estadísticamente se ha demostrado que el sistema de conservación a bajas temperaturas es el más adecuado para garantizar la viabilidad de las semillas almacenadas, finalmente se presentan protocolos de conservación para las especies estudiadas, aunque con el transcurso del tiempo se espera ampliar el abanico a otras especies forestales nativas que se desarrollen en sistemas ecológicos similares.

Palabras Clave: flora forestal endémica, conservación ex situ, almacenamiento de semillas a largo plazo.

ABSTRACT

The Jacaron forest (Chimborazo, Ecuador) is a system of Andean paramo (3200-3800 masl) fragile and acts as the main source of water for local communities. Today the rural urbanization of the area and the advance of the agricultural frontier are exerting constant pressure on the forest; However, the stand has not yet suffered the loss of native valuable species being their conservation priority. Ecological indexes were applied to the inventory dendrological of 34 native forest species identified in the forest. The analysis of the data as density, frequency and dominance allowed to determine the analyzed species importance value index, for the germplasm of the 5-prioritized species applied feasibility tests for six periods, subjecting them to two systems of conservation, the environment and at low temperatures. The result has been a rational system of decision-making for priority species to be preserved, where: *Hedyosmum scabrum, Buddleja incana, Oreopanax avicenniifolius, Podocarpus oleifolius* and *Polylepis reticulata* possess the highest importance values which have a greater interest in conservation, has been statistically shown that the system of conservation at low temperatures is best suited to ensure the viability of stored seeds, Finally arise protocols of conservation for the species studied, although with the passage of time, it is expected to expand the range to other native forest species that occur in similar ecological systems.

Key words: endemic forest flora, conservation ex situ, long term seed storage.

CAPITULO 1: INTRODUCCIÓN

1.1. Situación Problemática

Los bosques cubren alrededor de 3870 millones de hectáreas, el 30 por ciento de la superficie terrestre del planeta. Los bosques tropicales y subtropicales comprenden el 56 por ciento de los bosques del mundo y los templados y boreales el 44 por ciento. La superficie forestal mundial durante el decenio de 1990 sufrió una disminución de 14,6 millones de hectáreas por año, contra un incremento anual de la superficie de bosques de 5,2 millones de hectáreas. La distribución de esta cubierta forestal no es homogénea. Dos tercios de los bosques del mundo están situados en solo diez países: La Federación de Rusia, Brasil, Canadá, Estados Unidos, China, Australia, la República Democrática del Congo, Indonesia, Angola y Perú. (FAO, 2001)

Solo 22 países tienen más de 3 hectáreas de bosques por habitante y en ellos viven apenas el 5 por ciento de la población mundial. En cambio las tres cuartas partes de la población del planeta vive en países que tienen

menos de 0,5 hectáreas de bosques por habitantes, entre ellos países de Europa y Asia con una gran densidad de población. (FAO, 2001)

Las causas que han motivado la afectación a los bosques han estado siempre relacionadas con la situación social que ha vivido el hombre, entre ellas están:

- La deforestación y pérdida de la calidad de los bosques, dada por la necesidad del hombre de buscar nuevas áreas para el desarrollo de la agricultura, para satisfacer sus necesidades alimenticias y por la búsqueda de los países industrializados de identificar nuevas fuentes de obtención de ganancias que impulsen el desarrollo de la minería y la industria maderera en áreas naturales.
- La necesidad de los países subdesarrollados de buscar fuentes de combustible en la leña y el carbón: en los países africanos cerca de 2000 millones de personas necesitan de esta vía de combustible.
- Consumo excesivo de papel y cartón, sin recurrir al reciclaje. Estados Unidos, la Unión Europea y Japón consumen el 66 por ciento del papel y cartón que se produce en el mundo. (Santamaría, 2001)

La biodiversidad mundial está disminuyendo a una velocidad sin precedentes. Durante el periodo 1996-2004, un total de 8321 especies vegetales fueron incorporadas a la Lista Roja de Especies Amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN). El principal propósito de esta lista es catalogar los taxones que se enfrentan a un mayor riesgo de extinción global (ej. aquellos considerados en peligro crítico, en peligro y vulnerables). Durante ese periodo ha existido también un aumento de más del 60% en el número de plantas consideradas en peligro crítico. Estos datos resultan sin duda alarmantes y requieren medidas inmediatas de conservación para salvaguardar muchas de esas especies. (Taylor, 2000)

El Ecuador, como consecuencia de encontrarse en la mitad del planeta, debería tener un clima caluroso con un porcentaje de humedad importante pero la presencia de la cadena montañosa de Los Andes ha creado extensas zonas con microclimas variados en virtud de la altitud, apareciendo lo que se denomina la sierra ecuatoriana con una topografía muy irregular en el que las zonas altas se denominan páramos andinos. En esas condiciones el realizar agricultura con criterios de conservación de suelos obliga a tomar significativas medidas de protección para poder lograr alguna producción, lo que obliga a repensar que, por las razones ya explicadas, la vocación de los suelos debe ser silvo pastoril ósea, la utilización total de estos suelos de pendiente en amplios programas de reforestación y realizar la cobertura del suelo con cultivos densos de potreros con el propósito de estabilizarlos y lograr alguna rentabilidad; sin embargo, de estas consideraciones, el bosque natural existente en nuestra zona ha sido esquilmado quedando al descubierto y vulnerable a la acción mecánica de factores abióticos, lo que ha motivado que el recurso suelo, se presente seriamente desgastado en razón principalmente de la erosión eólica, hídrica, mecánica proveniente de factores climáticos, uso de mecanización inadecuada, excesivo pastoreo y contradictorias prácticas agrícolas.

En estas condiciones, es menester dirigir investigaciones serias de dasonomía que permitirá restituir el bosque, por razones de adaptabilidad, principalmente nativo, como una comunidad biocenótica, recuperadora de los suelos degradados y protectora de la edafología como medio de seguridad, riqueza y manejo adecuado de otros recursos naturales renovables y no renovables, a más de asegurar la abundante y única biodiversidad tanto vegetal como animal. Las interrogantes que la investigación absuelve es la de cómo conseguir aquello, toda vez que importantes especies arbóreas que poblaban nuestros páramos han sido mal explotadas y casi desaparecidas, reduciendo a áreas totalmente limitadas los santuarios naturales de las especies nativas.

1.2. Formulación del Problema.

¿Cuáles son las técnicas que aseguran la efectiva conservación *ex situ* del germoplasma forestal representativo del bosque natural de Jacarón?

Problemas Específicos.

- ¿Qué criterios permiten la priorización de las especies forestales nativas que se van a conservar?

- ¿Cuáles deben ser las condiciones de almacenamiento y conservación *ex situ* para el material vegetativo priorizado?

- ¿Qué técnicas y sus procedimientos aseguran la viabilidad del material germoplásmico forestal conservado proveniente del bosque nativo?

1.3. Justificación teórica.

Los últimos 50 años han sido testigos de una evolución sin precedentes en nuestro conocimiento sobre la conservación y sus interrelaciones con el objetivo de alcanzar un desarrollo sostenible. La conservación es, desde luego, más que un concepto; a ella se ha dedicado mucho esfuerzo para resolver las bases científicas, técnicas, sociológicas y económicas implicadas en la implementación eficaz de las acciones de conservación.

Esto se ha manifestado principalmente en el surgimiento de disciplinas como la ecología y biología de la conservación, como una respuesta de la comunidad científica a la ola de cambio global que amenaza una gran

fracción de la diversidad biológica mundial. El desarrollo de estas disciplinas está estrechamente relacionado con el de biodiversidad. Como aquella, la noción de diversidad biológica, término posteriormente contraído como biodiversidad, fue desarrollada en los años 80, aunque sus orígenes se remontan a tiempo atrás (Heywood & Jose, 2003).

La investigación presenta protocolos de conservación principalmente aplicables a germoplasma forestal. Así mismo, los resultados demuestran la importancia y utilidad teórica, así, con el conocimiento adquirido es posible asesorar a otras comunidades más adecuada e integralmente. Por otro lado, la investigación aporta con la medición de variables en el contexto del páramo andino, pero con aplicación a otros ambientes con parámetros bióticos y abióticos similares. La utilidad metodológica radica en que la medición de variables que se han realizado en la investigación en el ecosistema páramo, así como los procedimientos se pueden replicar a otros sistemas ecológicos como ya se ha anotado.

1.4. Justificación práctica.

El bosque de Jacarón reviste especial importancia debido a que es uno de los pocos relictos naturales de especies nativas existentes en esta provincia, la viabilidad de la investigación radica en la predisposición de las poblaciones del área de influencia y en los propietarios del bosque que apoyaron decididamente en la realización de la investigación y cualquier iniciativa que devenga fruto de los resultados de la misma, a más que, el bosque nativo cumplen una importante función en la preservación del equilibrio ecológico, contribuyendo en el control del cambio climático, en la captura del carbono, a fin de contrarrestar los efectos del CO_2, ofreciendo un servicio ambiental que puede ser rentable en el emergente mercado de carbono. puesto que califican para proyectos de mecanismo de desarrollo limpio (MDL).

De otro lado, la información disponible advierte sobre la deforestación, tala ilegal de madera y la expansión de la frontera agrícola, como las amenazas que están extinguiendo los bosques naturales con alarmantes consecuencias ambientales, sociales y económicas, frente a las cuales se vuelve prioritaria la implementación de bancos de germoplasma para conservar las especies mediante un manejo moderno, eficiente y rentable.
La conservación "ex situ" de plantas silvestres es reconocida como un complemento importantísimo de las acciones sobre el terreno, ya que su uso contribuye a proteger y custodiar las especies para evitar su desaparición. En este campo, en los últimos tiempos, se está impulsando el desarrollo de bancos de germoplasma dedicados a la conservación de semillas de plantas silvestres (imprescindibles para la conservación ex situ).

Aunque la conservación de especies se aborda de un modo mucho más eficaz a través del manejo de las poblaciones silvestres y sus hábitats naturales (conservación in situ), las técnicas ex situ constituyen herramientas esenciales de conservación, cuya relevancia ha ganado reconocimiento internacional con su inclusión en el artículo 9 del Convenio sobre Diversidad Biológica y en el objetivo 8 de la Estrategia Global para la Conservación Vegetal (Sarasan, y otros, 2006).

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo General

Proponer técnicas efectivas para la conservación ex situ del germoplasma forestal representativo del bosque natural de Jacarón.

1.5.2. Objetivos Específicos

1.5.2.1. Priorizar especies forestales nativas en concordancia con criterios que determinen su valor para conservación.

1.5.2.2. Determinar un sistema de almacenamiento y conservación funcional para el material vegetativo forestal priorizado.

1.5.2.3. Establecer metodologías ex situ para garantizar la viabilidad de material germoplásmico forestal conservado proveniente del bosque nativo.

CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO.

2.1. Marco Filosófico o Epistemológico de la Investigación

La preocupación por conservar la calidad ambiental del planeta ha estado presente desde varios siglos en los países y la sociedad humana. Sin embargo, es en las últimas décadas cuando ha tomado una importancia creciente, debido a que el desarrollo tecnológico y el crecimiento de la población, han incrementado de manera importante la capacidad destructiva de la naturaleza.

Para algunos autores como Callicott, citado por (Escudero, Iriondo, & Albert, 2002), el movimiento moderno de la conservación se remonta al desarrollo de tres corrientes filosóficas en principio contrapuestas: dos desarrolladas en el siglo XIX y la otra en el XX. La denominada *Ética Romántica de la Conservación* que percibe a la naturaleza como una entidad de carácter religioso en la que se puede apreciar el trabajo divino, hace referencia al compromiso ético con la diversidad de la vida, argumentándose que la humanidad tiene la obligación de conservar el producto de centenares de millones de años de evolución sobre la tierra. La segunda fuente filosófica fue la denominada *Ética de la Conservación de Recursos*, en donde se ve a la naturaleza con una visión utilitaria y antropocéntrica. Es a partir del debate de ambas visiones, la preservacionista, que deseaba que los sistemas naturales fueran preservados y alejados de la intervención del hombre, y la conservacionista, centrada en la perpetuación de los recursos biológicos, cuando surge una tercera corriente ya a principios del siglo XX, denominada por Leopold citado por Escudero (2002) *Ética de la Tierra Ecológica y Evolutiva,* argumenta que la naturaleza no está formada por partes aisladas clasificadas en útiles y no aprovechables, sino que hay un complejo entramado de interacciones que deben ser consideradas a la hora de enfrentarse al problema de la conservación.

Estas concepciones filosóficas dieron lugar a dos escuelas dentro del conservacionismo: *Composicionalismo* y *Funcionalismo,* Callicot *et al* citado en (Díaz, 2012). En la primera los conceptos normativos de conservación más importantes son la diversidad biológica, integridad biológica y restauración ecológica. En cambio, en la segunda los conceptos normativos destacados son los servicios ecológicos, la sostenibilidad, el desarrollo sostenible y el manejo de los ecosistemas. Esta división no supone contraposición, sino más bien aproximaciones complementarias a la conservación. Según Escudero (2002), el contexto de la conservación sufrió un cambio notable tras la Conferencia de Rio de 1992, la consecuente firma de la Convención sobre Diversidad Biológica y la inclusión definitiva de la Biodiversidad en las agendas políticas.

Siendo más específicos en nuestro análisis, es indiscutible que los recursos ambientales principalmente los forestales son elementos esenciales para la existencia de la vida y por ello la variable ambiental debe insertarse como el eje transversal para el desarrollo socio-económico-cultural de las poblaciones humanas.

La mayor parte de los recursos naturales, pueden ser renovables, al poder mantener su carácter circulante, dependiendo del manejo que se haga de los mismos. La estabilidad de los ciclos naturales que permiten la renovación o recirculación de muchos de los recursos naturales aún a nuestra disposición, está condicionada por el manejo adecuado de los factores que impactan el ambiente, permitiendo su estabilidad y la permanente disposición de dichos recursos a las poblaciones del presente y del futuro. Esto determina la necesidad de la adecuada aplicación de Políticas de Manejo y Conservación Ambiental para garantizar el futuro de las poblaciones que dependen del suministro permanente de los recursos naturales necesarios para su existencia. Las decisiones adecuadas en materia de administración y manejo de ecosistemas forestales deben de apoyarse en una política de conservación de la naturaleza, sobre todo si se toma en cuenta que la mayoría de las políticas forestales son esencialmente políticas de explotación maderera y resultan insuficientes para permitir un buen manejo forestal. Rara vez se concede la debida atención a los intereses de las comunidades forestales y del gran número de sectores (turismo, suministro de agua, etc.), que utilizan los bosques o ejercen influencia en éstos.

En consecuencia, de lo expuesto, con áreas cada vez más limitadas, la industria forestal, a más de lograr el aumento estable y continuo de la producción de madera, debe asegurar, al mismo tiempo, la continuidad de los servicios ambientales que prestan los bosques principalmente nativos y que mantienen especies endémicas.

Las reservas totales sin importar sus métodos de conservación, realizan extraordinarias funciones científicas y ecológicas. A pesar de su importancia para las ciencias forestales y naturales, tropiezan en no pocas ocasiones con la incomprensión de la práctica forestal. Las reservas totales son insustituibles en la investigación de ecosistemas, para la investigación de la sucesión natural de ecosistemas forestales y el biomonitoreo. En bosques bajo manejo donde el aprovechamiento en las fases de madurez del bosque puede alterarse los procesos de sucesión natural; a diferencia de que en reservas totales los procesos de envejecimiento y descomposición pueden ser estudiados. Además, los bosques en envejecimiento y descomposición ofrecen hábitat (por ejemplo, de madera muerta) para numerosos organismos (hongos, insectos, aves, etc.), por lo que para la protección de especies tienen una importancia creciente.

2.2. Antecedentes de la Investigación

La conservación de la biodiversidad en el mundo tiene sus orígenes en el primer banco de germoplasma vegetal que surgió en la URSS como resultado de los esfuerzos de Vavilov en la década de 1920 en la búsqueda de los centros de diversidad genética de los cultivos. Muchas de sus colecciones aún están disponibles en el Instituto N. I. Vavilov de San Petersburgo, aunque el estado de conservación de tales colecciones es, en numerosos casos, más que deficiente. (Bacchetta G. y otros, 2008)

En el Ecuador, el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), ha trabajado desde hace 30 años en la conservación de estos recursos ya sea in situ (en el lugar de origen de las plantas) o ex situ (fuera del lugar de origen). Este trabajo ha permitido que actualmente el INIAP tenga el mayor banco de carácter nacional y conserve alrededor de 18.000 accesiones provenientes de colectas, intercambio y custodia en todo el país

El germoplasma conservado es caracterizado por los técnicos del DENAREF (Departamento Nacional de Recursos Fitogenéticos y Biotecnología) y potenciado con el fin de poner a disposición materiales élite a los diferentes usuarios tales como agricultores, fitomejoradores, agroindustriales y científicos con la finalidad de contribuir y garantizar la disponibilidad de semillas y alimentos a las presentes y futuras generaciones de una manera sostenible. (CONSORCIO GTZ/FUNDECOME, 2001).

En las dos últimas décadas existen varias organizaciones nacionales e internacionales que han desarrollado múltiples métodos de priorización en la selección de especies y áreas de conservación. Estos procedimientos se basan en variados criterios (riqueza, endemismo, ecología, rareza, procesos evolutivos, etc.) algunos de los trabajos más destacados son las listas de categorías de conservación UICN, las ecorregiones de América y el Caribe y los 25 hotspot. Como resultado de estos proyectos el Consejo de Manejo Forestal (FSC por sus siglas en inglés) ha incluido el Principio 9: -Mantenimiento de bosques con alto valor de conservación-, al conjunto de principios de manejo forestal. Este principio incluye rodales con características singulares como biodiversidad, sistemas ecológicos raros o en peligro, servicios ambientales críticos y valores sociales fundamentales. (Ordoñez Sierra, 2003).

Estudios similares se desarrollaron en el Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas de la Habana, con el objetivo de buscar alternativa de carácter práctico, económico y de fácil ejecución, que permita la conservación de la semilla de soya durante períodos de tiempo relativamente cortos. Se evaluaron diferentes tratamientos dados a la semilla: tres períodos de almacenaje (seis, nueve y 12 meses), dos condiciones de almacenaje (con acondicionador de aire y en condiciones naturales). Pudo establecerse el alto beneficio que representa para la semilla su almacenaje en cámaras climatizadas. Se apreció, además, que los envases herméticamente sellados fueron imprescindibles en el caso en que la semilla fue almacenada en condiciones de temperatura ambiente. (Ortiz, Fé, & Ponce, 2004)

Puya raimondii Harms es una especie endémica de la zona altoandina del Perú y Bolivia, distribuida entre 3200 y 4800 m de altitud que sobresale por su gran tamaño y belleza. Es considerada una especie amenazada, se clasificaron semillas en lotes según sus características externas y se determinó la viabilidad (calidad). Se encontró que la viabilidad de las semillas depende de las condiciones a que estuvieron expuestas *in situ* manifestados por las características externas de las semillas y que se correlaciona con su contenido de humedad, afectando inclusive su apariencia. Las semillas expuestas a la luz presentaron alto poder germinativo (fotoblásticas positivas, requieren luz para germinar). Se encontró que temperaturas mayores a 21 °C afectan negativamente el porcentaje de germinación y el índice de velocidad de germinación. (Vadillo, Suni, & Cano, 2004)

En Estados Unidos la conservación de germoplasma vegetal comenzó en el siglo pasado como consecuencia de la necesidad de regular las introducciones de semillas. En 1897 se creó la Office of ForeignSeed and Plant Introduction que estableció el conocido sistema de numeración PI (Plant Inventory). Existen, también, otras colecciones más pequeñas o más específicas como, por ejemplo, las del IRRI en los Baños, Filipinas, que, creado en 1960, almacenaba a finales de 1978 más de 50000 entradas o las 76546 muestras conservadas en 1983, correspondientes a varios cultivos, en el ICRISAT en Andra Pradesh, India, por citar sólo algunos ejemplos significativos. En Europa Occidental son de destacar los esfuerzos de EUCARPIA desde 1960, que condujeron a las creaciones de bancos de genes en Bari (Italia) y Braunschweig (Alemania). (Engeles & Visser, 2007).

La Planificación estratégica de las plantaciones forestales en el Ecuador 2007- 2012 plantea que las plantaciones forestales cumplen una importante función en la preservación del equilibrio ecológico contribuyendo en el control del cambio climático, en la captura del carbono a fin de contrarrestar los efectos del CO_2 ofreciendo un servicio ambiental que puede ser rentable

en el emergente mercado de carbono, puesto que califican para proyectos MDL, (mecanismo de desarrollo limpio); y, fundamentalmente disminuyen la presión sobre el bosque nativo en el abastecimiento de la madera. De otro lado, la información disponible advierte sobre la deforestación, tala ilegal de madera y la expansión de la frontera agrícola, como las amenazas que están extinguiendo los bosques naturales con alarmantes consecuencias ambientales, sociales y económicas, frente a las cuales se vuelve prioritario la implementación de medidas de conservación y de planes de forestación y reforestación mediante un manejo silvicultural moderno, eficiente y rentable. (CORPEI , 2007)

Esta investigación propone un método objetivo que valora la preocupación por las plantas de interés, así como los taxones prioritarios para la conservación categorizando la preocupación y responsabilidad semejantes. La preocupación (Pre) por un taxón resulta de considerar la categoría de amenaza (ame), según UICN a nivel nacional, la endemicidad (end) y la rareza (rar). se considera además el nivel de responsabilidad sobre ese taxón, determinado de acuerdo con su nivel de exclusividad, lo que unido a los criterios anteriores dará como resultado la *Prioridad Inicial de Conservación* (PrIni). Finalmente, este valor combinado con la protección regional (Pro), como indicador de la preocupación ya existente, resulta en el valor de *Prioridad de Conservación* (PriCon). Cada criterio considerado se cuantifica con valores de 0-10. según se estime la prioridad con PrIni o PriCon, 73 y 56 taxones respectivamente, en su mayoría endemismos exclusivos, resultaron altamente prioritarios (taP). (Llamas, y otros, 2007)

Las semillas de la mayoría de especies vegetales pueden ser almacenadas en condiciones de baja temperatura y humedad relativa en los bancos de semillas durante periodos prolongados, para luego germinarlas y producir nuevas plantas. El metabolismo de las semillas disminuye con las bajas temperaturas y las reservas de alimento para el embrión se mantienen durante más tiempo. Esta propiedad es muy valiosa para la conservación *ex situ* de semillas nativas y un gran número de especies pueden ser

almacenadas en un espacio reducido, con supervisión mínima y a bajo costo. (Barrientos, 2008).

La conservación de semillas de buena calidad en cámaras de frío a mediano y largo plazo, se utiliza para mitigar y reducir la elevada tasa de erosión genética intraespecífica de origen antrópico. Es decir, apunta a conservar los materiales genéticos que precisamente son talados por su alto valor forestal, de los cuales no quedan descendencia si persistieran esas condiciones. Se estima, según antecedentes, que son muchas las posibilidades de conservación de semillas en cámara a largo plazo para especies de leguminosas. El objetivo del trabajo realizado en el Laboratorio de Fitopatología del INTA Sáenz Peña, Chaco, fue investigar la posible pérdida de la calidad en semillas de *Prosopis alba Griseb*, almacenadas por más de diez años en cámara de frío del Banco de Germoplasma de dicha institución. Las variables estudiadas estuvieron representadas por: capacidad germinativa, energía germinativa y presencia e identificación de microorganismos en semillas no germinadas. (Spoljaric & Ojeda, 2009)

Investigaciones similares realizadas por investigadores de la Escuela Politécnica del Litoral en el área de la Maná, provincia de Cotopaxi, con respecto a plantas útiles de tipo herbáceo silvestre in situ con resultados alentadores tomando en cuenta la localización y determinación de plantas herbáceas silvestres para la investigación de su potencial de usos y el posterior diseño y diagramación para un banco de germoplasma, se realizó a nivel de sistemas agroforestales en las parroquias de Guasaganda, Pucayacu y el Carmen, que estructuran el área rural del cantón la Maná (Provincia de Cotopaxi). Se utilizó un muestreo de tipo preferencial, para lo cual se implementaron un total de 6 transectos de vegetación de 10 x 100 m (1.000 m^2 cada uno), de manera que se demarcó un total de 2 transectos en cada una de las áreas aledañas a las parroquias escogidas. Se obtuvieron un total de 56 especies con algún uso conocido, en un total de 48 géneros y 27 familias; a nivel fitosociológico, las especies con mayores valores de importancia fueron: *Impatiens balsamina* (Familia *Balsaminaceae*),

Eryngiumfoetidum (Familia *Apiaceae*) y *Sida acuta* (Familia *Malvaceae*). Para realizar el diseño del banco de germoplasma in situ se utilizó la metodología de usos reales de especies en relación a formas biológicas de Raunkaier El área del banco de germoplasma contempló la utilización de 3.267,00 m^2 de superficie. (Solano Narváez, 2010).

En todo cultivo es imprescindible tener en cuenta la calidad de la semilla para su éxito. Las semillas son el punto de partida para la producción y es indispensable que tenga una buena respuesta en las condiciones de siembra y que produzca plántulas vigorosas, para alcanzar el máximo rendimiento. Indiscutiblemente, la semilla de buena calidad representa el insumo estratégico por excelencia que permite sustentar las actividades agrícolas, contribuyendo significativamente a mejorar su producción en términos de calidad y rentabilidad. Por tal motivo, son de gran interés científico-técnico los trabajos encaminados a estimular y prolongar la germinación y posterior conservación de las semillas, para poder elevar la productividad de los cultivos de forma sostenible y enfrentar los cambios en el entorno de manera más apropiada. (Doria, 2010)

En el marco del proyecto Geografía Física aplicada al estudio de la interacción sociedad-naturaleza. Problemáticas a diferentes escalas témporo-espaciales realizado por la Universidad Nacional del Sur (Argentina), se determinaron la diversidad y el valor de importancia de la vegetación natural en el Parque Nacional Lihué Calel, a través de índices cuantitativos con el propósito de contribuir a su conservación. Como resultado se identificaron 33 especies pertenecientes principalmente al estrato arbustivo y herbáceo, los valores de los índices permitieron comprender la necesidad de conservar la vegetación natural del área. (Campo & Duval, 2014).

Se ha determinado, en base a investigaciones previas, que la Asociación de productores agrícolas San Antonio de Pollongo son propietarios y mantienen un rodal de 105 hectáreas de bosque, en su totalidad con especies

indígenas, mismo que está ubicado en la Parroquia Juan de Velasco (Pangor), cantón Colta, provincia de Chimborazo; en el área denominada Jacarón y que se extiende entre las cotas de 3200 a 3800 m.s.n.m. Este bosque está ubicado en un piso de páramo nuboso y que, mediante estudios de investigación realizados por la Facultad de Ingeniería de la UNACH, se ha logrado la identificación dendrológica del mismo, obteniendo alrededor de 34 especies. El bosque no es producto de plantación alguna sino de regeneración natural y sucesiva, no ha tenido ningún tipo de tratamiento ni intervención antropogénica por lo que se podría catalogar como un bosque primario. A decir, de los agricultores nativos y propietarios de la zona y por las verificaciones in situ realizadas se puede afirmar que algunas especies se encuentran en franco proceso de regeneración natural ya que en el soto bosque se encuentran plántulas producto de la propagación espontánea. Cabe destacar que por las condiciones abióticas del ecosistema en cuestión se podría colegir que fácilmente podría reproducir y representar parámetros comunes para todo el páramo andino de la sierra centro ecuatoriana. El mantenimiento del bosque en las condiciones descritas ha sido posible porque sus condiciones de aislamiento y poca accesibilidad, así como la ausencia de un centro poblado cercano lo han determinado. Es necesario anotar que este sistema a más de las características descritas se constituye en el hábitat de una importante cantidad de fauna representativa del lugar. (Burbano, Apugllón, & Burbano-Salas, 2015)

Los rasgos morfológicos de las semillas están involucrados en procesos durante el ciclo de vida de las plantas. Sin embargo, dichos rasgos no han sido bien estudiados desde el punto de vista funcional en diferentes hábitats, especialmente en zonas secas tropicales, donde existe gran diversidad de especies con alto riesgo de amenaza. Los bosques secos Tumbesinos compartidos entre el suroccidente del Ecuador y noroccidente del Perú, son considerados un hotspot por su alta diversidad y endemismo. No obstante, están muy amenazados y algunas especies forestales han sido ya incluidas en listas rojas con algún grado de amenaza. Una de las alternativas más práctica e inmediata es la colección y almacenamiento *ex situ* de semillas, sin embargo, en hábitats secos tropicales hay un gran desconocimiento de la

ecología, fisiología y morfología de semillas lo que dificulta llevar a cabo esta estrategia de conservación. El presente artículo analiza e incorpora información sobre rasgos morfológicos de semillas de especies leñosas en los bosques secos Tumbesinos, y analiza cómo está información podría servir como una herramienta para optimizar el proceso de conservación *ex situ* de estas especies. (Romero-Saritama & Pérez-Ruíz, 2016).

Otras investigaciones consultadas analizan y discuten algunos cambios en los paradigmas relacionados con las relaciones entre los bosques, la sociedad y el ambiente. Ofreciendo una visión general de las interrelaciones entre los diversos actores y elementos involucrados como un arquetipo de un sector forestal sostenible. Usando esta visión general de referencia, se seleccionan algunos ejemplos importantes de paradigmas cambiantes. Dichos paradigmas se relacionan con los usuarios y propietarios de los bosques, los recursos forestales, los mercados y aspectos comerciales, las instituciones involucradas, el marco político-legal, y consideraciones sociales y culturales del entorno. El artículo concluye que el manejo sostenible de los recursos forestales requiere un progreso adecuado en todas las dimensiones y condiciones pertinentes. La complejidad del manejo forestal sostenible indica la importancia de plataformas que aglutinen diversos actores para facilitar una planificación estratégica y operativa común y cooperación en la implementación de iniciativas progresistas. (Galloway, y otros, 2016).

2.3. Bases Teóricas.

2.3.1. Área de Estudio.

El bosque forestal natural se encuentra en la zona denominada Jacarón, ubicada en la comunidad El Tablón perteneciente a la parroquia rural Juan de Velasco (Pangor), cantón Colta de la provincia de Chimborazo, sierra centro del Ecuador Continental. La zona del bosque comprende una extensión aproximada de 105 de las 24243,6 hectáreas de la parroquia que están dispuestas entre las cotas 3200 a 3800 m.s.n.m.

Figura 1: **Ecosistemas de Chimborazo.**
Fuente. Dirección Planificación GAD Chimborazo, 2014.

2.3.1.1. Factores Abióticos

GEOMORFOLOGÍA

Se hizo la identificación de las unidades geomorfológicas en la zona donde se encuentra el bosque natural de acuerdo a la pendiente. Quedando definidas las unidades geomorfológicas en la zona de estudio de la siguiente manera:

Cuadro 1: **Geomorfología**

DESCRIPCIÓN	CATEGORÍA
Relieve Escarpado	Pendiente Alta (mayor 60 %)
Relieve Montañoso	Pendiente media (30 -60%)

Fuente. *PDOT GAD Juan de Velasco, 2014*

De la situación geomorfológica se determina que la mayor parte del bosque motivo de estudio se encuentra en la zona media, comprendida entre los 3000 a 3800 m.s.n.m., caracterizada porque gran parte de su superficie no dispone de recursos hídricos y sus cultivos se encuentran a expensas de las precipitaciones verticales y horizontales que se producen en el lugar. Son suelos con pendientes onduladas que van del 15 al 60%, lo que ha dado lugar a la erosión de los mismos debido a sus pendientes pronunciadas y al inadecuado manejo. Son suelos de textura media, se ubican sobre una capa dura de cangagua a más de un metro de profundidad.

Comprende la zona de vida bosque montano y subandino, donde el déficit hídrico puede provocar la pérdida de sus cultivos en determinados ciclos, generando cultivos de temporal, es decir en función de la presencia de precipitaciones ya que las estaciones seca y lluviosa no están bien definidas. Son suelos con alto contenido de materia orgánica. En algunos sectores, la erosión ha sido tan severa que se observa hacia la superficie piedras y rocas, con la pérdida total de su capa agrícola.

CLIMA

Se pudo determinar que el bosque natural presenta las siguientes zonas climáticas o zonas de vida determinadas según el diagrama triangular de Holdridge.

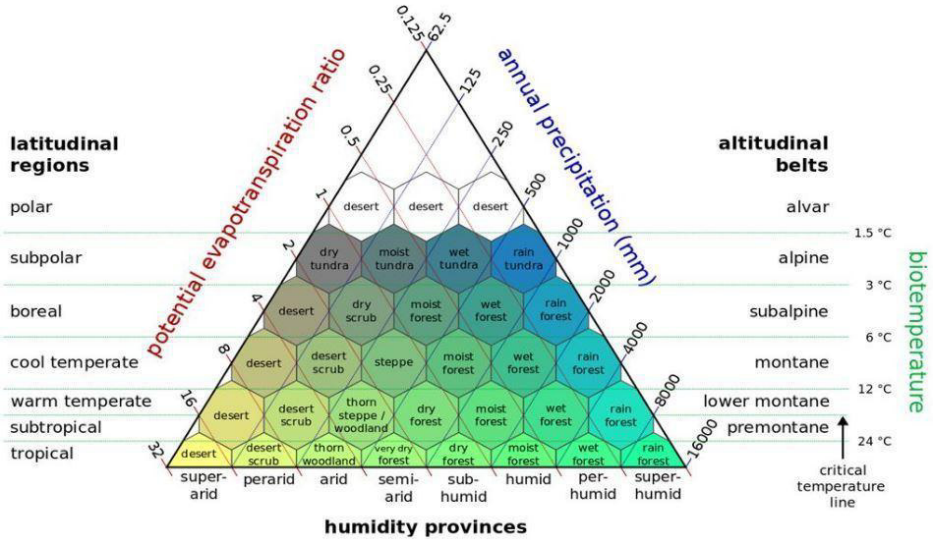


Figura 2: **Diagrama de Holdrige.** Fuente: Morales, 2013

Cuadro 2: **Zonas climáticas analizadas**

Bosque Muy Húmedo Montano	
Formación vegetal	Son páramos bajos
Promedio anual de precipitación	1000 a 2000 mm
Promedio anual de temperatura	6 a 12 °C
Páramo Pluvial Sub Andino	
Formación vegetal	Son páramos altos
Promedio anual de precipitación	800 a 1000 mm
Promedio anual de temperatura	Oscila entre 3 y 8 °C

Fuente. *PDOT GAD Juan de Velasco, 2014*

De las zonas climáticas identificadas se determina que el clima ecuatorial frío de alta montaña es predominante en la zona. Se sitúa siempre por encima de los 3000 m.s.n.m. La altura y exposición son los factores que condicionan los valores de las temperaturas y las lluvias. Las temperaturas máximas rara vez sobrepasan los 20°C, las mínimas tienen dependiendo de las épocas del año valores inferiores a 0°C presentándose características conocidas como heladas; y las medias anuales, aunque muy variables, fluctúan casi siempre entre 3 y 12°C.

La gama de los totales pluviométricos anuales va de 800 a 2000 mm y la mayoría de las lluvias son de larga duración, pero de baja intensidad. La humedad relativa es siempre superior al 80%. La vegetación natural, llamada “matorral” es el piso más bajo, es remplazada por el piso inmediatamente superior por un espeso tapiz herbáceo frecuentemente saturado de agua denominado “páramo”.

Juan de Velasco es una zona donde según las encuestas y datos tabulados el aire es muy poco contaminado gracias a la existencia de grandes extensiones de páramo, bosque natural y exótico, las causas fundamentales para la contaminación del aire en el sector es la quema de plásticos con residuos de pesticidas químicos y está comprobado que este tipo de emanaciones generan furanos que son muy dañinos para el medio ambiente. (PDOT Juan de Velasco, 2014)

SUELOS

Desde el punto de vista taxonómico, a lo largo de la zona de estudio del bosque natural se han identificado como características recurrentes, texturas de horizonte que varían de arenosos a francos. Tienen un epipedón oscuro por la presencia de contenidos relativamente altos de materia orgánica. Por el espesor del epipedón úmbrico que varía entre 25 y 50 cm.; los materiales mayormente son de origen fluvial. Además, suelos profundos, de textura arenosa a areno-franca, sin distinción de horizontes. A veces presentan un horizonte débil y algo más oscuro debido a una mayor actividad biológica. De lo expuesto los suelos de la zona de estudio se clasifican en dos diferentes grupos: inceptisol (Horizonte A) e inceptisol + entisol (Horizonte B). Ver figura 3.

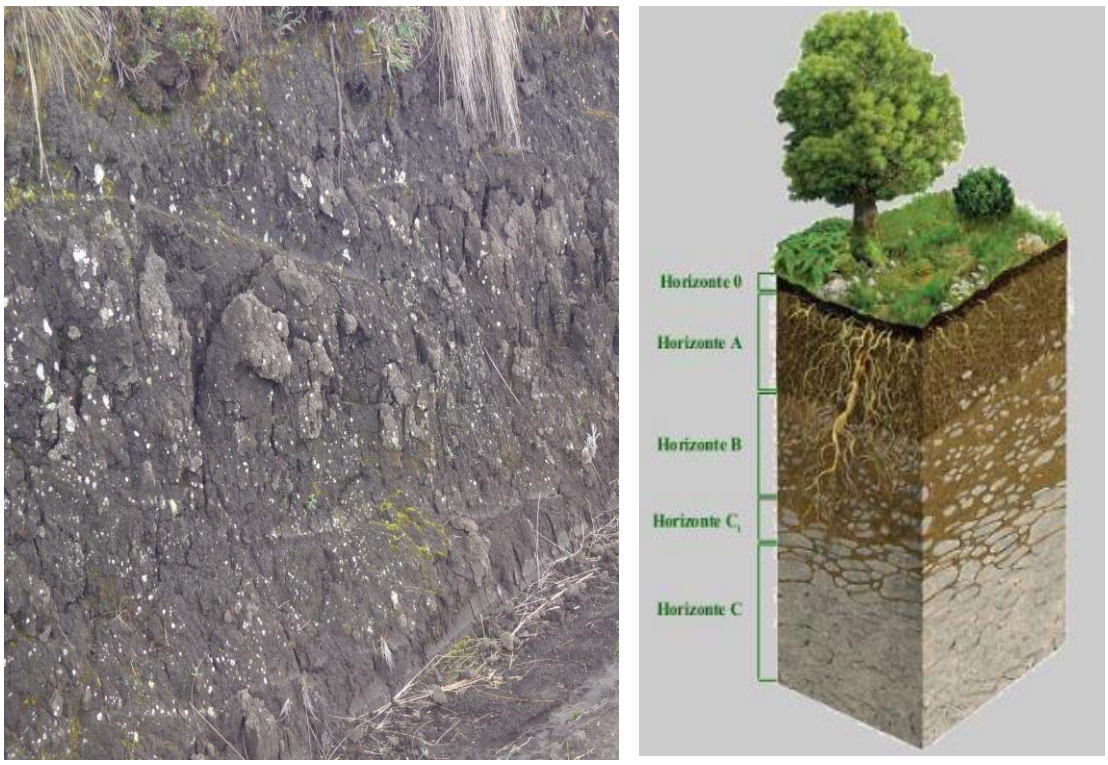


Figura 3: **Perfil del Suelo.** Fuente: PDOT Juan de Velasco, 2014

GEOLOGÍA

Una de las principales acciones que impactan sobre el recurso suelo en el páramo, es la quema de la paja, que afecta a la población faunística y flora de la superficie, mismo que tarda para recuperarse, esta actividad es frecuente en algunas comunidades.

Además, se presentan fumigaciones a diferentes cultivos con pesticidas tóxicos que afectan directamente a las propiedades químicas del suelo, cambiando su contenido nutricional y alterando la estructura física, por ende, la consecuencia es la reducción de la población microbiana. Existe presencia de desechos sólidos a cielo abierto, como residuos de pesticidas, botellas de plástico, caucho y una presencia porcentualmente alta de erosión debido a varias causas.

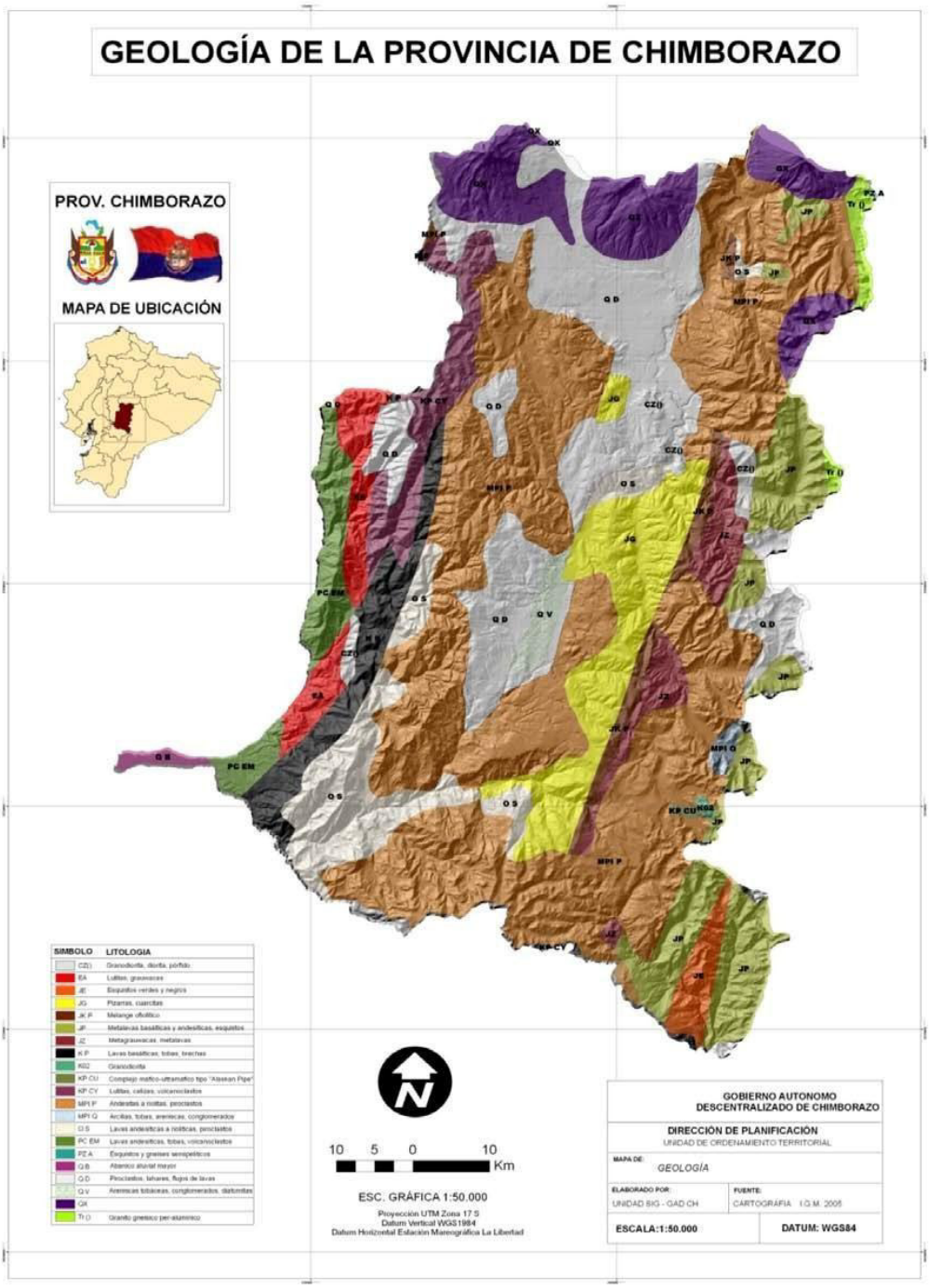


Figura 4: **Geología de Chimborazo.**
Fuente: Dirección Planificación GAD Chimborazo, 2014.

HIDROLOGÍA

La acción que más afecta sobre el recurso hídrico en las zonas de páramo, es el pastoreo del ganado mayor en las cercanías de las fuentes, esto causa que el agua se contamine con los restos fecales de estos animales,

además ocasiona daños temporales en las capas superficiales donde se almacena el agua causando derrocamiento de riberas y taponamiento de vertientes, al final causa reducción de volumen de agua en estos lugares.

2.3.1.2. Factores Bióticos

FLORA

Las zonas de vida identificadas, según Holdridge, dan lugar a formaciones naturales vegetales existentes donde se presume la presencia de especies dominantes características:

Cuadro 3: **Especies Vegetales por Zona.**

FORMACIONES VEGETALES	ESPECIES
Bosque siempre-verde montano alto (Bsvma)	*Escallonia mytilloidea, Escallonia rolloti, Gaiadendron punctatum*
Páramo de almohadillas (Pa)	*Calamagrostis intermedia, Valeriana, Plantago rigida*
Páramo herbáceo (Ph)	*Cortaderia nítida, Chuquiragua jussieui, Geranium cerastoides*.

Fuente: *PDOT GAD Juan de Velasco, 2014.*

Juan de Velasco es una zona rica en recursos fito genéticos, existen una variedad de especies, tanto en la zona de páramos, bosques, ríos y quebradas, sin embargo, algunas especies se han extinguido por la falta de cuidado y mantenimiento del ecosistema natural.

En las zonas de páramo, que es la que nos compete, son 170 las especies reportadas, de las cuales 29 son arbóreas, 52 arbustivas y 89 herbáceas; 12 especies son utilizadas netamente para alimentación humana, 8 para

alimentación de animales mayores, 10 para alimentación de animales menores, 93 especies son utilizadas como medicinales, 10 específicamente energéticas y 14 para construcción de viviendas. Especies de flora presentes en las zonas de bosque en total son 72, de los cuales 44 son arbóreas, 15 arbustivas y 13 herbáceas.

La mayor cantidad de plantas existentes en las diferentes zonas de la parroquia son utilizadas como medicinales, esto representa un 53.81% de las plantas de la zona de páramo y con valores similares de las otras zonas, a continuación, las especies existentes en la zona de producción un 48.86% son utilizadas para alimentación humana y el tercer lugar de uso es energético que en las zonas de bosque lo utilizan en un 42.62%.

FAUNA

Son 80 en total las especies de fauna presentes en las zonas de páramo, de los cuales 11 son mamíferos, 64 aves y 5 reptiles. Son 83 las especies de fauna presentes en las zonas de ríos y quebradas, de los cuales 34 son mamíferos, 29 aves, 18 reptiles y anfibios y 2 peces. 24 especies de fauna están presentes en las zonas de producción, de entre ellos 6 son mamíferos, 3 aves, un reptil y una especie de pez. En total son 31 las especies de fauna presentes en las zonas de bosque; 6 son mamíferos, 14 son aves, 11 pertenecen a reptiles y anfibios. De las especies registradas algunas se encuentran amenazadas a nivel nacional y en la categoría vulnerable. Por lo general en todas las zonas establecidas las especies que más existen son las aves cuyo porcentaje es de 51.83%, seguido de los mamíferos, con un 29.82%; los reptiles y anfibios se encuentran en un 16.97% y finalmente los peces que es una especie que se encuentra en menor cantidad (1.38%).

Las diferentes especies de aves se encuentran en su mayor número en las zonas de páramo y bosques, mientras las especies de mamíferos están mayormente presentes en las zonas de producción, de la misma forma las

especies de reptiles y anfibios se encuentran presentes más frecuentemente en las zonas de bosques.

2.3.1.3 FACTOR SOCIOECONÓMICO

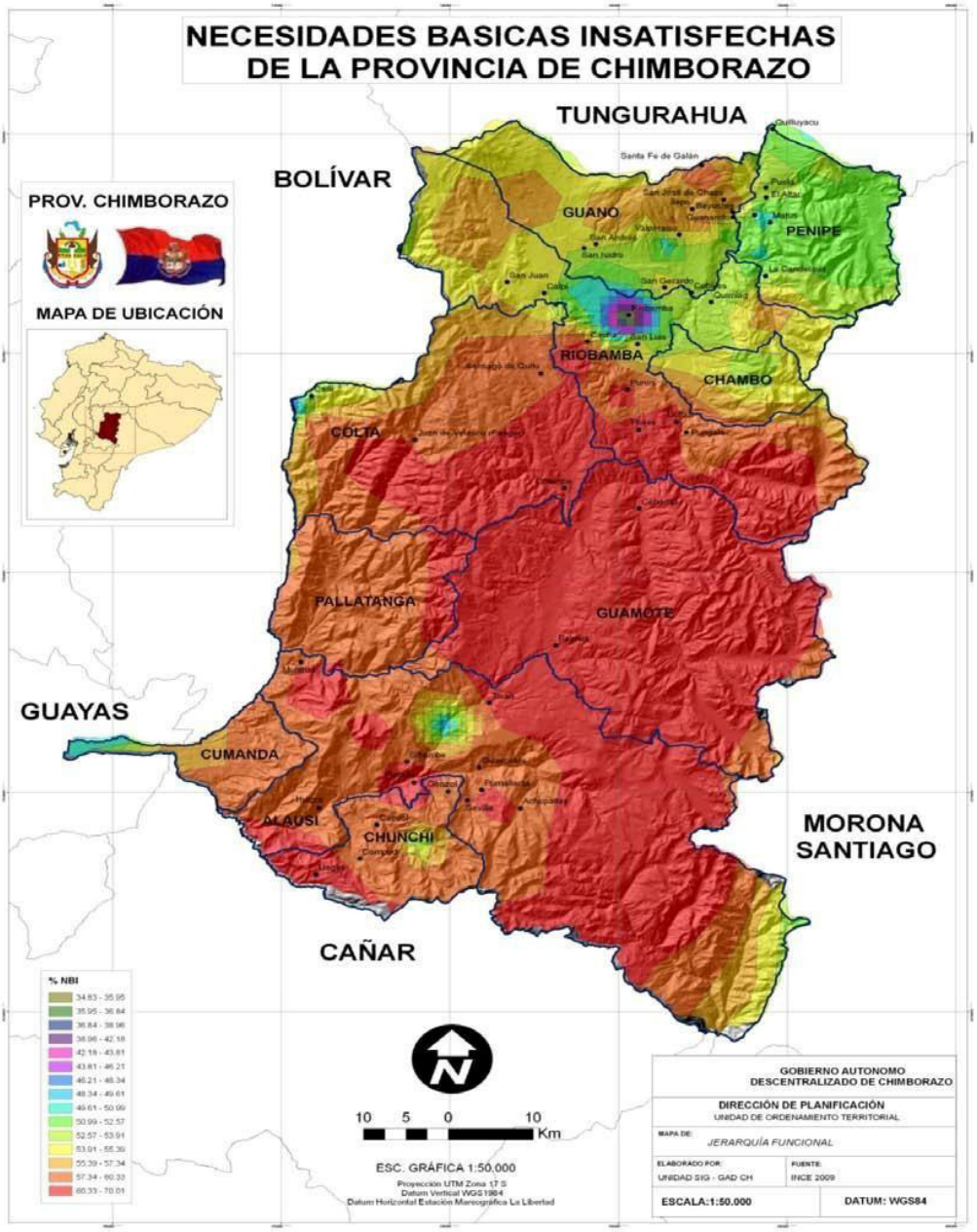


Figura 5: **NBI de Chimborazo**
Fuente: Dirección Planificación GAD Chimborazo, 2014.

Encontramos que la población pobre por las Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI) en la parroquia Juan de Velasco es del 98,2 %, este indicador nos muestra que esta es una de las parroquias más pobres del país y que está dentro de los rangos de pobreza extrema. A nivel del indicador NBI cantonal alcanza el 86 %.

El sistema de producción en su mayoría es no tecnificado ósea refiere al no acceso a maquinaria, semilla certificada e insumos tanto en cantidad y como en calidad. Aproximadamente, en Juan de Velasco, existen 459 usuarios de los sistemas de riego, ubicados en diferentes comunidades, de estos el 100% riegan a gravedad, a pesar de que la zona tiene una topografía muy irregular, esto ocasiona la lixiviación de los nutrientes de los suelos y con esto contribuir a la erosión de los mismos.

De los sistemas de riego existentes, la mayoría cuenta con una Junta administradora de agua de riego, el mismo que permite entablar usos y horarios para la utilización del agua, de la misma forma casi la mayoría de sistemas tienen como base una tarifa de cobro para el mantenimiento y gastos corrientes.

DEMOGRAFÍA

La población total de Juan de Velasco, según el estudio realizado por el grupo del Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial (PDOT Juan de Velasco, 2014), es de 6581 personas, el bosque natural pertenece a la comunidad El Tablón que es la segunda comunidad más poblada en la parroquia (264 habitantes), a este número reduciendo las personas que no viven permanentemente en las comunidades y disminuyendo la tasa de migración tanto para dentro y fuera del país se tiene que la población es de 5068 habitantes.

Del total aproximado de la población económicamente activa (3790 personas), el 44.27% netamente se dedica a la actividad agrícola, esto

significa que la mayoría de habitantes se dedica a esta actividad y es su principal ingreso económico, seguidamente esta la actividad pecuaria con un 22.96% que representa una de las actividades económicas de trascendencia para la población, un 16.39% se dedica al comercio en su mayoría informal en las diferentes ciudades de nuestro país.

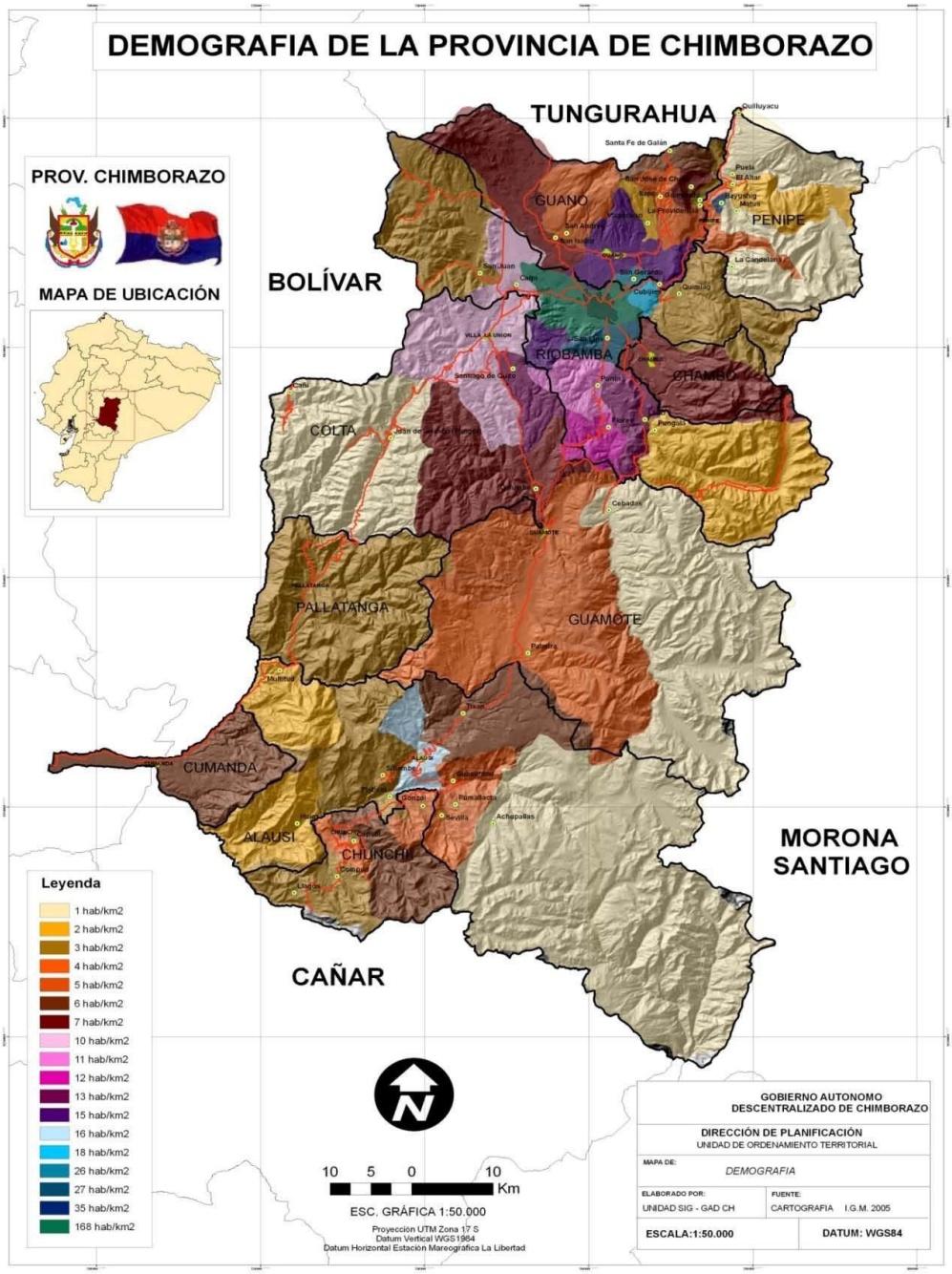


Figura 6: **Demografía de Chimborazo**
Fuente: Dirección Planificación GAD Chimborazo, 2014.

ORGANIZACIÓN SOCIAL Y TEJIDOS SOCIALES

Desde épocas precolombinas, las poblaciones sobre todo indígenas tienen una estructura social muy organizada y eso es permanente hasta la actualidad, en las comunidades de Juan de Velasco aún persiste la minga que es una forma de organizar todos los trabajos de un barrio y/o comunidad, de la misma forma siguen practicando la tumina, el presta manos, la jocha y sobre todo la solidaridad entra cada uno de los habitantes de las comunidades.

A raíz de la reforma agraria, se ha implementado en las comunidades de Juan de Velasco un tipo de organización un poco más formal, ya legalmente constituidas, basados en la ley de comunas que rigen en el Ecuador, además de las comunidades existen otros tipos de formaciones como Asociaciones Agrícolas, Cooperativas, y si hablamos de regímenes territoriales aún persisten las haciendas que medianamente se dedican a actividad agropecuaria.

A partir de los años 90, donde se realizó el primer levantamiento indígena, continúa el proceso de integración, es así que las comunidades se asocian entre ellas para formar las organizaciones de segundo grado (OSG), además la unión de estos se denomina de tercer grado y/u organizaciones provinciales, y la agrupación de estas da origen a las regionales que tienen incidencia en los pobladores del área de influencia.

La mayoría de las comunidades de esta parroquia, están agrupadas en la única OSG cuyo nombre es: Corporación de Organizaciones Campesinas e Indígenas de Juan de Velasco, y varias otras son filiales de organizaciones indígenas provinciales y otras de tercero y cuarto nivel.

De la misma forma dentro de cada una de las comunidades existen varios grupos organizados, ya sea legalmente constituidos o una sociedad de hecho, siempre manteniendo el tejido social en orden jerárquico existente en cada sociedad, esto son clubes deportivos, asociación de mujeres, grupos de jóvenes y otros.

INSTITUCIONALIDAD

La Parroquia Juan de Velasco se ha caracterizado por ser principalmente agrícola y ganadera, sin embargo la extracción de madera y el aumento de la población ha generado impactos negativos, tales como deforestación, uso inadecuado los suelos y erosión del suelo, lo cual ha afectado a los sistemas ecológicos provocando cambios negativos en la calidad del suelo, por ende la presencia de las entidades gubernamentales y no gubernamentales es constante, de alguna manera ayudando a mitigar todos los impactos negativos y en otras trabajando en el área de desarrollo socioeconómico de la población.

Hasta la actualidad, en la parroquia Juan de Velasco la presencia de las entidades del estado ecuatoriano es casi permanente, tales como el Gobierno Provincial de Chimborazo, El Gobierno Municipal de Colta y sobre todo el Gobierno Autónomo Rural de Juan de Velasco, en menor presencia están otras nacionales de agricultura, inclusión social, entre otras, sin embargo la presencia de las entidades no gubernamentales también es considerable, Islas de Paz ha trabajado por muchos años en esta parroquia apoyando la formación de los líderes, capacitación a los agricultores, apoyando la construcción de infraestructura básica en lo referente a desarrollo local con enfoque intercultural, equidad de género y generacional, otras entidades como Fundación Marco, UNION EUROPEA a través de programas sociales y otras más han contribuido de una u otra forma al desarrollo de esta parroquia.

2.3.2. Conservación Ex situ y Diversidad vegetal.

2.3.2.1. La conservación ex situ de germoplasma vegetal.

Los últimos 50 años han sido testigos de una evolución sin precedentes en nuestro conocimiento sobre la conservación y sus interrelaciones con el objetivo de alcanzar un desarrollo sostenible. La conservación es, desde luego, más que un concepto. A ella se ha dedicado mucho esfuerzo para resolver las bases científicas, técnicas, sociológicas y económicas implicadas en la implementación eficaz de las acciones de conservación. Esto se ha manifestado principalmente en el surgimiento de una disciplina conocida como *biología de la conservación*, como una respuesta de la comunidad científica a la ola de cambio global que amenaza una gran fracción de la diversidad biológica mundial. El desarrollo del concepto de la biología de la conservación está estrechamente relacionado con el de biodiversidad. Como aquélla, la noción de diversidad biológica, término posteriormente contraído como biodiversidad, fue desarrollada en los años 80, aunque sus orígenes se remontan a tiempo atrás. (Heywood & Jose, 2003).

La biodiversidad mundial está disminuyendo a una velocidad muy impresionante. Durante el periodo 1996-2004, un total de 8321 especies vegetales fueron incorporadas a la Lista Roja de Especies Amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN). El principal propósito de esta Lista Roja es catalogar los taxones que se enfrentan a un mayor riesgo de extinción global (ej. aquellos considerados de *en peligro crítico*, *en peligro* y *vulnerables*). Durante ese periodo ha habido también un aumento de más del 60% en el número de plantas consideradas en peligro crítico. Estos datos resultan sin duda alarmantes y requieren medidas inmediatas de conservación para salvaguardar muchas de estas especies.

Aunque la conservación de especies se aborda de un modo mucho más eficaz a través del manejo de las poblaciones silvestres y sus hábitats naturales (conservación *in situ*), las técnicas *ex situ* constituyen herramientas esenciales de conservación, cuya relevancia ha ganado reconocimiento internacional con su inclusión en el artículo 9 del Convenio sobre Diversidad Biológica y en el objetivo 8 de la Estrategia Global para la Conservación Vegetal. (Sarasan, y otros, 2006).

2.3.2.2. Qué es el germoplasma

De manera sintética, el *germoplasma* puede ser definido como cualquier material capaz de transmitir los caracteres hereditarios de una generación a otra (Witt, 1985). Se puede afirmar que el germoplasma representa la base física de la transmisión genética, o bien la suma de los genes y de los factores citoplasmáticos que rigen la herencia.

Al hablar de germoplasma vegetal, puede aludirse a distintas estructuras vegetales (esporas, tejidos o partes de plantas), incluyendo sus células y compuestos con información genética (ADN, ARN, etc.) y, de especial modo, las semillas. Éstas constituyen la estructura más representativa y evolucionada de las plantas superiores para su perpetuación, siendo además el agente de dispersión más frecuente, eficaz y con mayor capacidad de regenerar una planta vascular completa a largo plazo.

El término germoplasma está formado por la raíz germen (“inicio” u “origen”) y plasma (“formación”), definiéndose como todo “material genético capaz de regenerar otra materia viva igual o similar a la original” (Perrino & Terzi, 2003). El término germoplasma hace referencia a cualquier forma de vida, pudiendo referirse, en virtud de diferentes rangos taxonómicos, a un género (ej. germoplasma de Olea), a una especie (ej. germoplasma de *Olea europaea* L.) o alguna categoría taxonómica de rango inferior, como

subespecie o variedad (ej. *O. europaea* L. var. sylvestris Brot.). La expresión recursos genéticos sustituye a menudo el concepto de germoplasma, refiriéndose contextualmente a un conjunto de especies o géneros (recursos genéticos vegetales, recursos genéticos microbianos, etc.) que ofrecen una utilidad económica, ambiental o de otro tipo.

Desde el momento en que las sociedades humanas desarrollaron la agricultura, la conservación de semillas se convirtió en una actividad necesaria para mantener los ciclos de recolección y siembra. La idea de preservar semillas de diferentes especies de todo el mundo en infraestructuras capaces de garantizar su viabilidad a largo plazo, surgió en los años 20 y 30 del siglo XX, destacando la propuesta del científico ruso Nicolai Ivanovitch Vavilov (Koo B., 2004). Una nación tan grande y en aquel momento tan pobre como Rusia, solicitó de Vavilov aumentar los suministros de germoplasma de las especies de uso alimenticio e industrial, y a la par proceder a su mejoramiento genético. Para lograr este objetivo, en casi treinta años se crearon y ordenaron enormes colecciones biológicas, conservado de este modo germoplasma vegetal ex situ (fuera de su lugar de origen) de forma sistemática, y definiendo algunos de los procedimientos básicos para la preservación de semillas.

Los centros encargados de la conservación de la biodiversidad contenida en el germoplasma suelen denominarse *bancos de germoplasma* o bien *bancos de semillas*, si el material conservado se basa principalmente en semillas. En la literatura anglosajona suele utilizarse el término *seedbanks* (bancos de semillas) o también en sentido amplio *genebanks* (bancos de genes), pudiendo incluir colecciones vivas, cultivos *in vitro* o bancos de ADN. Las muestras de material recolectado que se introducen en los bancos de germoplasma para su conservación suelen recibir el nombre de *accesiones* (también, aunque menos generalizado, *muestras o entradas*). Cada accesión representa la entrada en el banco de un lote de germoplasma relativo a una única recolección, para una unidad taxonómica determinada y una población biológica definida, identificada así de modo inequívoco.

Es importante subrayar que hasta hace pocos años los bancos de germoplasma centraban su interés casi exclusivamente en la conservación de las variedades agronómicas y de sus antecesores silvestres. De hecho, el 90% de todas las accesiones actualmente presentes en bancos de semillas está representado por especies de interés alimentario, muchas de ellas variedades de alimentos básicos (trigo, maíz, arroz, alubias, sorgo, etc.), que a una escala mundial se cultivan de forma intensiva, y que en conjunto tienen gran importancia económica.

La actual profusión de bancos de semillas con vocación de preservar plantas silvestres raras o en riesgo de extinción es consecuencia de los acuerdos y obligaciones adoptados tras la Cumbre de la Tierra, celebrada en Río de Janeiro en 1992, para evitar la pérdida de diversidad biológica, y que quedó materializado en el Convenio de Diversidad Biológica (CDB).

Nadie discute hoy en día la importancia de conservar la diversidad. Basta considerar que la vida de todos depende, de forma directa o indirecta, de la diversidad biológica, ya que ésta garantiza la existencia y persistencia de condiciones idóneas para el ambiente y la evolución de la propia vida (Perrino & Terzi, 2003). Gracias a las iniciativas de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (www.fao.org), hoy en día existen millones de accesiones vegetales conservadas gracias a la actividad de 1.300 bancos de semillas. Ello representa, sin embargo, tan solo una pequeña fracción de la biodiversidad mundial, ya que numerosas regiones del planeta no han desarrollado aún acciones de este tipo, o se han dedicado principalmente a especies cultivadas.

Los bancos dedicados a plantas silvestres utilizan los conceptos de rareza, amenaza, vulnerabilidad o endemicidad como criterios orientativos para la selección de material a ser conservado, sin por ello dejar de lado otras especies, cultivares o variedades igualmente importantes por su contribución a la biodiversidad.

2.3.3. Técnicas de Conservación Ex Situ.

2.3.3.1. Selección de Prioridades.

En el contexto de la investigación el banco de germoplasma destinado a la conservación de especies forestales silvestres puede y debe, además, participar activamente en la toma de decisiones sobre los objetivos de conservación. La selección de prioridades se considera una herramienta más de la biología de la conservación (Mace G.M., 2007) que puede ser aplicada en las estrategias de los bancos de germoplasma modernos (Kolberg, 2003; Jiménez-Alfaro B., 2007). Esta labor puede enfocarse según diferentes perspectivas, en función del ámbito geográfico de trabajo o las necesidades propias de cada centro, ya que los bancos de germoplasma pueden ser muy dispares en cuanto a recursos humanos o infraestructuras se refiere. Sin embargo, todos suelen tener unos objetivos de actuación similares, basados en la conservación de germoplasma vegetal silvestre (semillas, esporas o tejidos vegetales) y en la necesidad de optimizar los procesos de recolección y conservación.

La selección de “taxones objetivo” es un proceso único a desarrollar por cada banco de germoplasma, en función de la biodiversidad vegetal del territorio de actuación y de los objetivos concretos del centro (conservación de plantas amenazadas o endémicas, preservación de germoplasma de antecesores silvestres de plantas cultivadas, líneas específicas de investigación, etc.). Debido a que las campañas de recolección de germoplasma implican un importante esfuerzo e inversión de tiempo y recursos, la selección previa de prioridades es una tarea esencial para la adecuada planificación de un banco de germoplasma, especialmente en el caso de aquellos en que la disponibilidad de recursos suele ser un factor limitante para el desarrollo de su actividad.

2.3.3.2. Muestreo de Población.

Los objetivos de la recolección pueden responder a criterios éticos, a la finalidad científica de la recolección o a las necesidades de gestión de cada territorio. En todos los casos es necesario plantear un sistema de selección de localidades de muestreo, para lo cual existe abundante bibliografía relacionada con taxones de amplia distribución y/o de interés agroalimentario, pero escasa información sobre taxones raros o amenazados.

Las estrategias de muestreo de poblaciones naturales deben intentar obtener el máximo de variabilidad genética en el mínimo número de muestras posible. El número absoluto de muestras a recolectar dependerá tanto de factores intrínsecos (número de genotipos en la población, tamaño poblacional relativo o absoluto, etc.) como extrínsecos (diversidad ecológica, factores de amenaza, etc.), así como de los objetivos concretos de la recolección y de los recursos disponibles. En cualquier situación, lo primero que debe hacerse es realizar una visita preliminar a la localidad preseleccionada para confirmar la identificación del taxón, determinar la viabilidad de la recolección y el periodo más probable de maduración del germoplasma.

En condiciones óptimas, un lote de semillas recolectado en una única población debería ser potencialmente capaz de restablecer la población en su localidad de origen, o en otros lugares compatibles con el rango ecológico natural del taxón y sus propias características genéticas, por lo que el objetivo debería ser incluir en una muestra al menos el 95% de todos los alelos presentes en la población. Cuando exista un conocimiento específico sobre la modalidad de polinización del taxón de estudio, este objetivo debería asegurarse a través de la recolección de semillas o de otro material vegetal de un número representativo de genotipos seleccionados aleatoriamente, especialmente en taxones con autopolinización (Brown & Marshall, 1995).

Como regla general, las poblaciones que tienen una alta diversidad son genéticamente más heterogéneas y requieren por tanto ser muestreadas más ampliamente, mientras que las poblaciones muy pequeñas deberían muestrearse en su totalidad. Cuando se conoce la estructura genética de una población, el muestreo de los recursos genéticos debe valorar la riqueza en alelos o el número de los distintos alelos de un solo locus. La riqueza alélica de una muestra es definible como la medida directa de su calidad (Brown & Marshall, 1995).

La metodología de recolección es de vital importancia, ya que representa la interfaz entre la variabilidad genética presente en el bosque y su representación en los lotes seleccionados. Para proceder a la recolección de germoplasma de una población con fines de conservación, se recomienda tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- El muestreo debe realizarse en una población biológica genéticamente diferenciada, misma que puede estimarse en función de parámetros (suelo, clima, altitud, distancias entre núcleos poblacionales). Las poblaciones deben ser silvestres, diseminadas por sí mismas y no plantadas y cultivadas.
- El número de poblaciones que permitan obtener una variabilidad genética diferenciada es variable y depende la densidad poblacional de las especies.
- Las recolecciones del germoplasma deben asegurar la viabilidad de las poblaciones en su hábitat original, por lo que debe valorarse el impacto de la extracción en la dinámica poblacional. Y debe ajustarse a las características biológicas de la especie, como su ciclo vital o su biología reproductiva.
- La cantidad absoluta de individuos a muestrear puede variar en función del tamaño poblacional total y los objetivos de la recolección. En muchos casos suele recomendarse recolectar un número mínimo estándar de 50 individuos, seleccionados en forma uniforme y aleatoria, excepto en poblaciones extremadamente reducidas, donde el número puede ser inferior.

- Salvo condiciones de amenaza inminente, el mejor proveedor de semillas siempre será una población natural y viable. En condiciones óptimas y siempre que sea posible, es preferible recolectar semillas de una población en varias ocasiones con el fin de minimizar el efecto de las variaciones ambientales.

a. Información preliminar necesaria

Previo al trabajo de campo, se debe recopilar todo el conocimiento posible sobre el objeto de estudio y de las especies que ocupan el territorio. Esta información es útil para aumentar la eficiencia en todos los procesos de la recolección. La estructuración de una base de datos permite la síntesis de toda la información proveniente de la revisión de la literatura especializada, esta información permitirá el análisis de lo que se tiene frente a lo que se pretende, así como identificar las áreas o las especies que no se encuentran representadas. Si bien hasta el momento las estrategias de recolección se han centrado sobre una lista de especies, también es necesario disponer de la capacidad de actuar sobre áreas concretas.

La actividad humana es capaz de generar rápidos cambios en el medio, que llevan a la desaparición de la cubierta vegetal lo que obliga a ejecutar medidas de emergencia sobre los recursos genéticos de las zonas afectadas, medidas dirigidas principalmente al rescate de la diversidad genética presente.

b. Selección de las poblaciones

Para un número de poblaciones reducidas es relativamente fácil determinar los sitios de recolección, si bien siempre que sea posible debe intentarse muestrear todas las poblaciones, es recomendable seleccionar árboles semilleros que cumplan con las características y se constituyen una clara representación de la especie. Reconocer que un banco de germoplasma por

lo general dispone de recurso limitados que deben ser racionalizados, por lo cual se debe determinar con especial cuidado cuales son las poblaciones que deben ser conservadas.

Una propuesta para la selección de poblaciones de amplia distribución se presenta en (Draper D., 2003, 2004) quienes proponen la utilización de algoritmos de agrupación con el fin de encontrar las áreas ecológicamente homogéneas donde se encuentra la especie priorizada, con lo cual, en conformidad de criterios establecidos, se seleccionan las poblaciones. Si se pretende recolectar mayor número de alelos se recomienda recolectar material en cada una de las unidades homogéneas en la que la especie se encuentra.

c. Herramientas

Un mayor acceso a la información de las colecciones biológicas existentes y a la información ambiental permite un mayor análisis. Ejemplos de incremento del análisis de datos disponibles para la optimización de recolección de germoplasma se encuentran en (Greene S.L., 1999). Para la definición de unidades con características ambientales homogéneas y su representatividad puede consultarse a (Draper D, 2003), mientras que (Hijmans R.J., 2000) muestran sistemas para la determinación de sesgos en colecciones ex situ. A continuación, se presenta algunas herramientas para el proceso de recolección:

- Los sistemas de información geográfica (SIG) son sistemas de gestión de base de datos que permiten la visualización de las características graficas relacionadas con los principales atributos de las especies mismas que son almacenados en formatos alfanuméricos. Una descripción de los elementos que intervienen en un SIG se los describe en investigaciones realizadas por (Guarino, 1995; Guarino et al., 1999).

- Los estudios ecogeográficos contemplan aspectos variados de las especies como la taxonomía, distribución geográfica, diversidad genética, adaptaciones ecológicas, aspectos geográficos, ecológicos y climáticos del área estudiada. Las fuentes más utilizadas para realizar estos estudios son herbarios, datos de pasaporte de accesiones germoplásmicas, consulta a expertos, bibliografía, mapas entre otros. Estos estudios se basan en la consideración de la existencia de una relación entre diversidad genética y diversidad ambiental de las especies que se encuentran en la zona (Maxted N., 2008).
- La herramienta que combina las dos anteriores es el análisis de lagunas (gap analysis), es un método de identificación de áreas donde determinados taxones no están representados (Margules, 1989).

d. Selección de individuos

Generalmente para el caso de especies nativas sucede que las poblaciones naturales desarrollen subpoblaciones o meta poblaciones. En este caso la recolección aleatoria suele ser la más adecuada previa su individualización. Este tipo de recolección implica que cada individuo presente en la población tenga la misma probabilidad de ser incluido en el muestreo, aunque cuando se trata de especies forestales suele escogerse intencionalmente árboles semilleros, en función de sus características y vigor.

La recolección se realiza, por lo general, siguiendo transectos en el área de estudio evitando concentrar el muestreo en espacios reducidos que no representen las características de toda la población. Las distancias y, por lo tanto, los individuos están condicionados por la biología de la especie, por lo que no es recomendable utilizar un único criterio o método, pero sí un protocolo propio para cada especie.

e. Cantidad y tipo de material

La recolección de semillas a diferencia de otro material germoplásmico, es dependiente de las condiciones climatológicas, lo cual es una limitante en cuanto a la planificación de las visitas al campo y, aun así, en especies poco conocidas, no asegura contar con material en el momento justo de la maduración. En lo que se refiere a otro material vegetativo (bulbos, rizomas y otras partes aéreas) se puede realizar sin limitaciones temporales y es preferible hacerlo en los meses de reposo vegetativo.

La cantidad de germoplasma a muestrear debe estar en función de la disponibilidad del mismo, principalmente en el caso de semillas, por lo tanto, debe calibrarse y adaptarse al metabolismo de la especie y en muchas de las ocasiones por estás limitaciones, es recomendable, tomar todo el germoplasma disponible. En la recolección de semillas destinadas a semilleros o conservación ex situ, los lotes de cada individuo no deben separarse para no favorecer la dominancia de determinados genotipos.

2.3.3.3. Recolección y Gestión.

La recolección constituye, quizás, la actividad más crítica para cualquier protocolo de conservación, ya que de ella depende la eficacia de la estrategia *ex situ* a implementar. Una vez conocidos los caracteres morfológicos de un taxón, y diseñado el método de muestreo más adecuado, las técnicas de recolección y gestión pueden incidir de manera determinante en la calidad y viabilidad del germoplasma, por lo que resulta imprescindible garantizar unos protocolos mínimos para el desarrollo de esta actividad. A continuación, se detallan y analizan generalidades que deberían considerarse para la recolección con fines investigativos, poniendo énfasis en las condiciones especiales que atañen a las semillas.

a. Recolección en campo

Durante la recolección se debe tener en cuenta el punto de madurez de las semillas, así como su disposición en los árboles, ya que este factor puede determinar una maduración escalonada de las semillas. Para asegurar la recolección de semillas maduras, la recolección debería realizarse en todo el periodo de dispersión, como parámetro general, de ser posible, debería recogerse igual número de semillas, en el mismo punto de maduración, previo a la diseminación. Las características morfológicas tanto cuantitativas como cualitativas y la forma de recolección influyen en los ensayos de germinación y de viabilidad, es decir, semillas más grandes y en estado de maduración óptimo dan lugar a plantas más vigorosas y con mayor capacidad de germinación (Lahiri & Kharabanda, 1961).

b. Tiempo idóneo de recolección

Por lo general las semillas deben ser colectadas con los frutos que las contienen lo que favorece a la adquisición de tolerancia, a la deshidratación y no se interrumpe el proceso de maduración. Existen algunos indicios que pueden guiar en la selección del tiempo idóneo de recolección como, por ejemplo, el cambio de coloración, el tamaño del fruto en las drupas, el endurecimiento del pericarpio, entre otros. Una colección anticipada puede disminuir el poder germinativo, y una tardía ocasiona perdida de material por fenómenos externos (predadores, meteorológicos).

c. Prueba del corte

Posterior a la selección de la población a muestrear es recomendable realizar un análisis preliminar utilizando la prueba de corte, la cual otorgará información con respecto al estado, calidad de las semillas y madurez de las semillas.

El procedimiento consiste en realizar un seccionamiento de las semillas para comprobar sus tejidos y coloración y descartar la presencia de patógenos o insectos, el número de semillas para el análisis variará en función de la disponibilidad de semillas, la especie en cuestión y la presunción de afectaciones a la calidad.

Para semillas de tamaño muy reducido es recomendable la colección utilizando materiales de almacenamiento temporal que no afecten las características del entorno y realizar la investigación de la calidad en el laboratorio donde la prueba puede realizarse examinando varias réplicas de lotes de semillas conforme la disponibilidad.

2.3.3.4. Tratamiento Previo.

a. Limpieza y manejo del germoplasma

De las semillas colectadas se escoge una pequeña cantidad para estimar el porcentaje de germinación y la validez del material recogido. Tomando en cuenta ciertas excepciones de disponibilidad, peligro de extinción o vulnerabilidad o periodos de floración muy largos, los procedimientos serán tomados como válidos si el porcentaje de germinación supera el 50%.

Destacar que estos ensayos no son comparables con los que se realicen con las semillas deshidratas y conservadas, ya que en el momento de la recolección el estado de maduración es variable. La calidad del lote puede ser estimado utilizando observación directa de las características morfológicas o mediante pruebas de viabilidad (prueba de corte).

Los trabajos de extracción pueden realizarse de varias maneras siendo las más utilizadas las técnicas manuales, térmicas (frío y calor), mecánicos y mixtos.

b. Caracterización del germoplasma

La calidad del germoplasma puede expresarse en función de parámetros que establecen el comportamiento de las semillas, antes de la conservación las semillas deben someterse a pruebas que determinen su viabilidad y potencial germinativo. A continuación, se describen las principales pruebas para determinación de las características cualitativas de las semillas.

b1. Capacidad germinativa. - Es el porcentaje de semillas germinadas, es el parámetro más usado para valorar un lote de semillas conservadas o no. Algunos autores consideran a la germinación como la emisión de por lo menos 1 mm de radícula de desarrollo de la planta, la velocidad proporciona importante información con respecto a la calidad de la semilla, en el caso de semillas correspondientes a plantas nativas pueden reducirse los ensayos a 3 o 4 réplicas por 20 o 25 semillas sin alterar la validez de los resultados.

b2. Vigor germinativo. - Se define como el valor total de todas las propiedades que determinan el nivel de actividad y comportamiento de los lotes durante la germinación en una gama de ambientes (ISTA, 2004). Los parámetros más utilizados para determinar el vigor son la velocidad y uniformidad de germinación, desarrollo de la plántula y principalmente la capacidad de conservar su poder germinativo inicial posterior a la conservación. El grado de vigor puede condicionar también el crecimiento, la fructificación y producción de la planta en su vida adulta.

b3. Viabilidad. - Comprueba las características morfológicas, fisiológicas y bioquímicas fundamentales para la germinación de la semilla. Las pruebas de viabilidad son muy rápidas (24 a 30 horas) y estiman la calidad de la semilla probando la supervivencia y no necesariamente garantizan la germinación (semillas durmientes). Las principales pruebas utilizadas son colorimétricas y radiográficas que se encargan de probar la no alteración y la calidad de los tejidos.

c. Desecado

c1. Deshidratación y categorías de conservación. - Semillas ortodoxas son aquellas cuya longevidad aumenta al disminuir la temperatura y el contenido de humedad, incluso a niveles inferiores a los que alcanza en condiciones naturales, es decir, son tolerantes a la deshidratación, a esté grupo pertenecen la mayor parte de semillas de climas templados y mediterráneos. Las posibles alteraciones que sufren las semillas se muestran en la siguiente tabla:

Cuadro 4: **Semillas ortodoxas conservadas a bajas temperaturas, en función del contenido de humedad.**

Contenido de Humedad	Alteraciones en la conservación
Inferior al 5%	Oxidación de lípidos
5 – 6 %	Nivel óptimo de conservación
10 – 18%	Desarrollo de la actividad de criptógamas
Superior al 18%	Aumento de respiración
Superior al 30%	Germinación de semillas no durmientes

Fuente: *Hong et. al. 1998*

Las semillas recalcitrantes no toleran una deshidratación significativa respecto al contenido de humedad presente en la diseminación (30% y 50%), es decir, no pueden conservarse con alta humedad pues tienden a la germinación en corto tiempo, ni soportan temperaturas inferiores a 0 °C, ya que sus tejidos se congelan por la humedad presente. En este grupo se encuentran las semillas consideradas “vivíparas” pues germinan cuando aún se encuentran en la planta madre.

(Dickie & Pritchard, 2002) analiza una tercera categoría denominada “semillas intermedias” que agrupa semillas que soportan mejor la deshidratación que las recalcitrantes, pero peor que las ortodoxas, es decir,

las semillas no toleran temperaturas inferiores a 0°C, pero se comportan mejor a temperaturas en torno a los 15°C. en general está categoría tolera una deshidratación entre 10% y 20%. Se debe considerar que las categorías analizadas dan un criterio de gestión del germoplasma, pero no rígidas, da lugar a que la categorización difiera dependiendo de la investigación.

c2. Cámara de desecado. - La deshidratación de las semillas se puede realizar mediante la exposición al ambiente seco, ventilado y sombrío o mediante la utilización de equipamiento específico. Este tratamiento es de tiempo variable en función de las características de las semillas y puede durar entre 30 y 180 días. Una vez que se verificado el contenido de humedad, posterior al tratamiento, entre el 3,5% (semillas con alto contenido de aceite) y el 6,5% (bajo contenido de aceite) las semillas están listas para la conservación a largo plazo a bajas temperaturas (Roberts, 1973), generalmente mediante congelación a temperaturas por debajo de los -18°C, o con el uso de cámaras frigoríficas a temperaturas entre -5°C y 5°C.

c3. Desecantes artificiales. - Se utiliza también desecantes artificiales como el silica gel, los cuales con su poder de absorción disminuyen el contenido de humedad interna de las semillas hasta rangos propicios para la conservación. La cantidad de desecante varía en función de las características, volumen y el contenido de aceites del germoplasma a conservar.

2.3.3.5. Conservación y Almacenamiento.

Con el fin de garantizar una buena conservación a largo plazo de semillas ortodoxas, lo más importante es verificar el bajo contenido de humedad en la semilla, por ser éste, con gran diferencia, el parámetro más esencial entre

los que pudieran influir en el éxito del proceso. Es necesario tener en cuenta que las semillas se secan de forma natural para frenar su metabolismo y durar más tiempo, por lo que los procesos a los que se las somete deben parecerse lo más posible al secado natural. A este respecto, hay dos puntos principales a considerar:

- El envase a utilizar debe tener una hermeticidad probada, en el sentido de no permitir el paso de vapor de agua a su interior. Si el envase no es hermético, la humedad de la semilla tenderá a equilibrarse con la humedad ambiental exterior, por lo que las ventajas de las bajas temperaturas apenas se notarían en semillas húmedas. Debe tenerse en cuenta que la humedad relativa en una cámara fría suele ser muy alta, que las semillas secas son fuertemente higroscópicas, y que por lento que fuera el paso de humedad al interior del envase, se cuenta con muchos años por delante para que ello termine ocurriendo.
- La ultra-desecación hasta niveles entre un 1,0 - 3,0% de contenido de humedad en la semilla puede prolongar su vida hasta entre 4 y 32 veces (Harrington, 1972) en relación con la desecación hasta niveles de un 5,0 - 7,0%. A pesar de que algunos autores consideran la ultradesecación como un proceso perjudicial para la semilla (Vertucci, 1990; Walters, 1998), otros estudios consideran que, al menos en el caso de semillas ortodoxas, ésta no provoca necesariamente una alteración o merma de su viabilidad (Ellis, 1998; Pérez-García & González-Benito, 2007). Un ejemplo representativo se ha podido verificar en el banco de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM), donde las semillas han mantenido su viabilidad prácticamente intacta (valor medio = 98,4%) después de cuarenta años ultrasecas. Por el contrario, en bancos de germoplasma donde las semillas no se han mantenido lo suficientemente secas suelen detectarse pérdidas de viabilidad importantes.

Respecto a la baja temperatura, y sin dejar de tener su importancia, quizás se le ha concedido tradicionalmente un papel mucho mayor del que

realmente tiene. Ello no implica que se deba prescindir de ella, pero sí es necesario considerar que pueden ahorrarse grandes cantidades de energía eléctrica si se utilizan valores sólo moderadamente bajos. Por otro lado, las temperaturas próximas a la del nitrógeno líquido (-196 ºC) proporcionan un método alternativo de conservación (crioconservación) apto para semillas ortodoxas, y que pudiera llegar a jugar un papel importante en el futuro para las semillas recalcitrantes.

2.3.3.6. Germinación.

Los ensayos de germinación son necesarios para la correcta gestión de las accesiones presentes en un banco de germoplasma, y pueden ser realizados con dos objetivos principales. En primer lugar, permiten la elaboración de un protocolo de conservación eficaz para cada taxón, en el propio banco de germoplasma o en otros que puedan utilizarlo, permitiendo cultivar la planta en un laboratorio o en un jardín botánico, y gestionarla eficazmente en un banco de semillas, facilitando a la plántula completar su ciclo vital o incluso generar nuevas semillas. Este aspecto resulta de especial interés para la elaboración de planes de reintroducción o reforzamiento poblacional, en unas condiciones de óptimo aprovechamiento de las semillas disponibles. En segundo lugar, los ensayos de germinación resultan esenciales para controlar la calidad de los lotes de semillas conservados, pues nos permiten conocer la viabilidad de las semillas a lo largo del proceso de conservación y la eficiencia de los métodos utilizados, de cara a preservar la información genética de los taxones.

En ocasiones puede suceder que las condiciones óptimas de germinación en laboratorio no coincidan con los resultados experimentales realizados en el campo para el cultivo de la especie.

Estas discrepancias son a menudo imputables a diferentes causas, que pueden depender de las variaciones de temperatura, el fotoperiodo o el sustrato, además de las precipitaciones o las condiciones de humedad relativa. Para poder determinar las condiciones ideales de germinación es imprescindible conocer la ecología y hábitat de cada especie, por lo que dicho conocimiento puede ser utilizado para inferir los factores y rangos necesarios para la germinación de un taxón.

Los métodos oficiales de análisis de semillas pueden sintetizarse a partir de la definición del "International Seed Testing Association", que dice textualmente: "la germinación de una semilla en el ámbito de un ensayo de laboratorio es la emergencia y desarrollo de una plántula hasta un estadio en el cual el aspecto de sus estructuras esenciales indica la capacidad de desarrollarse ulteriormente en una planta aceptable en condiciones de cultivo favorables" (ISTA, 2004).

a. Resultados de Germinación.

Las observaciones realizadas durante el proceso de germinación nos permiten analizar los resultados. A continuación, algunas herramientas que permiten valorar dichos resultados.

a1. Categorías de valoración. - Al final de los ensayos se pueden identificar las siguientes categorías (ISTA, 2006): germinadas (observación de emergencia de radícula); embebidas (frescas y viables, pero no han germinado); no embebidas (tegumentos muy duros, necesitan escarificación); muertas y otras categorías (atacadas por plagas o vacías). La suma total de las semillas por categorías debe corresponder al número de la muestra y la sumatoria de los porcentajes es igual a 100, entre las germinadas es posible una nueva categorización (ISTA, 2006): semillas germinadas con plántulas normales (intactas, con leves defectos y con infecciones secundarias); semillas con plántulas anormales (plántulas dañadas, deformadas y deterioradas).

a2. Porcentaje de germinación. - El cálculo se realiza por cada replica y resulta dividiendo el número de semillas germinadas para la diferencia entre el número total de semillas y las semillas vacías por cien. El resultado final será calculado haciendo la media entre todas las réplicas sometidas a similares condiciones de germinación.

a3. Velocidad de germinación (T_{50}). - Se calcula en números enteros de días y corresponde al tiempo que se necesita para obtener el 50 % de la capacidad germinativa del lote (Côme, 1970). Este valor se lo puede calcular utilizando la formula modificada por (Thanos & Doussi, 1995):

$$T_{50} = \{[(N/2 – N1)\ (T_2 - T_1)]/\ (N_2 – N_1)\} + T_1$$

Donde:
N= % final de semillas germinadas.
N_1= % de semillas germinadas por debajo de N/2
N_2= % de semillas germinadas por encima de N/2
T_1= # de días que corresponden a N_1
T_2= # de días que corresponden a N_2

El cálculo resulta útil para periodos de germinación largos (algunos meses) y permite verificar la calidad de los protocolos y valorar de manera indirecta el vigor de un lote de semillas, pues la velocidad de germinación representa la capacidad germinativa de una parte del lote.

a4. Retardo germinativo. - Tiempo en días para observar la primera semilla germinada. No es función únicamente de las características de la especie sino del envejecimiento de los lotes conservados. Este indicador permite evaluar los resultados de las semillas testadas recogidas con las conservadas.

a5. Tiempo medio de germinación (MGT). - Permite determinar el tiempo de germinación de las semillas analizadas (Tompsett & Pritchard, 1998). Se calcula determinando el número de semillas germinadas cada día en relación al total de semillas germinadas:

$$MGT = \Sigma\, n_i\, d_i / N$$

Donde:
n_i = # semillas germinadas en día d
d_i = # de días desde el inicio de las pruebas de germinación
N = # total de semillas germinadas al final del ensayo.

a.6. Valor pico (VP) y vigor de germinación (VG). - VP es el porcentaje de germinación en un punto T en función del número de días para alcanzar el punto en referencia, en este punto T se corta la curva de germinación y una recta tangente a la misma desde el origen, además, indica el momento en que la velocidad de germinación empieza a descender cambiando la pendiente de la gráfica. Con la lectura diaria de germinación es posible elaborar la curva de germinación acumulada. El VG relaciona los parámetros VP y germinación media diaria (GMD), mediante la siguiente ecuación:

$$VG = VG_X GMD$$

GMD permite establecer comparaciones entre taxones de ensayos de la misma duración y se calcula del cociente entre % de germinación total y días de duración del ensayo.

2.4. Marco Conceptual.[1]

ACCESIÓN: Cada entrada en el banco de uno o más lotes de germoplasma relativos a una única recolección, para un único taxón, y una determinada población.

ALÓCTONO: Taxón que forma parte de la flora de un territorio, pero no es autóctono.

AQUENIO: Fruto seco, indehiscente. Deriva de un ovario súpero monocárpico, contiene una única semilla no soldada al pericarpio.

ÁREA BASIMÉTRICA: También denominada Área Basal, es una de las variables de referencia de la masa forestal. Este parámetro resulta de expresar en m^2/ha, la relación entre las secciones normales de los árboles de un espacio forestal y la superficie de terreno que ocupan.

ÁREA HOMOGÉNEA: Área uniforme desde el punto de vista de los factores ambientales, en cuyo interior se puede efectuar muestreos para la recolección de germoplasma.

AUTÓCTONO: Planta indígena de un determinado territorio; contrario de "alóctono".

BANCO DE SEMILLAS DEL SUELO: Persistencia en el suelo de un lugar determinado de diásporas que permiten la regeneración natural de especies vegetales cuando las condiciones ambientales son favorables.

BANCO DE GERMOPLASMA: Instalación en la que se conservan diversas tipologías de accesiones vitales, tanto de especies vegetales como de animales. Estas pueden estar constituidas por genes, semillas, esporas, polen, tejidos vitales o partes de vegetales como bulbos, rizomas, etc.

BANCO DE SEMILLAS: Instalación concebida para la conservación y almacenamiento ex situ de semillas.

---

[1]Fuentes: GENEFLOW, 1996. A publication about the earth's plant genetic resources.
GENEFLOW, 1992. Una publicación sobre los recursos fitogenéticos de la tierra.
MINISTERIO DEL AMBIENTE, ECOCIENCIA, UICN. 2000. La Biodiversidad del Ecuador. Informe 2000. C. Jossue. Ed. Quito, Ecuador.
Convenio de Diversidad Biológica. Jones, 1987 citado por Velasco, 2001. Ministerio de Ambiente del Ecuador.

BAYA: Fruto indehiscente, totalmente carnoso, sin distinción entre mesocarpio y endocarpio. Se origina de un ovario súpero.

BIOCLIMA: Representa la unidad base en la clasificación bioclimática de la tierra. Se trata de un espacio biofísico delimitado por determinadas tipologías de vegetación, en relación con los correspondientes valores climáticos. Actualmente se reconocen 27 tipos de bioclimas.

BOSQUE: Terreno de extensión superior a 0,5 hectáreas con árboles de altura superior a 5 metros y una cubierta de copas de más del 10 por ciento, o árboles capaces de alcanzar estos umbrales in situ. No incluye los terrenos que están predominantemente bajo agricultura o terrenos de uso urbano.

CAPACIDAD GERMINATIVA: Porcentaje de semillas capaces de germinar en condiciones bien definidas. Corresponde a la germinación máxima de un lote, también llamada “facultad germinativa”.

CÁPSULA: Fruto seco dehiscente bi o pluricarpelar, a menudo capaz de facilitar la dispersión de las semillas a distancia.

CARIÓPSIDE: Fruto seco indehiscente, constituido por un único carpelo, que contiene una única semilla estrechamente adherente al pericarpio.

CATEGORÍA DE SEMILLAS: Las semillas se clasifican en ortodoxas, intermedias y recalcitrantes según su capacidad de tolerar la deshidratación (también a niveles más bajos que aquellos que se alcanzan en condiciones naturales) y con base a su conservación ex situ.

COLECCIÓN ACTIVA: Parte de lotes contenidos en bancos destinados a la utilización en un corto plazo, almacenados a temperaturas entre 0°C y 4°C.

CONSERVACIÓN *EX SITU*: Es la conservación de los componentes de la diversidad biológica fuera de sus hábitats naturales.

CONSERVACIÓN *IN SITU*: Es la conservación de los ecosistemas y los hábitats naturales y el mantenimiento y recuperación de poblaciones viables de especies en sus entornos naturales y, en el caso de las especies domesticadas y cultivadas, en los entornos en que hayan desarrollado sus propiedades específicas.

CONTENIDO DE HUMEDAD: es el porcentaje de agua contenido en las semillas en referencia al peso fresco de la muestra.

DAP: Diámetro a la altura del pecho: diámetro de un árbol medido en un punto de referencia, por lo general a 1,3 m del suelo, tras haber limpiado la hojarasca acumulada.

DEHISCENTE: Fruto que se abre espontáneamente en la madurez dando lugar a la liberación de sus semillas.

DESECAMIENTO: Pérdida de líquido en un organismo o parte de él.

DESHIDRATACIÓN: Proceso progresivo de eliminación parcial o total de agua en un organismo.

DIOICO: Taxón representado por individuos con sexos separados.

DISEMINACIÓN: Dispersión natural de las semillas, y en general, de frutos, esporas u otros propágulos producto de multiplicación asexual o vegetativa.

DISPERSIÓN: Transferencia o movimiento de semillas entre áreas. Procedimiento a través del cual una especie se expande y coloniza nuevos hábitats.

DIVERSIDAD BIOLÓGICA: Es la variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otras cosas, los ecosistemas terrestres y marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas.

DORMICIÓN: estado fisiológico, debido a causas físicas y/o fisiológicas intrínsecas, que impide la germinación.

DRUPA: Fruto carnoso uni o pluricelular con endocarpio leñoso que contiene la semilla y el mesocarpio carnoso.

ECOSISTEMA: Conjunto de hábitats presentes en un territorio geográfico limitado y definido, dentro del cual se verifican similares condiciones morfológicas, litoestratigráficas, edáficas, bioclimáticas y bióticas.

ESCARIFICACIÓN: Pretratamiento que produce abrasión o incisión del tegumento seminal con medios mecánicos, físicos o químicos, para favorecer la absorción de agua y el intercambio de gases, permitiendo eliminar las inhibiciones tegumentarias a la germinación. La física se realiza mediante inmersión en agua caliente, mientras que en la química las semillas son sumergidas en un ácido o base fuerte. La mecánica se realiza erosionando la superficie.

ESPERMATÓFITA: Planta vascular que se reproduce y se difunde por medio de semillas.

ESTRATIFICACIÓN: Disposición de semillas en capas sobre substratos mullidos y húmedos con el objetivo de eliminar la dormición. A bajas temperaturas se denomina fría, vernalización o chilling, en condiciones más cálidas se denomina caliente, estivación o warming.

FENOLOGÍA: Rama de la ecología que estudia las relaciones entre factores climáticos y la manifestación estacional de algunos fenómenos de la vida vegetal (brotación, floración, maduración de frutos, pérdida de hojas).

FOLÍCULO: Fruto seco dehiscente que se origina de un solo carpelo y que en la madurez se abre correspondiendo con la línea de sutura del limbo.

GERMINACIÓN: Proceso fisiológico de reanudación del crecimiento activo del embrión contenido en la semilla, se manifiesta con la emisión radicular.

GERMOPLASMA: Set de diferentes genotipos que pueden ser conservados o usados. En términos de conservación ex situ, germoplasma se restringirse a todo aquel material capaz de regenerar por sí mismo uno o más individuos.

HÁBITAT: Es el lugar o tipo de ambiente en el que existen naturalmente un organismo o una población.

INDEHISCENTE: Se dice de un fruto maduro que no se abre para liberar las semillas contenidas.

INDEX SEMINUM: Listado de semillas de un banco de germoplasma disponibles para intercambio *pro mutua commutatione* con otras instituciones, siempre con finalidades científicas sin fines de lucro.

INFLORESCENCIA: Conjunto de flores dispuestas en una estructura común.

INFRUTESCENCIA: Conjunto de frutos dispuestos en una única estructura originada de una inflorescencia compacta.

LOTE: Cantidad de germoplasma de calidad uniforme, resulta de la recolección en una población de un taxón en una fecha y cantidad.

MADURACIÓN DE SEMILLAS: Proceso fisiológico que lleva a las semillas sobre la planta al estado óptimo para la dispersión.

MANIPULACIÓN DE SEMILLAS: Conjunto de operaciones (limpieza, selección, secado, etc.) que sufre la semilla desde el ingreso hasta su almacenamiento.

MATERIAL GENÉTICO: Es todo material de origen vegetal, animal, microbiano o de otro tipo que contenga unidades funcionales de la herencia.
MONOICA: Especie en la que el mismo individuo lleva aparato reproductor masculino y femenino. Lo contrario de Dioico.
NÚCULA O NUEZ: Fruto seco indehiscente pluricarpelar monospermo.
NICHO ECOLÓGICO: Parte del hábitat caracterizado por condiciones abióticas peculiares, necesario para la supervivencia y el desarrollo del ciclo vital de especies.
OMBROTIPO: Unidad que expresa el cociente entre las precipitaciones medias y el sumatorio de aquellos meses en que la temperatura media es superior a 0°C.
PHYLUM: En términos taxonómicos es una agrupación de clases que representa una “División”.
POBLACIÓN: Conjunto de individuos de un mismo taxón que comparten un espacio ecológico común y entre los cuales existe una alta probabilidad de intercambio genético.
PROTOCOLO DE GERMINACIÓN: Conjunto de acciones o procedimientos tendientes a obtener una germinación óptima para una especie de un lote.
PROCEDENCIA: Población de la cual se ha tomado una semilla. Son originales aquellas cuyo material de base es autóctono y artificiales aquellas semillas que proceden de plantaciones de especies exóticas u alóctonas.
SEMILLA: Órgano de las espermatofitas capaz de dar origen a una nueva planta, derivado del óvulo fecundado y constituido por embrión, endospermo o albumen y protegido por tegumentos rígidos y a menudo endurecidos.
TAXÓN: Grupo sistemático independiente del rango.
TEGUMENTO: Revestimiento del óvulo constituido por uno o dos estratos con función de protección y asilamiento del ambiente externo.
TESTA: Tegumento externo de la semilla dotado de puntas, garfios, pelos o alas, jugando un papel esencial en su diseminación.
VALIDACIÓN DE PROTOCOLOS: Confirmación experimental de los resultados obtenidos a través de la aplicación de protocolos de germinación individualizados elaborados por terceros.
VARIABILIDAD GENÉTICA: Presencia de diferentes formas de un mismo carácter en un taxón o población.

CAPITULO 3: METODOLOGÍA

3.1. Participantes

Para el desarrollo de la presente investigación se contó con la participación de las siguientes instituciones:

- Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Dirección provincial del Ambiente de Chimborazo.
- Patrimonio Inmaterial Regional 3 del Instituto Nacional de Patrimonio Cultural.
- Instituto de Ciencia, Innovación, Tecnología y Saberes de la Universidad Nacional de Chimborazo.
- Facultad de Ingeniería Ambiental de la Universidad Nacional de Chimborazo.
- Asociación de Productores Agropecuarios “San Antonio de Pollongo”

3.2. Diseño estadístico

3.2.1. Etapa de análisis dendrométricos por pisos altitudinales.

Los datos correspondientes a esta etapa se analizaron con diferentes pruebas paramétricas (t student, chi cuadrado, Pearson) y análisis de varianza ANOVA para determinar la existencia de diferencias significativas entre las principales medidas dendrométricas de las comunidades en los tres pisos altitudinales que conforman el bosque de Jacarón.

3.2.2. Etapa de análisis de parámetros dasométricos

En esta etapa los datos obtenidos se analizaron con un diseño de bloques completamente al azar (DBCA), en el cual se realizó un análisis de varianza con dos factores para una sola muestra, siendo los factores de estudio la densidad poblacional de las especies y los parámetros dasométricos. Además, un diseño factorial para determinar un modelo matemático que relaciones las variables respuestas con los factores analizados.

3.2.3. Pruebas de viabilidad de germoplasma en función del sistema de conservación aplicado.

En esta etapa los datos obtenidos se refieren a ensayos de germinación para probar la viabilidad del germoplasma en función con los diferentes tratamientos, se aplicó un análisis de varianzas MANOVA para determinar la existencia de diferencias significativas entre los tipos de tratamientos de conservación y las especies tratadas, con un nivel de significancia de 95%.

Las hipótesis estadísticas planteadas y que guardan consistencia con la hipótesis general planteada, fueron:

H_0: No existen diferencias en la viabilidad del germoplasma de las especies priorizadas por efecto de los sistemas de conservación de las semillas.

H_1: Existen diferencias en la viabilidad del germoplasma de las especies priorizadas por efecto de los sistemas de conservación de las semillas.

Por último, se analizó mediante estadísticas, el sistema de conservación que logra la mayor viabilidad de germoplasma y a que especie corresponde. Todo el proceso se realizó con la ayuda del paquete estadístico SPSS versión 21 y utilizando como herramienta complementaria Excel 2016.

3.3. Procedimientos

Las principales actividades que se realizaron en la presente investigación y que sin duda generara nuevos conocimientos científicos sobre el ecosistema investigado, se describen en los siguientes puntos:

- Reconocimiento del bosque que consiste en agrupar a los árboles en géneros y familias, señalizando los mismos y determinando las relaciones entre comunidades y pisos altitudinales. Fue necesario caracterizar adecuadamente el lugar de crecimiento tanto en los aspectos edáfico, climático y biogénico, mediante una línea de base ambiental. El bosque de Jacarón se extiende en un área de 106 hectáreas, desde los 3200 a 3800 msnm; en estas cotas se identificó tres subpisos, en los que se realizó un inventario dendrológico de las especies forestales nativas representadas en el bosque.

- La investigación se ejecutó sobre la base de 12 parcelas o transectos de 1000 m^2 en el bosque, siendo el área muestral 1,2 ha del total. En cada una de las parcelas se registró el número de individuos por cada especie nativa representativa. Luego se calcularon la densidad,

cobertura y la frecuencia relativa (DR, CR, fR) para obtener un criterio con respecto al valor de importancia. Con respecto a la diversidad, se obtuvo el índice de riqueza específica de Margalef; índice de diversidad de Menhinick y de Gleason, el índice de dominancia y diversidad de Simpson, el índice de equidad de Shannon, además se han determinado la distribución de individuos por especies. Índices de similitud de comunidades. La suma de las medidas relativas para la especie i es el llamado valor de importancia (VI). El valor de VI puede fluctuar de 0 a 3.00 (o 300%). Al dividir el VI por 3, se obtiene una cifra que fluctúa de 0 a 1.00 (o 100%). Este valor se conoce como el porcentaje de importancia. El valor de importancia, o el porcentaje de importancia, provee un estimado global de la importancia para conservación de una especie de planta en una comunidad determinada.

- El momento óptimo en el que se pueden encontrar semillas maduras recién dispersadas para cada especie se determina mediante estudios a priori de la biología reproductiva y la fenología de la misma. Para cada taxón seleccionado, se estable su ubicación en cada transecto verificado in situ. Se comprueba el estado fenológico real del taxón y la idoneidad de los individuos donantes. La salida de campo para la recolección se realiza una vez determinado el momento óptimo para la población seleccionada, tanto por el número de individuos como por el estado fitosanitario de éstos. En los taxones de mayor interés y con más de una población es necesario crear varias accesiones de poblaciones diversas para asegurar la máxima variabilidad genética. Las semillas no deben ser recolectadas hasta que estén completamente maduras. Las semillas inmaduras de la mayoría de las especies no germinan, y morirán al desecarse (Harrington, 1972). El estado de madurez de las semillas se determina in situ mediante la “prueba de corte”, que permite realizar una aproximación sobre el estado general de la semilla. Para ello se observa si los tejidos están turgentes, sanos, con el color típico de

cada especie (generalmente blancos o marfileños) y sin daños producidos por patógenos o insectos.

- El material recolectado en el campo, es depositado en la sala de limpieza. En dicha sala se procede según corresponda con la naturaleza del material recolectado. En el caso de los frutos carnosos, bayas, gálbulos, arilos o cualquier otra estructura carpoide que pudiera ser fácilmente putrescible, se debe realizar una limpieza inmediata de la pulpa para evitar la degeneración e incluso la pérdida de viabilidad de las semillas. Para obtener una muestra homogénea se debe mantener un periodo de post-maduración de algunos días, depositando las semillas limpias en una bandeja aireada en la misma habitación (T ≤ 20ºC; H ≤ 40%; Probert, 2003). Se obtiene la estimación del número de semillas. El valor que nos indica la humedad interna de las semillas de la muestra se obtiene con una balanza para medición de humedad (PCE-MB 50, resolución 0,01% humedad/contenido en seco). Este último valor de humedad interna de las semillas frescas recién recolectadas resulta fundamental para guiar la toma de decisiones en cuanto a la duración del proceso de desecado.

- Para la desecación de las muestras de semillas ortodoxas se utiliza exposición al aire en ambientes, secos, ventilados y sombríos; generalmente se utilizan cámaras de desecado con cerrado hermético y gel de sílice, que, aunque son bastante costosas producen resultados óptimos. Mediante el pesaje de las semillas se controla el peso que debe perder cada muestra para alcanzar el porcentaje de humedad deseado, y por lo tanto determinar cuándo ha llegado el momento de pasar a la siguiente etapa.

- Las semillas así preparadas se disponen para su almacenaje por los dos métodos seleccionados, temperatura ambiente y temperaturas bajas, en el almacenamiento son permanentemente evaluadas para reconocer su comportamiento y reacción a los parámetros fijados al igual que se efectuarán ensayos de germinación y energía

germinativa que nos permitan valorar gráfica y estadísticamente la relación entre las variables: método de embalaje, condiciones o parámetros de la cámara refrigerante con respecto a la viabilidad de las semillas en tiempo.

- Para la elaboración de los protocolos se ha tomado como metodología los diagramas de flujo en los cuales como consecuencia de la experimentación se describe las principales actividades que implica el funcionamiento de un banco de germoplasma forestal. La primera etapa de la conservación ex situ de la diversidad es la clasificación del material germoplasmico desde el punto de vista de sus características fundamentales con el propósito de planificar la recolección en las áreas seleccionadas que cumplan con una alta representatividad de la diversidad genética. Una vez que se colectan las muestras, las semillas se registran y se incorporan a la colección, tomando en cuenta, que cumplan con los requerimientos de calidad y cantidad y con la información asociadas a ellas. La metodología para integrar una accesión a un banco de germoplasma implica procedimientos de limpieza, clasificación, determinación del contenido de humedad, secado, evaluación de la viabilidad y empacado; asegurando que las accesiones mantengan una alta proporción de semillas viables, lo cual implica almacenarlas en condiciones adecuadas y monitorear periódicamente la viabilidad mediante ensayos de germinación.

CAPÍTULO 4: RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Análisis, interpretación y discusión de resultados

La caracterización de poblaciones es un instrumento básico para la diagnosis de su estado de conservación y para la estimación de su viabilidad futura, que puede realizarse desde diferentes perspectivas (García, 2002), otorgando información útil para la programación y la gestión *in situ*. Mediante un análisis de campo e interpretación cartográfica se determinó la línea de base del predio de propiedad de la asociación de productores San Antonio de Pollongo denominado Bosque Jacarón, para lo cual se realizó un inventario de los factores bióticos y abióticos del sistema ecológico, dando como principales resultados el mapa temático del bosque, en el cual se identificaron las zonas bioclimáticas predominantes, en las figuras 11 y 12 se muestra las distintas ubicaciones en polígonos y puntos color rojo, las regiones biogeográficas se muestran en escalas de grises, el diagrama ombrotérmico muestra la relación entre temperatura (línea roja) y precipitación (línea azul) de estaciones representativas del sistemas reales o ficticias creadas a partir de datos meteorológicos históricos. Se muestra con rojo el área que corresponde a periodos en que la evapotranspiración es mayor que la precipitación, con barras azules periodos de igualdad entre los dos factores y el área azul periodos en que la precipitación es mayor. Los índices ecológicos describen la correlación entre el número de árboles por especie para los pisos altitudinales con relación al número total de árboles determinándose que todos los pisos altitudinales aportan significativamente al total, lo que hace factible la aplicación del uso de las características dasométricas para la determinación de la jerarquía de priorización. Finalmente, conforme a los métodos descritos en las bases teóricas se aplicaron ensayos de germinación para las 5 especies priorizadas, tomando en cuenta consideraciones técnicas y estadísticas, dando como resultado protocolos de conservación para las especies estudiadas que proponen procedimiento para el manejo del germoplasma que garantice su viabilidad.

4.1.1. Discusión

En vista de las claras limitaciones expuestas en los antecedentes, el principal objetivo de esta investigación fue fundamentar científica y experimentalmente el comportamiento de las semillas de 5 especies forestales nativas del altiplano nuboso de los páramos del Ecuador, en procura de generar conocimientos y acciones necesarias para la conservación de cada especie. Contario con la creencia, de algunos autores citados, de que la conservación está relacionada con la eminente extinción, se ha determinado, en la práctica que, si una especie es sustituible desde la determinación de su valor de uso, su perdida es de poca importancia desde el punto de vista ecológico, económico o de otro tipo. Si la valoración de una especie determina que no está en peligro no pueden malgastarse esfuerzos tratando de conservar algo que se preservará en el tiempo sin ningún esfuerzo externo. Aunque existen importantes avances en la legislación nacional e internacional en pro del manejo y conservación de bosques como lo determina (Ordoñez Sierra, 2003) en su investigación, la información disponible sobre especies forestales amenazadas es escasa y más aún para especies nativas del Ecuador.

De la gran variedad de germoplasma forestal disponible se ha elegido la semilla en vista de la probada relación que existe entre la calidad de la semilla y la propagación de la especie de ahí su interés científico y técnico (Doria, 2010). Reconocer que una evidente falta de estudios morfológicos y fisiológicos en semillas de taxones forestales nativos, principalmente en los países andinos, como lo demuestran los antecedentes de esta investigación (Romero-Saritama & Pérez-Ruíz, 2016), se presume que esto se relaciona con el tiempo, costo, esfuerzo, estado sanitario, selección y manejo de los árboles semilleros dentro de los rodales, que implica colectar semillas de las varias especies. El tiempo dedicado a la colección en bosque se incrementa cuando la altura de los individuos sobrepasa los 10 metros como sucede en algunas de las especies forestales estudiadas del Bosque de Jacarón, siendo indispensable el uso de equipamiento específico para tomar semillas desde las copas, a esto se suma que para la colección optima de semillas se

requirió conocimientos previos de los periodos de fructificación y maduración de las mieses en los árboles, información que en la mayoría de los casos fue desconocida en bosques nativos. Por otro lado, existen gran variedad de métodos de priorización de especies y áreas de conservación basados en no menos cantidad de criterios (Llamas, y otros, 2007) del análisis se ha considerado que la utilización de los índices ecológicos, como criterio de conservación, disminuye la subjetividad en la toma de decisiones con respecto a la selección de las especies, destacando que métodos similares han sido utilizados con resultados alentadores para especies arbustivas y herbáceas (Campo & Duval, 2014).

Los ensayos de germinación y energía germinativa, en las diferentes especies, permitieron identificar que las semillas sometidas a tratamientos de refrigeración alcanzaron mejores resultados a lo largo del tiempo, coincidiendo con la mayoría de investigaciones, aunque en los 3 primeros periodos, la diferencia entre los dos métodos estudiados, no arrogaron diferencias importantes, lo cual demuestra, que estas semillas en su hábitat natural se conservan adecuadamente durante periodos de tiempo moderados, teniendo como amenaza la excesiva humedad que provoca la degradación de células por la proliferación de actividad microbiana especialmente patógena, destacando la importancia de las condiciones y características de los recipientes (Ortiz, Fé, & Ponce, 2004). En consecuencia, seguir procedimientos adecuados en el manejo de semillas forestales es fundamental para la conservación de la identidad fitogenética a largo plazo, de manera eficiente y efectiva. De la revisión de literatura se ha determinado que las limitadas publicaciones científicas sobre este tema son demasiado complejas para ser utilizadas por personal técnico promedio, en especial en países en desarrollo, por lo cual se propone procedimientos sencillos para el manejo de germoplasma forestal. Cabe destacar que los protocolos están enfocados exclusivamente en procedimientos inherentes al manejo de semillas. El mantenimiento de la viabilidad y de la integridad genética de las semillas sigue siendo el principio rector, de ahí que la calidad y sostenibilidad de los procedimientos dependen del procesamiento y

conservación del material germoplasmico, manejar las semillas inapropiadamente acelera el deterioro y hace más costosa la conservación.

En virtud de lo expuesto y del sustento estadístico se determina que la consistencia con la hipótesis planteada ha sido aceptada, destacando que la especie Quinual posee semillas con serios indicios de ser recalcitrante, el Pumamaqui hembra medianamente recalcitrante, en cambio, el Romerillo, el Quishuar y el Tarqui se reconocen como ortodoxas. Esta información nos invita a continuar las investigaciones con las especies recalcitrantes para conseguir elevar los porcentajes de germinación posterior a la conservación, en busca de contribuir al entendimiento de la complejidad del manejo forestal (Galloway, y otros, 2016) y el desarrollo sostenible.

4.2. Prueba de Hipótesis

Los métodos estadísticos propuestos a continuación, son los necesarios para probar estadísticamente la hipótesis general que plantea:

“La técnica más efectiva para la conservación ex situ del germoplasma forestal representativo del bosque natural de Jacarón es el almacenamiento a condiciones de baja temperatura (-2°C a 4°C)”

4.2.1. Medidas Dendrométricas por pisos altitudinales

Se determina la interpretación estadística de las principales dimensiones del árbol como individuo constitutivo de una comunidad, los árboles tienen una gran variedad de parámetros a medir, más los básicos de medición habitual son la frecuencia, el diámetro y la circunferencia a la altura del pecho y su relación con los diferentes pisos altitudinales del bosque nativo de páramo denominado Jacarón.

Cuadro 5: **Relaciones estadísticas de las medidas dendrométricas y los pisos altitudinales.**

5.1. Número de árboles de los 3 pisos altitudinales según categorías del DAP

Variables	DAP ≤ 5 cm (n=9)	DAP> 5 cm (n=25)	P	p bilateral
N° árboles del Piso A	2±2	14±13	<0.001	<0.001
N° árboles del Piso B	4±3	12±13	0,034	0,004
N° árboles del Piso C	3±3	16±19	0.011	0.003

Resultados expresados en media ± desviación estándar.
Donde n representa las especies forestales.
Se expresa en enteros en vista que son unidades de estudio o completas (árboles)

5.2. Promedio de la circunferencia y del diámetro por especie forestan con relación a las categorías del número total de árboles.

Variables	Categorías del número total de árboles			P
	Baja	Media	Alta	
Promedio de CAP por especie (cm)	19,45 ± 14,01	52,61 ± 14,85	40,31 ± 30,28	< 0,001
Promedio de DAP por especie (cm)	6,20 ± 4,46[a,b]	16,58 ± 5,68[a]	25,17 ± 7,27[b]	<0,001

Resultados expresados en media ± desviación estándar.
Las letras diferentes en una misma fila indican diferencia estadísticamente significativa.

5.3. Correlación de las poblaciones de árboles por pisos altitudinales con el número total de árboles.

Parámetros	N° árboles Total	P
N° árboles Piso A (3800 a 3600 msnm)	0,562	0,001
N° árboles Piso B (3600 a 3400 msnm)	0,903	< 0,001
N° árboles Piso C (3400 a 3200 msnm)	0,900	< 0,001

5.4. Categorías del promedio del diámetro por especie forestal con relación a las categorías del número total de árboles.

		Categorías del número total de árboles			P
		Población Baja	Población Media	Población Alta	
Categorías DAP	Menor o igual a 5 cm	9	0	0	0,008
	Mayor de 5 cm	10	8	7	
Total		**19**	**8**	**7**	

Fuente: *Burbano-Salas, 2017.*

En los Cuadros 5.1 y 5.2 se ha aplicado la prueba t student y la prueba ANOVA para determinar la comparación del número probable de árboles por especie de los distintos pisos altitudinales que presentan diámetro a la altura del pecho (DAP) y circunferencia a la altura del pecho (CAP) que resulta representativo. Los cuadros 5.3 y 5.4, aplican la correlación de PEARSON y la prueba CHI CUADRADO respectivamente, para demostrar la relación de las medidas dendrométricas entre las poblaciones de árboles de los diferentes pisos altitudinales con la población total. Se observa que todos los p valores son menores que 0,05.

4.2.2. Análisis de Parámetros Dasométricos.

Las variables cuantitativas que se han determinado tienen que ver principalmente con la densidad poblacional de las especies por piso altitudinal y conceptos básicos de dasometria como diámetro y circunferencia a la altura del pecho (DAP y CAP respectivamente). Se han aplicado métodos estadísticos para la formulación de un modelo matemático básico que permita estimar el crecimiento y manejo del bosque en función de los factores y variables de respuesta analizadas.

Cuadro 6: **Análisis de componentes principales (ACP) de parámetros dasométricos.**

Matriz de correlaciones[a]

		Promedio del CAP por especie	Promedio del DAP por especie	Categorías del número total de árboles	N° arboles total
Correlación	Promedio del CAP por especie	1,000	,976	,856	,739
	Promedio del DAP por especie	,976	1,000	,830	,670
	Categorías del número total de árboles	,856	,830	1,000	,885
	N° arboles total	,739	,670	,885	1,000

a. Determinante = ,002

Comunalidades

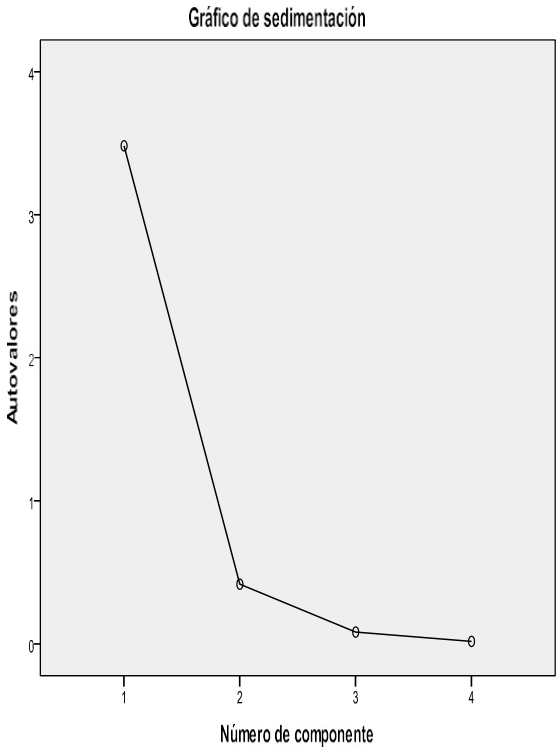
	Inicial	Extracción
Promedio del CAP por especie	1,000	,920
Promedio del DAP por especie	1,000	,874
Categorías del número total de árboles	1,000	,916
N° arboles total	1,000	,773

Método de extracción: Análisis de Componentes principales.

Matriz de coeficientes para el cálculo de las puntuaciones en las componentes

	Componente
	1
Promedio del CAP por especie	,275
N° arboles total	,252

Método de extracción: Análisis de componentes principales.
Método de rotación: Normalización Varimax con Kaiser.
Puntuaciones de componentes.



Varianza total explicada

Componente	Autovalores iniciales			Sumas de las saturaciones al cuadrado de la extracción		
	Total	% de la varianza	% acumulado	Total	% de la varianza	% acumulado
1	3,482	87,049	87,049	3,482	87,049	87,049
2	,418	10,438	97,487			
3	,083	2,078	99,564			
4	,017	,436	100,000			

Método de extracción: Análisis de Componentes principales.

Fuente: *Burbano-Salas, 2017.*

El cuadro 6 representa el estudio de las correlaciones entre los pares de variables, determina las variables que se correlacionan muy alto entre sí, dando la pauta de los factores a extraer. El determinante de la matriz determina la fuerza de las correlaciones, un valor bajo (0,002) indica que hay algunas correlaciones altas en la matriz. Como parte del análisis factorial se procede a la extracción de factores mediante el método de componentes principales, en donde, las comunalidades representan la varianza explicada por las componentes principales, mediante la varianza total se observa que si se adopta una solución de un componente se explica más del 87% de la varianza; el gráfico de sedimentación representa los autovalores para cada

factor presentando inflexión para un solo valor, por último, se muestra la matriz de coeficientes para el cálculo del único componente relevante.

4.2.3. Análisis de viabilidad en función del sistema de conservación.

Cuadro 7: **Varianza multifactorial de pruebas de germinación.**

Pruebas de los efectos inter-sujetos

Origen	Variable dependiente	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	Porcentaje de Semillas Germinadas	102312,861[a]	5	20462,572	155,100	,000
	Energía de Germinación en porcentaje	41095,972[b]	5	8219,194	82,962	,000
	Período de energía en días	35250,650[c]	5	7050,130	523,180	,000
Intersección	Porcentaje de Semillas Germinadas	626462,006	1	626462,006	4748,378	,000
	Energía de Germinación en porcentaje	217778,450	1	217778,450	2198,177	,000
	Período de energía en días	217917,606	1	217917,606	16171,342	,000
Especie_Priorizada	Porcentaje de Semillas Germinadas	99196,189	4	24799,047	187,969	,000
	Energía de Germinación en porcentaje	39965,967	4	9991,492	100,851	,000
	Período de energía en días	35169,311	4	8792,328	652,466	,000
Tratamiento	Porcentaje de Semillas Germinadas	3116,672	1	3116,672	23,623	,000
	Energía de Germinación en porcentaje	1130,006	1	1130,006	11,406	,001
	Período de energía en días	81,339	1	81,339	6,036	,015
Error	Porcentaje de Semillas Germinadas	22956,133	174	131,932		
	Energía de Germinación en porcentaje	17238,578	174	99,072		
	Período de energía en días	2344,744	174	13,476		
Total	Porcentaje de Semillas Germinadas	751731,000	180			
	Energía de Germinación en porcentaje	276113,000	180			
	Período de energía en días	255513,000	180			
Total corregida	Porcentaje de Semillas Germinadas	125268,994	179			
	Energía de Germinación en porcentaje	58334,550	179			
	Período de energía en días	37595,394	179			

a. R cuadrado = ,817 (R cuadrado corregida = ,811)

b. R cuadrado = ,704 (R cuadrado corregida = ,696)

c. R cuadrado = ,938 (R cuadrado corregida = ,936)

Fuente: *Burbano-Salas, 2017*

El cuadro 7 denominado cuadro MANOVA, proporciona información con respecto a la suma de cuadrados, el resultado del contraste de la hipótesis nula frente a la hipótesis de investigación y la interpretación grafica relativa a efectos marginales y efectos interacción. todos los p valores son menores que 0,05

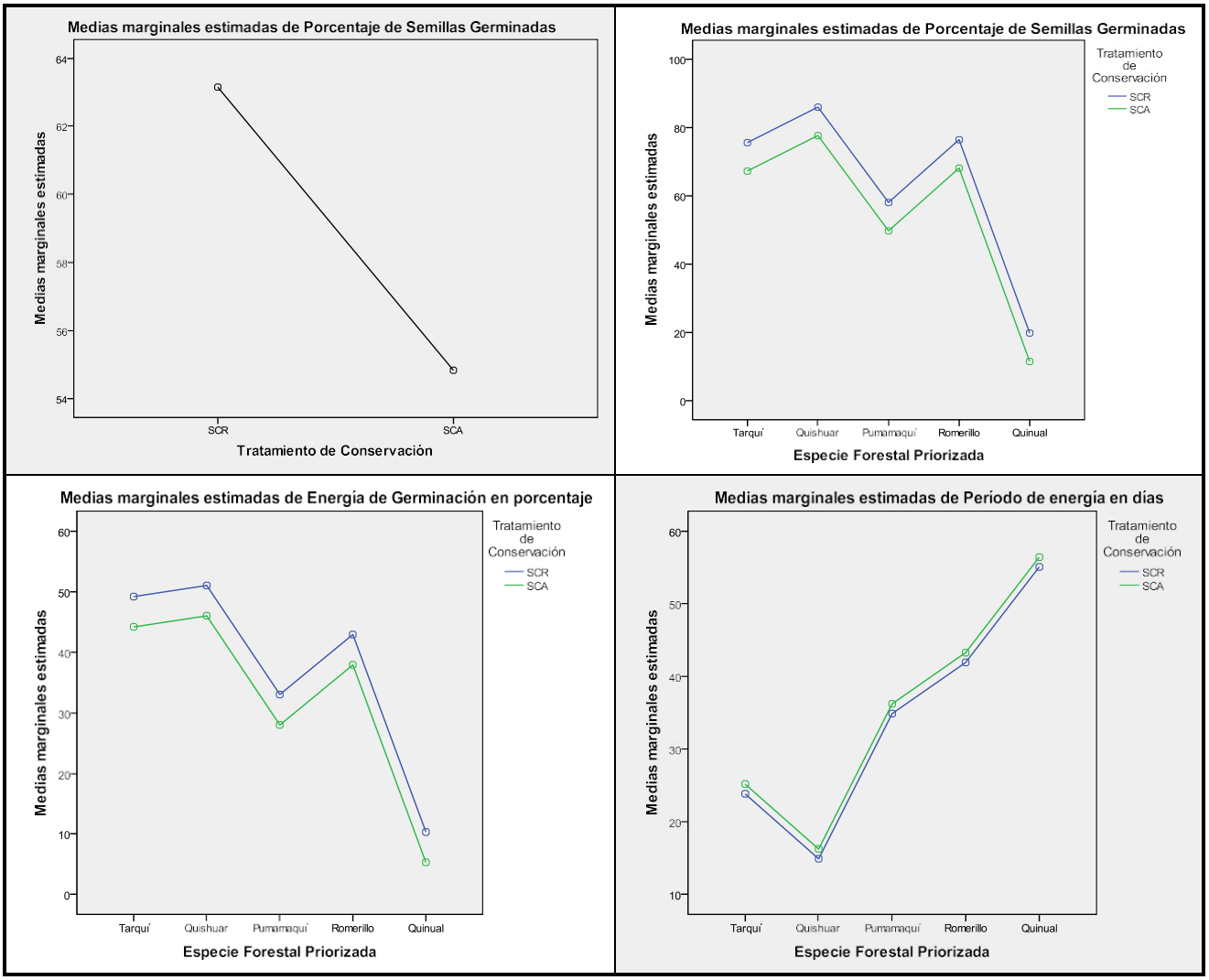


Figura 7: **Gráficos de perfil para parámetros de germinación por aplicación de diferentes sistemas de conservación. Diferencia estadística significativa. Modelo lineal general, N = 5 especies.** Fuente: Burbano-Salas, 2017.

En la figura 7 se describe la comparación de las medias marginales del modelo propuesto, cada punto de las líneas del gráfico indica la media marginal estimada de cada una de las variables dependientes (parámetros de germinación) en un nivel del factor (sistema de conservación). Se ha utilizado el nivel del segundo factor para comparar los sistemas de conservación (SCR y SCA) con las cinco especies priorizadas. El gráfico muestra que las medidas marginales estimadas de porcentaje de germinación aumentan con el sistema de conservación a bajas temperaturas y las líneas paralelas en los gráficos indican que no existe interacción entre los factores, lo que significa que se puede investigar los niveles de un único factor.

De los resultados del análisis estadístico realizado se verifica que para el tratamiento de conservación todos los p valor son menores que 0,05 se desecha H_o. inclusive demostrando gráficamente el aumento de la viabilidad con SCR e identificando al Quishuar como la especie forestal nativa con mejores índices de viabilidad.

4.3 Presentación de resultados

4.3.1. Línea de Base Ambiental.

4.3.1.1. Datos Generales

Sitio: San Antonio de Pollongo.
Parroquia: Juan de Velasco “Pangor”
Cantón: *Colta*.
Provincia: Chimborazo.

Accesibilidad: El predio es accesible desde la Carretera Panamericana Sur, Ruta 487 vía Riobamba Pallatanga, hasta la comunidad Hierba Buena y desde esa comunidad en carretera de segundo orden hasta el centro de la Asociación de Productores San Antonio de Pollongo.

Tenencia: El terreno es propiedad de la Asociación San Antonio de Pollongo, mediante certificado de gravamen.

Población estimada en el área: Actualmente, el predio no está poblado, encontrándose la comunidad de Achín Alto más cercana a una distancia de 1380 m en línea recta del bosque y vegetación "Jacarón".

Linderos: **Norte:** Lote N° 05 y Vía Tercer Orden, **Sur:** Lote N° 05 y Quebrada el Preñado, **Este:** Hacienda Llinllín y Cutana Rumi, **Oeste:** Hacienda Hierba Buena y Quebrada Quitza.

4.3.1.2 Localización

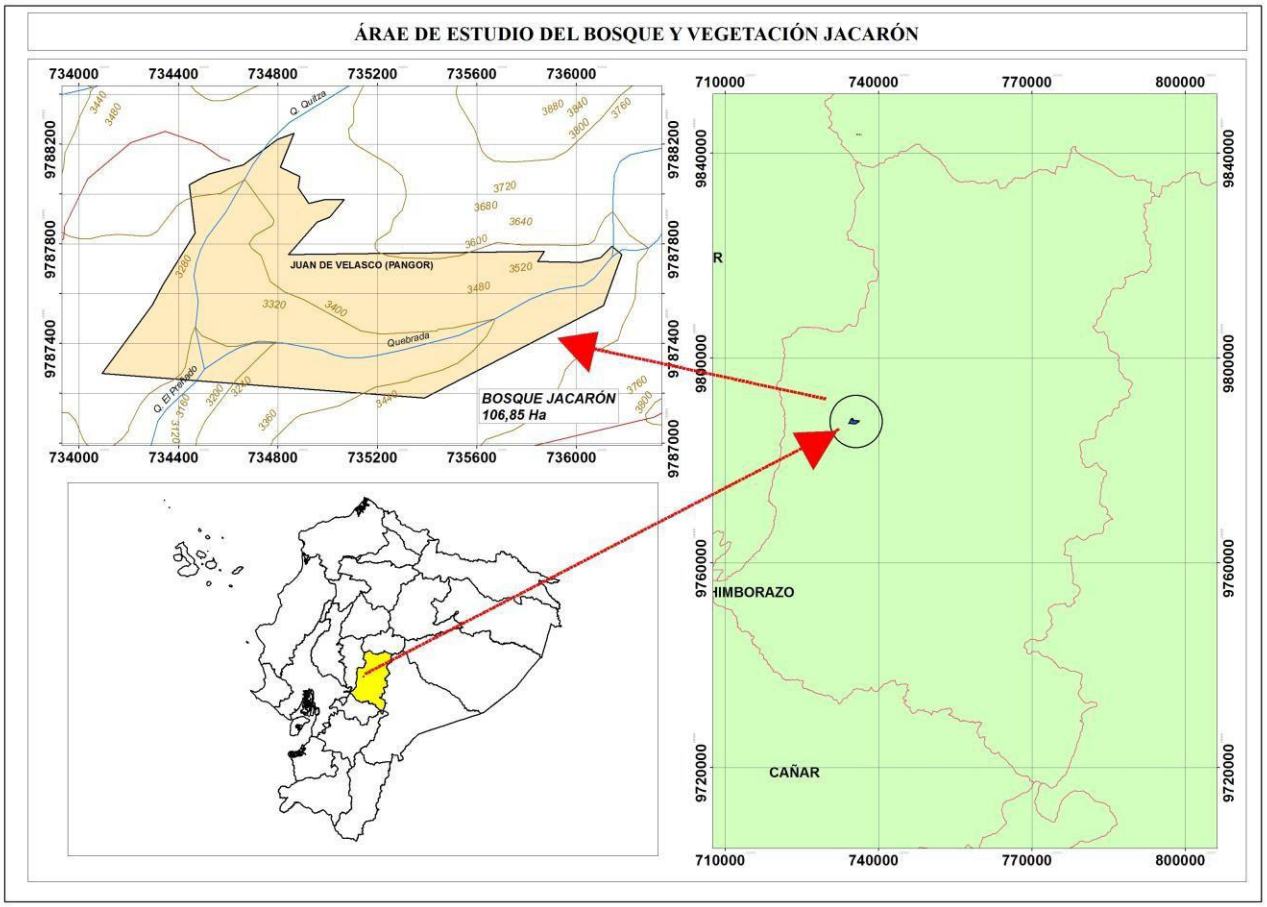


Figura 8: **Ubicación y Localización del área de estudio.** *Fuente: Burbano-Salas, 2017.*

4.3.1.3. Caracterización Social

a. Servicios de infraestructura física y social:

La Carretera Panamericana Sur, Ruta 487, vía Riobamba Pallatanga, hasta la comunidad Hierba Buena. El terreno cuenta con una carretera provisional de tierra, que lo conecta con la Asociación de Productores San Antonio de Pollongo donde se encuentra el predio o bosque Jacarón. En el predio Jacarón no existen instalaciones de agua potable, electricidad, teléfono y servicios higiénicos.

b. Presencia de actividades institucionales:

Ministerio del Ambiente, Dirección Provincial del Ambiente de Chimborazo (MAE-CH), UNACH, Asociación de Productores San Antonio de Pollongo.

4.3.1.4. Caracterización Físico Ambiental

Clima: Ecuatorial de alta montaña

Altura: Máxima: 3800 m.s.n.m.; Mínima: 3160 m.s.n.m.

Precipitación: Media anual mm/año: 1250-1500; Período seco (meses): julio, agosto, septiembre; Período lluvioso (meses): febrero, marzo, abril.

Temperatura: Media anual: 10 °C**;** Mínima: 5°C**;** Máxima: 15 °C

Geología: Los suelos tienen una formación de Piñón de la Sierra, con una litología de Lavas basálticas, tobas y brechas, encontrándose desde el periodo Cretáceo.

Geomorfología: En el bosque y vegetación Jacarón existe vertientes irregulares con relieve montañoso y colinas medianas

Suelos: Suelos negros, profundos, francos, derivados de materiales piro clásticos, con menos de 30% de arcilla en el primer metro. Suelo negro profundo, limoso, con arena muy fina, de 0 hasta 50 cm de espesor. En la profundidad de 50 cm de espesor. Textura, franco arcilloso. La tierra está compuesta de partículas de arcilla de origen volcánico que tienen láminas superpuestas.

Pendiente: Pendiente es montañoso del >70%.

pH: 6.1-6.5 ligeramente ácido.

Uso actual del suelo: Zona de Bosque siempreverde montano alto de Cordillera Occidental de los Andes y Bosque siempreverde de páramo (MAE, 2013; MAE-CHIMBORAZO, 2017). Las 106 ha del bosque y vegetación Jacarón contempla dos tipos de uso y cobertura vegetal que comprende de Bosque siempreverde montano alto de Cordillera Occidental de los Andes y Bosque siempreverde de páramo representando el 100%.

Cuadro 8: **Zonas de vida:** Sector Páramo: Bosque siempreverde montano alto (BsAn03) y Bosque siempreverde del páramo. (BsSn01)

Clasificación	**Formación vegetal / ecosistema**
Valencia et al, 1999	Bosque siempreverde montano alto, sector norte y centro de la cordillera occidental, subregión norte y centro.
Josse et al. 2003	CES409.105 Bosques altimontanos norte-andinos siempreverdes

Clasificación	**Formación vegetal / ecosistema**
Valencia et al, 1999	Incluido en Bosque siempreverde montano alto, sector norte y centro de la cordillera oriental, subregión norte y centro
Josse et al. 2003	CES409.104 Bosques altimontanos norte-andinos de Polylepis

Fuente: **Burbano-Salas, 2017.**

4.3.1.5. Clasificadores diagnósticos para mapeo de ecosistemas

Fisonomía: bosque.

Bioclima: pluvial a pluviestacional.

Ombrotipo (Io): húmedo a hiperhúmedo.

Termotipo (It): supratropical a orotropical

Variación altitudinal: 3200 hasta 3900-4100 m (N) 2900-3300 m (S).

Relieve general: De montaña.

Macrorelieve: Cordillera.

Mesorelieve: Relieve montañoso.

Inundabilidad general: Régimen de inundación: no inundable.

Biogeografía: región Andes.

Distritos: Noroccidental, Nororiental, Suroriental Fenología: siempreverde.

Descripción: Son bosques siempreverdes, con alturas entre 5 a 7 metros (Jorgensen & Ulloa, 1994), que por efectos de las condiciones climáticas crecen de forma torcida y ramificada, confiriéndoles un aspecto muy particular. Este tipo de ecosistema ocurre en formas de parches aislados embebidos en una matriz de vegetación montana alta superior herbácea o arbustiva (Acosta Solís, 1984; Beltrán, y otros, 2009). Estos parches tienden a ocurrir en sitios menos expuestos al viento y la desecación como laderas abruptas o fondo de los valles glaciares (Luteyn, y otros, 1999). Debido a la alta humedad, los troncos de estos árboles están generalmente cubiertos por muchas especies de briofitas, líquenes, otras epífitas y hemiepífitas. Estos bosques forman dos estratos diferenciados. El estrato arbóreo no es muy diverso, debido a limitaciones fisiológicas que impiden el crecimiento leñoso (Cáceres & Rada, 2011). El dosel está generalmente compuesto por especies del género Polylepis junto con Gynoxys spp. y Buddleja spp., aunque la dominancia de estos boques varía mucho, llegando a formar unidades monotípicas de Polylepis o Gynoxys (Hofstede, Lips, & Jongsma, 1998). De acuerdo a (Jorgensen & Ulloa, 1994) las especies arbóreas características para estos bosques, ocurren en densidades bajas. El estrato arbustivo-herbáceo es denso y está compuesto por distintas especies. El piso al igual que los troncos del estrato arbóreo suelen estar cubiertos por briofitas. Vegetación reducida en muchos casos a remanentes por acción antrópica por efecto del fuego y extracción de madera.

Estado de conservación: estos bosques son uno de los ecosistemas montanos neotropicales más amenazados (Kessler, 2006). Su deterioro ha ocurrido desde hace cientos de años debió a cambios en el uso de la tierra (Keating 2008). En particular, la conversión de uso para agricultura, leña, pastoreo y quemas han reducido considerablemente su distribución actual. El ocurrir en parches aislados confiere un elemento adicional de vulnerabilidad a los posibles efectos de extinciones locales a este ecosistema.

4.3.1.6. Variables Ecológicas

Cuadro 9: **Variables Ecológicas del Bosque Jacarón.**

VARIABLE	UNIDAD	RANGO	FUENTE
ISOTERMAS	7° - 10°	°C	S/F
ISOYETAS	1250-1500	Mm	S/F
PENDIENTE	>70	MONTAÑOSO	S/F
CLIMA		ECUATORIAL DE ALTA MONTAÑA	S/F
VULNERABILIDAD		ZONA NO VULNERABLE 2%, ZONA DE RIESGO 5%, ZONA LEVEMENTE VULNERABLE 93%	S/F
TAXONOMÍA DE SUELO	DYSTRANDEPTS-CRYANDEPTS	DERIVADOS DE MATERIALES PIROCLÁSTICOS	S/F
pH	6.1 - 6.5	LIGERAMENTE ÁCIDO	ERA 2012
MO	3-5	MEDIO	ERA 2012
NITRÓGENO	30-60 ppm	MEDIO	ERA 2012
FÓSFORO	>20 ppm	ALTO	ERA 2012
POTASIO	0.2-0.38 meq_K	MEDIO	ERA 2012
HIERRO	20-40 ppm	MEDIO	ERA 2012
AZUFRE	<12 ppm_S	BAJO	ERA 2012
MAGNESIO	>1.5 meq_Mg	ALTO	ERA 2012
CONDUCTIVIDAD ELÉCTRICA	2-3 mmhos	LIGERAMENTE SALINO	ERA 2012
TEXTURA DEL SUELO		FRANCO	ERA 2012
COBRE	1-4 ppm	MEDIO	ERA 2012
CALCIO	2-5 meq_Ca	MEDIO	ERA 2012
USO DE SUELO	Vn, Bn	VEGETACION NATURAL, BOSQUE NATURAL	2001
EROSIÓN		BAJO-MEDIO, DESLIZAMIENTOS Y DERRUMBES	S/F
ÁREAS DE INUNDACIÓN	0	NULO	S/F
MAPA DE ECOSISTEMA		BOSQUE SIEMPRE VERDE MONTANO ALTO DE LA CORDILLERA OCCIDENTAL DE LOS ANDES	MAE 2013

Fuente: *Unidad Forestal MAE-CHIMBORAZO.2017*

4.3.1.7. Caracterización del medio biótico

Cuadro 10: **Listado del inventario de flora.**

N°	ESPECIE		
	Nombre Común	**Nombre Científico**	**Familia**
1	Arrayan hembra	*Eugenia halli*	Myrtaceae
2	Arrayan macho	*Eugenia myrtelloides*	Myrtaceae
3	Carrón	*Barnadesia arbórea*	Asteraceae
4	Cashca	*Cynanchun stenospira*	Asclepiadaceae
5	Cedrillo	*Ruagea hirsuta*	Meliaceae
6	Colca	*Brachyotum ledifolium*	Melastomataceae
7	Cucharita	*Freziera canescens*	Theaceae
8	Chigmay	*Ilex sp.*	Aquipholiaceae
9	Chumbil	*Myrsine coriácea*	Myrsinaceae
10	Guala	*Miconia crocea*	Melastomataceae
11	Jiguerón	*Aegiphylla ferruginea*	Verbenaceae
12	Jigua babosa	*Ocotea sp*	Lauraceae
13	Jalo o Piñan	*Hesperomeles ferruginea*	Rosaceae
14	Laurel	*Myrica pubescens*	Myricaceae
15	Llungay	*Tristerix longebracteatus*	Chloranthaceae
16	Mucoquero	*Polymnea arbórea*	Asteraceae
17	Palo hueso		
18	Pilche	*Anagallis arvensis*	Meliaceae
19	Pirai	*Tournefortia fuliginosa*	Borraginaceae
20	Pumamaqui Hembra	*Oreopanax avicenniifolius*	Araliaceae
21	Pumamaqui Macho	*Oreopanax ecuadorensis*	Araliaceae
22	Puzzu o Punde	*Tournefortia scabrida*	Borraginaceae
23	Platuquero	*Styloceras lauricifolium*	Buxaceae
24	Quinual	*Polylepis reticulata*	Rosaceae
25	Quishuar	*Buddleja incana*	Buddlejaceae
26	Roble o Guihscas	*Symplococcus sp*	Symplocaceae
27	Romerillo, Sisin	*Podocarpus oleifolius*	Podocarpaceae
28	Sauce	*Clethra fimbriata*	Clethraceae
29	Sacha capulí	*Vallea stipularis*	Elaeocarpaceae
30	Sanguisel		

31	Samal	*Rapanea depends*	Myrsinaceae
32	Tabalbo o Guzman	*Verbesina brachypoda*	Asteraceae
33	Tarqui o Borracho	*Hedyosmun scabrum*	Chloranthaceae
34	Wirawira	*Weinmannia pinnata*	Cunoniaceae

Fuente: *(Burbano, Apugllón, & Burbano-Salas, 2015)*

Cuadro 11: **Listado del inventario de fauna.**

No.	Familia	N. Vulgar	N. Científico
1	Sciuridae	Ardilla	Sciurus vulgaris
2	Cuniculidae	Guantas	Cuniculus paca
3	Dasyproctidae	Guatusa	Dasprocta punctata
4	Colubridae	Culebra	Serpentes
5	Dasypodidae	Armadillo	Dasypus novemcinctus
6	Didelphidae	Raposa	Didelphimorphia
7	Mustelidae	Chucuri o comadreja	Mustela frenata
9	Falconidae	Guarro	Caracara plancus
10	Leporidae	Conejo de paramo	Silvilagus brasiliensis
11	Canidae	Lobo de paramo	Licalopex culpaeus
12	Cerviadea	Venado de cola blanca	Odocoileus virginianus
13	Falconidae	Curiquingue	Phalcoboenus carunculatus

Fuente: *Unidad Forestal MAE-CHIMBORAZO (2017)*

a. Cartografía

c1. Mapa temático

(ver Figura 9)

c2. Fotografía Satelital

(Ver Figura 10)

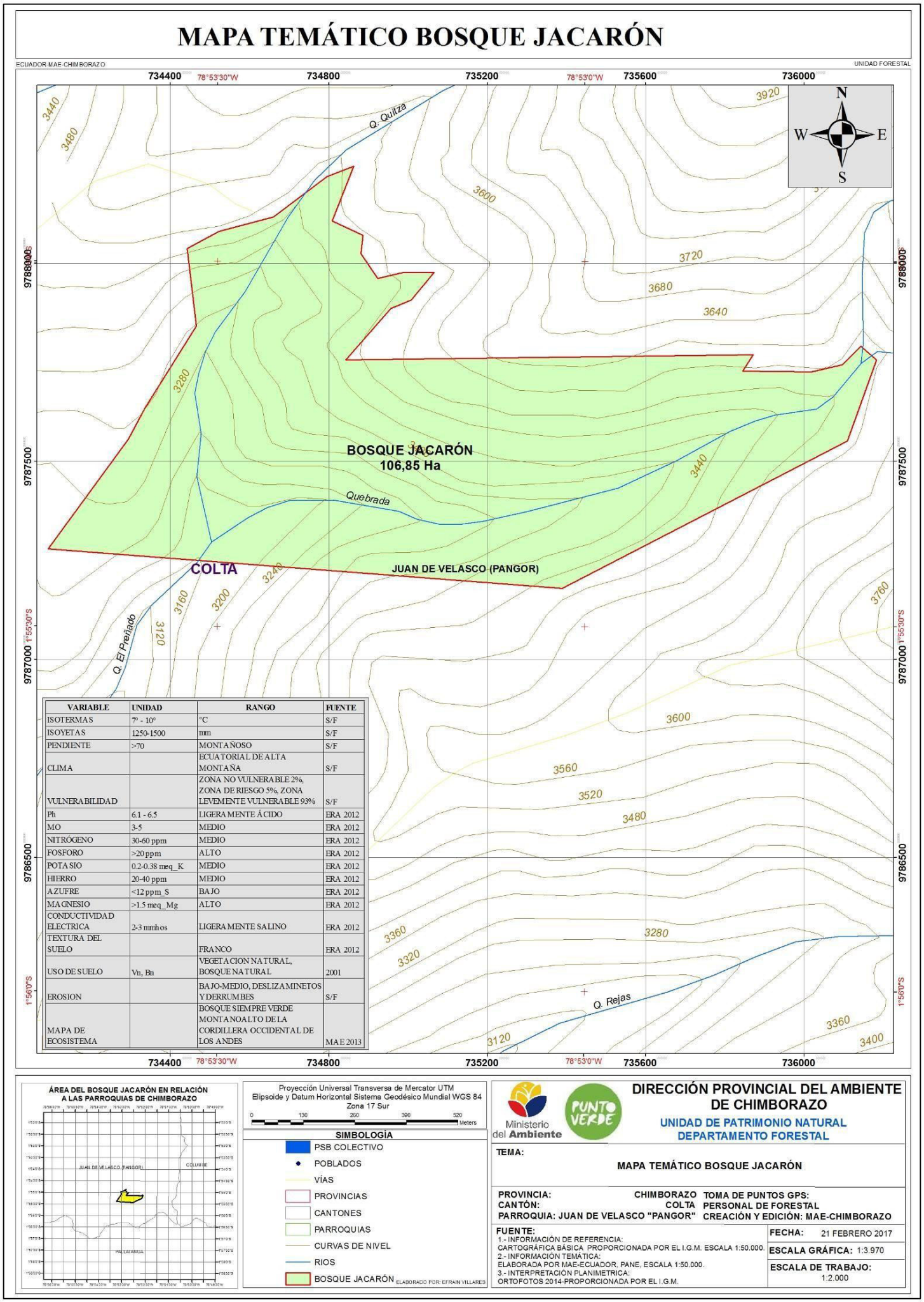
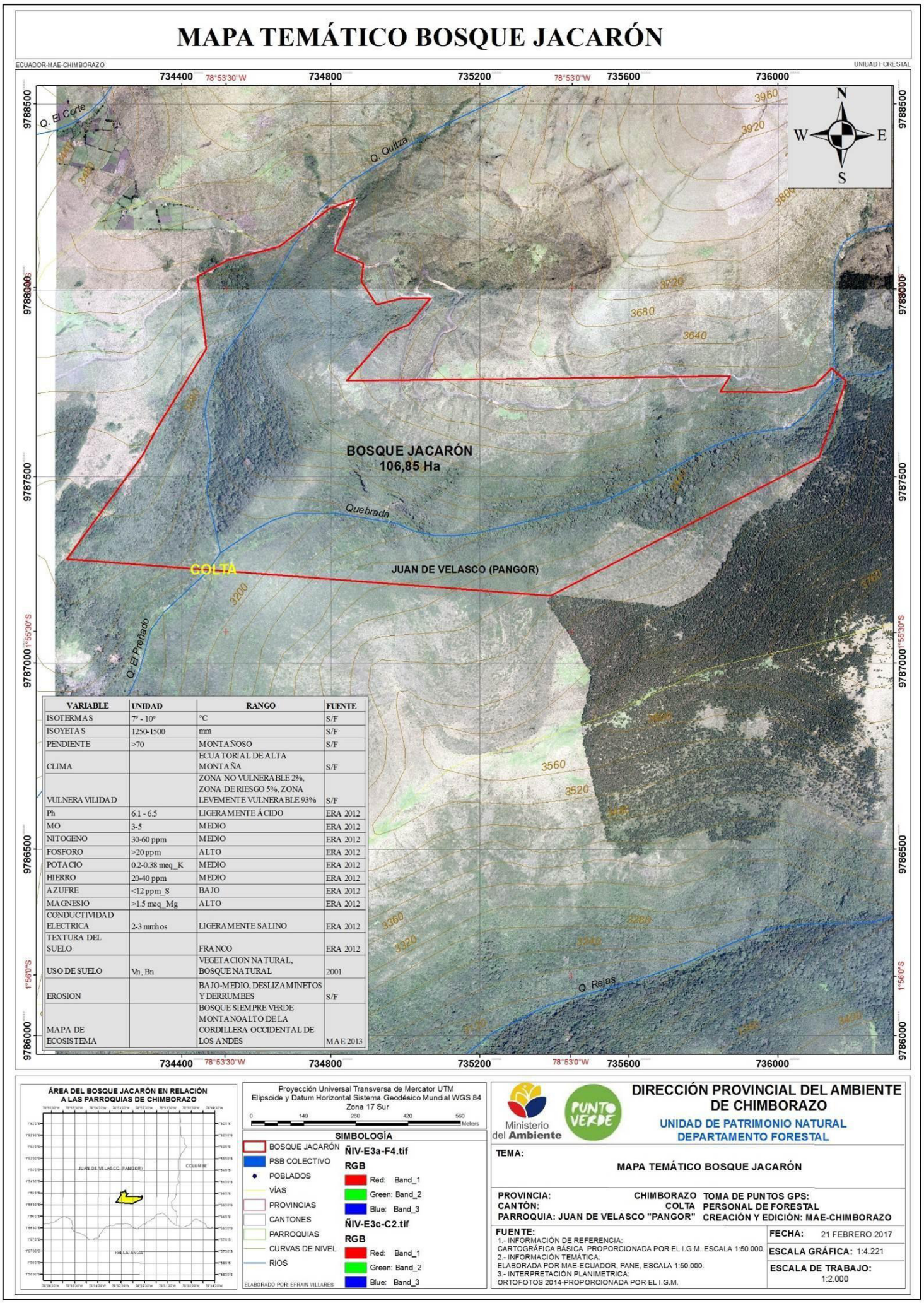


Figura 9: **Mapa ecológico del Bosque de Jacarón.** *Fuente: Burbano-Salas, 2017.*



VARIABLE	UNIDAD	RANGO	FUENTE
ISOTERMAS	7° - 10°	°C	S/F
ISOYETAS	1250-1500	mm	S/F
PENDIENTE	>70	MONTAÑOSO	S/F
CLIMA		ECUATORIAL DE ALTA MONTAÑA	S/F
VULNERAVILIDAD		ZONA NO VULNERABLE 2%, ZONA DE RIESGO 5%, ZONA LEVEMENTE VULNERABLE 93%	S/F
Ph	6.1 - 6.5	LIGERAMENTE ÁCIDO	ERA 2012
MO	3-5	MEDIO	ERA 2012
NITOGENO	30-60 ppm	MEDIO	ERA 2012
FOSFORO	>20 ppm	ALTO	ERA 2012
POTACIO	0.2-0.38 meq_K	MEDIO	ERA 2012
HIERRO	20-40 ppm	MEDIO	ERA 2012
AZUFRE	<12 ppm_S	BAJO	ERA 2012
MAGNESIO	>1.5 meq_Mg	ALTO	ERA 2012
CONDUCTIVIDAD ELECTRICA	2-3 mmhos	LIGERAMENTE SALINO	ERA 2012
TEXTURA DEL SUELO		FRANCO	ERA 2012
USO DE SUELO	Vn, Bn	VEGETACION NATURAL, BOSQUE NATURAL	2001
EROSION		BAJO-MEDIO, DESLIZAMINETOS Y DERRUMBES	S/F
MAPA DE ECOSISTEMA		BOSQUE SIEMPRE VERDE MONTANO ALTO DE LA CORDILLERA OCCIDENTAL DE LOS ANDES	MAE 2013

Figura 10: **Fotografía satelital georreferenciada.** *Fuente: Burbano-Salas, 2017.*

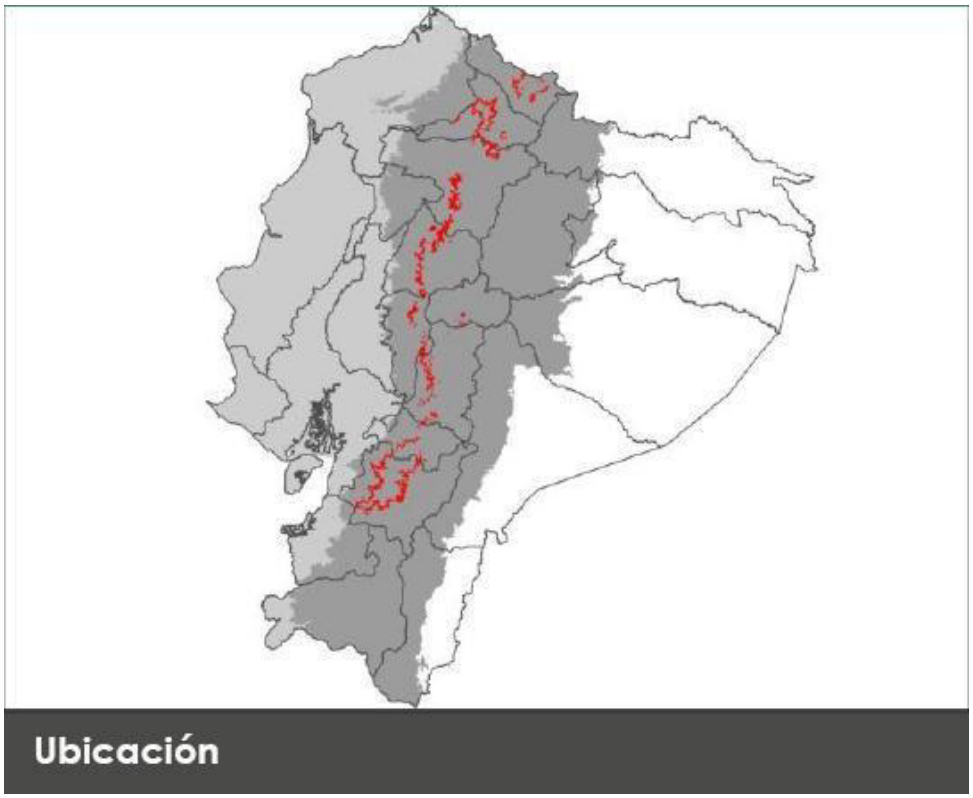
c3. Tabla de coordenadas UTM del predio "Jacarón".

Cuadro 12: Puntos de georreferenciación.

PUNTOS	COORDENADAS X	COORDENDAS Y
0	734862,95	9788244,89
1	734808,43	9788107,28
2	734886,32	9788070,93
3	734881,13	9788024,19
4	734922,67	9787961,87
5	734987,59	9787977,45
6	735065,4796	9787977,45
7	735008,36	9787907,35
8	734956,43	9787886,58
9	734842,18	9787756,75
10	735870,39	9787769,73
11	735844,42	9787728,19
12	736018,39	9787725,59
13	736096,28	9787743,77
14	736143,02	9787790,51
15	736181,96	9787756,75
16	736109,26	9787551,6
17	735388,78	9787179,85
18	734091,80	9787279
19	734294,33	9787556,82
20	734335,8698	9787634,72
21	734465,69	9787842,44
22	734442,33	9788037,17
23	734522,82	9788081,31
24	734660,43	9788117,66
25	734795,45	9788218,92
26	734862,95	9788244,89

Fuente: *MAE-CHIMBORAZO (2017)*

4.3.1.8. Anexos.



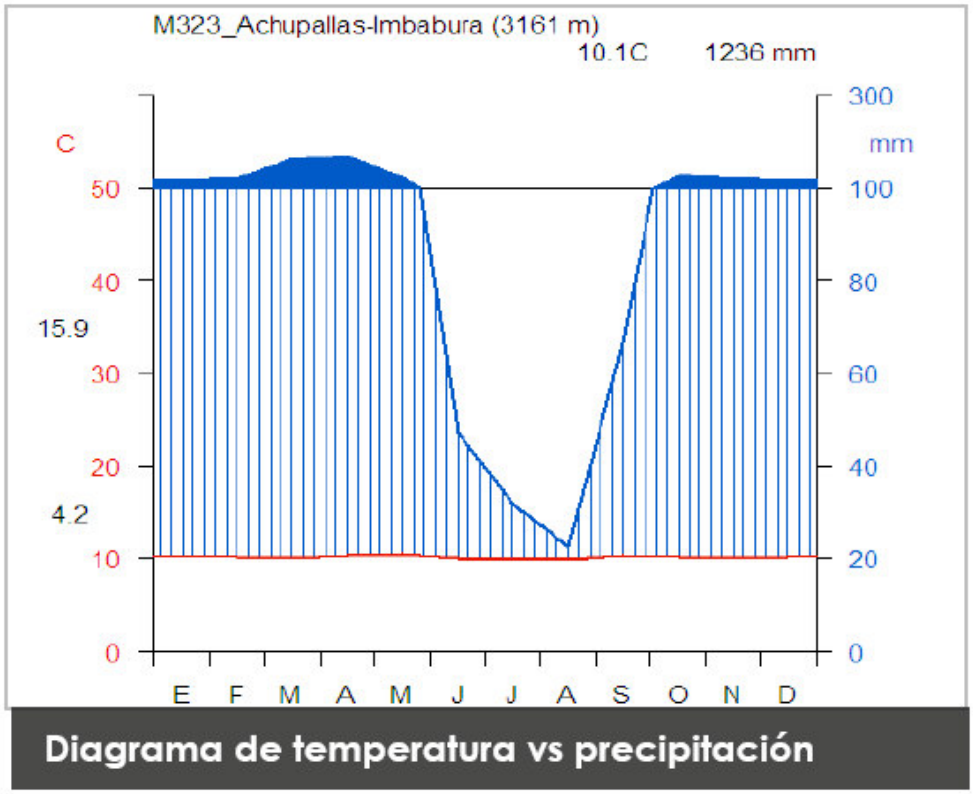


Figura 11: **Ubicación y diagrama ombrotérmico de BsAn03**
FUENTE. (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2013)

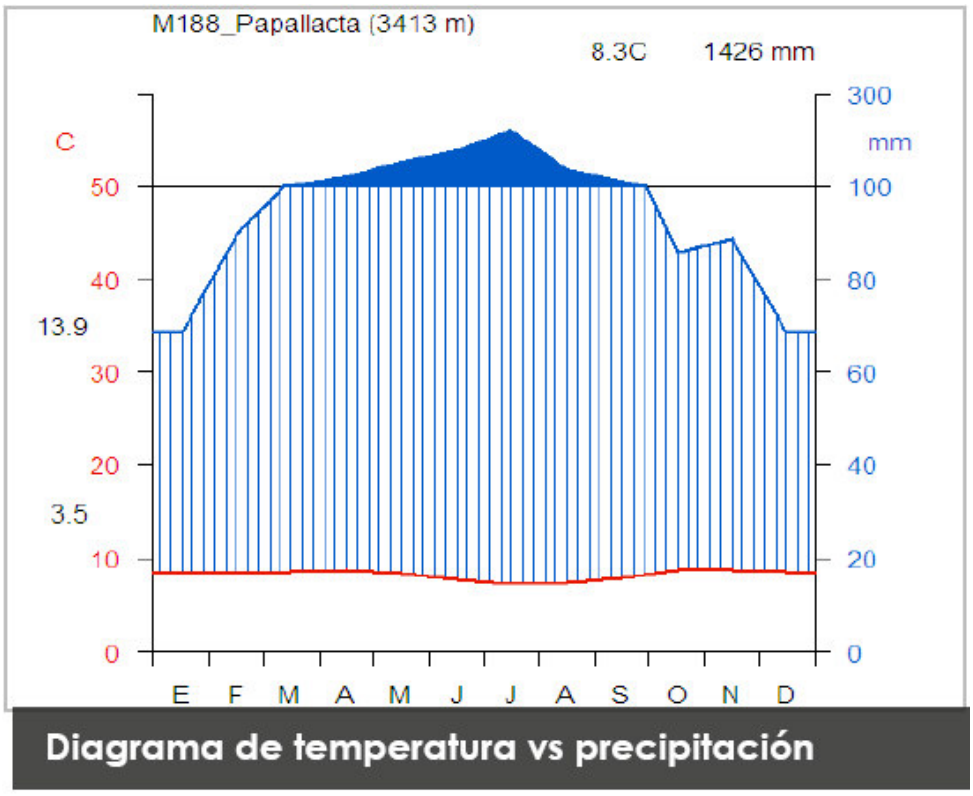


Figura 12: **Ubicación y diagrama ombrotérmico de BsSn01**
FUENTE. (Ministerio del Ambiente del Ecuador, 2013)

4.3.2. Determinación de índices ecológicos como criterio de conservación

La investigación se realizó sobre la base de 12 parcelas o transectos de 1000 m^2 en el Bosque de Jacarón, siendo el área muestral 1,2 ha de un total de 106 ha que conforman el bosque.

En cada una de las parcelas se registró el número de especies, el número de individuos y la cobertura. Luego se calcularon la densidad, cobertura y la frecuencia relativa (DR, CR, fR) para obtener un criterio con respecto al valor de importancia. Con respecto a la diversidad, se obtuvo el índice de riqueza específica de Margalef; índice de diversidad de Menhinick y de Gleason, el índice de dominancia y diversidad de Simpson, el índice de equidad de Shannon, además se han determinado la distribución de individuos por especies. Índices de similitud de comunidades.

La suma de las medidas relativas para la especie i se denomina valor de importancia (VI). El valor de VI puede fluctuar de 0 a 3.00 (o 300%), al dividir el VI por 3, se obtiene una cifra que fluctúa de 0 a 1.00 (o 100%). Este valor se conoce como el porcentaje de importancia. El valor de importancia, o el porcentaje de importancia, provee un estimado global de la importancia de una especie forestal en una comunidad determinada.

Como paso previo a los cálculos realizados se ha considerado también la vegetación existente como expresión de la influencia de los factores ecológicos. Se supone que la zona estudiada tiene una extensión superficial reducida, por lo que no se consideran posibles variaciones macro climáticas.

4.3.2.1. Índices de Diversidad.

a. Número de especies e individuos

El método más simple para evaluar la diversidad de especies es el número de especies (s), llamado *riqueza en especies.* Se han indicado distintos índices que incorporan s y número total de individuos de todas las especies (N):

Índice de Margalef: $D_{Mg} = \frac{s-1}{\log N}$

Índice de Gleason: $D_{g} = \frac{s}{\log N}$

Índice de Menhinick: $D_{Mh} = \frac{s}{\sqrt{N}}$

Cuadro 13: **Índices de diversidad de especies entre pisos altitudinales.**

COMUNIDAD	*S*	*N*	D_{Mg}	D_g	D_{Mh}
PISO A	24	358	9,006	9,397	1,268
PISO B	28	341	10,660	11,055	1,516
PISO C	27	421	9,907	10,289	1,316

Fuente: *Burbano-Salas, 2017.*

Para el índice de Margaleff (D_{Mg}) y de Gleason (D_g) los valores inferiores a 2 son zonas de baja diversidad y los valores superiores a 5 son indicativos de

alta biodiversidad (Margalef, 1995). Para el índice de Menhinick (D_{Mn}) valores superiores a 1 verifica que la riqueza dentro de la muestra analizada es alta. La diversidad es alta en todos los pisos altitudinales, destacándose el piso intermedio.

b. Índice de Simpson

Este autor no considera sólo el número de especies (s) y el número total de individuos (N), sino también la distribución de individuos entre especies:

$$D_s = 1 - \frac{\sum n_i (n_i - 1)}{N (N-1)}$$

Cuando el muestreo no ha sido realizado aleatoriamente, o tenemos datos de la comunidad entera el índice de Simpson es más exacto con la siguiente forma:

$$\Delta_s = 1 - \frac{\sum n_i^2}{N^2}$$

Cuadro 14: **Índice de dominancia de Simpson entre pisos altitudinales.**

	Ds
PISO A	0,935
PISO B	0,931
PISO C	0,880

Fuente: *Burbano-Salas, 2017.*

En el índice de dominancia de Simpson valores cercanos a 1 explican la dominancia de una especie sobre las demás. El valor de la dominancia es inverso a la equidad. En todos los casos se determina dominancia de una o más especies.

c. Índices de información

Índice de diversidad de Shanon: $H' = -\sum p_i \log p_i$

Donde $p_i = \frac{n_i}{N}$

d. Distribución de individuos por especies

Todos los índices vistos con anterioridad, a excepción del grupo Margalef (Margalef, 1969), Gleason, Menhinick tienen en consideración conjuntamente la riqueza en especies y la distribución de individuos entre especies. En ocasiones, medir separadamente ambos componentes es conveniente:

- La riqueza en especies se puede expresar por el número de especies.

- La regularidad en la distribución se puede expresar con relación a la agregación de especies que proporciona la máxima diversidad para un N y s determinados. La mayor diversidad si tenemos N individuos y s especies se da cuando los N individuos están homogéneamente distribuidos, esto es cuando cada n_i=N/s.

Así, los mayores valores posibles de los índices estudiados serán:

$$D_{smax} = \left(\frac{s-1}{s}\right)\left(\frac{N}{N-1}\right)$$

$$\Delta_{max} = 1 - \frac{1}{s}$$

$$H'_{max} = \log s$$

La regularidad de la distribución de los N individuos en las s especies se puede expresar entonces como la relación de la diversidad según los datos observados y el índice de máxima diversidad: (Moreno, 2001)

$$E_D = \frac{D_s}{D_{smax}}$$

$$E_\Delta = \frac{\Delta_s}{\Delta_{max}}$$

$$J = \frac{H'}{H_{max}}$$

Cuadro 15: **Índices de información entre pisos altitudinales.**

COMUNIDAD	***S***	***N***	**D_s**	**D_{smax}**	**Δs**	**Δ_{max}**	**H'**	**H'_{max}**	***E_D***	***E_Δ***	***J***
PISO A	24	358	0,935	0,961	0,932	0,958	1,238	1,380	0,972	0,972	0,897
PISO B	28	341	0,931	0,967	0,929	0,964	1,289	1,447	0,963	0,963	0,891
PISO C	27	421	0,880	0,965	0,917	0,963	1,220	1,431	0,911	0,952	0,853

Fuente: *Burbano-Salas, 2017.*

El índice de Shannon-Wiener H adquiere valores entre 0 cuando hay una sola especie y el logaritmo neperiano de S cuando todas las especies están representadas por el mismo número de individuos (Moreno, 2001). El índice de equidad de Pielou J posee valores que pueden variar de 0 a 1 siendo cercanos a 1 los que corresponden a situaciones donde todas las especies son igualmente abundantes. Se determina en todos los casos tendencia a alta abundancia.

4.3.2.2. Índices y Expresiones de Similitud entre Comunidades.

a. Índices de similitud de comunidades

Coeficientes de comunidad

Uno de los más conocidos es el *coeficiente de Jaccard*: $CC_j = \frac{c}{s_1 + s_2 - c}$

Donde s_1 y s_2 son el número de especies en las comunidades 1 y 2 y c el número de especies comunes a las dos comunidades.

También es usado el *coeficiente de Sorensen:* $CC_s = \frac{2c}{s_1 + s_2}$

Estos índices varían entre 0 (ninguna especie común) indicativo de bosques secundarios mixtos y 1 (todas las especies comunes) evidencia de bosques en estado puro.

Cuadro 16: **Similitud Comunidad A-B**

Comunidad	s_i	C	CC_j	CC_S
PISO A	24	18	0,529	0,692
PISO B	28			

Fuente: *Burbano-Salas, 2017.*

Cuadro 17: **Similitud Comunidad B-C**

Comunidad	s_i	C	CC_j	CC_S
PISO B	28	18	0,486	0,655
PISO C	27			

Fuente: *Burbano-Salas, 2017.*

Cuadro 18: **Similitud Comunidad A-C**

Comunidad	s_i	C	CC_j	CC_S
PISO A	24	18	0,545	0,706
PISO C	27			

Fuente: *Burbano-Salas, 2017.*

Comparando entre pares de pisos altitudinales resultan valores del *coeficiente de Jaccard* cercanos a 0,5 y valores del *coeficiente de Sorensen* aproximadamente 0,7 lo que determina evidencia de existencia de bosques puros con baja mezcla entre especies.

Similitud proporcional

La abundancia de cada especie en cada comunidad se puede tabular como porcentaje:

El porcentaje de similitud se define como:

$$PS = \sum(menor\ \%\ para\ cada\ especie)$$

Cuadro 19: **Similitud Proporcional entre Comunidades**

			PISO A		PISO B		PISO C	
N°	**Nombre común**	**Nombre científico**	**N**	**X_i %**	**n**	**Y_i %**	**N**	**Z_i %**
1	Arrayan H.	*Eugenia halli*	38	**10,61**	7	**2,05**	23	**5,46**
2	Arrayan M.	*Eugenia myrtelloides*	2	**0,56**	17	**4,99**	0	**0,00**
3	Carrón	*barnadecia arbórea*	0	**0,00**	0	**0,00**	10	**2,38**
4	Cashca	*Cynanchun stenospira*	8	**2,23**	2	**0,59**	2	**0,48**
5	Cedrillo	*Ruagea hirsuta*	2	**0,56**	4	**1,17**	3	**0,71**
6	Colca	*Brachyotum ledifolium*	5	**1,40**	5	**1,47**	0	**0,00**
7	Cuharita	*Freziera canescens*	2	**0,56**	4	**1,17**	4	**0,95**
8	Chigmay	*Ilex sp.*	34	**9,50**	6	**1,76**	3	**0,71**
9	Chumbil	*Myrsine coriácea*	0	**0,00**	24	**7,04**	31	**7,36**
10	Guala	*Miconia crocea*	25	**6,98**	8	**2,35**	6	**1,43**
11	Jiguerón	*Aegiphylla ferruginea*	11	**3,07**	3	**0,88**	16	**3,80**
12	Jigua babosa	*Ocotea sp*	0	**0,00**	7	**2,05**	3	**0,71**
13	Jalo	*Hesperomeles ferrugine*	0	**0,00**	9	**2,64**	2	**0,48**
14	Laurel	*Myrica pubescens*	0	**0,00**	14	**4,11**	0	**0,00**
15	Llungay	*Tristerix longebracteatus*	3	**0,84**	7	**2,05**	0	**0,00**
16	Mucoquero	*Polymnea arbórea*	11	**3,07**	7	**2,05**	14	**3,33**
17	Palo hueso		0	**0,00**	0	**0,00**	6	**1,43**
18	Pilche	*Anagallis arvensis*	5	**1,40**	6	**1,76**	11	**2,61**
19	Piray	*Tournefortia fuliginosa*	21	**5,87**	8	**2,35**	9	**2,14**
20	Platuquero	*Styloceras lauricifolium*	24	**6,70**	7	**2,05**	15	**3,56**
21	Pumamaqui H	*Oreopanax avicenniifolius*	35	**9,78**	33	**9,68**	32	**7,60**
22	Pumamaqui M	*Oreopanax ecuadorensis*	0	**0,00**	0	**0,00**	4	**0,95**
23	Puzzu	*Tournefortia scabrida*	13	**3,63**	6	**1,76**	3	**0,71**
24	Quinual	*Polylepis reticulata*	0	**0,00**	48	**14,08**	62	**14,73**
25	Quishuar	*Buddleja incana*	32	**8,94**	12	**3,52**	9	**2,14**
26	Roble	*Symplococcus sp*	24	**6,70**	14	**4,11**	15	**3,56**

27	Romerillo	*Podocarpus oleifolius*	20	**5,59**	16	**4,69**	52	**12,35**
28	Samal	*Rapanea depends*	0	**0,00**	0	**0,00**	6	**1,43**
29	Sauce	*Clethra fimbriata*	6	**1,68**	4	**1,17**	8	**1,90**
30	Sanguisel		4	**1,12**	7	**2,05**	0	**0,00**
31	Sacha Capulí	*Vallea stipularis*	3	**0,84**	6	**1,76**	0	**0,00**
32	Tarqui	*Hedyosmum scabrum*	25	**6,98**	50	**14,66**	64	**15,20**
33	Tabalbo	*Verbesina brachypoda*	5	**1,40**	0	**0,00**	0	**0,00**
34	Wirawira	*Weinmannia pinnata*	0	**0,00**	0	**0,00**	8	**1,90**

Fuente: *Burbano-Salas, 2017.*

El porcentaje de similitud se define como:

$$PS = \sum(menor\ \%\ para\ cada\ especie)$$

En este caso: **PS = 41,16 %**

4.3.2.3. Valor de Importancia.

Densidad (D): Es el número de individuos por unidad de superficie: $D_i = \frac{n_i}{A}$

Donde D_i es la densidad de la especie i, n_i es el número total de individuos de la especie i, y A es la superficie total muestreada preferiblemente en metros cuadrados.

Densidad relativa (DR): $\frac{n_i}{\sum n}$

Donde n_i es el número de individuos de la especie i y $\sum n$ es el número total de total de individuos de todas las especies.

Frecuencia (f): $f_i = \frac{j_i}{k}$

Donde f_i es la frecuencia de la especie i, j_i el número de parcelas donde aparece la especie y k el número total de parcelas o transectos.

Frecuencia relativa (fR): $fR_i = \frac{f_i}{\sum f}$

Cobertura (C): $C_i = \frac{a_i}{A}$

Donde a_i es la suma de las áreas basales para cada especie y se puede considerar directamente como el DNP (diámetro a nivel del pecho)

Cobertura relativa (CR): $RC_i = \frac{C_i}{\sum C}$

La suma de las tres medidas relativas para la especie i es el llamado valor de importancia (IV_i):

$$IV_i = DR_i + fR_i + CR_i$$

Es un valor que oscila entre 0 y 300. Dividiendo por 3 se obtiene un valor, que oscila entre 0 y 100 llamado *porcentaje de importancia.* Proporciona una estimación general de la importancia de una especie dentro de una comunidad.

Cuadro 20: **Índice de valor de importancia (IVI) y porcentaje de importancia de las especies (%IVI) identificadas en el Bosque de Jacarón.**

N°	Nombre común	Nombre científico	Densidad Relativa %	Frecuencia Relativa de las especies %	Cobertura Relativa %	IVI	IVI %
1	**Tarqui**	***Hedyosmum scabrum***	12,41	12,52	9,53	**34,46**	**11,49**
2	**Quishuar**	***Buddleja incana***	4,73	4,77	17,92	**27,42**	**9,142**
3	**Pumamaqui Hembra**	***Oreopanax avicenniifolius***	8,93	9,01	8,29	**26,23**	**8,743**
4	**Romerillo Azuceno**	***Podocarpus oleifolius***	7,86	7,92	9,65	**25,43**	**8,476**
5	**Quinual**	***Polylepis reticulata***	9,82	9,09	2,62	**21,53**	**7,177**
6	Roble	*Symplococcus sp*	4,73	4,77	9,73	**19,23**	**6,411**
7	Arrayan H.	*Eugenia halli*	6,07	4,05	5,72	**15,84**	**5,281**
8	Jiguerón	*Aegiphylla ferruginea*	2,68	2,70	10,07	**15,44**	**5,148**
9	Platuquero	*Styloceras lauricifolium*	4,11	4,14	4,11	**12,36**	**4,119**
10	Chumbil	*Myrsine coriácea*	4,91	4,95	2,08	**11,95**	**3,982**
11	Guala	*Miconia crocea*	3,48	3,51	4,93	**11,93**	**3,976**
12	Arrayan M.	*Eugenia myrtelloides*	1,70	3,78	3,51	**8,99**	**3,00**
13	Piray	*Tournefortia fuliginosa*	3,39	3,42	1,96	**8,77**	**2,924**
14	Chigmay	*Ilex sp.*	3,84	3,87	0,66	**8,37**	**2,79**
15	Mucoquero	*Polymnea arbórea*	2,86	2,88	2,07	**7,81**	**2,60**
16	Puzzu	*Tournefortia scabrida*	1,96	1,98	0,63	**4,57**	**1,523**
17	Pilche	*Anagallis arvensis*	1,96	1,98	0,58	**4,52**	**1,507**
18	Cashca	*Cynanchun stenospira*	1,07	1,08	1,55	**3,71**	**1,235**
19	Sauce	*Clethra fimbriata*	1,61	1,62	0,20	**3,43**	**1,143**
20	Wirawira	*Weinmannia pinnata*	0,71	0,72	1,62	**3,06**	**1,02**

21	Laurel	*Myrica pubescens*	1,25	1,26	0,13	**2,64**	**0,879**
22	Carrón	*barnadecia arbórea*	0,89	0,90	0,53	**2,32**	**0,775**
23	Jalo	*Hesperomeles ferrugine*	0,98	0,98	0,30	**2,27**	**0,756**
24	Sanguisel		0,98	0,98	0,23	**2,19**	**0,731**
25	Colca	*Brachyotum ledifolium*	0,89	0,90	0,28	**2,07**	**0,69**
26	Llungay	*Tristerix longebracteatus*	0,89	0,90	0,13	**1,93**	**0,643**
27	Cuharita	*Freziera canescens*	0,89	0,90	0,09	**1,88**	**0,628**
28	Jigua babosa	*Ocotea sp*	0,89	0,90	0,09	**1,88**	**0,626**
29	Cedrillo	*Ruagea hirsuta*	0,80	0,81	0,19	**1,80**	**0,601**
30	Sacha Capulí	*Vallea stipularis*	0,80	0,81	0,12	**1,73**	**0,578**
31	Samal	*Rapanea depends*	0,54	0,54	0,36	**1,44**	**0,479**
32	Palo hueso		0,54	0,54	0,04	**1,12**	**0,373**
33	Tabalbo	*Verbesina brachypoda*	0,45	0,46	0,06	**0,96**	**0,321**
34	Pumamaqui M	*Oreopanax ecuadorensis*	0,36	0,36	0,00	**0,72**	**0,24**
			100,00	100,00	100,00	300,00	100,00

Fuente: *Burbano-Salas, 2017.*

De las 34 especies identificadas mediante el inventario dendrológico y sometidas al análisis en el Bosque de Jacarón se determina que el dosel es regularmente mixto, ósea donde concluyen mezclas de varias especies mayormente latifoliadas y en menor cantidad coníferas; las especies que obtuvieron los mayores valores se encuentran ordenadas de mayor a menor importancia. El cuadro 20 reporta tanto el índice de valor de importancia resultado de la relación de sus tres factores, como el porcentaje de importancia de cada especie.

4.3.3 Ensayos de germinación para semillas conservadas y análisis comparativo para sistemas tratamientos aplicados.

Para realizar los ensayos de germinación, se hicieron pruebas con semillas tomadas al azar sometidas a condiciones favorables. La prueba de germinación se realizó en envases adecuados dependiendo de la especie. El número de semillas depende del tamaño de las mismas y se realizó comparaciones entre un sistema de conservación con refrigeración (SCR) y un sistema de conservación a temperatura ambiente (SCA).

Los cuadros presentan los resultados de las pruebas realizadas en seis semestres (3 años) consecutivos determinando de forma cuantitativa el numero de total de semillas germinadas con respecto al lote total, así como el máximo crecimiento acumulado de semillas antes del decaimiento o germinación marginal y su relación en tiempo denominado periodo de energía, para los dos tratamientos de almacenamiento: SCR (-2° a 4°C) y a SCA (15°C a 20°C). Como material experimental se utilizaron semillas de las especies: ***Hedyosmum scabrum, Buddleja incana, Oreopanax avicenniifolius, Podocarpus oleifolius*** y ***Polylepis reticulata****;* mismas que fueran priorizadas mediante el uso de índices ecológicos e índices de valor de importancia (IVI).

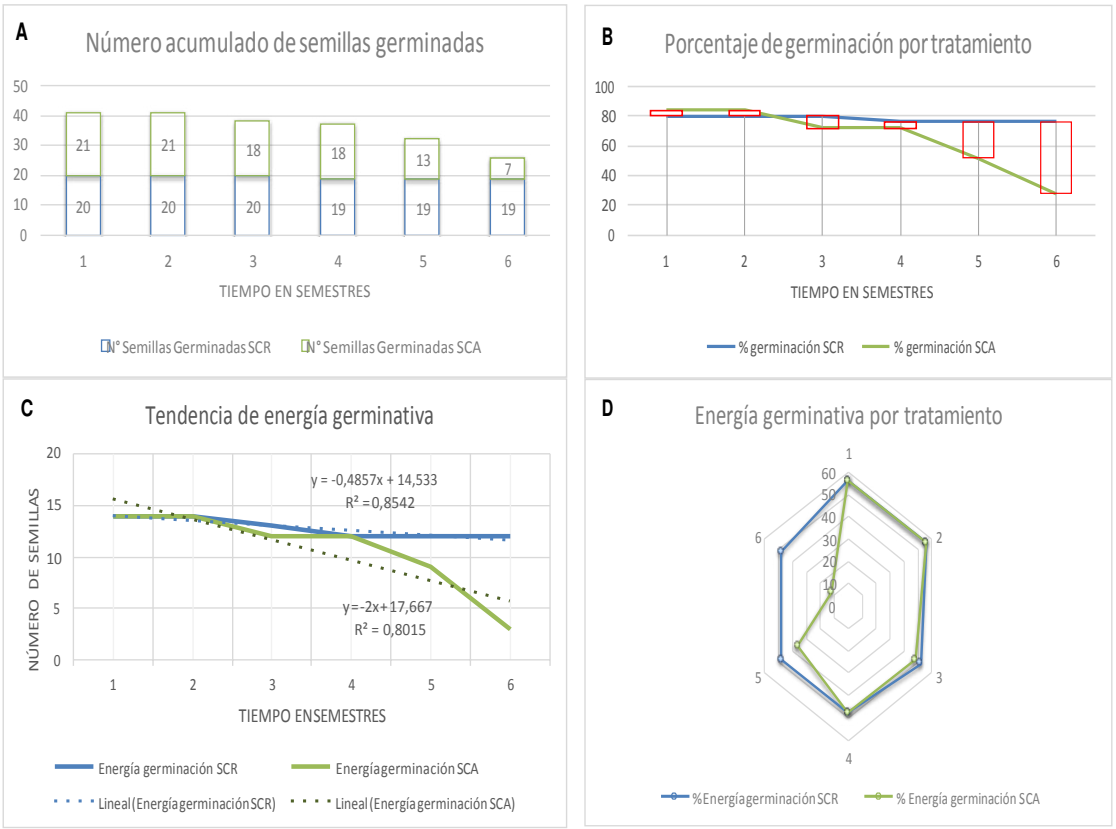
Cuadro 21: **Resultados de pruebas de germinación por tratamientos en función de periodos de tiempo para semillas de Tarqui (*H.scabrum)***

Semestre Fecha	Tratamiento (25 Semillas)	N° Semillas germinadas	% germinación	Energía germinación	% Energía germinación	Periodo de Energía
1 **2014-08-08**	SCR	20	80	14	56	24
	SCA	21	84	14	56	23
2 **2015-01-08**	SCR	20	80	14	56	25
	SCA	21	84	14	56	23
3 **2015-08-08**	SCR	20	80	13	52	26
	SCA	18	72	12	48	23

4	SCR	19	76	12	48	26
2016-01-08	SCA	18	72	12	48	23
5	SCR	19	76	12	48	26
2016-08-08	SCA	13	52	9	36	25
6	SCR	19	76	12	48	26
2017-01-08	SCA	7	28	3	12	28

Fuente: *Burbano-Salas, 2017.*

Pese a que los periodos de energía para los tratamientos SCR son levemente mayores que los tratamientos SCA, salvo en el último semestre, la tasa de germinación decae drásticamente a partir del 5 semestre para las semillas almacenadas a temperatura ambiente (del 84 al 28%), sin embargo, para las semillas refrigeradas se mantienen rangos que van del 76 al 80%, alcanzando la máxima germinación en los dos casos, en tiempos cercanos a un mes.



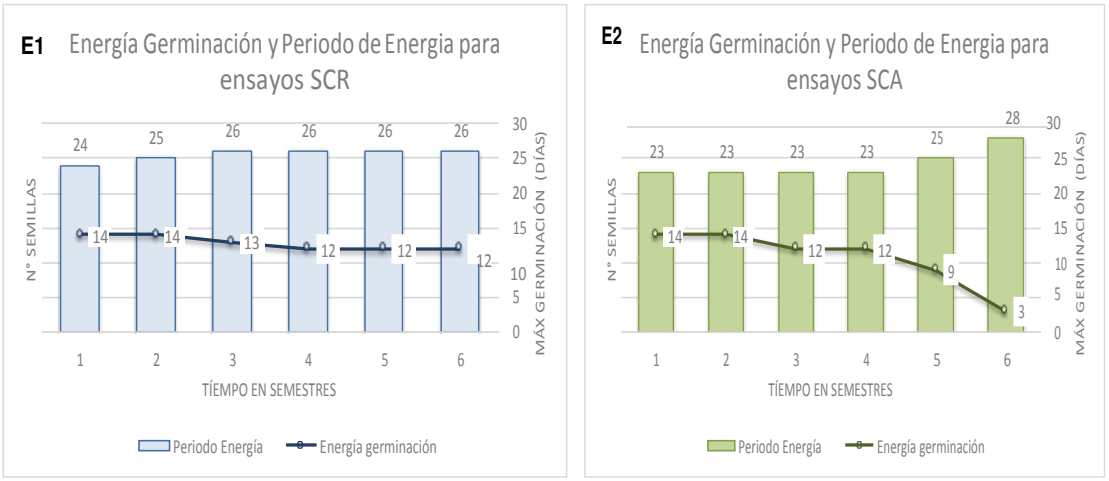


Figura 13: **Multigrama y grafos estadísticos de pruebas de germinación por tratamientos para semillas de *Hedyosmum scabrum.*** *Fuente: Burbano-Salas, 2017.*

A: El material germoplásmico de la especie analizada presenta una alta tasa de germinación promedio. Para SCA hasta el año mantienen un poder germinativo del 84% para luego declinar drásticamente hasta un promedio del 56% en los últimos años; mientras que para SCR existe un comportamiento constante de 80% en los 3 primeros semestres y 76% en los ultimos semestres. **B:** Entre el segundo y tercer semestre cambia la tendencia con respeto al porcentaje de germinación y SCR supera a SCA, la desviación estandar se va incrementando sostenidamente en función directa con el incremento del tiempo de almacenamiento. El porcentaje de germinación presenta una diferencia del 60%, entre tratamientos. **C:** Para SCR la regresión lineal de la energía germinativa reporta pendiente levemente negativa con un corte al eje proyectado a tiempo cero de 14,5 semillas, el coeficiente de correlación lineal es alto; para SCA en forma similar pendiente negativa, un valor de partida de 17,7 semillas con un alto coeficiente de correlación. **D:** El material conservado a bajas temperaturas mantiene la uniformidad del polígono en todos los periodos del tiempo, con leves decrecimientos, no así, las semillas conservadas a temperatura ambiente que presenta una deformidad decreciente pronunciada a partir del quinto periodo. **E:** El periodo germinativo para SCR tiene un valor promedio de 25,5 dias con tendiencia uniforme y para SCA el tiempo promedio para

alcanzar la máxima germinación es de 24,2 días y la tendencia es claramente decreciente.

Cuadro 22: **Resultados de pruebas de germinación por tratamientos en función de periodos de tiempo para semillas de Quishuar (*B. incana)***

Semestre Fecha	Tratamiento (100 Semillas)	N° Semillas germinadas	% germinación	Energía germinación	% Energía germinación	Periodo de energía
1	SCR	89	89	54	54	14
2014-08-08	SCA	93	93	65	65	13
2	SCR	82	82	49	49	14
2015-01-08	SCA	93	93	64	64	13
3	SCR	78	78	42	42	17
2015-08-08	SCA	87	87	53	53	14
4	SCR	79	79	43	43	18
2016-01-08	SCA	76	76	41	41	15
5	SCR	84	84	53	53	18
2016-08-08	SCA	71	71	36	36	16
6	SCR	84	84	54	54	19
2017-01-08	SCA	68	68	31	31	16

Fuente: *Burbano-Salas, 2017.*

Los periodos de energía para los tratamientos SCR son levemente mayores que los tratamientos SCA y la tasa de germinación decae paulatinamente al incrementarse el tiempo de almacenamiento para las semillas conservadas a temperatura ambiente (del 93 al 68%) lo cual se replica en la energía de germinación. Para las semiilas refrigeradas se mantienen en un rango alrededor del 83%, alcanzando la máxima germinación en los dos casos en tiempos de aproximadamente medio mes.

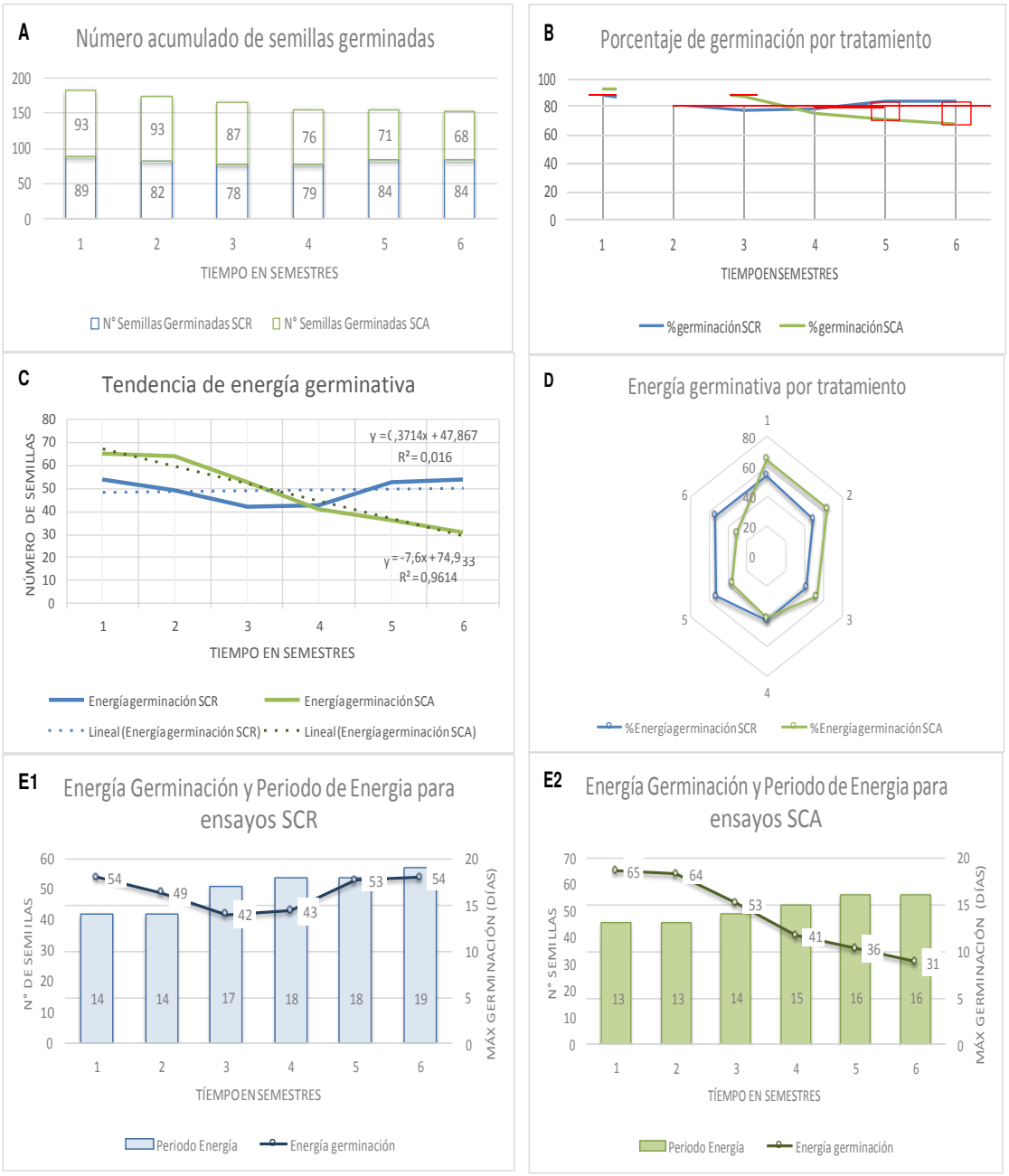


Figura 14: **Multigrama y grafos estadísticos de pruebas de germinación por tratamientos para semillas de *Buddleja incana*.** *Fuente: Burbano-Salas, 2017.*

A: El material germoplásmico de la especie analizada presenta una alta tasa de germinación promedio. Para SCA hasta el año y medio mantienen un poder germinativo del 91% para luego declinar paulatinamente hasta un 71,66%; mientras que para SCR existe un comportamiento constante que fluctúa entre 89% en los 3 primeros semestres, y 82,33% en los últimos semestres. **B:** A partir del cuarto semestre cambia la tendencia con respeto

al porcentaje de germinación y SCR supera a SCA la desviación estándar se va incrementando en función directa con el incremento del tiempo de almacenamiento. El porcentaje de germinación para los dos casos se mantiene sobre el 70%. **C:** Para SCR la regresión lineal de la energía germinativa reporta pendiente positiva con un corte al eje proyectado a tiempo cero de 47,9 semillas, sin embargo el coeficiente de correlación lineal es bajo; para SCA evidente decrecimiento por pendiente negativa un valor de partida de 74,9 semillas con un alto coeficiente de correlación lo que otorga confiabilidad a la ecuación lineal para está tendencia. **D:** El material conservado a bajas temperaturas mantiene la uniformidad del polígono en todos los periodos del tiempo inclusive incrementando su valor desde el quinto periodo, no así, las semillas conservadas a temperatura ambiente que presenta una deformidad decreciente a partir del cuarto periodo. **E:** El periodo germinativo para SCR tiene un valor promedio de 16,6 dias con tendiencia creciente en energía germinativa a partir del 3er. semestre y para SCA aunque con menor tiempo promedio para alcanzar la máxima germinación (14,5 días) la tendencia es claramente decreciente para la energía germinativa.

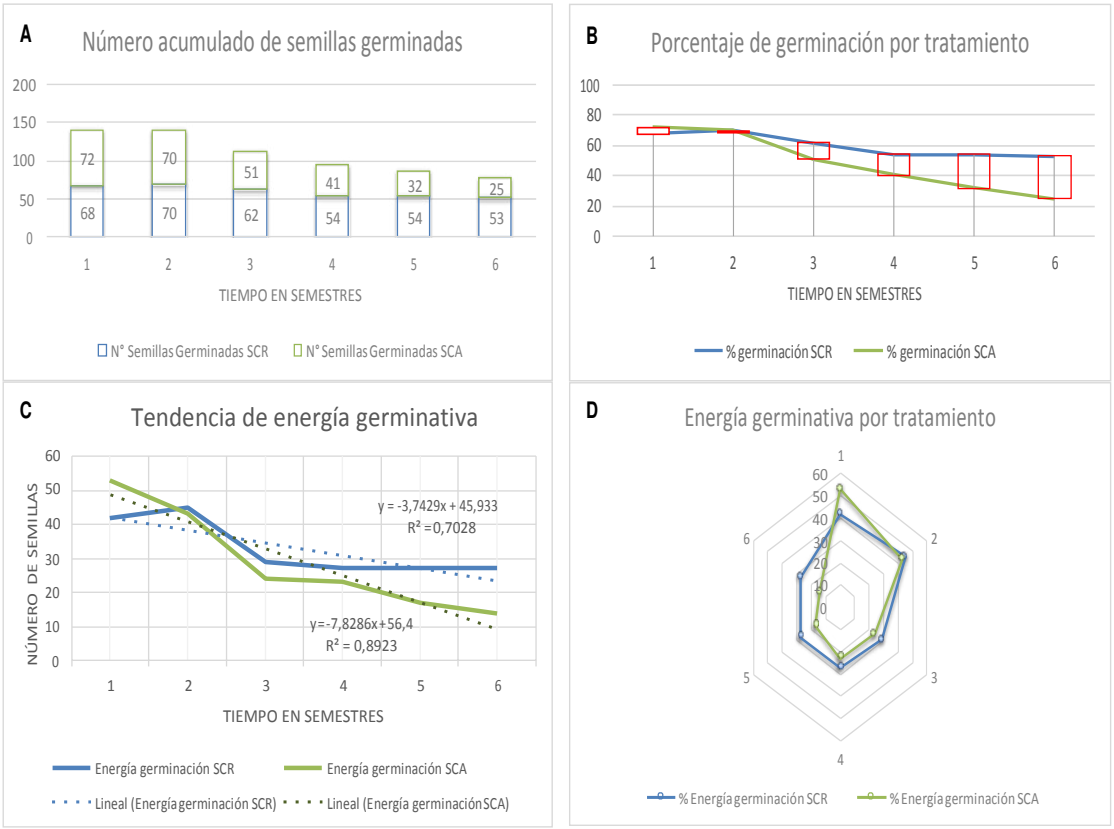
Cuadro 23: **Resultados de pruebas de germinación por tratamientos en función de periodos de tiempo para semillas de Pumamaqui hembra (*O. avicenniifolius)***

Semestre Fecha	Tratamiento (100 Semillas)	N° Semillas germinadas	% germinación	Energía germinación	% Energía germinación	Periodo de energía
1	SCR	68	68	42	42	28
2014-08-08	SCA	72	72	53	53	29
2	SCR	70	70	45	45	28
2015-01-08	SCA	70	70	43	43	30
3	SCR	62	62	29	29	34
2015-08-08	SCA	51	51	24	24	36
4	SCR	54	54	27	27	36
2016-01-08	SCA	41	41	23	23	43

5	SCR	54	54	27	27	36
2016-08-08	SCA	32	32	17	17	45
6	SCR	53	53	27	27	36
2017-01-08	SCA	25	25	14	14	45

Fuente: *Burbano-Salas, 2017.*

Para esta especie se presenta un comportamiento atípico debido a que los periodos de energía para los tratamientos SCR son menores que los tratamientos SCA, en todos los periodos, la tasa de germinación decae en todos los periodos de tiempo, para las semillas almacenadas a temperatura ambiente (del 72 al 25%), en igual forma, para las semiilas refrigeradas de 69% en promedio para los 2 primeros semestres hasta 53% al final del experimento. La máxima germinación se establece entre el mes y mes y medio.



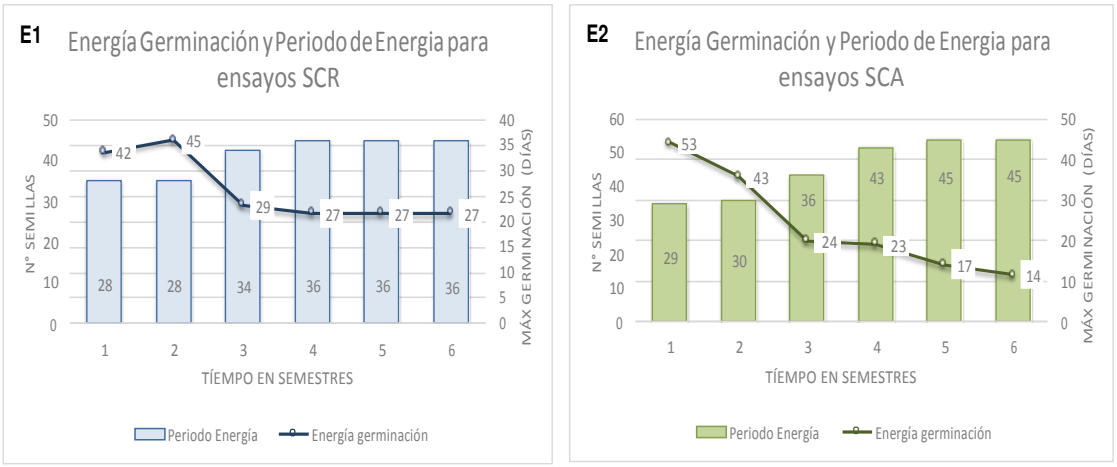


Figura 15: **Multigrama y grafos estadísticos de pruebas de germinación por tratamientos para semillas de *Oreopanax avicenniifolius.*** *Fuente: Burbano-Salas, 2017.*

A: El poder germinativo de la especie analizada no es tan alto. Para SCA, hasta el año mantienen un poder germinativo del 71% para luego declinar drásticamente hasta un promedio del 25% en los dos últimos años; lo mismo ocurre para SCR existe un comportamiento homogéneo de 66,7% en los 3 primeros semestres, descendiendo hasta 53,7% en los 3 últimos semestres. **B:** El segundo semestre cambia la tendencia con respeto al porcentaje de germinación y SCR supera a SCA, la desviación estándar se va incrementando sostenidamente en función directa con el incremento del tiempo de almacenamiento. El porcentaje de germinación para los tratamientos se encuentra entre el 20% y 60%. **C:** Para los dos tratamientos la regresión lineal de la energía germinativa reporta pendiente negativa con un corte al eje proyectado a tiempo cero de 56,4 semillas para SCA y 45,9 semillas para SCR, el coeficiente de correlación lineal es alto para ambos casos (0,70 y 0,89 respectivamente). **D:** El polígono para los dos tratamientos es irregular, mayor decrecimiento para SCA a partir del tercer periodo, con diferencias evidentes entre tratamientos en el 6 semestre. **E:** El periodo germinativo para SCR tiene un valor promedio de 33 dias con tendiencia uniforme de energía germinativa a partir del tercer semestre y para SCA el tiempo promedio para alcanzar la máxima germinación se

incrementa a partir del segundo año situándose en 45 días y la tendencia es claramente decreciente.

Cuadro 24: **Resultados de pruebas de germinación por tratamientos en función de periodos de tiempo para semillas de Romerillo (*P. oleifolius)***

Semestre Fecha	Tratamiento (25 Semillas)	N° Semillas germinadas	% germinación	Energía germinación	% Energía germinación	Periodo energía (días)
1	SCR	21	84	13	52	38
2014-08-08	SCA	20	80	13	52	43
2	SCR	21	84	13	52	38
2015-01-08	SCA	19	76	11	44	43
3	SCR	21	84	12	48	39
2015-08-08	SCA	17	68	9	36	45
4	SCR	21	84	12	48	39
2016-01-08	SCA	15	60	8	32	45
5	SCR	20	80	11	44	41
2016-08-08	SCA	13	52	6	24	48
6	SCR	19	76	10	40	41
2017-01-08	SCA	10	40	4	16	51

Fuente: *Burbano-Salas, 2017.*

Para esta especie se presenta un comportamiento atípico debido a que los periodos de energía para los tratamientos SCR son menores que los tratamientos SCA, en todos los periodos, la tasa de germinación decae en todos los periodos de tiempo, para las semillas almacenadas a temperatura ambiente (del 84 al 40%), en contraste, para las semillas refrigeradas se mantiene un promedio de poder greminativo de 82% en promedio para todos los periodos. La máxima germinación se establece en promedios de 39,3 y 44,8 para los tratamientos al frío y al ambiente respectivamente.

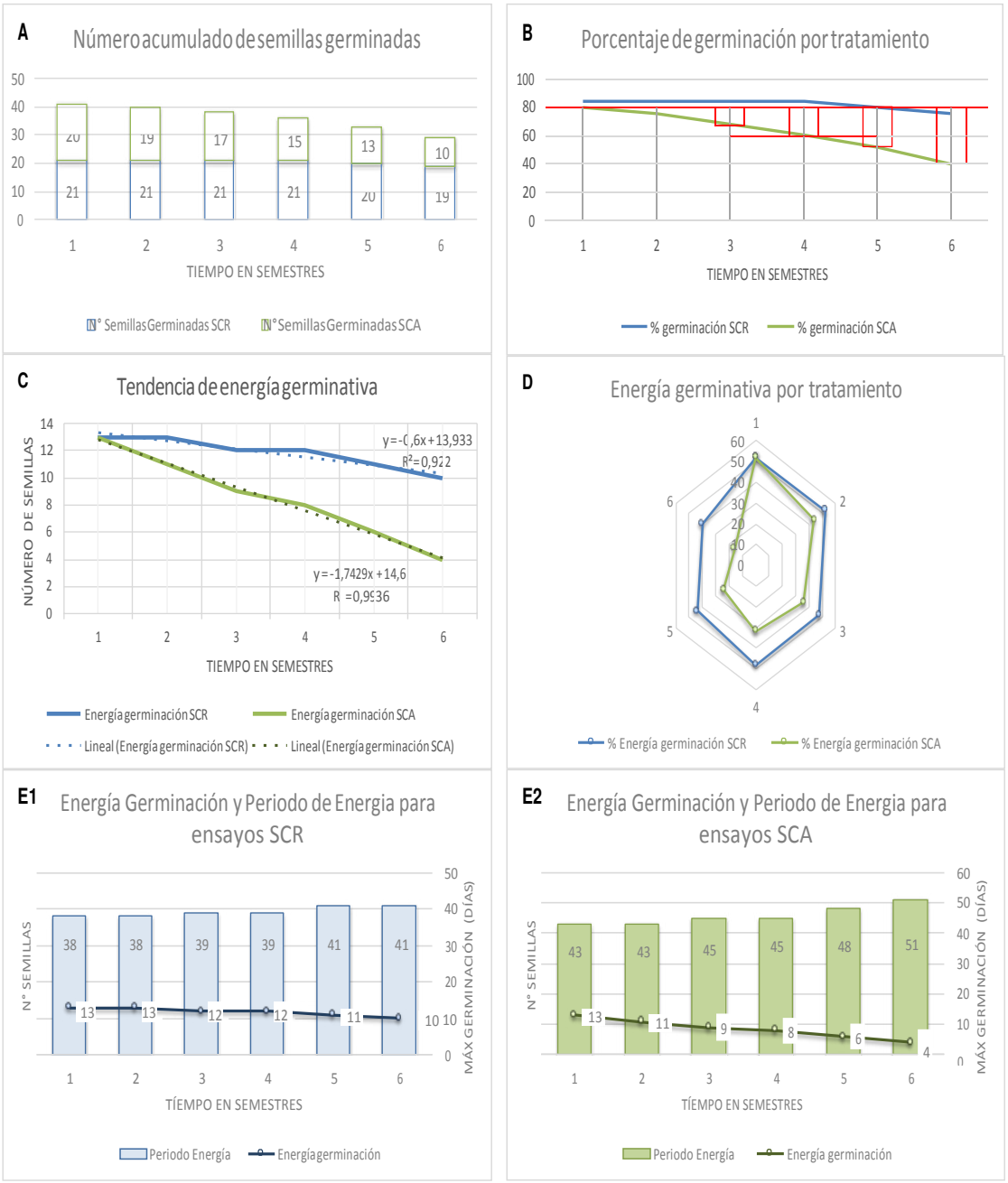


Figura 16: **Multigrama y grafos estadísticos de pruebas de germinación por tratamientos para semillas de *Podocarpus oleifolius.*** *Fuente: Burbano-Salas, 2017.*

A: El material germoplásmico de la especie analizada arranca con una alta tasa de germinación promedio. Para SCA la disminución es continua y drástica, desde 80% hasta 40% al final del ensayo; mientras que para SCR existe un comportamiento constante los dos primeros años del 84% y disminuye solamente hasta el 76% **B:** En todo el tiempo del ensayo el

porcentaje de germinación con SCR supera a SCA la desviación estándar se van incremetando en función directa con el incremento del tiempo de almacenamiento. La diferencia porcentual entre un tratamiento y otro es de 40%. **C:** Para los tratamientos se presenta decrecimiento evidenciada por pendientes negativas, con un corte al eje proyectado a tiempo cero de 13,9 semillas para SCR y 14,6 semillas para SCA, con coeficientes de correlación altos lo que otorga a las ecuaciones confiabilidad para la proyección de las tendencias. **D:** El material conservado a bajas temperaturas mantiene la uniformidad del polígono presentando una leve deformidad en el último periodo, no así, las semillas conservadas a temperatura ambiente que presenta una deformidad decreciente que se hace más evidente el último año de estudio. **E:** El periodo germinativo para SCR tiene un valor promedio de 39 días con tendencia constante en energía germinativa y para SCA mayor tiempo promedio para alcanzar la máxima germinación (hasta 51 días) la tendencia es uniformemente decreciente para la energía germinativa.

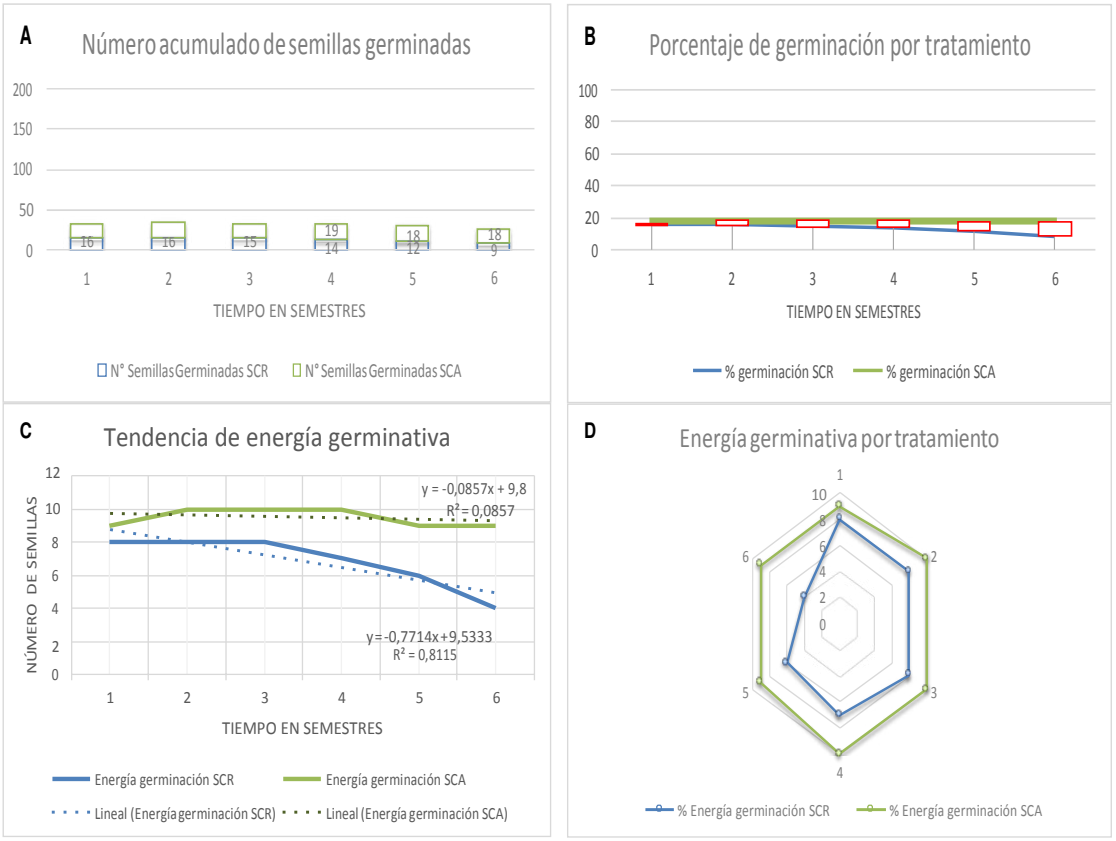
Cuadro 25: **Resultados de pruebas de germinación por tratamientos en función de periodos de tiempo para semillas de Quinual (*P. reticulata)***

Semestre Fecha	Tratamiento (100 Semillas)	N° Semillas germinadas	% germinación	Energía germinación	% Energía germinación	Periodo días energía
1 **2014-08-08**	SCR	16	16	8	8.	54
	SCA	17	17	9	9	54
2 **2015-01-08**	SCR	16	16	8	8	54
	SCA	19	19	10	10	54
3 **2015-08-08**	SCR	15	15	8	8	56
	SCA	19	19	10	10	54
4 **2016-01-08**	SCR	14	14	7	7	56
	SCA	19	19	10	10	54
5 **2016-08-08**	SCR	12	12	6	6	59
	SCA	18	18	9	9	54

6	SCR	9	9	4	4	61
2017-01-08	SCA	18	18	9	9	54

Fuente: *Burbano-Salas, 2017.*

El periodo de energía para el tratamiento de conservación a tempertura ambiente es constante en todos los periodos de 54 días, presentando un incremento de una semana aproximadamente para el tratamiento a bajas temperaturas. Con respecto al poder de germinación, siendo bastante bajo en todo el ensayo, mejora levemente entre el segundo y cuarto periodo sin embargo en ningún caso supera el 19% para SCA y mucho más bajo entre 16% y 9% para SCR. La máxima germinación se establece en dos meses aproximadamente.



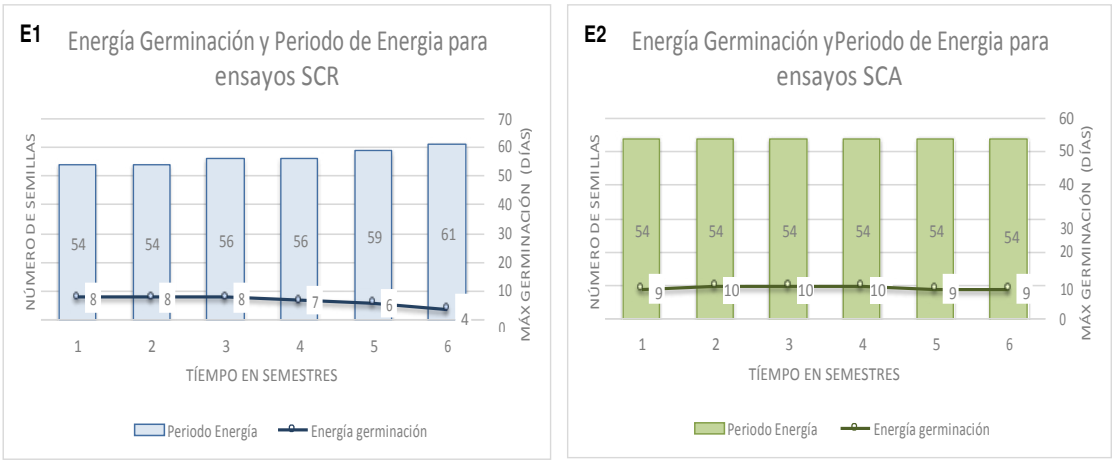


Figura 17: **Multigrama y grafos estadísticos de pruebas de germinación por tratamientos para semillas de *Polylepis reticulata.*** *Fuente: Burbano-Salas, 2017.*

A: El material germoplásmico de la especie analizada presenta una muy baja tasa de germinación promedio. Para SCA a partir del segundo semestre se tiene un poder germinativo constante de 18,7% que se mantiene hasta el final del ensayo; mientras que para SCR existe un decrecimiento paulatino del porcentaje de germinación, con el incremento del tiempo de almacenamiento que cae de 16% hasta 9% en el último semestre. **B:** Para este caso particular no existe cambio de tendencia, el almacenamiento a temperatura ambiente siempre tiene un porcentaje de germinación levemente mayor al almacenamiento a bajas temperaturas, la desviación estándar es baja, sin embargo, se incrementa con el tiempo de almacenamiento. El porcentaje de germinación para los dos casos está bajo el 20%. **C:** Pendientes negativas en los dos casos, cortes al eje proyectado a tiempo cero de 9,5 y 9,8 semillas para SCR y SCA respectivamente, para temperatura ambiente el coeficiente de correlación lineal es menor que 0,1 y 0,81 para SCR. **D:** Uniformidad del polígono en todos los periodos del tiempo para el sistema de conservacion al ambiente, no así, las semillas conservadas a temperaturas bajas que presentan una deformidad decreciente especialmente en el último semestre **E:** El periodo germinativo para SCR tiene un valor promedio cercano a dos meses con tendiencia decreciente en todos los periodos y muy baja energía germinativa; para SCA

un poco menor tiempo promedio para alcanzar la máxima germinación (54 días) manteniendo una tendencia homogénea para la energía germinativa.

4.3.4. Protocolos de conservación para especies priorizadas.

De los resultados obtenidos y considerando que el manejo del germoplasma requiere de procedimientos estandarizados con el propósito de garantizar la viabilidad de material conservado, a continuación, se proponen una serie de protocolos que se pueden aplicar a las especies estudiadas y con ciertas modificaciones especificas serán de utilidad para material forestal que posea características similares.

4.3.4.1. Protocolo de determinación de la clasificación de las semillas almacenadas.

El sometimiento del material a sistemas de deshidratación, otorga un claro indicio con respecto al comportamiento de las semillas, aquellas que toleran procesos de desecación sin una evidente perdida de viabilidad, presumiblemente se comportarán como ortodoxas en almacenamiento. Las semillas que mueren por la desecación probablemente sean recalcitrantes y un secado limitado determina comportamientos intermedios.

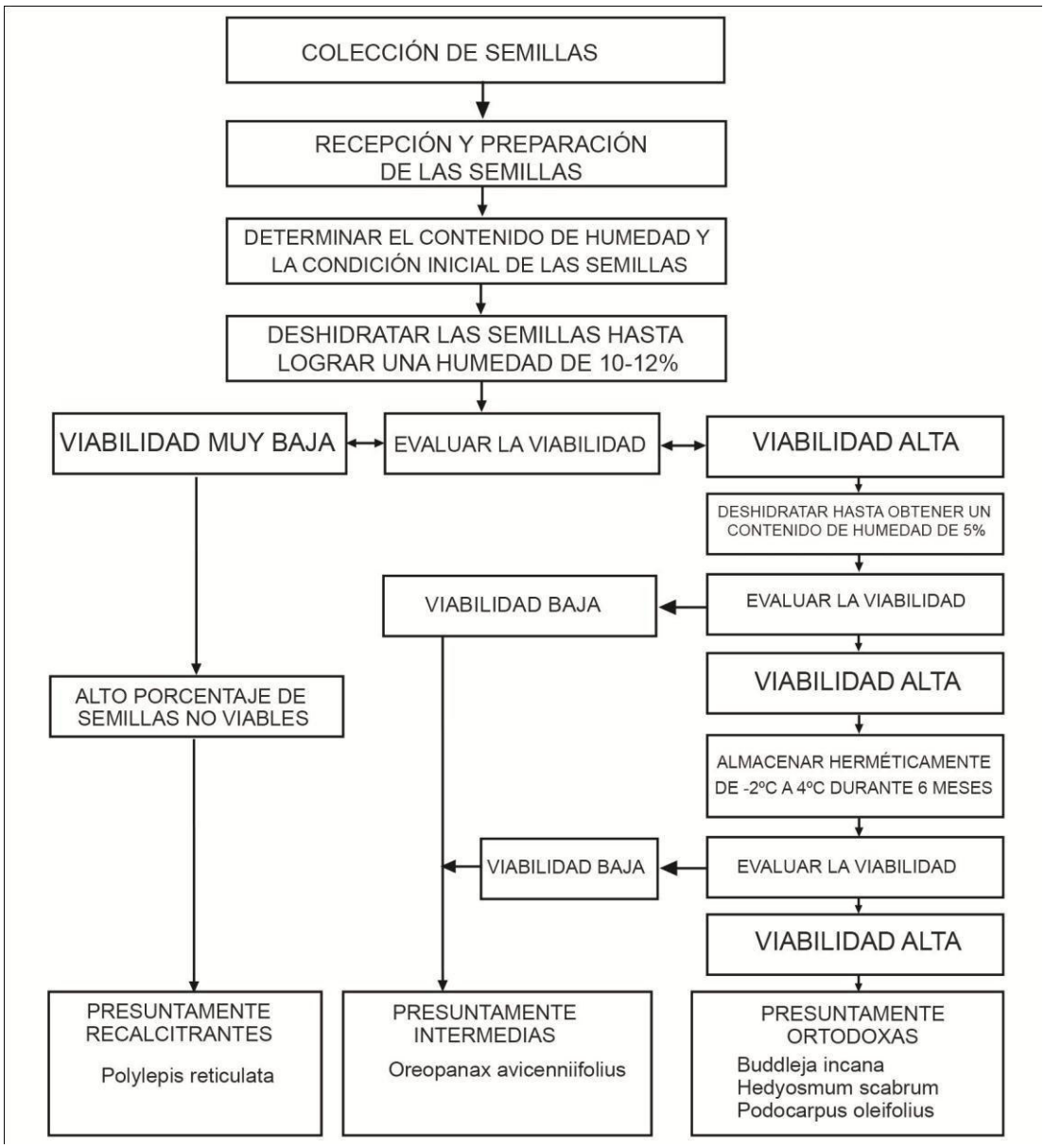


Figura 18: **Protocolo para clasificación semillas almacenadas.**
Fuente: Burbano-Salas, 2017.

4.3.4.2. Protocolo de limpieza y selección de semillas.

La limpieza y selección del material germoplásmico permite la eliminación de residuos, materia inerte, semillas de otras especies, material dañado, infectado e inservible con el propósito de mantener la calidad de las muestras que serán almacenadas.

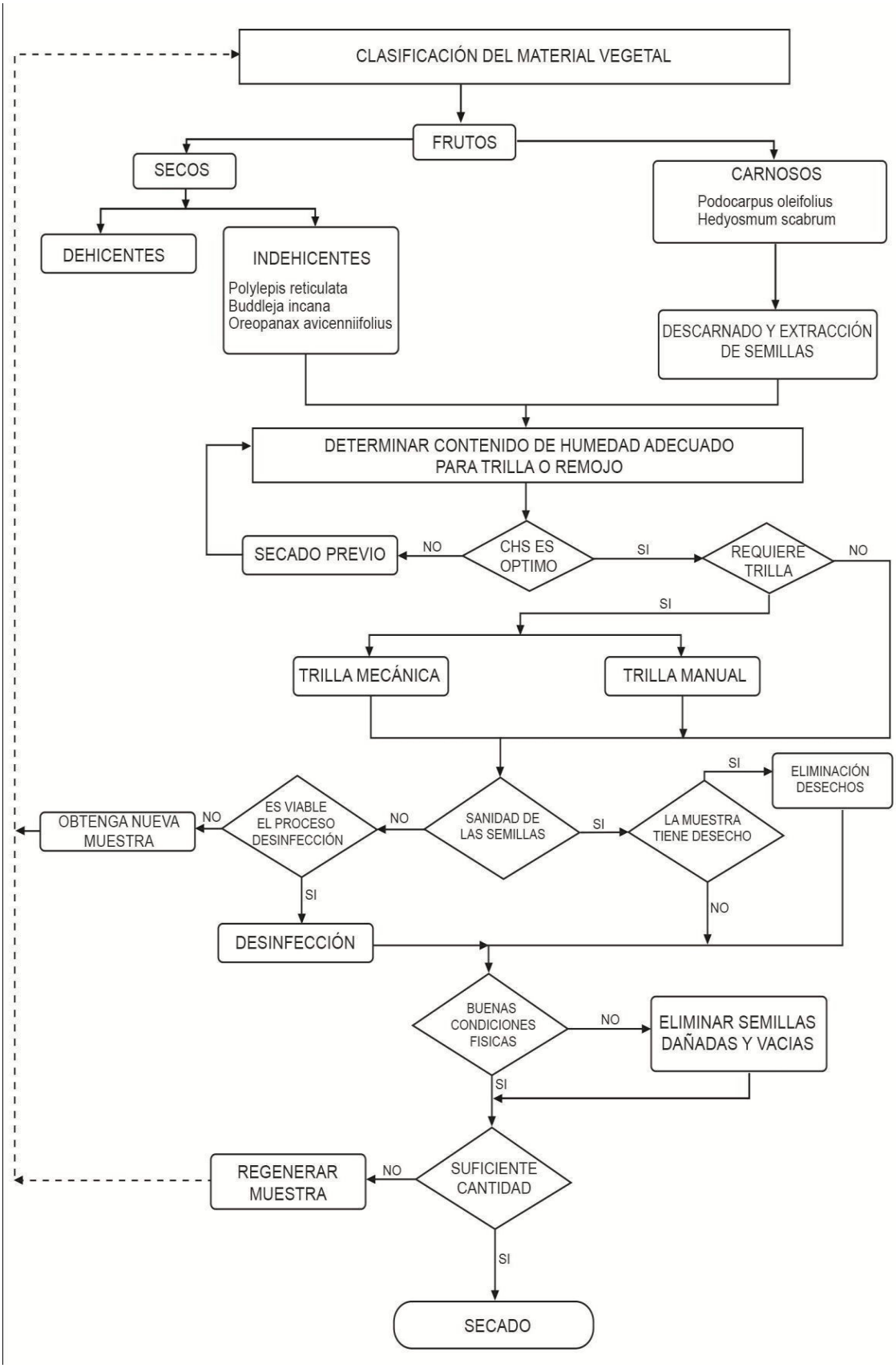


Figura 19: **Protocolo de limpieza y selección.** *Fuente: Burbano-Salas, 2017.*

4.3.4.3. Protocolo de estimación del contenido de humedad de las semillas.

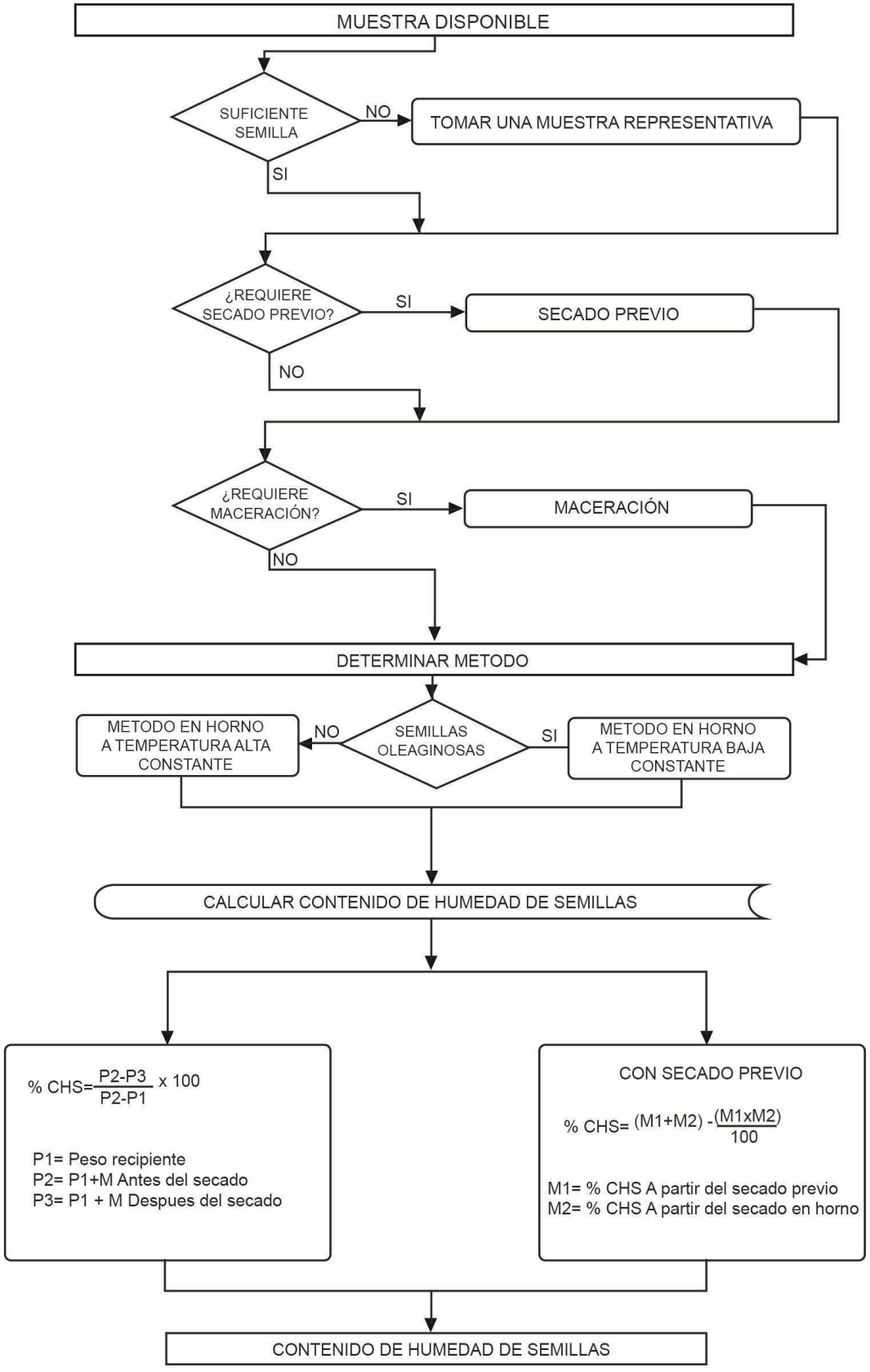


Figura 20: **Protocolo determinación de humedad.** *Fuente: Burbano-Salas, 2017.*

El contenido de humedad es un parámetro de fundamental importancia pues se relaciona directamente con la rapidez de deterioro del material conservado. Su determinación predice el potencial de vida en el almacenamiento.

4.3.4.4 Protocolo de secado de semillas

Se define el secado como la reducción del contenido de humedad de las semillas hasta alcanzar niveles óptimos para el almacenamiento, empleando métodos y técnicas que no alteren las características del material y aseguren la viabilidad del germoplasma conservado.

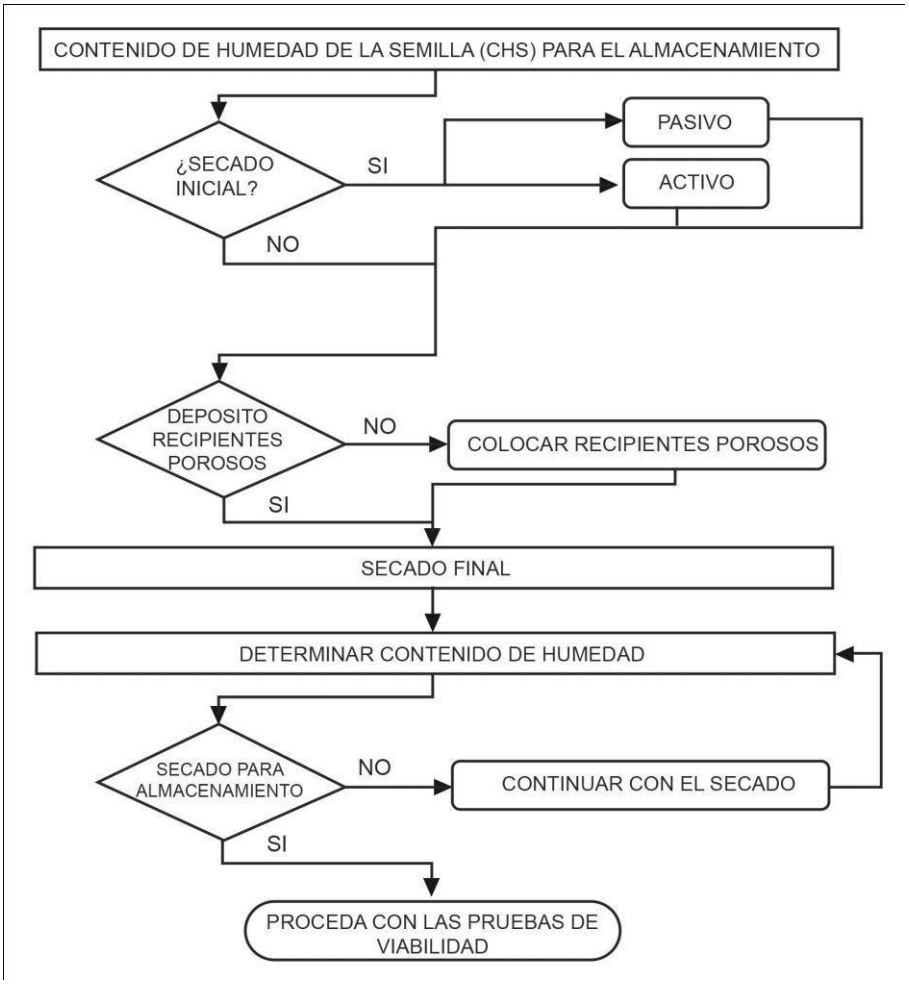


Figura 21: **Protocolo de Secado.** *Fuente: Burbano-Salas, 2017.*

4.3.4.5. Protocolo de pruebas de viabilidad

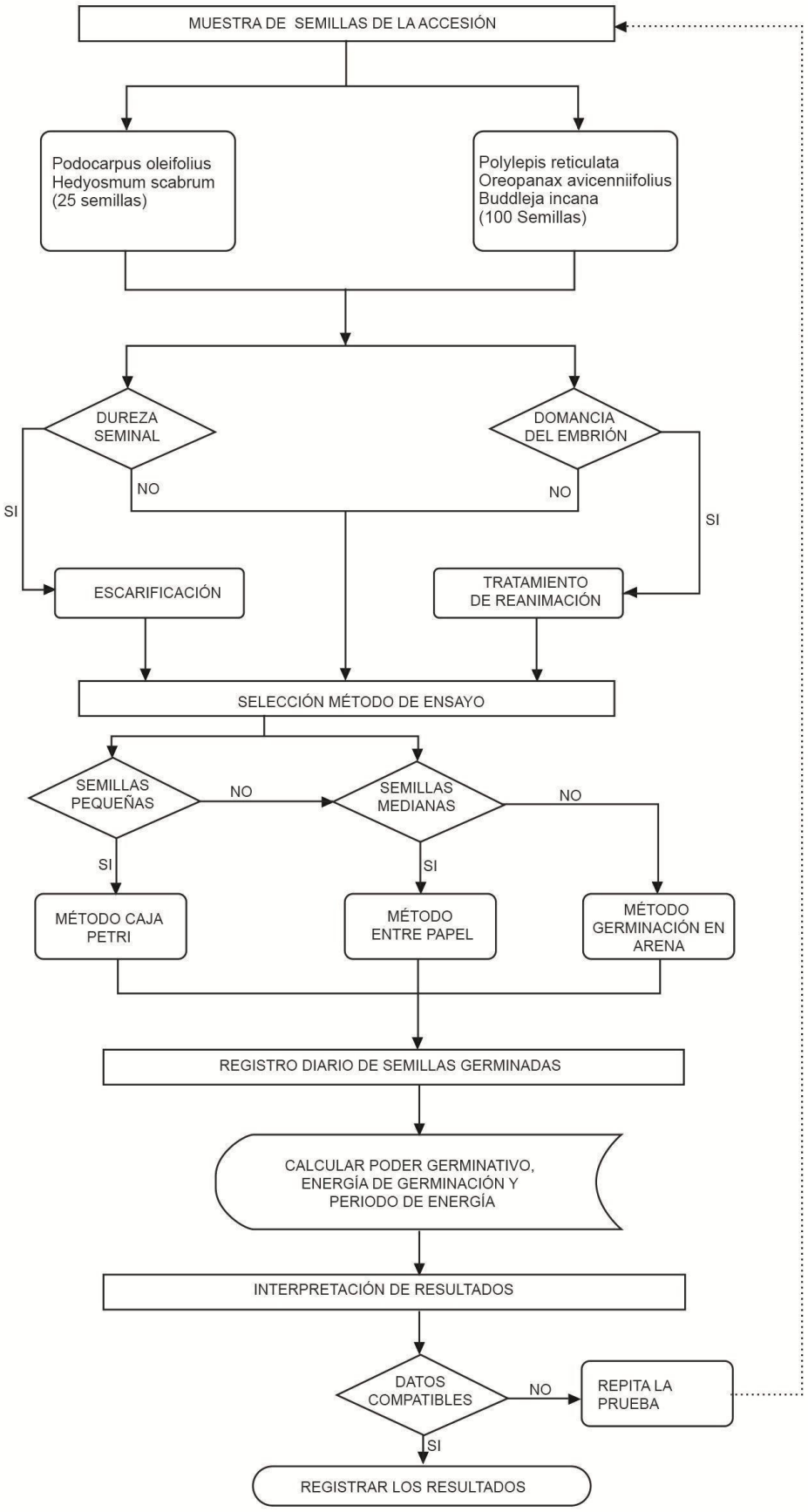


Figura 22: **Protocolo pruebas de germinación.** *Fuente: Burbano-Salas, 2017.*

Las pruebas de germinación permiten determinar qué proporción del material conservado producirá plántulas con estructuras esenciales, raíces, brotes y capacidad de desarrollarse en plantas maduras normales.

4.3.4.6. Protocolo de Empaque

Las semillas se colocan en recipientes que permiten un correcto almacenamiento, con lo cual se evita la absorción de humedad posterior al secado, clasificar las distintas accesiones y evitar la contaminación por contacto con insectos u organismos patógenos.

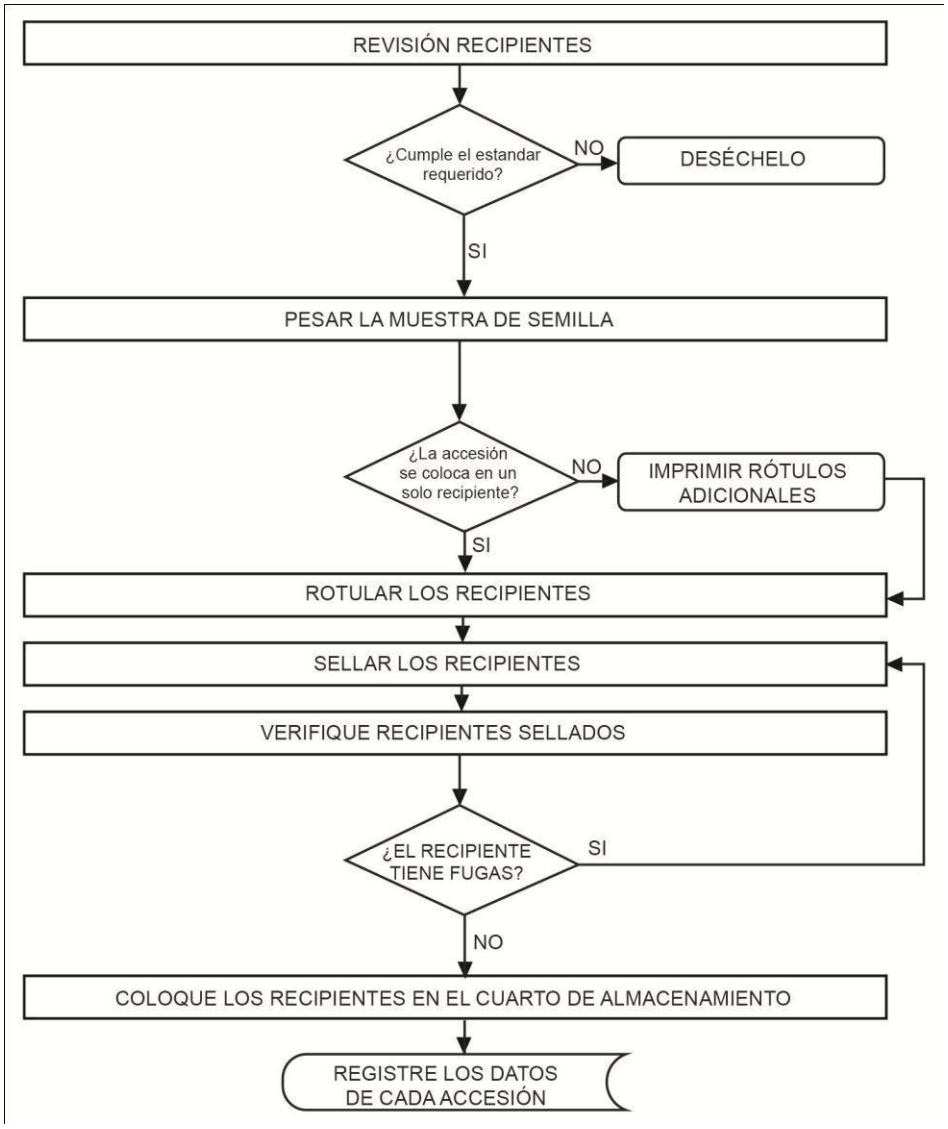


Figura 23: **Protocolo para empaque.** *Fuente: Burbano-Salas, 2017.*

CAPÍTULO 5: IMPACTOS

5.1. Propuesta

PROTOCOLOS DE CONSERVACIÓN PARA 5 ESPECIES FORESTALES NATIVAS DEL BOSQUE DE JACARÓN, COLTA, CHIMBORAZO.

INTRODUCCIÓN

En el marco del trabajo de investigación con fines de titulación en el Doctorado de Ciencias Ambientales de la UNMSM, cuyo objetivo fue determinar los métodos óptimos de conservación ex situ de 5 especies forestales nativas provenientes del Bosque de páramo húmedo de Jacarón, ubicado en la parroquia Juan de Velasco del cantón Colta, provincia de Chimborazo, Ecuador; se diseñaron estrategias de manejo fundamentadas en las principales características de las especies forestales.

Por la evidente importancia que representan los bosques nativos y la biodiversidad existente, la investigación aporta importante información con respecto a las características biológicas de las especies que permitieron

describirlas para fines de almacenamiento, asegurando la viabilidad del germoplasma. La mayoría de las especies analizadas se encuentran bajo alguna categoría de perturbación o amenaza.

En coordinación con las autoridades ambientales locales y reconociendo la evidente vulnerabilidad de las especies forestales, el trabajo de investigación realiza la propuesta de protocolos de conservación de 5 especies forestales nativas priorizadas. Del análisis de los resultados, así como, la experiencia de los pobladores del área de influencia y de los técnicos de las instituciones cooperantes se hizo posible entregar el presente documento. Reconociendo la necesidad de profundizar en el conocimiento de estas y otras especies nativas, en su fenología, ecología, desarrollo y usos para ejecutar procesos de conservación adecuados.

DESARROLLO DE PROTOCOLOS

Con respecto a la información desarrollada para cada una de las especies de la investigación realizada y los resultados obtenidos, se realiza la caracterización de las especies atendiendo cinco ámbitos básicos:

- **Características Botánicas:** Se refiere a la descripción de la especie forestal tomando en cuenta todos sus aspectos botánicos como son: clasificación, distribución, identificación, estudio de su reproducción, fisiología, morfología, entre otros, así como, aspectos físicos y características de todos sus componentes fisiológicos, sistema radicular, cuerpo vegetativo, inflorescencia, fructificación.

- **Sociología de la especie:** Se refiere al estudio de la forma en que las especies forestales se relacionan con su entorno dentro del ecosistema, la incidencia que tiene la comunidad vegetal con respecto a sus funciones vitales y metabólicas, así como, las formas internas de organización dentro del bosque y el grado de cohesión existente con los otros individuos y comunidades de otras especies.

- **Distribución y hábitat:** Término asociado al ecosistema, es el espacio físico que ocupa una población biológica, tomando en cuenta todas las condiciones adecuadas para que la especie pueda desarrollar todas sus funciones vitales asegurando la sucesión; en consecuencia, el hábitat se describe en función de los rasgos ecológicos predominantes y que lo diferencia de otros espacios.

- **Conservación:** Consiste en determinar la situación actual de la especie en su hábitat natural, así como, las estrategias, actividades y acciones que se realizan con el propósito de lograr el mantenimiento de algunos de los componentes de la biodiversidad y recursos genéticos dentro o fuera de sus hábitats naturales.

- **Frutos y Semillas:** Describe las principales características de los frutos y técnicas más adecuadas para su recolección, la forma de disposición de las semillas en el fruto, así como, la forma de extracción, parámetros de conservación de las semillas en función de su viabilidad determinada por su variable de germinación.

TARQUI

Nombre común: Borracho, Aytacupi, Pitillo
Nombre Científico: Hedyosmum scabrum (Ruiz & Pav.) Solms-Laub.
Sinónimos botánicos: Hedyosmum hirsutum Kunth, Hedyosmum mandonii Solms, Tafalla scabra Ruiz & Pav.

Especie: Scabrum
Género: Hedyosmum
Familia: Chloranthaceae
Orden: Chloranthales
Clase: Magnoliopsida
División: Angiospermae
Sub-reino: Spermatophytae
Reino: Plantae

CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS:

En condiciones normales, tiene raíces axonomorfas profundas, con un fuste irregular, la corteza es gruesa y olorosa debido a la gran cantidad de resinas que posee, la ramificación es aparasolada, debido a la gran cantidad de brotes que genera, por lo que en algunos sitios se lo cultiva como una especie energética. Las hojas son glabras, de un verde rojizo brillante, rígidas, pecioladas, con ápices acuminados, con bordes ondulados, rectinervia, al estrujarle suelta sustancias pegajosas aromáticas. Por la inserción en la rama son hojas opuestas, con yemas foliares, muy dispersas y de tamaño muy pequeño. Las flores son simples derivadas de yemas diminutas, éstas son hermafroditas o doicas desnudas. El fruto es una drupa, aunque a veces por acción del clima pueden ser bayas. La semilla es una nucela de testa débil, de 4 a 6 mm de diámetro, cuando está madura tiene un color verde amarillento.

SOCIOLOGÍA DE LA ESPECIE

El Tarqui es una especie de amplia difusión entre los 3.000 y 3800 m.s.n.m. asociada con otras especies nativas de páramo. En el sitio de la investigación por ser un bosque mixto, se lo encuentra muy entremezclado con otras especies naturales, por lo que su copa es estrecha, sin embargo, por su dominancia en relación con el número de especies presentes en

bosque (FRECUENCIA), se colige que tiene regeneración natural, notándose además que es una especie ombrófila. Al disponer de más espacio su copa se amplía. Se nota además que es una especie amigable con sus próximos.

DISTRIBUCIÓN Y HÁBITAT

Ecorregión de bosque montano nublado entre 1500 y 3500 m.s.n.m., se han reportado en casi todas las provincias del país que se encuentran en este rango altitudinal, es muy frecuente en los estadios maduros del bosque.

CONSERVACIÓN

Como es común en los bosques montanos nublados en el Ecuador, las poblaciones de esta especie se encuentran amenazadas por la tala para leña. Su estatus es de peligro aparente en el país.

RECOLECCIÓN DE FRUTOS Y CONSERVACIÓN DE SEMILLAS

Flores y frutos registrados entre mayo y noviembre. Los frutos se recolectaron de árboles seleccionados previamente como semilleros. Estos se escogieron reteniendo los más grandes, de color verde pintando a negros y que se encuentren sanos. Las mieses así obtenidas mediante remojo se descarnaron para extraer las semillas, mismas que se secaron al sol. Estas células deshidratadas se guardaron en recipientes inocuos y que dieron facilidad para la respiración. Las semillas así logradas se almacenaron en cámara fría (a 2 °C) y al ambiente (18 a 20°C).

QUISHUAR

Nombre común: "Quisuar", "Colle-i", "Kishuara"
Nombre Científico: *Buddleja incana* Ruiz & Pav.
Sinónimos botánicos: *Buddleja rugosa Kunth*
Especie: Incana
Género: Buddleja
Familia: Scrophulariaceae
Orden: Lamiales
Clase: Magnoliopsida
División: Angiospermae
Sub-reino: Spermatophytae
Reino: Plantae

CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS

En el páramo nuboso andino, esta especie forma parte del bosque mixto, posee raíces ramificadas, con fustes de hasta 50 cm al DAP con alturas totales entre 5 m y 11 m y desarrollo simpodial de copa globosa, cuando no tiene demasiada competencia en el vuelo. Las hojas simples pecioladas, de color verde lustroso por el haz y blanco a amarillento en el envés. Por la disposición en la rama lanuginosa, son opuestas. Las flores, son inflorescencias en panículas de capítulos, cada flor solitaria es de color anaranjado que a la postre da la característica a la especie. Los frutos son cápsulas dehiscentes por dos valvas: las semillas que producen son abundantes en el orden de 60 a 120 por fruto.

SOCIOLOGÍA DE LA ESPECIE

El Quishuar es una especie forestal indígena de amplia difusión en la zona andina, tiene algunas especies, de ellas, la más difundida es la *incana*,

popularizada actualmente por su relativo rápido crecimiento ubicándole en un sitio preferencial entre las especies nativas importantes para proyectos de forestación o reforestación comercial. Además, tiene otras características que apoyar a su favor, como: producción de gran cantidad de semillas viables, buenas características de su madera, rusticidad, sociabilidad para convivir con otras especies formando rodales mixtos y gran capacidad de adaptación, por lo que ecológicamente no está en peligro de desaparecer.

DISTRIBUCIÓN Y HÁBITAT

El género *Buddleja* está muy diseminado en la serranía ecuatoriana. En la zona de Jacarón se lo ha encontrado en los diferentes pisos altitudinales entre los 3200 hasta los 3800 m.s.n.m. que son los del presente estudio, haciendo notar la gran variabilidad que experimenta.

CONSERVACIÓN

Al no existir plantaciones forestales con esta especie que sirvan como parcelas de estudio que nos orienten en el comportamiento de este árbol, al estar compartiendo un espacio con sus congéneres y que además se conviertan en fuentes de material germoplásmico; se vuelve crítico el mantener estos relictos que almacenan un preciado material de propagación y reproducción y consecuentemente perpetuar la especie.

RECOLECCIÓN DE FRUTOS Y CONSERVACIÓN DE LAS SEMILLAS

Contando con los árboles semilleros de la especie, debidamente seleccionados, en el mes de septiembre se recolectó semillas, para siguiendo el portafolio establecido para el *Hedyosmun,* realizar las pruebas pertinentes para la *Buddleja.*

PUMAMAQUI HEMBRA

Nombre común: Pumamaqui hembra, Pumahuarmi
Nombre Científico: *Oreopanax avicenniifolius* (Kunth) Decne. & Planch.
Sinónimos botánicos: *Aralia avicenniifolia* Kunth, *Hedera avicenniidolia* (Kunth) DC., *Aralia tarchonanthifolia* Willd. ex Schult.
Especie: Avicenniifolius
Género: Oreopanax
Familia: Araliaceae
Orden: Apiales
Clase: Magnoliopsida
División: Angiospermae
Sub-reino: Spermatophytae
Reino: Plantae

CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS:

Esta especie indígena es de fácil identificación dentro del dosel por poseer un tronco limpio, bastante regular sin bifurcaciones. Generalmente alcanza alturas de 9 a 15 m y 14 cm de diámetro promedio. La corteza decidua, rugosa gruesa esponjosa, con hasta 2 cm de espesor. La copa es aparasolada. Las ramas color café, retorcidas. Las hojas son lobadas, pecioladas, lo que le vale para llamarlo mano de puma; las láminas son alternas, pubescentes por el envés, con ápice redondeado y base acorazonada, con nerviación palmeada, perfectamente visibles por el envés. Las flores agrupadas en inflorescencias que se presentan como panículas de capítulos comprimidos dioicos que aparecen entre abril y junio. Los frutos son bayas que en su madurez se vuelven negras, que contienen de 4 a 7 semillas. y que se pueden recoger entre julio y septiembre en la zona de estudio.

SOCIOLOGÍA DE LA ESPECIE

El Pumamaqui es una especie nativa que se presenta con frecuencia en los rodales nativos alto andinos no intervenidos y poblaciones arbóreas de ceja de montaña, por lo mismo actualmente se encuentra en peligro de extinción, por lo que se debe poner atención en su propagación y plantación, por no tener evidencias de regeneración natural.

DISTRIBUCIÓN Y HÁBITAT

En el Bosque de Jacarón, sitio en el que se desarrolla esta investigación, esta especie se encuentra presente en los pisos desde los 3200 hasta los 3800 m.s.n.m., desde luego se ha notado que la altura es un factor limitante para la presencia de la especie y su fenología

CONSERVACIÓN

Lastimosamente la poca estima que tienen nuestras especies nativas entre ellas el Wuarmi Pumamaqui, ha incidido en el desconocimiento que la comunidad tiene de ellos, de ahí la importancia de este trabajo que persigue desarrollar y conservar la identidad paleontodendrológica, que de suyo ya se hace difícil por los pocos relictos que van quedando, donde podamos obtener material germoplásmico.

RECOLECCIÓN DE FRUTOS Y CONSERVACIÓN DE SEMILLAS

Siguiendo el mismo protocolo empleado para las especies anteriores, en los meses de agosto y septiembre se recolectó el material germoplásmico, que sirvió para realizar las pruebas de germinación y conservación de semillas utilizando una germinadora y frascos con respiraderos y/o sacos de cabuya (*Fulcroya americana).*

ROMERILLO

Nombre común: Pino de Pasto, Olivo, Sisin, Guavisay, Romerillo, Pino Hayuelo.
Nombre Científico: *Podocarpus oleifolius* D. Don
Sinónimos botánicos: *Podocarpus monteverdeensis* de Laub. *Nagelia macrostachya* (Parl.) Kuntze
Especie: Oleifolius
Género: Podocarpus
Familia: Podocarpaceae
Orden: Pinales
Clase: Pinopsida
División: Gymnospermae
Sub-reino: Spermatophytae
Reino: Plantae

CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS

Este árbol conífero de 18 a 30 m de altura y 20 a 60 cm de diámetro (DAP), posee una figura esbelta, con pocas bifurcaciones y sin poda natural. La corteza gruesa agrietada de color marrón: la zona del cambium es de color violáceo, de crecimiento monopodial, con hojas simples, alternas, sésiles con ápices puntiagudos de bordes enteros, con haz brillantes, nervios no perceptibles, de textura apergaminada y glabras: con flores desnudas unisexuales, porque la planta es monoica. Los estróbilos masculinos o de polen son pequeños, mientras que los estróbilos femeninos son más voluminosos o de semilla que se alojan en las escamas (brácteas). Los frutos si pueden llamar así son los estróbilos.

SOCIOLOGÍA DE LA ESPECIE

El Romerillo, Sinsin, Guavisay u Olivo constituye la única conífera nativa de este país, resistente, dominante del bosque, de crecimiento más o menos rápido, se muestra amigable con las otras especies vecinas.

DISTRIBUCIÓN Y HÁBITAT

El Olivo es una especie de amplia distribución en el país, se lo ha encontrado desde los 1800 hasta los 3800 m.s.n.m., se adapta a una amplia variedad de suelos y condiciones climáticas, teniendo como factor limitante el agua. Por el porte de esta especie, finura de la madera, producción de semillas viables, amplia distribución, tiene problemas de extinción.

CONSERVACIÓN

Es una especie muy poco difundida, por lo que no existen plantaciones extensivas, pese a poseer un gran futuro; se lo encuentra en relictos nativos formando masas mixtas, por lo que se vuelve imperativo conservar y proteger esta especie a través de la selección de árboles padres o semilleros.

RECOLECCIÓN DE FRUTOS Y CONSERVACIÓN DE SEMILLAS

Los estróbilos poseedores de semillas se pueden recolectar en los meses de enero a marzo, para, mediante ensayos de germinación y energía germinativa identificar características de la especie. La germinación inicia luego de 40 días de sembrada la semilla y tiene una germinación sobre el 60%

QUINUAL

Nombre común: Árbol de papel, Kinual, Mula rinri, Yagual
Nombre Científico: *Polylepis reticulata* Hieron.
Sinónimos botánicos: *Polylepis brachyphylla* Bitter, *Polylepis nitida* Bitter
Especie: Reticulata
Género: Polylepis
Familia: Rosaceae
Orden: Rosales
Clase: Magnoliopsida
División: Angiospermae
Sub-reino: Spermatophytae
Reino: Plantae

CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS:

El árbol de papel o árbol de libro, Kinual o Yagual, constituye un espécimen ancestral de los páramos del país; posee raíces ramificadas, tallo tortuoso que alcanza de 3 hasta 7 m y de 10 a 30 cm de diámetro, su corteza es decidua, desprendiéndose en láminas como hojas (papiros) de color amarillo-rojizo, hojas trifoliadas, desarrolladas hacia los ápices del raquis acanalado, hojuelas glabras o con escasa pubescencia. La inflorescencia racimosa, con flores hermafroditas, que aparecen en el árbol entre julio y octubre; que dan origen a frutos secos en aquenios pequeños de 3 a 6 mm, encontrados entre noviembre y febrero.

SOCIOLOGÍA DE LA ESPECIE

Este arbusto de gran importancia por su resistencia a condiciones extremas del páramo nuboso andino, gracias a su ritidoma que actúa como esponja amortiguadora que reserva frescura o calor y protege al vegetal de las inclemencias del temporal, constituye el referente de las especies que soportan altitudes mayores a los 4500 m.s.n.m., mejor si tienen humedad. Son amigables con otras especies de su mismo género o de diferentes ya que muchas veces este yagual actúa como planta pionera y / o nodriza. En suelos sueltos se ha observado que bajo los árboles se forman almacigas, razón por la cual se puede afirmar que tienen regeneración natural.

DISTRIBUCIÓN Y HÁBITAT

Tiene una amplia dispersión, por lo que se le encuentra desde los 2800 hasta los 4500 m.s.n.m. siempre que haya un suelo fértil y bastante humedad.

CONSERVACIÓN

Como se ha dicho es una especie rústica, de crecimiento lento y tortuoso. Es utilizado para cercas, división de terrenos parámales, manejo de cuencas hidrográficas. Antiguamente cuando no existían otros combustibles domésticos, se lo utilizaba extensivamente como una especie energética.

RECOLECCIÓN DE FRUTOS Y CONSERVACIÓN DE SEMILLAS

Los frutos son en aquenios y ellos mismos son las semillas, que son pequeñas y livianas (1000 semillas pesan de 7 a 8 gramos), su germinación demora de 50 hasta 70 días, dependiendo de la frescura de las semillas y de su conservación. La conservación debe hacerse en frascos o sacos de cabuya.

CONCLUSIONES

Del análisis de los factores bióticos, abióticos del ecosistema y de sus variables ecológicas descritas en la línea de base, se distinguieron dos zonas de vida claramente definidas, las cuales son el Bosque siempre verde montano alto (BsAn03) y Bosque siempre verde del páramo. (BsSn01), cada una con características propias. El factor más representativo y poco explotado es la flora nativa, por lo cual es necesario el fomento de conservación de los componentes del ecosistema, con respecto a la población del área de influencia, es diversa; la falta de infraestructura básica hace deficiente el acceso de la población a servicios básicos, como lo demuestra el análisis socio económico realizado.

Los valores resultantes, de la aplicación de los índices de Margaleff (D_{Mg}) y de Gleason (D_g), demuestran que el bosque presenta una significativa diversidad de especies equivalente a un alto porcentaje de mezcla (índices muy superiores a 5). El índice de Menhinick (D_{Mn}) determina que la riqueza es alta (valor superior a 1). El valor del índice de Simpson muestra que existe tendencia de dominancia en un 92%: *Hedyosmum scabrum* es la especie más frecuente. El resultado de los índices de Shannon-Wiener, de Pielou y las comparaciones de similitud de las comunidades demuestran un ecosistema donde todas las especies son relativamente similares en abundancia y están representadas en todos los pisos altitudinales. Se

concluye que las especies *Hedyosmum scabrum, Buddleja incana, Oreopanax avicenniifolius, Podocarpus oleifolius y Polylepis reticulata* poseen los valores de importancia más elevados por lo cual tienen un mayor interés de conservación dentro de la comunidad.

Se concluye que existe una relación inversa entre la humedad y la viabilidad de la semilla. Salvo en el caso de *Polylepis reticulata,* las semillas conservan mayor viabilidad con sistemas de conservación refrigerado en envases impermeables. El análisis gráfico muestra como la germinación, en el momento inicial es limitada debido a que las semillas no han alcanzado la madurez fisiológica mejorando a lo largo de los ciclos de almacenamiento. La mayoría de las especies (Quishuar, Tarqui y Romerillo) producen semillas que resisten a la desecación con contenidos de humedad bajos (aproximadamente 5%) y el almacenamiento a temperaturas de -2°C a 4°C aproximadamente; las semillas de Quinual no toleran temperaturas bajas ni sobreviven a la desecación, por lo cual, no son fáciles de almacenar y requieren métodos propios de conservación. Las semillas del Pumamaquí hembra muestran un comportamiento intermedio, es decir, que tolera combinaciones limitadas de desecación y temperaturas bajas, concluyendo que existe un gradiente de ortodoxa a recalcitrante, sin límites muy marcados entre categorías.

De la prueba de hipótesis se determina que el valor de significancia (p valor) es menor que 5%, (inclusive menor que el 1%) en todos los casos, en consecuencia, se rechaza la hipótesis nula concluyendo que existe interacción altamente significativa. La viabilidad del germoplasma de las especies priorizadas depende del sistema de conservación utilizado.

Como resultado de la investigación, se propone protocolos para las operaciones básicas de un banco de germoplasma de semillas que incluyen

la clasificación, la limpieza y selección, la determinación del contenido de humedad, el secado, los ensayos de germinación para determinación de la viabilidad y el empaque para almacenamiento, mismos que deberán ser validados para su aplicación en otras especies que presenten condiciones ecológicas similares.

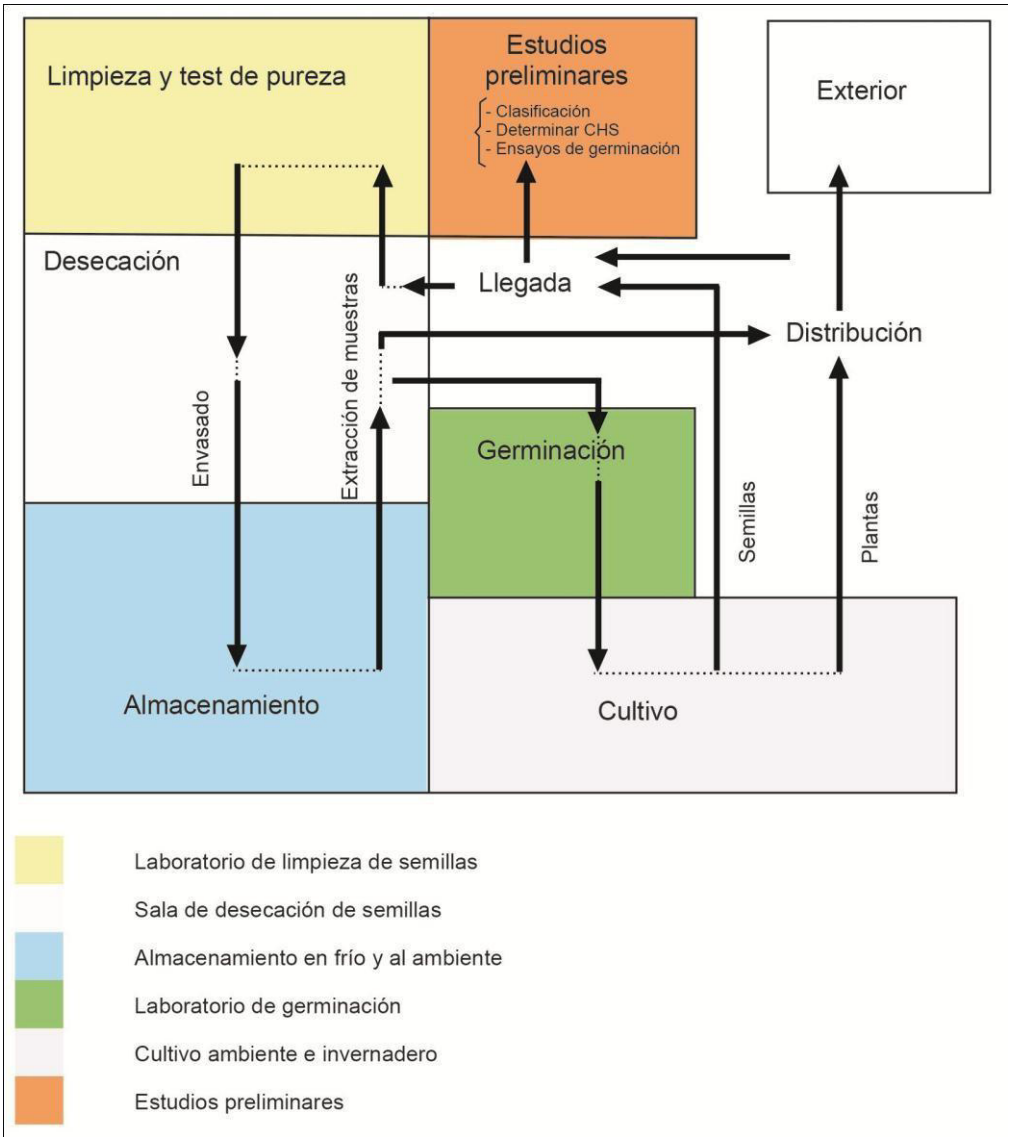


Figura 24: **Propuesta para emplazamiento de banco de germoplasma.**
Fuente: Burbano-Salas, 2017.

RECOMENDACIONES

Investigar sobre el fundamento de uso de materiales alternativos, como las bolsas de fibra de cabuya *(Fulcroya americana),* para el empaque y conservación de las semillas de las especies nativas, ya sea en condiciones ambientales o en otras condiciones, relacionar este conocimiento con el tiempo de almacenamiento.

Realizar investigaciones tendientes a mejorar la viabilidad en almacenamiento de las semillas de las especies recalcitrantes y medianamente recalcitrantes *(Polylepis reticulata, y Oreopanax avicenniifolius),* propiciando la realización de bosquetes puros de las especies estudiadas y que provean semillas certificadas para bancos de germoplasma ex situ.

Propiciar proyectos de vinculación con instituciones públicas y privadas, para que, en conjunto con la academia y los pobladores de la zona de influencia, se realice un manejo adecuado dentro del Bosque de Jacarón mediante programas de capacitación en el uso del suelo, relación del sistema forestal con el cambio climático y la inclusión de este relicto en programas de incentivos por servicios ambientales.

Contrastar los resultados de esta investigación con las técnicas ancestrales de conservación de semillas a propósito de lograr un mejor aprovechamiento de los conocimientos tradicionales y su inclusión en los protocolos desarrollados con el fin de garantizar y abalizar los conocimientos, para que la metodología propuesta sustente programas de repoblación forestal con especies nativas, resguardando la identidad arbórea de ecosistemas que presenten características similares en los países andinos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acosta Solís, M. (1984). "Bosques del Ecuador y su reserva energética.". *Bosques del Ecuador y su reserva energética.*

Barrientos, A. M. (2008). *Almacenamiento y algunos protocolos de rutina para la mantención de semillas.* Punta Arenas, Chile: Universidad de Magallanes.

Beltrán, K., Salgado, S., Cuesta, F., León-Yánez, S., Romoleroux, K., Ortiz, E., . . . Velástegui, A. (2009). *Distribución espacial, sistemas ecológicos y caracterización florística de los páramos en el Ecuador.* Quito: EcoCiencia, Proyecto Páramo Andino y Herbario QCA.

Brown, A., & Marshall, D. (1995). A basic sampling strategy: theory and practice. In: Guarino L., Ramanantha Rao V. & Reid R. (eds). *Collecting Plant Genetic Diversity. Technical guidelines. CABI. Wallingford, Oxon, UK.*

Burbano, A., Apugllón, S., & Burbano-Salas, D. (2015). Inventario dendrológico del ecosistema de bosque Jacarón, cantón Colta, provincia de Chimborazo, Ecuador. *Revista del Instituto de Investigación de la Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalurgica y Geográfica*.

Cáceres, Y., & Rada, F. (2011). ¿ CÓMO RESPONDE LA ESPECIE LEÑOSA Vaccinum Meridionale A LA TEMPERATURA EN SU LÍMITE ALTITUDINAL DE DISTRIBUCIÓN EN LOS ANDES TROPICALES?. . *Ecotropicos, 24(1)*.

Campo, A. M., & Duval, V. S. (2014). Diversidad y valor de importancia para la conservación de la vegetación natural. Parque Nacional Lihué Calel (Argentina). *Anales de Geografía de la Universidad Complutense de Madrid, Vol. 34, N°2.*, 25.

Côme, D. (1970). *Les obstacles à la germination.* Paris: Masson & CIE.

CONSORCIO GTZ/FUNDECOME. (2001). *Estrategia regional de Biodiversidad para los Países del Trópico Andino.* La Paz: Banco Interamericano de Desarrollo.

CORPEI . (2007). *Planeación Estratégica Sub sector Plantaciones Forestales en el Ecuador.* Quito: EXPOECUADOR.

Díaz, L. (2012). Análisis de la conservación y la agroecología en áreas naturales protegidas del trópico andino. *Tesis Doctoral. Universidad Internacional de Andalucía.*

Dickie, J., & Pritchard, H. (2002). Systematic and evolutionary aspects of dessication tollerance in seeds. In: Black M. & Pritchard H.W. (eds). *Dessication and survival in plants, drying without dying. CABI Publishing,Oxon, UK.*

Doria, J. (2010). Generalidades sobre las semillas: su producción, conservación y almacenamiento. *Cultivos tropicales, 31(1)*, 74-85.

Draper D., M. I.-G. (2004). Criação de um Banco de Sementes representativo da flora afectada pela construção da barragem do Alqueva. . *Unpublished. Museu, Laboratório e Jardim Botânico da Universidade de Lisboa.*

Draper D., R.-G. A. (2003). Application of GIS in plant conservation programmes in Portugal. . *Biological Conservation 113*.

Ellis, R. (1998). Longevity of seeds stored hermetically at low moisture contents. . *Seed Science Research 8(1)*.

Ellis, R., & Hong, T. (2007). Seed longevity. moisture content relationships in hermetic and open storage. *Seed Science and Technology 35*.

Engeles, J., & Visser, L. (2007). *Guía para el Manejo Eficaz de un Banco de Germoplasma.* Roma: Manuales para Bancos de Germoplasma Número 6. Bioversity International.

Escudero, A., Iriondo, J., & Albert, M. (2002). Biología de Conservación, nuevas estrategias bajo diferentes perspectivas. *Ecosistemas*.

FAO. (2001). *Situación de Los Bosques del Mundo.* Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.

GAD CHIMBORAZO. (2014). *PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL PDOT.* Riobamba: Dirección Planificación Gobierno Autónomo Descentralizado de Chimborazo .

Galloway, G., Kengen, S., Louman, B., Stoian, D., Mery, G., Carrera Gambeta, F., & Trevin, M. (2016). 15 Cambios en los paradigmas del sector forestal de América Latina. *Forest in the Global Balance-Changing Paradigms. IUFRO World Series. Vol. 17.*

García, M. (2002). Interés de los estudios demográficos en la conservación. Catalogación de especies amenazadas. In: Bañares A. (Ed.). . *Biología de la conservación de plantas amenazadas. Organismo Autónomo Parques Nacionales, Ministerio de Medio Ambiente (Serie técnica), Madrid.*

Greene S.L., H. T. (1999). Using geographical information to acquire wild crop germplasm for ex situ collections. *I. map development and field use. Crop Science 39*.

Guarino L., M. N. (1999). Analysis of georeferenced data and the conservation and use of plant genetic resources. In: Greene S.L. & Guarino L. (eds). . *Linking genetic resources and geography: emerging strategies for conserving and using crop biodiversity. American Society for Agronomy Special Publication 27. ASA, CSSA, and SSSA, Madison, Wisconsin.* .

Guarino, L. (1995). Geographic information systems and remote sensing for plant germplasm collectors. In: Guarino L., Ramanatha Rao V. & Reid, R. (eds). *Collecting Plant Genetic Diversity: Technical Guidelines.CABI. Wallingford.*

Harrington, J. (1972). Seed storage and longevity. In: Kozlowsli T.T. (ed). . *Seed Biology. Volume 3. Insects, and seed collection, storage, testing and certification. New York, Academic Press.*

Heywood, V., & J. I. (2003). *Plant conservation: old problems, new perspectives.* Biological conservation.

Hijmans R.J., G. K. (2000). Assessing the geographic representativeness of gene bank collections: The case of Bolivian wild potatoes. . *Conservation Biology 14*.

Hofstede, R. G., Lips, J. M., & Jongsma, W. (1998). Geografía, ecología y forestación de la Sierra Alta del Ecuador. *Revisión de literatura. Abya-Yala*.

Hong T.D., L. S. (1998). Compendium of information on seed storage behaviour, I: A-H. *Royal Botanic Gardens, Kew.*

ISTA. (2004). International rules for seed testing. Edition 2004. . *The International Seed Testing Association (ISTA),Bassersdorf, CH-Switzerland.*

ISTA. (2006). International rules for seed testing. Edition 2006. . *The International Seed Testing Association (ISTA),*.

Jiménez-Alfaro B., B. S. (2007). Valoración de plantas prioritarias en Asturias a partir de un índice de responsabilidad. *Naturalia Cantabricae 3: 25-36.*

Jorgensen, P. M., & Ulloa, U. (1994). *Seed plants of the high Andes of Ecuador: A checklist. No. 34.*

Kessler, M. (2006). "Bosques de Polylepis." . *Botánica económica de los Andes Centrales*.

Kolberg, H. (2003). Targeting Collecting for Conservation. In: Smith D., Dickie J.B., Linington S.H.,Pritchard H.W. & Probert R.J. (eds). *Seed Conservation. Turning science into practice. Royal Botanic Gardens, Kew*.

Koo B., P. P. (2004). Saving seeds. IPGRI and IFPRI. . *CABI Publishing, Wallingford, UK.*

Lahiri, A., & Kharabanda, B. (1961). Dimorphic seeds in some arid zone grasses and the significance of growth differences in their seedlings. . *Science and Culture 27(9)*.

Llamas, F., Acedo, C., Lence, C., Alonso, R., Molina, A., & Castro, V. (2007). Flora cantábrica de interés en Castilla y León. . *Naturalia cantabricae, 3*, 57-78.

Luteyn, J. L., Churchill, S. P., Griffin III, D., Gradstein, S. R., Sipman, H. J., & Gavilanes, A. (1999). *A checklist of plant diversity, geographical distribution, and botanical literature. .* New York Bot Gard, 84.

Mace G.M., P. H.-W. (2007). Prioritizing choices in conservation. In: Mac-Donald D. & Service K. (eds). . *Key Topics in Conservation Biology. Blacwell Publishing, UK.*

MAE. (2013). *Mapa de vegetación.* Ecuador: Unidad Forestal, Ministerio del Ambiente .

MAE-CHIMBORAZO. (2017). *Mapa de uso del suelo y cobertura vegetal .* levantamiento cartográfico.

Margalef, R. (1969). *El ecosistema pelágico del Mar Caribe.* Mem. Soc. Cienc. Nat. La Salle, vol. 29.

Margalef, R. (1995). *Ecología.* Barcelona, Spain: Omega.

Margules, C. (1989). Introduction to some Australian developments in conservation evaluation. . *Biological Conservation 50*.

Maxted N., D. E.-L. (2008). Genetic gap analysis: a tool for more effective genetic conservation assessment. . *Diversity and Distributions (on-line first DOI).*

Ministerio del Ambiente del Ecuador. (2013). *Sistema de Clasificación de los Ecosistemas del Ecuador Continental.* Quito: Subsecretaría de Patrimonio Natural.

Moreno, C. (2001). *Manual de métodos para medir la biodiversidad.* Universidad Veracruzana.

Ordoñez Sierra, Y. O. (2003). *Validación de indicadores ecológicos para la evaluación de sostenibilidad en bosques bajo manejo forestal en el trópico húmedo, con énfasis en Bosques de Alto Valor para la Conservación.* Turrialba, Costa Rica: Centro agronómico tropical de investigación y enseñanza, CATIE.

Ortiz, R., Fé, C., & Ponce, M. (2004). Evaluación de métodos de almacenaje de semilla de soya (Glycine max.(L.) Merrill) en condiciones de bajos insumos. *Cultivos Tropicales, 25(3).*, 49-58.

PDOT Juan de Velasco. (2014). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento territorial de la parroquia Juan de Velasco.* Cajabamba: GAD Colta.

Pérez-García, F., & González-Benito, M. &.-C. (2007). High viability recorded in ultradry seeds of 37 species of Brassicaceae after almost 40 years of storage. *Seed Science and Technology 35*.

Perrino, P., & Terzi, M. (2003). Importanza della conservazione del germoplasma. *In: Bressan M., Magliaretta L. & Pino S. (editorial). Cereali del Veneto. Regione Veneto/Prov. Di Vicenza/Veneto Agricoltura.*

Probert, R. (2003). Seed Viability under Ambient Conditions, and the Importance of Drying. In: Smith R.D., Dickie J.B., Linington S.H., Pritchard H.W & Probert R.J. (eds). . *Seed Conservation: turning science into practice. Royal Botanic Gardens, Kew.*

Roberts, E. (1973). Predicting the storage life of seeds. . *Seed Science and Tecnology 1*.

Romero-Saritama, J. M., & Pérez-Ruíz, C. (2016). Rasgos morfológicos de semillas y su implicación en la conservación ex situ de especies leñosas en los bosques secos tumbesinos. *Revista Ecosistemas, 25(2)* , 59-65.

Santamaría, J. (2001). *La situación de los bosques en el mundo.* Uruguay: Biodiversidad, sustento y culturas.

Sarasan, V., R. C., M. R., C. A., M. M., G. P., & J. R. (2006). *Conservation in vitro of threatened plants–progress in the past decade.* In Vitro Cellular and Developmental Biology-Plant.

Schlegel, B., Gayoso, J., & Guerra, J. (2000). *Manual de procedimientos muestreos de biomasa forestal.* Santiago: Universidad Austral de Chile.

Sierra, M. (1999). *Propuesta preliminar de un sistema de clasificación de vegetación para el Ecuador continental.* Proyecto Inefan/Gef-Birf y Ecociencia.

Solano Narvaez, J. (2010). *Banco de Germoplasma Preliminar de Plantas Útiles de Tipo Herbáceo Silvestre in Situ, en el Área de La Maná.* Guayaquil: Escuela Superior Politécnica del Litoral.

Spoljaric, M. V., & Ojeda, A. D. (2009). Evaluación de parámetros de calidad en semillas de Prosopis alba Griseb leguminosa almacenadas en cámara de frío del banco de germoplasma del INTA Sáenz Peña. Sáenz Peña. *INTA Centro Regional Chaco Formosa*.

Taylor, H. (2000). *red list of threatened species (No. C/591.529 I9/2000).* IUCN.

Thanos, C., & Doussi, M. (1995). Ecophisiology of seed germination in endemic Labiates of Crete. . *Israel Journal of Plant Science 43*.

Tompsett, P., & Pritchard, H. (1998). The effect of chilling and moisture status on the germination, dessication tolerance and longevity of Aeusculus hippocastanus L. seed. . *Annals of Botany 82*.

Vadillo, G., Suni, M., & Cano, A. (2004). Viabilidad y germinación de semillas de Puya raimondii Harms (Bromeliaceae). . *Revista Peruana de Biología, 11(1),* , 71-78.

Vertucci, C. &. (1990). Theoretical basis of protocols for seed storage. . *Plant Physiology 94*.

Walters, C. &. (1998). The effects of storing seeds under extremely dry conditions. *Seed Science Research 8 (1)*.

Witt, S. (1985). *Biotechnology and genetic diversity. En Briefbook.* California: California Agricultural Lands Project.

Bibliografía consultada

Álvarez, Mauricio, et al. (2006). Manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad. *Programa de inventarios de Biodiversidad Grupo de Exploración y Monitoreo Ambiental (GEMA).* Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia.

Bacchetta, G., Fenu, G., Mattana, E., Bueno Sánchez, A., Jiménez-Alfaro, B., Piotto, B., & Virevaire, M. (2008). *Conservación ex situ de plantas silvestres*. Jardín Botánico Atlántico.

De Fries, R. Hansen, A. Turner, L. Reid, R. (2007). Land use change around protected areas: management to balance human needs and ecological function Ecological Applications.

Demey, J. R., Zambrano, A. Y., Fuenmayor, F., & Víctor Segovia. (2003). Relación entre Caracterizaciones molecular y morfológica en una colección de Yuca, Interciencia, 28(12), 684-689,719-720.

González R.T y Montoya G.E. (2014). Protocolos de propagación de 8 especies forestales nativas en el Norte del Valle del Cauca. Cali. 32.p.

Hansen, A. J., and R. De Fries. (2007) Ecological mechanisms linking protected areas to surrounding lands. Ecological Applications.

Luebert, Federico; Becerra, Pablo. (1998) Representatividad vegetacional del Sistema Nacional de Áreas Silvestres Protegidas del Estado (SNASPE) en Chile. *Ambiente y Desarrollo*, vol. 14, no 2, p. 62-69.

Moya, R. (2009). Caracterización del material forestal de reproducción de cinco procedencias de *nothofagus alessandrii;* Espinosa, una especie en peligro de extinción. Interciencia, 34(2), 113-120.

Perfecto, I. Dietsch, A. and Vandermeer, J. (2003). Conservation of biodiversity in coffee agroecosystems.

Reynel Rodríguez, C., Pennington, R. T., Pennington, T. D., Marcelo, J., & Daza, A. (2007). Arboles útiles del ande peruano: una guía de identificación, ecología y propagación de las especies de la sierra y los bosques montanos en el Perú.

Rodríguez, H. (2010). Estudio de Factibilidad para el Establecimiento de Bancos de Germoplasma. Ministerio de Agricultura y Ganadería., MAG – BID. Costa Rica.

Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica, (2009). Informe sobre la Conservación de las Especies Vegetales: Una Revisión de los progresos realizados en la aplicación de la Estrategia Mundial para la Conservación de Plantas (GSPC). 48 páginas.

Sierra, R. (Ed.). (1999). Propuesta preliminar de un sistema de clasificación de vegetación para el Ecuador continental. Proyecto INEFAN/GEF-BIRF y Eco Ciencia. Quito, Ecuador

Suárez, S.; Vichi, N. (1997). Caracterización fisonómico-estructural de vegetación serrana (Alpa Corral-Córdoba-Argentina).

IUCN. 2003. (*2003) IUCN Red List of Threatened Species*. www.iucnredlist.org. Downloaded on 18 November 2003.

ANEXOS

The IUCN Red List of Threatened Species™
ISSN 2307-8235 (online)
IUCN 2008: T43025A10771054

Oreopanax avicenniifolius

Assessment by: Montúfar, R. & Pitman, N.

View on www.iucnredlist.org

Citation: Montúfar, R. & Pitman, N. 2003. *Oreopanax avicenniifolius. The IUCN Red List of Threatened Species 2003*: e.T43025A10771054.
http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2003.RLTS.T43025A10771054.en

Copyright: © 2015 International Union for Conservation of Nature and Natural Resources

Reproduction of this publication for educational or other non-commercial purposes is authorized without prior written permission from the copyright holder provided the source is fully acknowledged.

Reproduction of this publication for resale, reposting or other commercial purposes is prohibited without prior written permission from the copyright holder. For further details see Terms of Use.

The IUCN Red List of Threatened Species™ is produced and managed by the IUCN Global Species Programme, the IUCN Species Survival Commission (SSC) and The IUCN Red List Partnership. The IUCN Red List Partners are: BirdLife International; Botanic Gardens Conservation International; Conservation International; Microsoft; NatureServe; Royal Botanic Gardens, Kew; Sapienza University of Rome; Texas A&M University; Wildscreen; and Zoological Society of London.

If you see any errors or have any questions or suggestions on what is shown in this document, please provide us with feedback so that we can correct or extend the information provided.

Taxonomy

Kingdom	Phylum	Class	Order	Family
Plantae	Tracheophyta	Magnoliopsida	Apiales	Araliaceae

Taxon Name: *Oreopanax avicenniifolius* (Kunth) Decne. & Planch.

Assessment Information

Red List Category & Criteria: Near Threatened ver 3.1

Year Published: 2003

Date Assessed: April 30, 2003

Annotations: Needs Updating

Justification:

A shrub or tree endemic to Ecuador, where it occurs in central Andean dry forests and southern Andean wet forests. Known from 12 subpopulations, only one of which has been reported inside Ecuador's protected areas network. Could occur in the Parque Nacional Podocarpus and the Parque Nacional Sangay. Habitat destruction is the only known threat to the species.

Geographic Range

Range Description:

Known from 12 subpopulations, found within the provinces of Azuay, Bolívar, Cañar, Chimborazo, Loja and Morona-Santiago.

Country Occurrence:

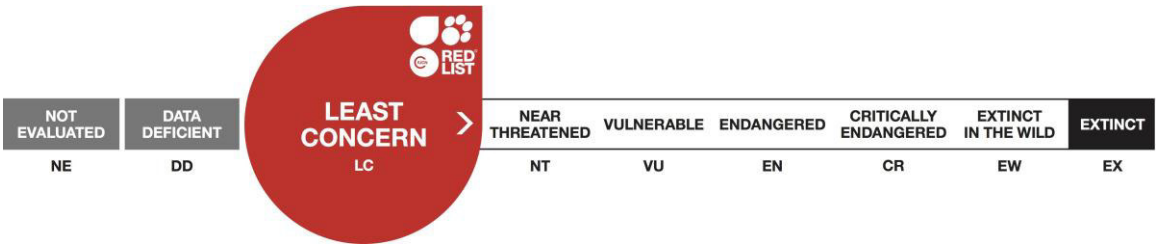
Native: Ecuador

© The IUCN Red List of Threatened Species: Oreopanax avicenniifolius – published in 2003.
http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2003.RLTS.T43025A10771054.en

The IUCN Red List of Threatened Species™
ISSN 2307-8235 (online)
IUCN 2008: T46413452A2984968

Podocarpus oleifolius, Pino de Pasto

Assessment by: Gardner, M.



View on www.iucnredlist.org

Citation: Gardner, M. 2013. *Podocarpus oleifolius. The IUCN Red List of Threatened Species 2013*: e.T46413452A2984968. http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2013-1.RLTS.T46413452A2984968.en

Copyright: © 2015 International Union for Conservation of Nature and Natural Resources

Reproduction of this publication for educational or other non-commercial purposes is authorized without prior written permission from the copyright holder provided the source is fully acknowledged.

Reproduction of this publication for resale, reposting or other commercial purposes is prohibited without prior written permission from the copyright holder. For further details see Terms of Use.

The IUCN Red List of Threatened Species™ is produced and managed by the IUCN Global Species Programme, the IUCN Species Survival Commission (SSC) and The IUCN Red List Partnership. The IUCN Red List Partners are: BirdLife International; Botanic Gardens Conservation International; Conservation International; Microsoft; NatureServe; Royal Botanic Gardens, Kew; Sapienza University of Rome; Texas A&M University; Wildscreen; and Zoological Society of London.

If you see any errors or have any questions or suggestions on what is shown in this document, please provide us with feedback so that we can correct or extend the information provided.

Taxonomy

Kingdom	Phylum	Class	Order	Family
Plantae	Tracheophyta	Pinopsida	Pinales	Podocarpaceae

Taxon Name: *Podocarpus oleifolius* D.Don

Synonym(s):

- *Podocarpus monteverdeensis* de Laub.

Common Name(s):

- Spanish: Pino de Pasto, Olivo, Pinete, Sausecillo, Ulcumano

Taxonomic Source(s):

Farjon, A. 2010. *A Handbook of the World's Conifers*. Koninklijke Brill, Leiden.

Taxonomic Notes:

An extremely variable species in which the size of the leaf varies enormously depending on the habitat and altitude (M. Gardner pers. obs., 2011). This and other variations have been used by some authorities to recognise various taxa. The following names have been used: *P. macrostachys* Parl., *P. oleifolius* var. *macrostachyus* (Parl.) J. Buchholz & N.E. Gray, *P. oleifolius* var. *costaricensis* J. Buchholz & N.E. Gray, *P. oleifolius* var. *equadorensis* Silba, *P. ingensis* de Laubenfels and *P. monteverdeensis* de Laubenfels. Many of the characters used to describe these taxa fall within the morphological variation of *P. oleifolius*; it is not unusual to find this amount of variation is such a widely distributed species.

Assessment Information

Red List Category & Criteria: Least Concern ver 3.1

Year Published: 2013

Date Assessed: August 4, 2011

Justification:

Although like most members of the Podocarpaceae it is exploited for its timber, this exploitation is not sufficient to threaten such a very widespread species which is often locally abundant. Consequently it has been assessed as Least Concern.

Geographic Range

Range Description:

A widespread species found in the mountains of Southern Mexico, Central America (Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Panama) and Tropical South America (Bolivia, Colombia, Ecuador, Peru, Venezuela). The extent of occurrence and the area of occupancy are in excess of 20,000 km^2 and 2,000 km^2 respectively.

Country Occurrence:

The IUCN Red List of Threatened Species™
ISSN 2307-8235 (online)
IUCN 2008: T36207A9987156

Polylepis reticulata

Assessment by: Romoleroux, K. & Pitman, N.

View on www.iucnredlist.org

Citation: Romoleroux, K. & Pitman, N. 2004. *Polylepis reticulata. The IUCN Red List of Threatened Species 2004*: e.T36207A9987156.
http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2004.RLTS.T36207A9987156.en

Copyright: © 2015 International Union for Conservation of Nature and Natural Resources

Reproduction of this publication for educational or other non-commercial purposes is authorized without prior written permission from the copyright holder provided the source is fully acknowledged.

Reproduction of this publication for resale, reposting or other commercial purposes is prohibited without prior written permission from the copyright holder. For further details see Terms of Use.

The IUCN Red List of Threatened Species™ is produced and managed by the IUCN Global Species Programme, the IUCN Species Survival Commission (SSC) and The IUCN Red List Partnership. The IUCN Red List Partners are: BirdLife International; Botanic Gardens Conservation International; Conservation International; Microsoft; NatureServe; Royal Botanic Gardens, Kew; Sapienza University of Rome; Texas A&M University; Wildscreen; and Zoological Society of London.

If you see any errors or have any questions or suggestions on what is shown in this document, please provide us with feedback so that we can correct or extend the information provided.

Taxonomy

Kingdom	Phylum	Class	Order	Family
Plantae	Tracheophyta	Magnoliopsida	Rosales	Rosaceae

Taxon Name: *Polylepis reticulata* Hieron

Assessment Information

Red List Category & Criteria: Vulnerable A4c ver 3.1

Year Published: 2004

Date Assessed: April 30, 2004

Annotations: Needs Updating

Justification:

A tree endemic to Andean Ecuador. Four of the 13 known subpopulations are inside Ecuador's protected areas network: one each in the Reserva Ecológica Los Ilinizas; the Parque Nacional Cajas; the Parque Nacional Llanganates; and the Reserva de Producción Faunística Chimborazo. In the Parque Nacional Cajas a quantitative inventory recorded between 80 and 330 stems > 2.5 cm of the species in tenth-hectare samples (F. Serrano, pers. comm.). Some trees grow on roadsides, where they are exposed to pollution and deforestation. The only type was apparently destroyed in the Berlin herbarium during the Second World War, but photos survive in international herbaria. The species remains in the Vulnerable category proposed in 1998 (Oldfield *et al*. 1998).

Previously Published Red List Assessments

1998 – Vulnerable (VU)

Geographic Range

Range Description:

This Ecuadorian endemic is found in Napo, Pichincha, Tungurahua, Chimborazo, and Azuay Provinces.

Country Occurrence:

Native: Ecuador

© The IUCN Red List of Threatened Species: Polylepis reticulata – published in 2004.
http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2004.RLTS.T36207A9987156.en

The IUCN Red List Partnership

The IUCN Red List of Threatened Species™ is produced and managed by the IUCN Global Species Programme, the IUCN Species Survival Commission (SSC) and The IUCN Red List Partnership. The IUCN Red List Partners are: BirdLife International; Botanic Gardens Conservation International; Conservation International; Microsoft; NatureServe; Royal Botanic Gardens, Kew; Sapienza University of Rome; Texas A&M University; Wildscreen; and Zoological Society of London.

URKUND

Urkund Analysis Result

Analysed Document: T001_0602165730_D.pdf (D31995861)
Submitted: 11/2/2017 7:06:00 PM
Submitted By: diegoburbanosalas@gmail.com
Significance: 4 %

Sources included in the report:

1495079811_739__GEANNELLA%252BRIVAS%252BCALDERON.docx (D28353657)
resumen_de_ecologia.docx (D15042271)
33T0128 GARCIA DANILO.pdf (D11584442)
1486783837_950__TRABAJO%252BAUTONOMO%252B3.pdf (D25645417)
http://www.catalogueoflife.org/col/details/species/id/48a08d68bcfbf3e141a2e74bdee0b4be
http://www2.inecc.gob.mx/publicaciones2/libros/398/klimek.html
http://docplayer.es/8758331-Editores-gianluigi-bacchetta-alvaro-bueno-sanchez-giuseppe-fenu-borja-jimenez-alfaro-efisio-mattana-beti-piotto-myriam-virevaire.html

Instances where selected sources appear:

15