

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL
CUSCO

FACULTAD DE CIENCIAS BIOLÓGICAS
CARRERA PROFESIONAL DE BIOLOGÍA



**“EVALUACIÓN DE BOSQUES DE *Polylepis* Y PLAN DE
RESTAURACIÓN ECOLÓGICA EN LA MICROCUENCA DE
CANCHA CANCHA-CALCA”**

**TESIS PRESENTADA POR EL BACHILLER
EN CIENCIAS BIOLÓGICAS:**

GONZALO GÁLVEZ CÁRDENAS

Para optar al título profesional de

Biólogo

ASESOR:

Blgo. Percy Yanque Yucra

CUSCO – PERÚ

2013

**“TESIS AUSPICIADA POR LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL
CUSCO”**

DEDICATORIA

TODO MI TRABAJO LO DEDICO A MIS PADRES

VICTOR RAUL GÁLVEZ BARRERA

HERLINDA CÁRDENAS PAREDES

Y A MI SOBRINA

ADRIANA CAMILA GÁLVEZ ROQUE

AGRADECIMIENTOS

Doy gracias a mi familia que siempre me ha apoyado a lo largo de mi vida y carrera, a los docentes de la Facultad de Ciencias Biológicas por el saber que me impartieron, a mi asesor el Blgo. Percy Yanque Yucra, a mis compañeros y amigos de la facultad que me apoyaron durante todo el camino: Melania Mendez Villafuerte, Irwin Enrique Cuellar Quispe, Julliana Lizbeth Yarlequé Moscol, Jorge Matías Camargo Álvarez, Américo Alexander Sánchez Fernández Baca, Jhonatan Sallo Bravo, Katherine Quispe Huaypar, Katy Virginia Rondinel Mendoza, Joseph Jhonatan Paz Florez, Kristoper Santisteban Almanza, Vlady Mijael Mancco Nina.

ÍNDICE

RESUMEN	I
INTRODUCCIÓN	II
JUSTIFICACIÓN	III
OBJETIVOS	IV
HIPOTESIS	V

CAPITULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 ANTECEDENTES	1
1.2 <i>Polylepis</i>	3
1.2.1 SINONIMIA DE NOMBRES COMUNES	3
1.2.2. DISTRIBUCIÓN	3
1.2.2.1. <i>Polylepis</i> EN SUDAMERICA	3
1.2.2.2. <i>Polylepis</i> EN EL PERU	4
1.2.3. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA DE <i>Polylepis</i>	6
1.2.4. TAXONOMIA DEL GENERO <i>Polylepis</i>	7
1.2.5. EVOLUCION DEL GENERO <i>Polylepis</i>	8
1.2.5.1. PALEOECOLOGIA DEL GÉNERO <i>Polylepis</i>	8
1.2.6. DISTRIBUCION ECOLOGICA	10
1.2.7. VEGETACION ASOCIADA A LOS BOSQUES DE <i>Polylepis</i>	11
1.2.8. PROPAGACION	12
1.2.9. SERVICIOS AMBIENTALES DE LOS BOSQUES DE <i>Polylepis</i>	13
1.3. CONCEPTOS AFINES A LA RESTAURACION ECOLÓGICA	15
1.4. RESTAURACION ECOLÓGICA	19
1.5. FACTORES AMBIENTALES PARA LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA	22

CAPITULO II

AREA DE ESTUDIO

2.1 UBICACIÓN	42
2.1.1. GEOGRÁFICA	42
2.1.2. POLITICA	42
2.1.3. ACCESIBILIDAD	42
2.2. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	44
2.2.1. FISIOGRAFÍA Y GEOMORFOLOGÍA	44
2.2.2. GEOLOGÍA	44
2.2.3. FLORA Y FAUNA	44
2.2.4. ECOLOGIA	47
2.2.4.1. CLIMA	47
2.2.4.2. ZONAS DE VIDA	48

2.2.5. POBLACIÓN	49
2.2.5.1. EDUCACIÓN Y SALUD	49
2.2.5.2. ACTORES SOCIALES	49

CAPITULO III

MATERIALES Y METODOS

3.1 MATERIALES	51
3.1.1 MATERIALES DE CAMPO	51
3.1.2 MATERIALES DE GABINETE	51
3.2 METODOLOGIA	52
3.2.1 DIAGNOSTICO AMBIENTAL	52
3.2.1.1 OFERTA AMBIENTAL	54
3.2.1.2 POTENCIAL BIOTICO	59
3.2.1.3 MEDIO SOCIECONÓMICO	60
3.2.1.4 EVALUACIÓN DEL ESTADO DEL ECOSISTEMA	60
3.2.1.5 DETERMINACION DE LAS ESCALAS Y JERARQUIAS DE DISTURBIO	66
3.2.1.6 DETERMINACION DE LAS BARRERAS HACIA LA RESTAURACION	66
3.2.1.7 SELECCIÓN DE LAS ESTRATEGIAS PARA SUPERAR LAS BARRERAS DE LA RESTAURACION	67
3.2.1.8 PROYECTOS Y PARTICIPACION COMUNITARIA	67
3.2.1.9 DETERMINACION DE LOS SITIOS CON POTENCIAL PARA LA RESTAURACION	68
3.2.1.10 ELABORACION DEL PLAN DE RESTAURACION	68

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1 DIAGNÓSTICO PARA LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA	70
4.1.1. OFERTA AMBIENTAL	70
4.1.1.1. TEMPERATURA	70
4.1.1.2. HUMEDAD RELATIVA	72
4.1.1.3. HUMEDAD VS TEMPERATURA	73
4.1.1.4. FACTORES EDÁFICOS	76
4.1.1.5. COBERTURA VEGETAL ANTIGUA	77
4.1.2. POTENCIAL BIOTICO	79
4.1.3. MEDIO SOCIOECONÓMICO	79
4.1.4 ESTADO DEL ECOSISTEMA	81
4.1.4.1 ESTADO DE CONSERVACIÓN	81
4.1.4.2 GRADO DE FRAGMENTACIÓN	82
4.1.5 ESCALAS Y JERARQUIAS DE DISTURBIO	83
4.1.6 ANÁLISIS Y SELECCIÓN DE ESTRATEGIAS PARA LA RESTAURACIÓN	85

4.1.6.1 IDENTIFICACIÓN DE LAS BARRERAS HACIA LA RESTAURACION.....	85
4.1.6.2 SELECCIÓN DE ESTRATEGIAS PARA SUPERAR LAS BARRERAS DE LA RESTAURACION.....	86
4.1.7. PROYECTOS Y PARTICIPACION COMUNITARIA.....	86
4.1.8. SITIOS CON POTENCIAL PARA LA RESTAURACION.....	88
4.1.9. PLAN DE RESTAURACION.....	89

CONCLUSIONES

REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

ANEXOS

MAPAS

ANEXO 01 CATEGORIZACIÓN DE ESPECIES AMENAZADAS DE FLORA SILVESTRE

ANEXO 02 LIQUENES IDENTIFICADOS

ANEXO 03 TRABAJO DE CAMPO Y GABINETE

ANEXO 04 DOCUMENTACION DE ANALISIS Y DE DATOS

ANEXO 05 FICHAS DE CARACTERIZACION DE DISTURBIOS Y SUELOS

ANEXO 06 FOTOGRAFIAS DE ZONA DE ESTUDIO

ANEXO 07 CUADROS BASE

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 01	04
Cuadro 02	04
Cuadro 03	05
Cuadro 04	06
Cuadro 05	06
Cuadro 06	26
Cuadro 07	28
Cuadro 08	39
Cuadro 09	44
Cuadro 10	45
Cuadro 11	46
Cuadro 12	47
Cuadro 13	49
Cuadro 14	54
Cuadro 15	54
Cuadro 16	56
Cuadro 17	56
Cuadro 18	56
Cuadro 19	57
Cuadro 20	57
Cuadro 21	57
Cuadro 22	58
Cuadro 23	58
Cuadro 24	59
Cuadro 25	61
Cuadro 26	63
Cuadro 27	66
Cuadro 28	70
Cuadro 29	72
Cuadro 30	74
Cuadro 31	76
Cuadro 32	79
Cuadro 33	80
Cuadro 34	81
Cuadro 35	81
Cuadro 36	82
Cuadro 37	82
Cuadro 38	83
Cuadro 39	84
Cuadro 40	85
Cuadro 41	86
Cuadro 42	87
Cuadro 43	88

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 01	14
Figura 02	16
Figura 03	17
Figura 04	18
Figura 05	35
Figura 06	37
Figura 07	38
Figura 08	39
Figura 09	55
Figura 10	60

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 01	48
Gráfico 02	71
Gráfico 03	73
Gráfico 04	75

ÍNDICE DE MAPAS

MAPA 01	43
MAPA 02	Anexo
MAPA 03	53
MAPA 04	78
MAPA 05	89
MAPA 06	92
MAPA 07	Anexo
MAPA 08	Anexo
MAPA 09	101
MAPA 10	102

RESUMEN

En la provincia de Calca, microcuenca de Cancha-Cancha se encuentran bosques de *Polylepis*, que interactúan con la comunidad campesina de Cancha-Cancha. En el año 2006 se promulgó la lista de especies amenazadas de flora silvestre en el Perú; en la que 13 especies *Polylepis* están incluidas. En la comunidad de Cancha-Cancha se encuentran las especies de *Polylepis racemosa* y *Polylepis subsericans*.

Los objetivos de la investigación son en una primera instancia la elaboración de un diagnóstico; sobre el medio circundante a los bosques y su estado biológico como también de los disturbios que se desenvuelven en él. Con la información obtenida se estructuró un plan que contiene acciones de restauración ecológica de los bosques relictos.

Se realizaron diferentes trabajos como muestreos, entrevistas, recopilación de información secundaria, análisis tanto en campo como en gabinete. El diagnóstico contempla los factores físicos, biológicos y socioeconómicos. Los estudios se realizaron en los años de 2012 a 2013.

Los suelos poseen un alto drenaje como un pH medianamente ácido; siendo propicios para el crecimiento de *Polylepis*. El estado de conservación es diferenciado en cada relicto con un grado de fragmentación fuerte. Los disturbios con mayor impacto e influencia son las actividades de tala, pastoreo y agricultura. Analizados los diferentes resultados el diagnóstico concluye que de continuar las perturbaciones la permanencia de los remanentes de bosque se encontraría en peligro o incluso que desaparezcan.

Se hallaron 13 puntos que poseen potencial para diferentes tratamientos que permitan la recuperación de ambas especies. Se propone un plan de restauración ecológica de mediano plazo para los bosques relictos de Cancha-Cancha.

INTRODUCCIÓN

Los bosques de queuña (*Polylepis spp*) son uno de los ecosistemas sudamericanos que se encuentra en peligro de desaparecer; a causa de diferentes factores. En el Perú se encuentran bajo una fuerte presión antrópica; no solamente por la tala sino también por la expansión de áreas agrícolas de las comunidades aledañas que al pasar de los años van creciendo como también su necesidad de recursos para su sustentación. Los bosques de la comunidad de Cancha-Cancha están inmersos en esta situación.

La importancia de los bosques de *Polylepis* no sólo radica en ser una especie de grandes alturas sino también en ser refugios para una fauna especialista; siendo el caso de muchas aves que encuentran refugio en estos ecosistemas. Otro atributo es ser parte del ciclo hídrico de los altos andes como reservas y reguladores de los niveles hídricos del ecosistema. Uno de los beneficios más conocidos es la formación de suelos; concentrando la materia orgánica. Además estabilizan los suelos que presentan una pendiente elevada e incluso protegen a las comunidades de deslizamientos de rocas que son ocurrentes en los altos andes.

Las frecuentes acciones de restauración ecológica tienen como finalidad la de devolver a su estado anterior a un ecosistema o una población, por tal motivo la restauración es una acción que se realiza activamente con la participación de la población que se encuentra incluida en el ambiente. Los pobladores de la antigüedad realizaban acciones de restauración ecológica en base a los conocimientos que poseían de su ambiente; en la actualidad en algunas comunidades se puede observar estos procedimientos pero la gran parte se ha perdido estos conocimientos.

La finalidad de la tesis de investigación es la realización de un diagnóstico de la situación y estado de los bosques relictos de queuña; con el fin de elaborar un plan de restauración ecológica enfocado en su recuperación.

No solamente se tomó en cuenta las metas y los objetivos estrictamente ambientales sino también se articuló las expectativas y los intereses de la comunidad campesina de Cancha-Cancha, que es la beneficiaria de los recursos que ofrece los bosques de queuña. El plan señala las medidas para que la restauración ecológica sea efectiva en el grado que sea necesario, con acciones estratégicas que permitan superar las dificultades que se presentan y un plan de monitoreo para su seguimiento y mejoramiento.

JUSTIFICACION

Los bosques de queuña (*Polylepis spp*) se encuentran seriamente fragmentados por los disturbios originados por las necesidades de las comunidades campesinas que requieren de materiales para el desarrollo de sus estilos de vida, siendo la madera usada como material de construcción y sobre todo como combustible para las cocinas. Otras de las presiones que sufren los bosques de queuña es la expansión de las áreas agrícolas en los altos Andes; donde al pasar los años la población va creciendo y por ende la necesidad de nuevos espacios para su permanencia, siendo en algunos casos catastrófico para la existencia de los bosques que son reducidos a relictos y por ende desaparecen en el tiempo a ver reducido su número de forma irreversible.

En el departamento del Cusco se encuentran nueve especies de *Polylepis* (Mendoza, 2010), en las diferentes provincias del Cusco. En la provincia de Calca; específicamente distrito del mismo nombre y en la comunidad campesina de Cancha-Cancha (localidad de Huaran) se encuentran dos especies: *P. subsericans* y *P. racemosa* las que poseen una categoría de amenaza de: en peligro y peligro crítico respectivamente. Siendo *Polylepis subsericans* una de las cuatro especies que no se encuentran en ninguna área protegida por el estado.

La situación de los bosques relictos de queuña de la comunidad campesina de Cancha-Cancha es preocupante por las diferentes perturbaciones que afrontan. Un primer impacto se origina por la madera que es utilizada para la sostenibilidad de la población; existen casos en que se cortan individuos sanos para su uso. Las condiciones y escalas de los diferentes disturbios que se desarrollan ponen en peligro la permanencia de los mismos, si el curso de los hechos continúa sin ningún cambio los bosques relictos desaparecerán y así no solamente la región del Cusco sino también el Perú perderán un ecosistema de gran importancia y belleza.

La desaparición de los bosques de queuña es un duro golpe al equilibrio de los ecosistemas alto andinos; ecosistemas frágiles a las perturbaciones en especial a la pérdida de especies beneficiosas como lo son las queúñas en su aspecto ecológico. No solamente su desaparición afecta a lo ecológico sino también a la vida socioeconómica de las poblaciones que depende de estos. Entonces se debe tomar las medidas necesarias para evitar tal situación. Una medida que contempla la recuperación; es la restauración ecológica; que no solo posee una visión ambiental netamente o una visión socioeconómica, sino hacer que ambas visiones sean complementarias y no exista conflictos entre los intereses ambientales y los intereses de las poblaciones.

OBJETIVOS

▪ **Objetivo general.-**

- Realizar el diagnóstico de los bosques relictos de *Polylepis* con la finalidad de realizar una propuesta de plan de restauración ecológica en la microcuenca de Cancha-Cancha.

▪ **Objetivos específicos.-**

- Evaluar las condiciones del suelo donde se encuentran los bosques de *Polylepis*.
- Evaluar las condiciones biológicas de los bosques de *Polylepis*.
- Evaluar las actividades socioeconómicas de la comunidad campesina de Cancha-Cancha con relación a los bosques relictos de *Polylepis*.
- Determinar los sitios con potencial para la restauración ecológica.
- Elaborar el plan de restauración ecológica de los bosques de *Polylepis*.

HIPOTESIS

Los bosques relictos de *Polylepis* se encuentran en peligro de desaparecer por las actividades realizadas por la comunidad campesina de Cancha-Cancha.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. ANTECEDENTES

Aguilar (1998), realiza la evaluación forestal del bosque de *Polylepis spp* de la localidad de Yanahuara (Urubamba-Cusco) una de las conclusiones es que la capacidad de regeneración que tiene el bosque se debe a la presencia de gran número de individuos de *Polylepis* en diferentes estadios como plántulas y plantones en el interior del bosque. Y otra conclusión que llegó fue que el bosque se encuentra en recuperación por el alto número de individuos en estadios jóvenes.

Arce & Toivonen (2002), para el Santuario Histórico de Machupicchu se reportan las especies de *Polylepis pauta*, *P. sericea*, *P. racemosa*, *P. pepeii*, *P. subsericans* y *P. incana*. Donde los suelos de la zona núcleo dentro de los bosques son más húmedos, más ácidos y con mayores nutrientes (N, P, K, Ca, Mg, Fe, Bo) que los suelos fuera de los bosques. En la zona de amortiguamiento los suelos dentro de los bosques son menos ácidos y tienen menos nutrientes que los suelos del núcleo. Además en la zona de amortiguamiento se observan las amenazas como ganadería, tala, quema y agricultura.

ECOAN (2002), proyecto ejecutado por la Asociación de Ecosistemas Andinos. En la parte media de la Cuenca del Vilcanota; donde participaron 21 comunidades campesinas donde se instalaron 653 500 plantones de las cuales 491 000 fueron de *Polylepis*, además se instalaron viveros, cocinas mejoradas. Trabajos de mejoramiento en pastos.

Tupayachi (2004), la propuesta para la conservación de bosques de *Polylepis* de la cordillera del Vilcanota propone dos zonas. Una primera zona denominada Chicón con un área de 1 200 Ha y perímetro de 13 074 m. La segunda “Yanacocha” con una propuesta de área de 2 111 Ha y 22 174 m de perímetro. Las especies mencionadas en la propuesta son *Polylepis besseri*, *P. racemosa* y *P. subsericans*.

ANDESS PERU (1993), realizado en las localidades de Mosopuquio, Chiguata, Piaca y Totorani pertenecientes al departamento de Arequipa. El trabajo de recuperación consistió en la reforestación de zonas donde alguna vez estuvo parte del bosque y la capacitación a la población para la conservación de los bosques de *Polylepis spp* y la importancia que tienen estos con los problemas ambientales que sufrían como escases de agua y pérdida de suelos agrícolas.

CONDESAN (2003), recopiló los datos de PRONAMACHCS (1983-2002) se logró la producción 504 215,78 plantones y 310,779 hectáreas reforestadas; distribuidos en 17 regiones del país. El informe indica que los resultados de la forestería no son satisfactorios; ya que algunas organizaciones la consideran como una actividad puntual y de carácter aislado y la población como una actividad complementaria. El nivel de sensibilización es bajo al realizar actividades forestales sostenibles y la mortalidad de los plantones llega a 80% por la poca responsabilidad de las instituciones que fijan

metas cuantitativas de corto plazo, errada orientación y pobre capacitación en la población.

Sánchez & Quintana (2008), realizan el diagnóstico para la rehabilitación ecológica de una zona degradada por la minería en Hualgayoc-Cajamarca donde se utiliza *Polylepis racemosa*. Las conclusiones de la investigación son que con el éxito de la plantación se asegura la integridad de la capa edáfica; además que la plantación asegura una fuente de biodiversidad.

MINERA LA ZANJA S.R.L (2009), PLAN DE REVEGETACION de la MINERA LA ZANJA, plan que comprende la revegetación como una compensación ecológica a los impactos causados por la minería en Cerro San Pedro-Lima. Observándose que las semillas de *Polylepis Multifuga* poseen una viabilidad muy baja en relación a la proporción de semillas colectadas; además que la especie tiene un efecto positivo de magnitud significativa al momento de fijar suelos en procesos de erosión como cárcavas.

Mendoza et al., (2010), trabajo realizado en la Reserva Nacional de Salinas y Agua Blanca – Arequipa, recomienda que para la recuperación de *Polylepis* sea necesario tener en cuenta la genética, ya que la especie tiende a formar híbridos; entonces para una restauración se debe tener en cuenta trabajar con las especies de la zona misma para evitar una erosión genética.

Cardozo (2001), como parte del programa de “Propagación y plantación de Queñoa de altura (*Polylepis Tarapacana Phil*) realizado como medida de compensación”, (Iquique-Chile) donde se colectaron 124 frutos por kilo de los cuales el 65% de pureza y con solo un 5 a 8% de germinación en laboratorio y un 4% en invernadero. Desde la germinación las plántulas estuvieron en sombra hasta cumplir el mes; después se procedió a su sembrado en la zona a ser compensada, donde se les brido protección de los elementos a través de mallas, presencia de rocas. La plantación fue realizada en temporada donde no se presentaron heladas.

ECOPAR (2010), realizado por la “Corporación para la investigación, capacitación y apoyo técnico para el manejo sustentable de los ecosistemas tropicales”, las reforestaciones con *Polylepis incana* son un éxito cuando estas sobreviven a los primeros años después de su implantación en el ambiente, sugiriendo que si no se contara con medios para la vigilancia de las plantaciones entonces se debe hacer una reforestación con mayor número de individuos; ya que muchos no logran sobrevivir.

1.2. POLYLEPIS

Actualmente, a altitudes por encima de los 3000 o 3500 m, la vegetación de los andes centrales se encuentra dominada por zonas agrícolas, pastizales y zonas arbustivas. Los bosques en su mayoría son representados por especies introducidas de los géneros *Eucalyptus* y *Pinus*. Los bosques nativos son raros y están comúnmente restringidos a localidades especiales, como laderas rocosas o quebradas. Estos relictos de bosque son dominados por especies del género *Polylepis*, aunque en otros lugares especies leñosas como *Buddleja*, *Clethra*, *Gynoxys*, *Podocarpus* o *Prumnopitys* también están presentes. Estos bosques representan uno de los ecosistemas más amenazados del mundo, pero al mismo tiempo cumplen un rol central en la ecología altoandina, como hábitat de muchas especies de plantas y animales y como importante fuente de recursos para los habitantes locales.

1.2.1. SINONIMIA DE NOMBRES COMUNES DE *Polylepis*

Las especies de *Polylepis* se conocen con diferentes nombres comunes, en Colombia es llamado como “Colorado”, en Ecuador es conocido como “Quinua”, “Yagual”, “Panta” o “Quino rojo”, en Bolivia se le llama “Queuña” o “kenua”. En el Perú su nombre común es “Queuña”, “Queuña”, “Queuña”, “Quenuina”, “Quencial”, “Quinua”, “Quinar”, “Ccecuna”, “Okenhua”, “Quinca”, “Chopto”, “Lampayo” y “Manzanita zacha” (Aguilar, 1998).

1.2.2. DISTRIBUCIÓN

1.2.2.1. *Polylepis* EN SUDAMERICA

En los bosques montanos y altoandinos de la Cordillera de los Andes, desde Venezuela hasta el norte de Chile y Argentina; con una población extratropical en el noreste y centro de Argentina, se distribuye el género *Polylepis* que incluye alrededor de 27 especies (Mendoza, 2010). En su mayoría árboles de 5-10m de altura pero también con algunas especies comúnmente arbustivas (*Polylepis microphylla*, *P. pepei*, *P. tarapacana*, *P. tomentella* subespecie *nana*) y otras que incluso pueden llegar a superar los 25m (*P. lanata*, *P. pautá*), pero todos caracterizándose por su polinización anemófila y frutos secos (Kessler, 2006).

En la reciente revisión para el Perú se estableció en 16 la riqueza específica del género *Polylepis* en los Andes peruanos que representan más del 70% de las especies registradas en todos los andes superando a Bolivia y Ecuador con 40% y 25% respectivamente, en los restantes países latinoamericanos se distribuye entre 14 % a 3% (Mendoza, 2011) Cuadro 01.

Cuadro 01

Riqueza y endemismo de especies del género *Polylepis* en países de Latinoamérica

PAIS	ESPECIES	ENDEMISMO
Perú	16	3
Bolivia	13	4
Ecuador	7	2
Argentina	4	1
Colombia	3	1
Chile	2	0
Venezuela	1	0

Fuente: Mendoza w (2010) modificado a través de Tropicos.org. Missouri Botanical Garden

1.2.2.2. *Polylepis* EN EL PERÚ

De todas las especies encontradas en el Perú (Cuadro 02), tres se distribuyen solamente en los andes peruanos: *P. flavipila.*, *P. multijuga* y *P. subsericans*, que representan el 26% del total de especies del género en el Perú. Donde solamente en las regiones de Tumbes, Ica, Loreto, Ucayali y Madre de Dios no hay reporte de *Polylepis* (Mendoza, 2010).

Cuadro 02

Lista de las especies de *Polylepis* reportadas para el Perú

ESPECIES	ALTITUD (m)	DEPARTAMENTO
<i>Polylepis flavipila</i> (Bitter) M. Kessler & Schmidt-Leb	3650-4100	HV,LI
<i>Polylepis incana</i> Humboldt, Bonpland & Kunth	3000-4200	AN,AP,AY,CU,HU,JU,LI,PA,PU
<i>Polylepis incarum</i> (Bitter) M. Kessler & Schmidt-Leb	3100-4200	CU,PU
<i>Polylepis lanata</i> (Kunize) M. Kessler & Schmidt-Leb	2900-4100	AP,AY,CU
<i>Polylepis microphylla</i> Pilger	3200-4000	AR,CU,LI
<i>Polylepis multijuga</i> Pilger	2200-3600	AM,CA,LA
<i>Polylepis pauta</i> Hieron	1800-4000	AY,CU,JU,SM
<i>Polylepis pepeii</i> B.B Simpson	3900-4500	AY,CU,PU,SM
<i>Polylepis racemosa</i> Ruiz & Pav	2900-4000	AN,AP,AY,CA,CU,HU,JU,LI,LL,PA
<i>Polylepis rugulosa</i> Bitter	3000-4600	AR,MO,TA
<i>Polylepis sericea</i> Wedd	2000-4100	AN,CU,JU,LL
<i>Polylepis subsericans</i> J.F Macbride	2900-5100	AP,AY,CU
<i>Polylepis tarapacana</i> Philippi	4200-4800	TA
<i>Polylepis tomentella</i> weddell	3500-4500	AP,AR,AY
<i>Polylepis triacontandra</i> Bitter	3500-3900	PU
<i>Polylepis weberbaueri</i> Pilger	2500-4200	AN,CA,LA,LI,PI

FUENTE: Mendoza W (2011) a través de Tropicos.org. Missouri Botanical Garden

Lista de especies de *Polylepis* reportadas para el Perú, con los rangos altitudinales, distribución departamental. AY: Ayacucho, CU: Cusco, JU: Junín, HV: Huancavelica, LI: Lima, AN: Ancash, AP: Apurímac, PA: Cerro de Pasco, PU: Puno, AR: Arequipa, AM: Amazonas, CA: Cajamarca, SM: San Martín, LA: Lambayeque, HU: Huanuco, LL: La Libertad, AR: Arequipa, MO: Moquegua, TA: Tacna.

Un gran porcentaje de las especies están concentradas en un rango altitudinal de 3000 a 4000 m, siendo *Polylepis subsericans* registrada a mayor altitud sobre los 5100 m para la cordillera del Vilcanota y la especie registrada a menor altitud es *Polylepis pauta* a 1800 m en la Cordillera de Accanacu región del Cusco (Mendoza, 2011).

El centro de diversificación del género son los andes del sur del Perú, donde se registran 13 especies mientras se considera a los andes del norte del Perú como el centro de origen; debido a que se registraron a dos especies más primitivas como lo son *Polylepis multijuga* y *Polylepis pauta*. (Mendoza, 2010). El análisis Regional para el género *Polylepis* indica que en la región con mayor riqueza es Cusco con 9 especies seguido por Ayacucho con 7. Distribuido en 19 de las 24 Regiones del Perú (Mendoza, 2011) (Cuadro 03).

Cuadro 03
Riqueza de especies del género *Polylepis* en los departamentos del Perú

DEPARTAMENTOS	NUMERO DE ESPECIES REGISTRADAS
Cusco	9
Ayacucho	7
Ancash	6
Junín	5
Lima	6
Apurímac	5
Puno	4
Arequipa	3
Cajamarca	3
La libertad	3
Tacna	2
Huánuco	2
Huancavelica	2
Lambayeque	2
Moquegua	1
Pasco	2
San Martín	2
Amazonas	1
Piura	1

Fuente: Mendoza W (2011) a través de Tropicos.org. Missouri Botanical Garden

Cuatro especies de *Polylepis* no se encuentran en ninguna área protegida por el estado peruano: *Polylepis incarum*, *P.lanata*, *P. subsericans* y *P. triacontandra* (Mendoza, 2010). En el año 2006 el estado peruano aprueba la categorización de especies amenazadas de flora silvestre (Listas de especies y base legal en Anexos 01). Las especies de *Polylepis* categorizadas por su estado de amenaza son Cuadro 04.

Cuadro 04

Especies de *Polylepis* y su categoría de amenaza

ESPECIE	CATEGORIA
<i>Polylepis incana</i> Kunth	Peligro Critico (CR)
<i>Polylepis racemosa</i> Ruiz & Pay	Peligro Critico (CR)
<i>Polylepis microphylla</i> (Wedd.) Bitter	En Peligro (EN)
<i>Polylepis multifuga</i> Pilg.	En Peligro (EN)
<i>Polylepis subsericans</i> J.F MacBr.	En Peligro (EN)
<i>Polylepis tomentella</i> Wedd	En Peligro (EN)
<i>Polylepis besseri</i> Hieron	Vulnerable (VU)
<i>Polylepis pepeii</i> B.B Simpson	Vulnerable (VU)
<i>Polylepis rugulosa</i> Bitter	Vulnerable (VU)
<i>Polylepis sericea</i> Wedd.	Vulnerable (VU)
<i>Polylepis tarapacana</i> Phil.	Vulnerable (VU)
<i>Polylepis weberbaueri</i> Pilg.	Vulnerable (VU)
<i>Polylepis pauta</i> (Bitter) Hieron	Casi Amenazado (NT)

FUENTE: Decreto Supremo N°043-2006-AG

En la actualidad es muy frecuente denominar varias especies del Perú como una sola, así *Polylepis weberbaueri*, *P. reticulata* y *P. microphylla* se nombraban como *P. weberbaueri*; a *P. flavipila* y *P. subsericans* se identificaba como *P. subsericans* y a *P. rugulosa*, *P. subtusalbida* y *P. lanata* se denominaba como *P. besseri*, esta última especie no se encuentra en el Perú, su distribución está limitada para Bolivia (Mendoza *et al.*, 2010).

Evidencias paleontológicas sugieren que el Perú alguna vez tuvo 55 000 Km² de bosques de *Polylepis*; ahora se calcula un alrededor de 700 a 1 200 Km² de bosque (Dourojeanni, 2007). En el año de 1992 la Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales (ONERN) recopiló los datos de la extensión de los bosques de *Polylepis* en algunos departamentos del Perú (Cuadro 05).

Cuadro 05

Extensión de Queñuales en algunos departamentos

DEPARTAMENTO	SUPERFICIE (ha)	PORCENTAJE (%)
Ancash	3400	8.10
Arequipa	12000	28.4
Ayacucho	3900	9.23
Cusco	1000	2.36
Huancavelica	4700	11.12
Lima	8850	20.94
Moquegua	2450	5.80
Puno	2400	5.68
Tacna	3550	8.40
TOTAL	42250	100.00

FUENTE: Elaborado por ONERN 1992

1.2.3. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA DE *Polylepis*

- a) **Árbol:** El género incluye arbustos de uno a cinco metros de altura hasta árboles de 27 m. El fuste normalmente torcido o puede ser único o con varios tallos. El

árbol tiene abundante ramificación que muchas veces nace de la base del tronco y cuando las ramas son relativamente rectas se les utiliza en techos de viviendas, la copa por lo general es difusa e irregular. La corteza es de color rojizo o marrón amarillento brillante, que se desprende en forma continua en capas delgadas translúcidas. En las ramas jóvenes la corteza externa aumenta considerablemente su diámetro aparente (Pretell, 1985).

- b) **Hojas:** Las hojas son compuestas imparipinnadas, con un número variable de folíolos de acuerdo a la especie de 15-23 mm de largo, por lo general los folíolos son de color verde claro o verde oscuro brillante en el haz, glabros, y con el envés blanquecino grisáceo o amarillo pubescente, sus nervaduras son bien marcadas. En cualquiera de las especies del género el tamaño de la hoja puede variar de acuerdo a las condiciones que crece, siendo más grande en terrenos húmedos (Pretell, 1985).
- c) **Flores:** Las flores de *Polylepis* son incompletas, sin corola ni nectario, se agrupan en racimos con 5 a 10 flores cada uno (Pretell, 1985).
- d) **Frutos:** El fruto de unos 5mm de largo por 4 mm de ancho, es seco, drupáceo con 4 aristas terminadas en cortos agujijones (Pretell, 1985).
- e) **Semillas:** En muchos lugares de la sierra no se encuentran semillas viables en los frutos debido a la dicogamia y polinización anemófila del género por lo que son transportados por el viento, ocurre únicamente en árboles aislados. En tales condiciones solo se consiguen semilla viable en bosques de cierta extensión, por lo que son ya bastantes escasas en la sierra (Pretell, 1985).

1.2.4. TAXONOMÍA DEL GÉNERO *Polylepis*

Según la clasificación APG III (2009) la familia Rosaceae comprende alrededor de 95 géneros y 2830 especies, con una distribución casi cosmopolita; es dividida en cuatro subfamilias. En la subfamilia Rosoideae; la tribu Sanguisorbeae presenta 15 géneros de gran interés biogeográfico, el mayor centro diversidad y centro principal de diversificación se encuentra en el hemisferio sur, donde los géneros *Polylepis*, *Tetraglochin*, *Margyricarpus* y *Acaena* representan a Sudamérica. La posición taxonómica que presenta es (Bremer *et al.*, 2009):

REINO	: Vegetal
DIVISIÓN	: Magnoliophyta
CLASE	: Magnoliopsida
SUBCLASE	: Rosidae
ORDEN	: Rosales
FAMILIA	: Rosaceae
SUB FAMILIA	: Rosoideae
TRIBU	: Sanguisorbeae
GÉNERO	: <i>Polylepis</i>

1.2.5. EVOLUCIÓN DEL GÉNERO *Polylepis*

Los análisis filogenéticos sugieren que *Polylepis* se desarrollo mediante poliploidización desde el género arbustivo y herbáceo de *Acaena*, y que las especies filogenéticamente basales de *Polylepis* fueron árboles con hojas delgadas, 7-11 folíolos por hoja, corteza delgada e inflorescencia con abundantes flores. La subsiguiente evolución del género fue en dirección a especies con hojas más gruesas, reducción del número de folíolos, desarrollo de una corteza más gruesa e inflorescencias reducidas con pocas flores (Kerr, 2003). Se tienen varias teorías que explican la ubicación de los bosques aislados, siendo las siguientes:

- a) Los árboles pueden estar asociados con condiciones rocosas los cuales son calentados durante los días soleados conduciendo a las más altas temperaturas de aire (Kerr, 2003). Estas temperaturas podrían permitir el crecimiento de los árboles en áreas que serian de otra manera muy fríos (Aguilar, 1998).
- b) Los espacios abiertos entre las rocas permite que el aire caliente penetre en el suelo y por lo tanto facilita la más grande profundidad de las raíces de los arboles (Kerr, 2003). La hipótesis parecer irreal, sin embargo como se asume que el aire caliente absorbe hacia abajo, adentro del risco entre las rocas por el flujo del aire frío siguiendo la pendiente de las rocas inclinadas. Usualmente se eleva el aire caliente hacia arriba (Dourojeanni, 2007).
- c) La inclinación de las rocas influye para que el agua de lluvia recorra desde las mismas y sea colectada, a su vez depositada (Aguilar, 1998).
- d) El fondo de los valles son particularmente fríos y por tanto libres de árboles, esto debido a la acumulación nocturna de aire frío (aire caliente estancado) (Dourojeanni, 2007).
- e) Los valles y quebradas están particularmente calientes y por tal es preferido por los árboles. Esto es debido principalmente a la protección del viento. Troll (1959) considero en el último de los casos el tipo general de alimentación de árbol tropical. Nótese que esta hipótesis parece contradecir a la previa. Sin embargo Miche y Míche (1994) señalaron que los valles delgados extensos son más fríos mientras los valles estrechos, inclinados son más cálidos, así dependiendo de la ubicación, cualquiera de las condiciones pueden darse (Aguilar, 1998).
- f) El crecimiento de los *Polylepis* se da preferiblemente donde existe regular condensación de nubes en las pendientes de las montañas, por otro lado crecen en áreas muy áridas para los árboles (Dourojeanni, 2007).

1.2.5.1. PALEOECOLOGIA DEL GÉNERO *Polylepis*.

- **Era Mesozoica o secundaria / Periodo Cretácico:** Se da inicio a la separación de los continentes africano y suramericano (movimiento hacia el oeste). Comienza la formación de los andes; se forma una geosinclinal a lo largo del oeste del continente donde se presentan movimientos tectónicos resultando en

levantamientos locales y cada vez más frecuentes. En el piso del Maastrichtiano ya existe una proto cordillera central y baja (Van der Hammen, 2000).

- **Era Cenozoica o terciaria / Periodo Paleogeno:** Durante el lapso del Maastrichtiano hacia el Daniano (estrato del paleoceno) se presentan profundas intrusiones marinas ocupando gran parte de la Patagonia como también de Perú y Bolivia. A finales del Daniano se produce una progresiva regresión del mar (Ortiz, 1996). **Periodo Neogeno:** Durante el plioceno existe una conexión entre oeste y el este de los andes (Argollo & Mouguiart, 1995). Las bajas montañas no excedían los 1000 m. Géneros como *Hedyosmun* y posteriormente *Myrica* aparecieron por primera vez. Los primeros integrantes de la vegetación incluyen *Polylepis*, *Aragoa*, *Hypericum*, *Miconia*, *Umbelliferae* (*Borreria*, *Jussiaea*, *Polygonum*), *Valeriana*, *Plantago*, Ranunculaceae, *Myriophyllum* y *Jamesoni* (Van der Hammen, 1974).
- **Era Cuaternaria / Periodo Pleistoceno:** El levantamiento de la cordillera de los andes continuo activo. La glaciación afecto en mayor extensión a las regiones altas de las cordilleras oriental y occidental; imprimiendo una acción erosiva en las cabeceras de los valles (INGEMET, 1995). En la cordillera misma los indicadores térmicos señalaron una situación fría en 5 °C o 7 °C; indicando que las nieves perpetuas se encontraban entre los 4000 a 4500 m de altitud e incluso 3400 a 3700 m (Argollo & Mouguiart, 1995). Anterior al Wisconsin la cordillera no era lo suficientemente alta y las masas de aire frío del atlántico sur durante el invierno antártico permitieron entre el norte peruano al norte de Chile un dinamismo alrededor de múltiples “oasis” de formaciones de plantas (*Polylepis*) lo que permitió subsecuentemente el desarrollo de la fauna en estos “Oasis” (Lumbreras *et al.*, 2008). En el Wisconsin los andes alcanzan su altura actual como también es el pico de la glaciación. En este piso los bosques de *Polylepis* dominan los andes completamente. El pleistoceno es característico por su clima seco en las regiones de los andes donde la precipitación era de 100 a 400 mm (Van der Hammen, 1974). **Periodo Holoceno:** Subsecuentemente la deglaciación causa la alza de las aguas formando lagos profundos y lagunas perennes, además la megafauna regional se extingue dando paso a la mesofauna, básicamente poblaciones de camélidos y algunos cérvidos. Las formaciones vegetales toman su fisiografía actual; en el caso de los *Polylepis* estos se ven reducidos a las cabeceras de los altos andes, siguiendo el derretimiento de los glaciares (Ochsenius, 1986). Los primeros grupos humanos de cazadores recolectores utilizan la vegetación de su entorno para su supervivencia (Lumbreras *et al.*, 2008).
- **Periodo Pre-Hispánico:** Desde que el hombre fue cazador recolector dependía de la vegetación para su sustento. No se puede negar que la utilización de keuña se daba en las zonas altoandinas. La variedad de servicios que generaba los bosques para los hombres pre-hispánicos es extensa como fuente de combustible, material de construcción e incluso como medio religioso (Lumbreras *et al.*, 2008). Los incas utilizaban las queñas como plantas para la protección de laderas y como ornamento en los caminos, se tiene evidencia de esto en las islas del sol (Lago Titicaca) (Capriles & Florez, 2002).

- **Actual:** En la localidad de Huaran después de la reforma agraria de 1970, áreas de la microcuenca son cedidas a los comuneros de Cancha-Cancha; donde hicieron espacio para los campos de cultivo y/o corrales de ganado, talando los bosques de queuña que se encontraban en la quebrada. Anterior a la reforma agraria se utilizaba la madera de queuña como material de construcción de viviendas y corrales. La madera extraída en este periodo es la proveniente de la parte alta de la cuenca por su grosor (Entrevista al presidente de la comunidad campesina de Cancha-Cancha y Entrevista al presidente de la asociación agropecuaria de Huaran).

1.2.6. DISTRIBUCIÓN ECOLÓGICA

La variabilidad morfológica es indicativa de la gran amplitud ecológica de las diferentes especies de *Polylepis* y de los bosques formados por ellas (Kessler, 1995). En regiones húmedas la línea superior de bosques es naturalmente dominada por varias especies de *Polylepis*, arriba de los bosques de neblina conformados por *Weinmannia*, *Clethra* y *Clusia*, entre otros. Las especies de *Polylepis* en estos hábitats son los árboles de *P.pauta* (Ecuador-Bolivia), *P. serícea* (Venezuela-Bolivia), *P. laguginosa* (Ecuador), *P.multijuga* (Perú), *P. triacontandra* (Bolivia) y *P.lanata* (Bolivia-Perú), mientras que la especie parcialmente arbustiva *P.pepei* forma la línea superior de bosques a 3800-4200 m en el sur de Perú y Bolivia (Kessler, 2006). En hábitats también húmedos pero usualmente menos expuestos a las lluvias de las vertientes andinas, se encuentran los bosques de *P. reticulata* (Ecuador) y *P. weberbaueri* (Ecuador-Perú), *P.racemosa* (Perú) y *P. incana* (Ecuador- Perú); esta última especie también se extiende hacia hábitats algo más secos en los valles interandinos donde también se presenta *P. subsericans* (Perú) y las especies bolivianas de *P. besseri*, *P. subtusalbida* y *P. pacensis* (Kessler, 2006).

En *Polylepis* el crecimiento vegetativo tiene lugar sobre todo en la época húmeda y relativamente caliente, mientras que la floración ocurre principalmente en la época seca y fría (Kessler, 2006). Esto probablemente se una adaptación eficiente a la polinización por el viento en época seca y tiene efectos en las semillas que llegan a estar maduras al comienzo de la época de lluvias para aprovechar al máximo las condiciones favorables (Kessler, 2006). Además de las condiciones climáticas, en muchas zonas altoandinas existen condiciones de suelo desfavorable debido a que las bajas temperaturas y aridez limitan a la descomposición de materia orgánica y el reciclaje de nutrientes; sobre todo nitrógeno y fósforo (Kessler, 1995), esta falta de nutrientes favorece al desarrollo de hojas coriáceas, espinas y/o compuestos que protegen contra la herbivoría como fenoles o aceites aromáticos (Mendoza, 2010).

La separación ecológica de las especies de *Polylepis* no es perfecta, y en muchos localidades 2 o 3 especies de *Polylepis* crecen una al lado de otra, aunque frecuentemente con ligeras diferencias ecológicas; siendo la hibridización entre las especies común (Romoleroux, 1996). Posiblemente todas las especies llegan a producir híbridos; como sucedió en poblaciones híbridas en Bolivia, Perú y Ecuador (Mendoza,

2010). Las condiciones ecológicas de estos bosques se pueden caracterizar principalmente en relación a las condiciones de temperatura, humedad y suelos. Debido a su localización a grandes elevaciones en los andes; están sujetos a amplias fluctuaciones diurnas de temperatura, comúnmente con diferencias de 20-30 °C entre las temperaturas máximas del día y las heladas nocturnas. Estas fluctuaciones representan un estrés enorme para las plantas sobre todo a altitudes por encima de los 4000m, la mayoría de las especies muestran adaptaciones a temperaturas bajas como lo son las gruesas cortezas y la resistencia al congelamiento (Hoch & Korner, 2005).

Su rango de precipitación es bastante amplio, desde 250 hasta 2000 mm anuales, distribuidos durante 6 a 7 meses, lo que significa que el género es bastante resistente a la sequía. Sin embargo para desarrollar bien requiere buen nivel de humedad en el suelo, en cuanto al suelo, la queuña no es exigente, crece en forma natural en una amplia gama de suelos; desde las superficies con afloramientos de rocas en cadenas pedregosas protegidas, hasta en fondo de valles y quebradas con suelos profundos. Se desarrolla en suelos residuales a parte de areniscas de topografía quebrada. Su rusticidad es tal que puede llegar a crecer hasta en grietas de rocas. Prefiere suelos ligeramente ácidos y de textura media (Hoch & Korner, 2005).

Es una de los géneros arbóreos que se encuentran en la puna y a veces cerca de las nieves perpetuas de la cordillera, marcando así el límite de altitud en la distribución de las especies altoandinas. En consecuencia es capaz de continuar su función biológica a temperaturas tan bajas como 4 °C en el suelo (Hoch & Korner, 2005).

Los bosques altoandinos se desarrollan en espacios determinados por la altitud, pendiente, exposición al sol y latitud; como factores naturales primordiales y por el grado de eso y de acceso de poblaciones (Mendoza, 2010).

1.2.7. VEGETACIÓN ASOCIADA A LOS BOSQUES DE *Polylepis*

Aunque por definición las diferentes especies de *Polylepis* son los árboles dominantes en las formaciones boscosas, hay un gran número de especies arbóreas y arbustivas asociadas con ellas (Kessler, 1995). Este número disminuye desde las zonas más bajas y húmedas hacia aquellas más altas y secas; como en el caso de *Polylepis tarapacana* donde no coexiste con otra especie de árbol solo con algunas especies arbustivas. En contraste los bosques húmedos de neblina los arboles de *Polylepis* se entremezclan con individuos como *Weinmannia*, *Clethra*, *Escallonia*, *Vallea stipularis*, *Citharexylum*, *Clusia* y *Oreopanax*, con un sotobosque con numerosas especies de *Brachyotum*, *Hesperomeles*, *Solanum*, *Berberis*, *Escallonia*, *Gynoxys* y varias otras especies de Asteraceae (Kessler, 2006). También hay asociación con especies arbustivas de *Baccharis*, *Senecio*, *Berberis*, *Stevia*, *Calceolaria*, *Oxalis*; entre otros muchos (Kessler, 1995, 2006). También hay la presencia de pastos de los géneros *Deyeuxia*, *Stipa*, *Muhlenbergia* y *Agrostis* (Kessler, 2006). La presencia de epifitas como musgos, líquenes y hongos es común en los bosques húmedos donde los factores del ambiente permiten la permanencia de estas formas de vida (Hoch & Korner, 2005).

1.2.8. PROPAGACIÓN

Debido a la ausencia de semillas viables en la mayor parte de la sierra, la forma reproducción más común es por vía vegetativa o asexual. En la sierra se practican tres métodos: por esquejes o ramillas, por estacas convencionales o por acodos (Pretell, 1985).

I. MÉTODOS ASEXUALES

- a) **Esquejes:** Es el más confiable y recomendable para propagar el género *Polylepis*, es por medio de ramillas terminales o esquejes que también es conocido por estacas apicales, hay que buscar que las ramillas tengan por lo menos 3 raíces preformadas; especie de chichones o protuberancias que salen debajo de la corteza y en el sector inferior de la rama donde están acumuladas las ramillas o peciolos de hojas muertas. El mejor material vegetativo se obtiene de árboles viejos y aislados, en especial de aquellos que disponen de buena humedad, como la orilla de los ríos o en quebradas (Pretell, 1985). Una vez recolectadas las estacas; estas pueden colocarse en envases inmediatamente o después de 24 horas, pero deben esperar este lapso de tiempo en recipientes con agua (Aguirre, 1988). El mayor prendimiento se obtiene de material recolectado si es que las lluvias se han establecido, por ejemplo; para el Cusco (Diciembre), los esquejes se siembran en bolsas de plástico, preferiblemente de 15x20 cm usando un repicador normal (Pretell, 1985).
- b) **Estacas convencionales:** Método de propagación que consiste en la plantación directa en el campo definitivo. Solo funciona en sitios con buenos suelos y adecuada humedad. Un factor limitante es la regular cantidad de árboles necesarios para obtener las estacas de ramas leñosas, pero no muy viejas. Los cortes deben ser limpios y sin rasgaduras, el tamaño recomendable de las estacas es de unos 30cm de largo y aproximadamente de 1.5 a 3 cm de grueso (Pretell, 1985). La estaca se entierra aproximadamente hasta la mitad de su longitud en el centro del hoyo (40x40x40 cm) (Aguirre, 1988).
- c) **Acodado:** La Queuña presenta ramas que en algunos casos crecen en forma bastante aproximada al suelo, situación que les permite la formación de raíces adventicias precisamente en las zonas de contacto con éste. En tales casos se ha producido un acodo simple en forma natural que puede ser aprovechada en las plantaciones (Aguirre, 1988).

II. MÉTODOS SEXUALES

- a) **Semillas:** Para el trabajo con semillas es requerido la asistencia de tres personas; dos al pie del árbol semillero para sostener una manta de 3x3m con un par de varillas a sus costados, y la última persona sube al árbol a sacudir las ramas. Para purificar las muestras recolectadas (semillas) de las impurezas hay que secarlas al sol durante 15 días; para luego ser cernidas (Aguirre, 1988). Las semillas de Queuña presentan un bajo poder germinativo; el mismo que llega a 0% cuando los árboles se encuentran en bosquetes pequeños o aislados (Pretell,

1985). Se recomienda verificar antes de la recolección, tomando un mínimo de 20 semillas por árbol para decidir si esta se justifica (Aguirre, 1988). Para el trabajo con semillas; el sustrato para el almácigo responde a la mezcla de tierra agrícola (arenosa), estiércol y ceniza (5:2:1) en la que se siembra al voleo la cantidad de 50gr de semilla por m², tapándola ligeramente con un sustrato fino y después con una capa de paja (3cm de espesor). La germinación se obtendrá de 30 a 40 días. A los 50 días se comienza a ralea la paja que cubre el almácigo; quitándose totalmente en término de 10 días (Aguirre, 1988). El repique se hace aproximadamente tres meses después de la siembra, cuando las plantas tienen 4 a 5cm, dos pares de hojas y su raíz principal unos 6cm de largo y varias raíces (Aguirre, 1988).

- b) **Brinzales:** Llamados también regeneración natural, consisten en plantas procedentes de semillas que han germinado naturalmente, al pie o alrededor de los árboles maduros (Pretell, 1985). Para extraer los brinzales, se debe actuar cuidadosamente de manera de no afectar las raíces, luego estas plantas se mantienen envueltos en papel periódico húmedo, o directamente en aserrín húmedo u mantenerlos en recipientes con agua. La objeción a tenerse en cuenta es que las plantas producidas mediante brinzales crecen con más lentitud que aquellas producidas por esquejes (Aguirre, 1988).

1.2.9. SERVICIOS AMBIENTALES DE LOS BOSQUES DE *Polylepis*

- a) Artesanía: La madera es compactada, pesada y de color rojizo crema no se pudre en el agua, por lo que antiguamente se utilizaba material para la construcción de vigas de las galerías subterráneas. Actualmente es utilizada en la construcción de viviendas como parantes, en el techado de chozas, fabricación de instrumentos de labranza como chaquitacla, fabricación de enseres domésticos y la fabricación de muebles. Las ramas y las hojas contienen una fuerte proporción de taninos por lo que se les emplea como tonantes en la curtiembre del cuero y pieles por lo que los campesinos lo expenden con el nombre de chachi (García, 1996).
- b) Fuente de combustible: Para algunos poblados los bosques de queuña son la única fuente de material de combustión para el funcionamiento de sus cocinas, el carbón resultante es de alto poder calórico por lo que constituye un excelente carbón (García, 1996).
- c) Medicina: Las hojas se emplean para el tratamiento de dolores reumáticos, para el cual se hierven las hojas y se lava con esto la parte afectada, también se prepara infusiones de las hojas la misma que se toma a diario. La corteza se utiliza para el dolor de garganta, amigdalitis y resfríos (García, 1996).
- d) Protección: Protegen los cultivos y delimitan las propiedades (cercos vivos), cortinas rompe viento, cortinas de vegetación contra heladas (García, 1996).
- e) Protección y conservación de agua y suelos: Los bosques de queuña por sus características ecológicas son parte importante del ciclo hidrológico de las zonas altoandinas (Figura 01), poseen la función de “reservorios” que regulan el nivel hídrico del ecosistema en las temporadas de sequía; esto debido a sus

características, donde las fuentes de ingreso de agua son las precipitaciones y la presencia de neblina que al hacer contacto con el dosel y su superficie se capta hacia el interior del bosque. La mayor parte de la retención del agua es por la presencia de plantas epifitas; que se encuentran asociados a los bosques altoandinos (Tobón, 2009). Al sufrir una alteración que cambie la estructura del bosque se modifican las propiedades hidrofísicas de los suelos y por ende se altera su funcionamiento hidrobiológico; alterándose ampliamente el ciclo hidrobiológico de estos ecosistemas (Tobón, 2009). Los bosques altoandinos juegan un papel importante en la regulación de los caudales, en el rendimiento hídrico en cuencas, en el control de la erosión y la reducción de las inundaciones, la pérdida del área boscosa puede dar como resultado en la disminución en los caudales y de cambios en la dirección y magnitud de los flujos de agua hacia los ríos y las quebradas. Entre los principales problemas causados por el cambio de uso del suelo, pueden mencionarse: erosión, deslizamientos de tierras, inundaciones, contaminación, degradación del régimen hidrológico y escasez de agua. Por las características específicas de las cuencas hidrológicas de los andes; impulsan la erosión en su medio físico natural: altas pendientes, ocurrencia de lluvias con fuerte erosividad y por lo tanto, alta erodabilidad, y en periodos prolongados de lluvias que producen fuertes movimientos en masa (Ortega *et al.*, 2002).

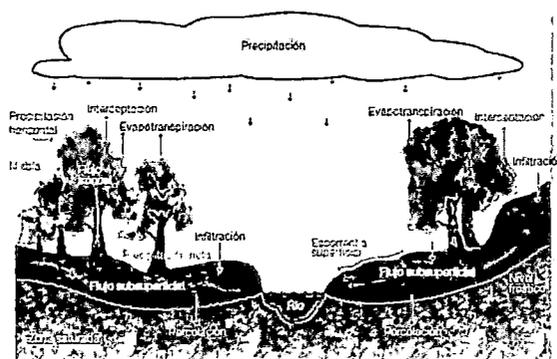


Figura 01 Ciclo hidrológico en los bosques altoandinos

FUENTE: Tobon 2009

- f) Mejoramiento de la fertilidad del suelo: El follaje de especies forestales como fuente de abono directo, la producción de hojarasca para el reciclaje de nutrientes (García, 1996).
- g) Estabilidad de estructuras agrícolas: Selección de andenes estabilizados por vegetación (García, 1996).
- h) Producción de forraje y protección de ganado: Bosquetes de especies como corrales para camélidos, árboles para cobija de ganado (García, 1996).
- i) Ornamental: Se ornamentan avenidas, plazas, parques, jardines tanto públicos como privados en las ciudades altoandinas (García, 1996).

1.3. CONCEPTOS AFINES A LA RESTAURACIÓN

I. FRAGMENTACIÓN DEL HÁBITAT

Se define a la fragmentación como el “proceso dinámico por el cual un determinado hábitat va quedando reducido a parches o islas de menor tamaño, más o menos conectadas entre sí en una matriz de hábitat diferente al original” (Gálvez, 2002). La fragmentación también es conceptualizado como; la pérdida de continuidad de un ecosistema y produce cambios importantes en la estructura de las poblaciones y las comunidades de plantas y animales y en el ambiente físico, afectando su funcionamiento (Sánchez *et al.*, 2005). La fragmentación tiene dos componentes principales:

- Reducción y pérdida de la cantidad total del tipo de hábitat e incluso de todo el hábitat natural.
- Separación del hábitat remanente en parches más pequeños y aislados.

Wilcox & Murphy (1985) señalan que a medida que los fragmentos disminuyen y el aislamiento aumenta se facilita la extinción de una o más especies y la preservación diferenciada de otras (Morlains, 2001). La fragmentación implica la creación de bordes, que son el área más alterada de un fragmento; los efectos de borde se pueden propagar varios cientos de metros hacia el interior del bosque remanente (Ordoñez, 2009).

La fragmentación de hábitats es un proceso continuo y predecible. Primero, un claro o claros son abiertos en una matriz, generalmente a través de la apertura de un camino que cruza el paisaje. Los claros se abren cada vez más en tamaño y cantidad; a medida que los asentamientos humanos y la deforestación ocurren a lo largo del camino. Con el tiempo, todo el paisaje podría verse fragmentado o convertido para uso humano (Ordoñez, 2009).

Harris (1984) menciona que el efecto de la fragmentación puede ser visto en varios niveles de organización biológicos; desde cambios en la frecuencia genética hasta cambios en el ecosistema (Morlains S, 2001). Los efectos se dan en cadena, afectando primeramente a las condiciones microclimáticas, que perjudican sobre la abundancia de algunas especies que a su vez altera las interacciones biológicas, los que afectan en última instancia la biodiversidad existente en los bosques (Ordoñez, 2009).

Los efectos consecuentes de la fragmentación son (Vargas, 2007):

- Desaparición total de una especie por eliminación directa o por su asociación a hábitats erradicados.
- Afecta a las especies sensibles al aislamiento, al no poder mantener el flujo de individuos entre los fragmentos del hábitat.
- Afecta a las especies que requieren de áreas extensas.
- Disminución de especies afectadas por las características microclimáticas asociadas al efecto de borde.
- Las especies invasoras tienen mayores facilidades para colonizar el hábitat.

- Crear incertidumbre ambiental, demográfica y genética en los individuos de una población.
- Perjudicar a las especies claves; generando efectos en cadena.

Murcia (1995) distingue una gradiente continua con cuatro niveles de alteración del paisaje: Intacto, salpicado o jaspeado, fragmentado y relicto (Figura 02). A medida que aumenta la pérdida de superficie de hábitat, disminuye la conectividad (Nazareno, 2006).

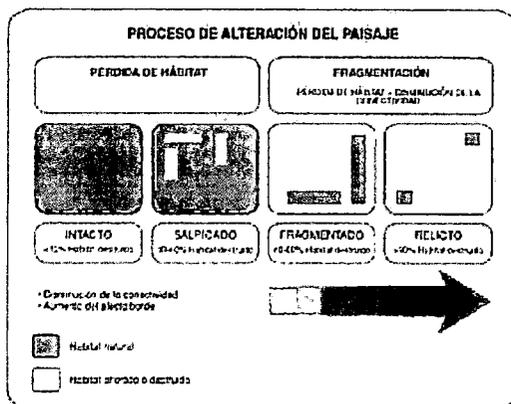


Figura 02 Proceso de alteración del paisaje.

FUENTE: Nazareno, 2006 (modificado de Hobbs & Wilson, 1998)

Los hábitats pueden ser fragmentados a causa de procesos naturales o actividades humanas, cada uno actuando en varios espacios y lapsos de tiempo. En lapsos de tiempo prolongados, los paisajes de manera regular por procesos geológicos y cambios climáticos. En lapsos de tiempo menores, perturbaciones naturales tales como fuegos forestales, volcanes, inundaciones, tormentas de viento, y terremotos pueden modificar y fragmentar los paisajes. Estos procesos naturales crean una heterogeneidad de hábitat y una diversidad de paisaje de los cuales depende la vida silvestre (Nazareno, 2006).

Los humanos han modificado los paisajes a lo largo de miles de años, principalmente mediante la producción agrícola. Los factores y causa que producen fragmentación natural son (Nazareno, 2006):

- Procesos migratorios y asentamiento poblacional.
- Estructura y uso de la tierra.
- Agricultura y pecuaria.
- Extracción vegetal y silvicultura.
- Pesca y acuicultura.
- Impacto de obras de construcción.
- Introducción de especies invasoras por el hombre.

II. EFECTO DE BORDE

El borde se ha definido como la zona de transición entre hábitats adyacentes; se utiliza el término de ecotono como un sinónimo en algunos casos. Sarlov-Herlin (2001)

diferencia ambos términos; donde ecotono se utiliza para indicar la transición entre formaciones continentales o comunidades a una escala espacial más amplia (Barrera, 2004). Para otros autores, la definición es la zona de contacto entre dos comunidades estructuralmente diferenciadas. Se ha definido bordes de tipo naturales; originados por perturbaciones físicas y los generados por actividades humanas que conforman la mayoría de los bordes existentes en el mundo. Los fragmentos de bosque pueden presentar diferentes tipos de borde simultáneamente debido a las variaciones en su estructura; favoreciendo o retrasando la capacidad de regeneración del fragmento (Montenegro & Vargas, 2008).

Lidicker (1999) propone dos tipos generales de efectos: el efecto matriz; se refiere a un cambio abrupto de la distribución de una variable que ocurre en la zona de borde, debiéndose únicamente a que los hábitats adyacentes son diferentes y no genera ningún efecto de borde. El efecto de ecotono comprende toda la variedad de respuestas que potencialmente el borde puede presentar (positivas, negativas o mutuas) lo que genera que el borde puede definirse como un hábitat diferente. (Figura 03) (Barrera, 2004).

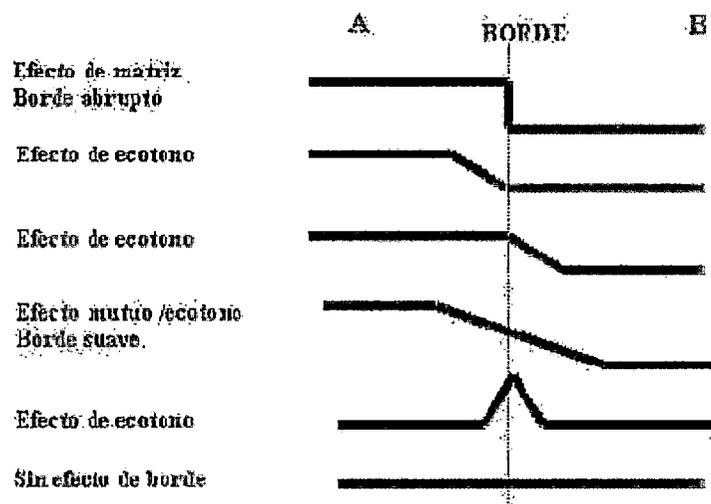


Figura 03 Respuestas potenciales de un efecto de borde
FUENTE: Barrera H, 2004

La intensidad del efecto de borde y sus posibles implicaciones en el funcionamiento del fragmento depende del tamaño y forma del mismo. Los efectos se dividen en tres (Montenegro & Vargas, 2008):

- Efectos físicos.- Cambios en las condiciones ambientales del interior del fragmento derivadas en el microclima.
- Efectos biológicos directos.- Alteraciones en la composición biológica.
- Efectos biológicos indirectos.- Alteraciones en la dinámica de interacciones

El efecto de borde es más marcado en fragmentos de formas complejas (objetos fractales) que en fragmentos de formas euclidianas (círculos o cuadrados). Debido a que para dos fragmentos de un mismo tamaño (área), el borde más irregular implica una

mayor relación borde/núcleo y por tanto una disminución del hábitat núcleo (Figura 04) (Ulbrich *et al.*, 2009).



Figura 04 Relación del efecto de borde con la forma del fragmento
FUENTE: Ulbrich *et al.*, 2009

La permeabilidad del borde puede modular el efecto de fragmentación sobre especies características del bosque, por la modulación existen dos clases de bordes; diferenciados. Los bordes abruptos o “impermeables” actúan como una barrera que no puede ser cruzada por los organismos especializados en un hábitat como también es una barrera para el ingreso de energía y nutrientes, y los bordes suaves o “membranas permeables” que permiten el paso de organismos, nutrientes y energía hacia los núcleos de los fragmentos (Barrera, 2004)

III. SUCESIÓN ECOLÓGICA

La sucesión ecológica es el proceso gradual por el cual el ecosistema cambia y se desarrolla durante un periodo de tiempo por su propia dinámica interna. El término alude a su aspecto esencial que es la sustitución a lo largo del tiempo de unas especies por otras (Garibello, 2003).

La sucesión se pone en marcha cuando una causa natural o antropogénica despeja un espacio de las comunidades biológicas presentes en él (Miranda *et al.*, 2004). Los medios o las secuencias que se dan en las sucesiones son denominados las vías o trayectorias sucesionales; que son los cambios bióticos y abióticos que sufre el ecosistema. (Garibello, 2003).

La sucesión es un proceso ordenado, las etapas que presenta son (Garibello, 2003):

- Etapas iniciales o de constitución.- Dominadas por especies pioneras, oportunistas.
- Etapas intermedias.- Maduración de la dinámica del ecosistema.
- Etapas finales.- Concluyen con el clímax alcanzado. Caracterizado por especies especialistas en cuanto al uso de recursos y con baja tasa de reproducción.

La restauración y sus diversas manifestaciones se basan esencialmente en la manipulación de la sucesión ecológica. Casos como la plantación de una especie facilita a otra o si la aglomeración de plantas o nutrientes permite la colonización de determinadas especies (Walker, 2005).

1.4. RESTAURACIÓN ECOLÓGICA

La especie humana ha estado íntimamente vinculada con la mayoría de ecosistemas naturales, en ese carácter histórico de actor trascendental respecto a los cambios que estos han experimentado. El uso de elementos de la biodiversidad implica alteraciones de los ecosistemas locales, mientras los grupos humanos fueron pequeños y nómadas quizá la restauración no fue una preocupación; pero con el advenimiento de la agricultura la vida se hizo más sedentaria y el uso de recursos silvestres se intensificó, generando la preocupación de tener algún tipo de mantenimiento hacia el entorno natural evitando que los recursos no cultivables se agotaran. El proceso de ocupación y uso de los ecosistemas ha implicado progresivamente, el deterioro de muchos de ellos. En busca de materias primas para la sustentación de la forma de vida de las poblaciones adyacentes a estos; como también la expansión de los centros urbanos y los procesos de cambio que trae consigo. Siendo los ecosistemas fuertemente presionados.

A principios del siglo XX es posible detectar ejemplos de intentos de restauración ecológica moderna; pero en realidad el desarrollo de la misma se ha intensificado recientemente (SERI, 2004).

Los ecosistemas son entidades naturales que en función de su propia estructura, composición y funcionamiento; tienen la propiedad inherente de resistencia a ciertos cambios originados por perturbaciones o alteraciones relativamente modestas que pueden ser absorbidas o “restaurados” de manera autónoma y eficaz. Pero cuando la extensión, magnitud y la recurrencia de las alteraciones son mayores, rompen la resistencia y ocasionan que las capacidades de resiliencia sean insuficientes y así cambios cuantitativos pueden desencadenar cambios cualitativos en el ecosistema (Sánchez *et al.*, 2005).

Entonces es necesaria una intervención humana; que incluso puede ser la única respuesta viable, para ello se tienen diferentes instrumentos para la posible recuperación de los componentes del ecosistema antes del disturbio. De esta necesidad surge el concepto de restauración ecológica.

Se habla de una restauración ecológica cuando se pretende llevar un ecosistema a un estado natural, equivalente al original previo a las alteraciones (Sánchez *et al.*, 2005). Para la sociedad de restauración ecológica internacional (SERI en sus siglas en inglés; Society for Ecological Restoration International) en el 2004 define que la restauración ecológica es el proceso de asistir de un ecosistema que ha sido degradado, dañado o destruido; siendo una actividad intencional, respetando la estructura, composición y función de especies; todo integrado en un espacio sostenible. Para otros especialistas esta definición difiere en algunos aspectos; que restauración es el restablecimiento de la estructura, la productividad y la diversidad de las especies originalmente presentes en el bosque que con el tiempo los procesos ecológicos y las funciones coincidan con las del ecosistema original (SERI, 2004).

Pero el concepto acerca de restaurar el ambiente perturbado hasta la condición misma antes de la perturbación es debatible, si se toma en cuenta que el concepto de diversidad actual en todas sus manifestaciones es la consecuencia de la evolución biológica; esta a su vez es la consecuencia de la continuidad de los procesos ecológicos que a través del tiempos prolongados esos componentes han estado interactuando como un todo funcional; por ello es muy poco probable que las circunstancias ecológicas evolutivas originales se repitan exactamente (Sánchez *et al.*, 2005).

I. CLASES DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA

Dependiendo del grado de intervención que se realice que se realice sobre el sistema, la restauración puede ser de dos tipos (Vargas & Mora, 2006):

- Restauración pasiva: La intervención consiste en retirar o eliminar los factores tensionantes o los disturbios que causan la degradación, de tal forma que se regenera por sí solo.
- Restauración activa: Cuando es necesaria la asistencia al ecosistema para garantizar que se pueden desarrollar los procesos de recuperación en sus diferentes fases y superar las barreras que impidan la regeneración natural.

II. DIFERENCIAS ENTRE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA Y OTROS TÉRMINOS

En muchas ocasiones la restauración ecológica se confunde con otros términos o incluso metodologías para la recuperación de un ecosistema. Varios autores han usado el término rehabilitación como sinónimo de restauración. También existe la confusión con los términos de revegetación, forestación y reforestación (Vargas & Mora, 2006).

- **Rehabilitación.**- Rehabilitación no implica retornar al sistema a su estado previo al disturbio estrictamente; entonces se entiende como un acto de mejoramiento desde un estado degradado permitiéndola recuperación de la estructura y funciones básicas; particularmente la productividad (SERI, 2004). En muchos casos un ecosistema rehabilitado no presenta una biodiversidad equivalente al original por el reemplazamiento de especies que permitan la regulación de la velocidad de los procesos del ecosistema y de la entrada de energía (Vargas & Mora, 2006).
- **Revegetación.**- Proceso por el cual las plantas colonizan un área de la cual ha sido removida su cobertura vegetal original por el efecto de un disturbio. No necesariamente implica que la vegetación original se restablezca (Vargas, 2007).
- **Forestación.**- Conversión de un área que no ha estado forestada por un periodo al menos de 50 años, donde no se sustituye a los bosques; es más eficaz para mantener las funciones ambientales (Vargas, 2007).
- **Reforestación.**- Acción de poblar o repoblar con especies arbóreas un área que estuvo forestada a través de la promoción, plantación o por semillas (Vargas, 2007).

La restauración ecológica difiere de estos términos en tres aspectos fundamentales (Vargas, 2007):

- La restauración busca restablecer no solamente la función del sitio, sino además sus componentes, estructura y complejidad.
- La restauración depende de un propósito intencional y de actividades humanas constructivas.
- La restauración no intenta imitar lo que era un sistema, sino además replicar lo que el sistema hacía y así crear una autoorganización sostenible y persistente.

III. METAS Y LINEAMIENTOS DE LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA

La restauración ecológica ha sido concebida como el esfuerzo práctico por recuperar de forma asistida las dinámicas naturales. Entonces a consecuencia de ello el objetivo primordial de la restauración es propiciar que el ecosistema asuma una trayectoria de reparación congruente con los rasgos generales del entorno (Vargas & Mora, 2006).

Para SERI la principal meta de la restauración ecológica es tratar de revertir en forma significativa los procesos de deterioro causados por las actividades humanas. Las condiciones para una exitosa restauración dependen del enfoque que se necesite para tal fin. En tal sentido las condiciones necesarias mínimas son (Newton & Tejedor, 2006):

- Remoción o reducción al mínimo de las causas que generan el deterioro.
- Buscar la mayor compatibilidad posible de las actividades humanas con el funcionamiento ecosistémico.

Los lineamientos para una exitosa restauración ecológica no pueden ser generalizados ya que cada restauración tendrá un diferente enfoque y dirección. Pero se puede tener protocolos donde los trabajos puedan guiarse para una labor exitosa; los lineamientos bases son (Vargas & Mora, 2006).

- Desarrollar, como punto de partida, una reconstrucción histórica de las características (fisonomía, extensión, composición taxonómica, estructura y funciones) del ecosistema original que se pretende restaurar, acotando la época o fecha a la cual se refiere dicha reconstrucción histórica.
- Definir si los agentes causales del deterioro ya desaparecieron o si se mantienen vigentes.
- Definir hasta qué punto las condiciones que prevalecen actualmente en el área permitirá la recuperación del ecosistema hacia la condición convencionalmente definida como meta.
- Definir, si las condiciones no fueran favorables, cuáles son éstas y cuáles sus magnitudes.
- Definir un plan de acción que procure, como primera fase, remover permanentemente los agentes del deterioro del ecosistema original y las condiciones que son negativas para la restauración.
- Definir si es necesario emprender una fase de reacondicionamiento del suelo y el agua presentes, antes de proceder a otros aspectos de la restauración.

- Evaluar cuáles son las posibilidades de arribo de germoplasma nativo, una vez que se remuevan las condiciones desfavorables y los agentes causales del propio deterioro.
- Aprovechar la llegada de plantas y otros organismos “voluntarios” nativos, provenientes de ecosistemas naturales vecinos. Esto hace más fácil restaurar procesos complejos como los de polinización especializada, mutualismo y muchos otros más.
- Buscar que la inducción de fases de sucesión ecológica siga un orden similar al conocido para cada tipo de ecosistema, al menos hasta que la biota del área presente tendencias de autoorganización sin necesidad de insumos.
- Procurar, hasta donde sea posible, la integración natural del área restaurada con el aspecto del paisaje natural remanente.
- Diseñar un sistema de seguimiento, objetivo y sistemático, del estado que guarda el área sujeta a restauración, dejando claramente establecidos los indicadores que resulten más apropiados para la escala y tipo de caso que se trate y un método estándar para medir sus variaciones, referidas al espacio y al tiempo.

Con los lineamientos claros se pueden proponer fases para la restauración, pero como se menciono antes; tanto los lineamientos como las fases varían acorde a los objetivos que se proponen. Newton R & Tejedor D (2006) definen cinco fases:

- Identificar y tratar las causas y procesos responsables de la degradación.
- Definir en forma realista los objetivos y sus formas de evaluación.
- Desarrollar metodologías para implementar tales objetivos.
- Incorporar las metodologías desarrolladas en las practicas de manejo ecosistémico.
- Evaluar el grado de éxito y monitorear el curso de la restauración.

1.5.FACTORES AMBIENTALES PARA LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA

I. OFERTA AMBIENTAL

Son los factores que influncian al ambiente; específicamente a la biota de la zona. Comprendiendo los factores climáticos, edáficos, paleoecológicos entre otros. Siendo los de mayor relevancia (Garibello, 2003):

- **Temperatura:** Es importante establecer cuáles son las ventajas o desventajas, que ofrece esta variable se deben conocer el ciclo anual y ciclo diario. Los sitios menos propensos a amplias oscilaciones diarias como lo son los resguardos rocosos, representan focos de restauración, mientras que planicies o pendientes expuestas a la radiación o a corrientes de viento, son más difíciles de tratar. (Vargas, 2007). Dado que los altos andes se ubican por encima de los 3800 m.s.n.m la baja temperatura retarda muchos de los procesos metabólicos tales como la circulación de nutrientes y crecimiento de las plantas; grandes fluctuaciones diarias como también amplificadas por sus sustratos desprotegidos de cobertura vegetal son condiciones que debe tomarse en cuenta para las estrategias de restauración (Garibello, 2003).

- **Humedad atmosférica:** De esta variable se debe tener en cuenta el ciclo anual y ciclo diario. Además de identificar los núcleos de condensación, pasos de niebla como focos de humedad, descampados y laderas expuestas como sitios atmosféricamente secos. Igual que con la temperatura, es importante ubicar los micrositos donde se presenten menos oscilaciones y valores mayores (Garibello, 2003). Con el fin de establecer los tratamientos; entre más seco sea el lugar los ecosistemas son más frágiles y el deterioro es más rápido debido al déficit hídrico que hace lenta la regeneración, limitando la capacidad de carga (Vargas, 2007).
- **Precipitación:** Debe considerarse cantidad y distribución a lo largo del año o un periodo prolongado de años. Menores valores y estacionalidad más marcada están asociados con el déficit hídrico, y por consiguiente, con limitantes. En el tiempo la precipitación es la variable más importante puesto que además de influir en el déficit hídrico, su ausencia en tierras altas conlleva el recrudecimiento de las heladas (Garibello, 2003).

Los factores edáficos que influyen sobre la productividad de los ecosistemas; se pueden reagruparse bajo las categorías más generales como drenaje y fertilidad (Garibello, 2003).

- Drenaje

- **Textura:** Tiene influencia sobre el movimiento y disponibilidad de humedad en el suelo, aireación, disponibilidad de nutrientes y resistencia a la penetración por las raíces (Garibello, 2003).

- Fertilidad

- **Materia orgánica:** La materia orgánica además de tener el contenido de nutrientes para las plantas, favorece la formación de una estructura estable de agregados en el suelo por medio de la estrecha asociación con las arcillas; que incrementa la retención de agua (Garibello, 2003).
- **Capacidad de intercambio catiónico (CIC):** Se define como la capacidad total de los coloides del suelo para intercambiar cationes con la solución del suelo. Un suelo con alta CIC retiene gran cantidad de cationes de los nutrientes. Una baja CIC opera como condicionante, y si los nutrientes aplicados exceden la cantidad de cargas negativas presentes en las superficies minerales y orgánicas del suelo, son lavados por exceso de la lluvia o por riego. Entonces suelos con baja CIC necesitan un manejo diferente en la aplicación de fertilizantes, se les debe suministrar frecuentemente pequeñas dosis (Garibello, 2003).
- **Profundidad:** Es un factor condicionante para el desarrollo de las raíces y la disponibilidad de humedad y nutrientes. Los suelos superficiales son susceptibles a la erosión, dependiendo de la interfase entre el suelo y el lecho rocoso. Si este suelo se encuentra parcialmente descompuesto puede haber alguna infiltración de agua y mayor penetración de las raíces (Garibello, 2003).

II. POTENCIAL BIOTICO

Descendencia posible máxima de acuerdo a la producción de propágulos, esporas, semillas, etc. No siendo esta posible por las condiciones del medio ambiente que nunca son suficientes y favorables (resistencia al entorno) (Sarmiento, 2001). El potencial biótico de una especie no es constante sino que varía en función de las condiciones del medio, los que resultan afectados por el incremento poblacional (condiciones de laboratorio) pues al compararlo con el potencial biótico real (en condiciones naturales) se logra una estimación de la resistencia ambiental (Morlans, 2004).

Para la restauración el sentido que posee el potencial biótico; es la disponibilidad de seres vivos para la restauración (Garibello, 2003). Se cuenta con diferentes vías para la restauración en el análisis del potencial biótico del ambiente a ser restaurado.

A. POTENCIAL BIOTICO IN SITU

Comprende los mecanismos de regeneración de los que depende la sucesión, y durante el proceso de restauración pueden potenciarse diferencialmente según el nivel de alteración del sitio, Teniendo como vías (Garibello, 2003):

- Banco de semilla: Está constituido por la acumulación de semillas latentes en el suelo como también de las que aún permanecen en los frutos. Es la vía más importante para la regeneración de especies pioneras, salvo en pastizales deteriorados o sustratos degradados que han sido sometidos a fuego constante o cultivados durante largos periodos de tiempo (Vargas, 2007).
- Lluvia de semillas: es la dispersión de estas por el campo; en este sentido cuando la dispersión se limita al ambiente original se cuenta como un potencial biótico in situ (Vargas, 2007).
- Banco de plántulas: Es un estrato con individuos de hasta 1 m de altura, determinante en la regeneración del bosque secundario. Su desarrollo se halla estacionado mientras persiste la condición de sombra pero se dispara cuando una perturbación genera una oferta lumínica más abundante (Garibello, 2003).
- Rebrotos: Muchas especies son capaces de retoñar, siendo una vía en algunos casos determinante en la regeneración del bosque. La regeneración por rebrotos es comparable con la regeneración a través de semillas, pero conforme avanza la sucesión los individuos generados por semilla tienen la posibilidad de superar a los individuos provenientes de rebrotos (Garibello, 2003).

B. POTENCIAL BIOTICO EX SITU

Mecanismos de regeneración del ambiente, a diferencia del potencial biótico in situ estos no son potenciados en su mayoría por los efectos del disturbio; incluso pueden ser perjudicados por la naturaleza del mismo (Garibello, 2003). La característica más resaltante del potencial ex situ es que no pertenece al ambiente original, siendo de otra zona similar a este o incluso ser de zonas adyacentes (Vargas, 2007). Un caso especial son los fragmentos de bosque; que pertenecen al bosque original pero al transcurrir el

disturbio los efectos que se dan en los bordes de los fragmentos hace que estos puedan sufrir modificaciones que imposibiliten una regeneración simple; considerando por este criterio como una vía *ex situ* para la restauración (Garibello, 2003). Entre las vías de mecanismo se tiene:

- Árboles y arbustos remanentes: Los parches tienen el potencial para ser instrumentos importantes en la regeneración del bosque; como refugios de la biótica original. Pero se debe tener en consideración la situación que presenta ya que en muchos casos los parches se encuentran en vías de degeneración y/o pérdida; y la obtención de individuos para la regeneración no es factible (Garibello, 2003).
- Medios de dispersión: La dispersión es el mecanismo por medio del cual las semillas de una planta logran llegar a un sitio adecuado para la germinación. La mayoría de especies de árboles son dispersadas por aves, mamíferos o peces, en tanto los arbustos pioneros son dispersados preferentemente por el viento. (Garibello, 2003).
- Lluvia de semillas: puede permitir la regeneración del ambiente otorgando nuevos individuos e incluso nuevas especies al área disturbada. (Garibello, 2003).

III. MEDIO SOCIOECONÓMICO

Conforme se establecen las condiciones físicas y bióticas del área a intervenir, se debe establecer cuál es el contexto socioeconómico que la rodea y de qué manera este puede influir en la planificación, ejecución y seguimiento.

Al abordar este tipo de proyecto hay que tomar en cuenta que los espacios donde se realizan estos esfuerzos, la mayoría de los casos son propiedad o han sido apropiados por personas para realizar sus actividades productivas, familiares y sociales. Espacios habitados, trabajados y adecuados a la realidad y necesidades de los habitantes (Sánchez *et al.*, 2005). La realidad y necesidades de los habitantes es multidimensional; características sociales, económicas y ambientales específicas que definen la manera de relacionarse con el entorno (Vargas, 2007).

En muchas ocasiones se propone aislar la zona a restaurar como un intento de conservación impidiendo que los propietarios privados o comunitarios hagan uso del territorio; y con esta clase de acción se suele generar resistencia por parte de la comunidad. Que rechaza que su sustento económico sea limitado o restringido (Sánchez *et al.*, 2005).

Entonces para tener una mayor visión del panorama socioeconómico y facilitar el proceso de negociación y aprovechar su potencial en beneficio de la restauración; es necesario tener los conocimientos sobre las características sociales y económicas; ya que ciertas particularidades pueden tener implicancias en la forma de aceptar y las actividades económicas alternas que se puedan sugerir; como lo es el nivel de educación que facilita la asimilación de los conceptos necesarios para entender la importancia y las

repercusiones de la restauración (Vargas, 2007). Entonces en una comunidad con bajos ingresos, carencia de servicios o bajo nivel educativo requerirá más apoyo al tener menos recursos disponibles para sustituir los ingresos provenientes de la explotación de recursos naturales (Sánchez *et al.*, 2007).

IV. EVALUACION DEL ESTADO DEL ECOSISTEMA

En esta fase es importante conocer el estado en el que se encuentra el área a intervenir. Para ello se puede recurrir a formas de análisis diversas (Garibello, 2003).

En el presente trabajo se ha utilizado bioindicadores para la evaluación del estado de conservación del área a estudiar. Se ha utilizado los líquenes como bioindicadores por sus diferentes atributos como indicadores del estado ambiental en que se encuentran.

A. INDICE DE DIVERSIDAD LIQUENICA ESPECÍFICA

El índice de diversidad líquénica específica (epifítica), diseñada por Aragón *et al* (2006), fue utilizada por primera vez en los bosques europeos en el año 2008, sobre todo en España, este índice cuenta con la sensibilidad que tienen los líquenes hacia el estrés del ambiente; producido este de forma natural y/o antrópica (Gálvez, 2010).

Se debe tomar en cuenta los líquenes que crecen de 10cm del suelo hasta 3m sin considerar los líquenes que crecen sobre ramas, además se debe tomar en cuenta el efecto de borde que sucede en los bosques. El cambio en la estructura del bosque genera una alteración en los factores ecológicos modificando la composición líquénica del bosque (Gálvez, 2010).

Cada género tiene una valoración genérica que va de 1; siendo el valor más bajo para líquenes con poca sensibilidad a la eutrofización, contaminación y prácticas forestales. A 10 para géneros con un alto grado de sensibilidad. Los valores para calidad genérica (CG) se puede observar en la Cuadro 06 (Gálvez, 2010).

Cuadro 06
Calidad Genérica

GÉNERO	CG
<i>Lobaria, Peltigera, Pseudocyphellaria.</i>	10
<i>Bilimbia, Degelia, Dendriscoaulon, Fuscopannaria, Mycobilimbia, Nephroma, Normandina, Pannaria, Parmeliella, Sclerophora.</i>	09
<i>Cladonia, Collema, Koerberia, Leptogium, Polychidium.</i>	08
<i>Agonimia, Bacidia, Biatorella, Catinaria, Chromatochlamys, Gyalecta, Macentina, Micarea, Opegrapha, Pachyphiale, Psoroglaena, Strangospora, Thelopsis, Waynea.</i>	07
<i>Bryoria, Usnea.</i>	06
<i>Arthonia, Diploschistes, Lepraria, Ochrolechia, Pertusaria, Phlyctis, Sticta</i>	05
<i>Anaptychia, Parmelia s. l., Parmotrema, Ramalina, Hypotrachyna.</i>	04
<i>Catapyrenium, Evernia, Hypogymnia, Megaspora, Physconia, Platismatia, Pseudevernia.</i>	03
<i>Candelaria, Candelariella, Phaeophyscia, Physcia, Trapeliopsis, Xanthoria, Dirinaria.</i>	02
<i>Arthrosporum, Buellia, Caloplaca, Catillaria, Diplotomma, Lecania, Lecanora,</i>	01

Actualmente el índice de diversidad líquénica específica (IDLE) es aplicada por la RED NATURA 2000 encargada del manejo de los bosques forestales en España. No solo España está utilizando a los líquenes para la biomonitorización de bosques; la unión europea está promoviendo la implementación del IDLE para la valoración de bosques en general.

V. PARTICIPACION COMUNITARIA

El apoyo de parte de los grupos sociales es esencial para el éxito de cualquier proyecto de restauración. Parte del éxito requiere de la divulgación entre toda la comunidad relacionada con ellos y especialmente entre las comunidades locales, pero sobre todo de la participación activa de las comunidades desde el momento mismo del planteamiento; se debe tener una conversación con las comunidades involucradas, informándolos sobre las estrategias y los objetivos que se busca en la restauración para posteriormente hacer una mesa de diálogo para discutir los puntos posibles de discordancia entre el proyecto y los planes que posea la comunidad (Vargas, 2007).

El apoyo social radica en el grado de identificación de la gente con los objetivos planteados en el mismo, dicha identificación promueva la aceptación pública de los proyectos, legitimándolos y dándoles relevancia social (Vargas & Mora, 2006). No solamente el planteamiento de las soluciones ambientales es una forma de buscar el apoyo de la comunidad; también existe la posibilidad de plantear estrategias que posibiliten resolver problemas del ámbito socioeconómico, a través del manejo de ecosistemas. Egan (2004) plantea la necesidad de realizar un mayor esfuerzo e inversión económica en procesos que ayuden a la gente a restaurar los ecosistemas de los que dependen de manera directa, al tiempo que mejoran sus economías locales (Vargas, 2007).

Los proyectos de restauración no deben ser impuestos por entidades gubernamentales o privadas con ánimos meramente conservacionistas, pues dicha situación los lleva a enfrentar la oposición y críticas por parte de diferentes sectores sociales, puesto que las diferentes percepciones y visiones de la naturaleza y los paisajes entran en competencia; es de importancia entender tales visiones (Pfadenhauer, 2001).

VI. CONDICIONANTES Y TENSIONANTES

Los condicionantes son fuerzas negativas permanentes que limitan el desarrollo de los ecosistemas, no son introducidas por el hombre pero frecuentemente son empeoradas por él y limitan la productividad primaria (producción, crecimiento y desarrollo de la vegetación), cortando el flujo de energía que ingresa a todo el sistema. Para ecosistemas altoandinos se presentan condiciones como el frío o las características del suelo que ralentizan el ciclado de nutrientes (Garibello, 2003).

Los tensionantes son estímulos negativos que aparecen ocasionalmente generando disturbios. Un disturbio como un incendio forestal de origen antrópico puede ser provocado por tensionantes tales como la necesidad de implementación de cultivos, pastoreo o demanda de carbón vegetal (Garibello, 2003).

VII. ESCALAS Y JERARQUIAS DE DISTURBIO

Estudios sobre la dinámica de los disturbios y su efecto en procesos ecológicos apareció a mediados del la década de 1980-1990; la definición más conocida proviene del trabajo de Pickett y White (1985): “Un disturbio es cualquier evento relativamente discreto en el tiempo que trastorna la estructura de una población, comunidad o ecosistema y cambia los recursos, la disponibilidad de sustrato o el ambiente físico”. Las propiedades de los disturbios son Cuadro 07 (Vega & Peters, 2002).

Cuadro 07
Propiedades de los disturbios ambientales

CONCEPTO	DEFINICIÓN
Disposición	Disposición espacial, incluyendo relaciones con gradientes geográficos, topográficos, ambientales y comunitarios.
Frecuencia	Número promedio de eventos por periodo de tiempo. La frecuencia es usada como probabilidad de ocurrencia de disturbio, cuando es expresada como una fracción decimal de eventos anuales.
Intervalo de retorno	Inverso de la frecuencia; es el tiempo promedio entre dos disturbios.
Periodo de rotación	Tiempo promedio necesario para perturbar un área equivalente al área de estudio (el área de estudio debe estar explícitamente definida).
Predictibilidad	Una función inversa, redimensionada de la varianza del intervalo de retorno, que permite ponderar la recurrencia del disturbio.
Área o tamaño	Área perturbada. Puede ser expresada como área por evento, área por intervalo de tiempo, área por evento por intervalo de tiempo o área total por tipo de disturbio por intervalo de tiempo. Normalmente se expresa como porcentaje del área total.
Intensidad	Fuerza física del evento por área por unidad de tiempo.
Severidad	Impacto en el organismo, la comunidad o el ecosistema.
Sinergia	Efectos por la ocurrencia de otros disturbios

Fuente: Vega M & Peters K 2002

A. DISTURBIOS EN ESCALA DE POBLACIONES

Sousa (1984) definió la relación entre la dinámica de poblaciones y los disturbios en el concepto: “Un disturbio es un evento discreto y puntual de mortalidad, desplazamiento o daño de uno o más individuos, que crea directa o indirectamente una oportunidad para el establecimiento de nuevos individuos”. Entonces una consecuencia de los disturbios es la liberación de recursos que puedan ser aprovechados por otros organismos; de este modo, el disturbio sirve como una fuente de heterogeneidad espacio temporal de la disponibilidad de recursos y es un agente de selección natural en los ambientes naturales (Vega & Peters , 2002).

B. REGIMEN DE DISTURBIO

El régimen natural es beneficioso por ser un agente de cambio en el ambiente, proporcionando nuevos recursos a los individuos, espacios para una sucesión, estabilidad de las especies dominantes o también de la diversidad (Vega & Peters, 2002).

En, cambio los disturbios de origen humano normalmente no liberan recursos; modifican tan profundamente algunas propiedades del sistema que las especies no tienen la capacidad de aprovechar estos tipos de disturbio. La pérdida de la capacidad de regeneración tiene como consecuencia principal la degradación del ecosistema (Kröpfl *et al.*, 2007).

VIII. BARRERAS A LA RESTAURACIÓN.

Las Barreras a la restauración se definen como los factores que impiden o limitan el desarrollo de la restauración en áreas alteradas por disturbios naturales o antrópicos (Vargas *et al.*, 2007).

Las barreras a la restauración las podemos clasificar en dos tipos: Barreras de tipo ecológico y barreras socioeconómicas. Las barreras ecológicas están relacionadas con los factores bióticos y abióticos resultantes del régimen de disturbios natural y antrópico, los cuales influyen en los diferentes mecanismos de regeneración y colonización de las especies; como lo son los procesos de dispersión de propágulos, establecimiento de las plántulas y la persistencia de los individuos y las poblaciones (Vargas, 2007).

A. BARRERAS ECOLOGICAS

a. LA FRAGMENTACIÓN COMO BARRERA A LA RESTAURACIÓN

Con las consecuencias de la fragmentación es necesario estudiar la dimensión espacial de un área o paisaje a restaurar; conociendo los tipos, el tamaño, la forma, el número, la calidad y la distancia entre fragmentos. En los trabajos de Huxel *et al* (1999) en los bosques de la península de Yucatán México; se ha demostrado que procesos de

restauración planificados espacialmente tienen mayor efectividad y velocidad de recuperación que aquellos donde se realizó de una forma azarosa (Vargas *et al.*, 2007).

b. BARRERAS EN LA FASE DE DISPERSIÓN

- Ausencia de polinizadores: La pérdida de hábitats y la fragmentación rompen las interacciones entre las plantas y sus diferentes polinizadores, al ocurrir cambios en la abundancia y la composición de la oferta floral y/o en los polinizadores. Esto debilita el proceso de polinización cruzada y por consiguiente la formación de semillas es escasa (Vargas *et al.*, 2007).
- Ausencia de propágulos: Las fuentes de propágulos son los bancos de semillas, bancos de plántulas, bancos de retoños y la lluvia de semillas. Su abundancia depende del tipo de ecosistemas, de las características del relicto y de la presencia y grado de interacción de los diversos agentes dispersores. En zonas alteradas por efectos de los disturbios se disminuye la fuente original y con ella la capacidad del ecosistema para autoregenerarse (Vargas, 2007).
- Ausencia de animales dispersores: La transformación del paisaje afecta el comportamiento de los agentes dispersores, como consecuencia de la ausencia de vegetación se cambia el régimen del viento local, y se disminuye las interacciones de los organismos dispersores con las plantas que mantienen dicha interacción. La distancia de dispersión se reduce drásticamente desde el borde del bosque hacia el interior de la zona disturbada, por lo general la zoocoria permite una dispersión de no más de 5m desde el borde del bosque a áreas abiertas desprovistas de árboles o arbustos remanentes (Renjifo, 1999).
- Corta longevidad de las semillas y germinación impedida: Las especies del bosque maduro generalmente producen pocas semillas, su tamaño relativamente grande por la cantidad de sustancias de reserva lo que las hace susceptibles a la depredación y al ataque de agentes patógenos. Estas semillas presentan periodos de viabilidad cortos conformando bancos de semillas transitorios; que se localizan en capas superficiales del suelo, pues el tamaño y corta vida de las semillas impiden a ser enterradas más profundamente mientras permanecen viables (Vargas *et al.*, 2007).
- Ausencia de un banco de semillas del ecosistema original: Cuando un bosque es talado y reemplazado por cultivos o pastizales. Las semillas resistentes permanecerán mientras que las poco resistentes se perderán y se beneficiará la llegada de nuevas especies. Como consecuencia muchas especies originarias del bosque, cuyas semillas suelen ser transitorias van siendo eliminadas del banco de semillas (Vargas *et al.*, 2007).

El suelo del bosque altoandino es más susceptible de perder sus bancos de semillas ya que éstos son estratificados, disminuyendo su diversidad a medida que el suelo se hace más profundo; es por ello que la deforestación aumenta la erosión y consecuentemente la fuente de semillas (Vargas *et al.*, 2007)

- **Matriz de pastos.**- La presencia de una matriz densa de pasto se convierte en limitante para la regeneración del bosque. Entre más extensa sea la matriz y más

lejos se encuentre de la vegetación nativa la llegada de semillas es menor. Por otro lado la matriz puede llegar a ser tan densa y homogénea que impide la incorporación de semillas al suelo y/o la germinación por las condiciones microclimáticas de estrés, además las condiciones edáficas y la herbivoría impiden el crecimiento de los bosques (Vargas *et al.*, 2007).

c. BARRERAS EN LA FASE DE ESTABLECIMIENTO

La fase de establecimiento comprende la germinación de las semillas y el crecimiento y sobrevivencia de las plántulas. Este ciclo es uno de los más importantes en el desarrollo de la planta ya que dependiendo del éxito en el establecimiento se instalarán o no nuevos individuos en la población; no obstante presenta barreras que influyen en la fase. (Vargas *et al.*, 2007).

- Poca disponibilidad de micrositios: Walker (2003) define a los micrositios o microclaros como sitios seguros para la germinación, sobrevivencia de las plántulas, estos se forman gracias a las fuerzas abióticas como derrumbes, congelamiento y descongelamiento de rocas o suelo y ciclos de humedad y sequía en superficies de textura fina (Vargas *et al.*, 2007).
- Micorrizas: La ausencia o disminución de micorrizas en el suelo puede ser factor causal de la lenta regeneración en áreas degradadas, pues las micorrizas permiten a las raíces una toma más eficiente de nutrientes especialmente fósforo, mejoran la estructura del suelo, y aumentan la superficie de absorción de agua de la raíz, ayudando a las plantas a soportar el estrés ambiental (Vargas *et al.*, 2007).
- Hojarasca: La hojarasca sobre el suelo es un factor limitante en el establecimiento de plántulas en la medida que limita la entrada de luz a nivel del suelo y genera un obstáculo mecánico en el crecimiento y desarrollo de la cantidad de área fotosintética en las plántulas. Se debe tener en cuenta las sustancias liberadas tras el proceso de descomposición de la hojarasca pueden cambiar las condiciones químicas del suelo y la redistribución de los nutrientes (Vargas *et al.*, 2007).
- Competencia: Una fuerte competencia es una limitante en la regeneración de los bosques, siendo más evidente al momento que comunidades aledañas a los bosques los talan para cambiarlos a zonas de agricultura o pastoreo; donde los propágulos del bosque compiten con nuevas especies en un espacio ya modificado (Vargas *et al.*, 2007).

d. BARRERAS EN LA FASE DE PERSISTENCIA

- Invasión de especies exóticas: Henderson *et al.* (2000) define a la invasión de especies exóticas como la introducción voluntaria o no de especies nuevas hacia un ecosistema diferente a su origen (Vargas *et al.*, 2007). Los efectos de las invasiones biológicas son las modificaciones del régimen de disturbios y de las condiciones abióticas del ecosistema como el suelo, el sustrato y de los ciclos

biogeoquímicos. La restauración busca ayudar a los ecosistemas biológicos a recuperar su composición y funciones; esto solo puede realizarse cuando no existen elementos con una capacidad competitiva netamente mayor a la de las especies nativas (Vargas, 2007).

- Suelo: El suelo en estado de degradación es una barrera para la restauración afectando el desarrollo de las comunidades, implica la disminución de su capacidad productiva a causa del uso intensivo, lo cual conduce a cambios adversos en sus propiedades físicas, químicas y biológicas (Vargas, 2007). La baja fertilidad del suelo se da por la deficiencia de materia orgánica y nutrientes minerales; la deficiencia está relacionada con la baja capacidad de retención de agua y como consecuencia la alteración de la estructura del suelo (Vargas *et al.*, 2007). La reducción y desaparición de organismos benéficos del suelo acarrea un retraso en los procesos de funcionamiento del suelo y los ecosistemas; como fijación de nitrógeno, descomposición de materia orgánica, ciclado de nutrientes y aireación. (Vargas, 2007).
- Condiciones climáticas adversas: La sequía estacional es uno de los principales factores que influyen negativamente en el establecimiento de las plántulas, produce marchitamiento de hojas y tallos y la muerte de plántulas sembradas, la sequía puede influir negativamente en el crecimiento (Vargas *et al.*, 2007).

En las zonas altoandinas existe un fenómeno relacionado con la temperatura ambiental; las heladas de la época seca. Caracterizado por la ocurrencia de una temperatura igual o menor a 0°C a dos metros de altura sobre el suelo, existen tres tipos de heladas (Artunduaga, 1999):

- Heladas por advección: formadas por la llegada de un frente frío, que puede ocurrir durante el día o la noche.
- Heladas por evaporación: Se da una condensación sobre las plantas y se ha reducido el contenido de humedad en el aire, al salir el sol el incremento de temperatura ocasiona una vaporización rápida del rocío, con el consiguiente enfriamiento debido a la cesión de calor latente de vaporización.
- Heladas por radiación: Se da cuando una masa de aire seco y frío permanece en una región por una o varias noches, manteniéndose las noches despejadas, con o sin humedad en el aire y con días con temperaturas altas. Lo que permite una pérdida de calor del suelo, de esta forma la temperatura desciende rápidamente llegando al punto de congelación en la madrugada.

Las heladas por radiación son comunes en la región del Cusco; normalmente suceden en los periodos de sequía donde la temperatura en las noches es menor (Tupayachi, 2005). Se presentan dos tipos de heladas por radiación; heladas blancas y heladas negras. En las primeras se forman cristales de hielo cuando parte del aire circundante está húmedo, de esta forma las gotas de rocío se convierten en escarcha sobre la superficie de las plantas. Las heladas negras se presentan cuando el aire es muy seco y el agua se congela es la del interior de la planta (agua extracelular e intracelular) lo cual conlleva a la necrosis parcial o total de las plantas (Artunduaga, 1999).

- **Herbivoria.-** Huntly (1992) define a la herbivoria como el consumo de la biomasa vegetal por parte de los animales, y que puede comprometer diferentes órganos de la planta como raíces, tallos, hojas, yemas y flores o incluso la planta entera. Cuando el efecto de herbivoria no comprende la supervivencia del individuo provoca un fuerte retraso en el crecimiento y desarrollo de la planta, o la producción de flores, frutos y semillas; su efecto depende de la magnitud de la depredación, el órgano afectado, la época del año en la cual ocurre el consumo, el ambiente en el cual crece la planta y la edad de la planta (Vargas, 2007).

B. BARRERAS SOCIALES

El uso intensivo de los suelos, la quema y la tala de bosques nativos, el pastoreo extensivo y la introducción de especies invasoras son acciones humanas que causan el deterioro de los ecosistemas. Es necesaria que estas acciones sean reguladas para que el desarrollo de proyectos en recuperación de recursos naturales tenga consecuencias positivas a largo y mediano plazo para la sociedad. La falta de articulación social se constituye como una barrera en la medida en que las personas que intervienen en el territorio no apoyen las acciones de restauración (Vargas, 2007).

La ausencia de articulación social lleva al diseño de planes de manejo ambiental que no están acordes con las necesidades y las posibilidades de cada uno de los sectores, es imposible garantizar la continuidad de las acciones de restauración puesto que no se cuenta con diferentes puntos de vista y su integración (Vargas, 2007). Por su parte, el conocimiento científico de los investigadores permite dar a conocer la importancia y utilidad de la recuperación de los ecosistemas de manera integral.

IX. ESTRATEGIAS PARA SUPERAR LAS BARRERAS DE LA RESTAURACIÓN

Vargas (2007) define a las estrategias para superar las barreras para la restauración como el conjunto de actividades destinadas para solucionar las incongruencias existentes en el ambiente; permitiendo que la restauración sea prolongada. Las estrategias se basan en cinco puntos:

- Remoción y control de tensionantes leves.
- Adición de especies o materiales.
- Regulación de la tasa de procesos ecosistémicos; flujos entre los compartimientos.
- Remoción de tensionantes severos.
- Regulación de las fuentes de entradas de energía.

Vargas (2007) clasifica a las estrategias para superar las barreras hacia la restauración en cuatro grupos:

- Manipulación del ambiente físico.
- Manipulación del ambiente químico.

- Manipulación del ambiente biótico.
- Articulación social.

A. ESPECIES CLAVES

El ambiente es el principal direccionador de las características evolutivas de las plantas, a partir de las interrelaciones entre biota, el suelo y la atmosfera, un ejemplo del efecto direccionador es en los lugares donde los vientos son el factor dominante del clima; donde la mayor cantidad de semillas tienen plumas que facilitan la dispersión (Dale, 1989). Estas adaptaciones son los rasgos de historia de vida (RHV). Las especies claves son aquellas que por evolución se han adaptado a cierto tipo de ambiente, con una serie de RHV con los cuales, a su vez son capaces de modificar su ambiente (Vargas, 2007).

En programas de restauración se aprovechan los RHV de las especies claves para iniciar o acelerar el proceso de sucesión, ya que generalmente las especies adaptadas a ambientes con frecuentes disturbios ya sean naturales o antrópicos desarrollan ciertos RHV que ayudan en la recuperación de la vegetación de las áreas disturbadas (Vásquez *et al.*, 1997).

B. PROPAGACIÓN DE LAS ESPECIES

La propagación es la capacidad de las plantas para reproducirse ya sea de forma sexual o vegetativa; la primera seda por medio de las semillas y la segunda mediante células, tejidos y órganos (Vásquez *et al.*, 1997).

Como respuesta a condiciones ambientales muy desfavorables o a regímenes de disturbio frecuentes, muchas de las partes que poseen la capacidad de propagación vegetativa funcionan como órganos de resistencia y de almacenamiento (Bond & Midgley, 2001).

Para algunas especies la propagación por semillas es difícil o incierta, haciéndolas vulnerables a los disturbios y en algunos casos llevándolas a desaparecer de su hábitat. Entonces es necesaria la implementación de técnicas en reproducción vegetativa para ayudar en su propagación, además esta práctica sirve para la preservación de genotipos con características favorables, en algunos casos puede acortar el ciclo vegetativo y acelerar la etapa reproductiva (Vargas, 2007).

C. UTILIZACIÓN DE PERCHAS ARTIFICIALES PARA AVES

La dispersión de semillas del bosque dentro de los pastizales suele ser muy baja, en particular en los pastizales que cubren grandes extensiones de tierra y que están rodeados por paisajes compuestos por ecosistemas muy alterados o que no posean árboles remanentes que traigan animales dispersores. A estas zonas llegan principalmente semillas de especies pioneras anemócoras Figura 05 (a) (Díaz, 2004).

La tasa de regeneración natural de la vegetación está limitada por la distancia a la que los dispersores transportan las semillas, al existir una ausencia de árboles y/o arbustos;

el proceso de llegada y entrada de las semillas de plantas ornitócoras al suelo puede ser compensado mediante la utilización de perchas artificiales para aves, con ello se puede agilizar la sucesión Figura 05 (b) al potenciar y acelerar la lluvia de semillas como también la generación de núcleos de regeneración (Díaz, 2004).

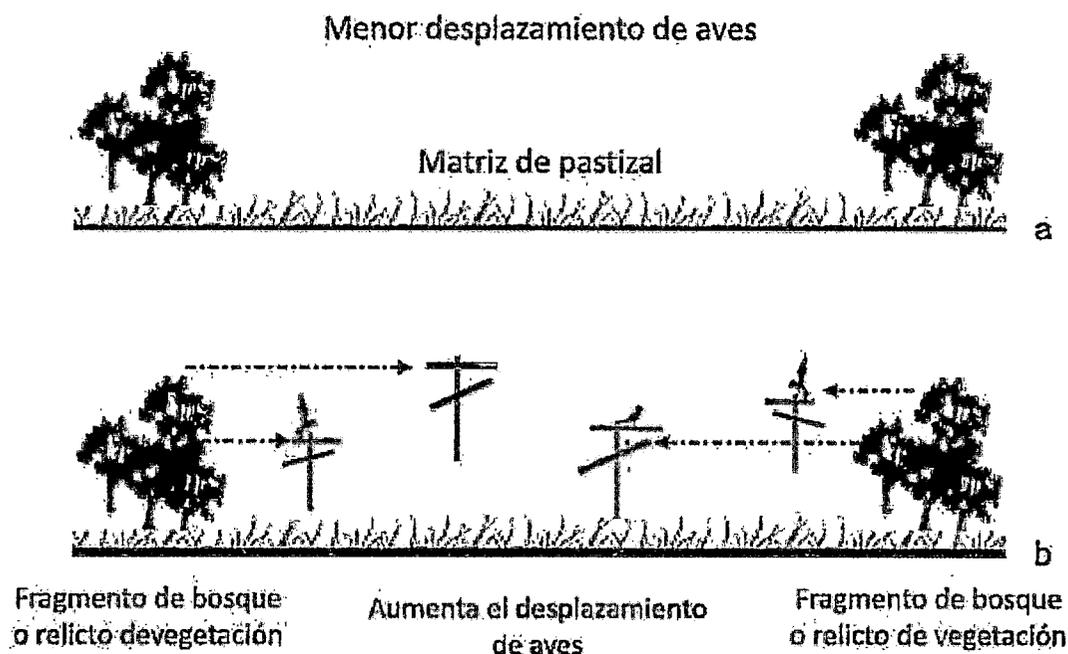


Figura 05 Estrategia en el uso de perchas para aves
FUENTE: Vargas, 2007

D. SIEMBRA DE ESPECIES NIÑERAS FACILITADORAS

Bertness (1994) define a las especies niñeras como especies vegetales que poseen un efecto positivo sobre el crecimiento, supervivencia y desarrollo de otras especies. Callaway (1997) agrega el término de facilitadoras por el beneficio que presta las plantas niñeras a las especies que necesitan condiciones diferentes al ambiente exterior (Vargas, 2007).

La capacidad de estas plantas como facilitadoras y catalizadoras de la sucesión, es consecuencia de los cambios que provocan en las condiciones microclimáticas, las propiedades del suelo y las interacciones entre las especies (Meli, 2003).

E. FORMACIÓN DE MICROSITIOS PARA EL ESTABLECIMIENTO

La formación de microsítios consiste en crear condiciones favorables para aumentar la probabilidad de que los propágulos de especies nativas alcancen el suelo, germinen, se establezcan y desarrollen; en áreas donde los estos procesos se han detenido, reducido o anulado totalmente (Vargas, 2007). La formación de microsítios buscar activar la sucesión por medio del control o supresión de especies dominantes, del cambio de las condiciones del suelo, bien sea por enmiendas químicas u orgánicas, destapando el

banco de semilla, cambiando las micro condiciones físicas, ampliando el espacio de colonización y aumentando la microheterogeneidad para permitir mayor diversidad de condiciones y con esto mayor rango de especies en el proceso de regeneración (Meli, 2003).

F. ENMIENDAS COMO ESTRATEGIA PARA LA RESTAURACION

Generalmente las actividades humanas influyen en el deterioro de los suelos a diferentes niveles, causando procesos como: erosión, acidificación, compactación, toxicidad, salinización, baja fertilidad y desertificación (Vargas, 2007). La utilización de enmiendas orgánicas puede ser útil en sitios altamente degradados, en los cuales la recuperación de una cobertura vegetal es el principal objetivo, sin que cobre importancia la composición de ésta; los fertilizantes químicos se convierten en una buena opción no solo para recuperar la cobertura sino que utilizándolos adecuadamente pueden aumentar las tasas de crecimiento de árboles plantados (Vargas, 2007).

G. EMPLEO DE ENDOMICORRIZAS

Una estrategia en la restauración es la recuperación de los microorganismos del suelo, los cuales se ven seriamente afectados en sistemas disturbados, la importancia radica en que juegan un papel fundamental para el desarrollo del suelo y el crecimiento de las plantas. Los hongos formadores de micorrizas (HMVA) son un componente dominante de la comunidad microbiana de la rizosfera, estos organismos pueden contribuir al crecimiento de la planta para el suministro de carbono, energía y de un nicho ecológico, a la vez que entrega nutrientes minerales especialmente los poco móviles como el fósforo (Sánchez, 1999).

H. DISTURBIOS CONTROLADOS

Los disturbios controlados simulan condiciones específicas y sus variaciones dependiendo de los objetivos planteados, pueden enfocarse a controlar una especie invasora, reducir la influencia de una especie dominante y aumentar el recurso disponible como la superficie de colonización, los nutrientes y el agua del suelo. Estos disturbios pueden realizarse de manera manual o mecánica y pueden actuar de forma directa e indirecta (Ríos, 2001). También se busca generar un cambio en el patrón sucesional, al reducir o eliminar la cobertura de las dominantes y con esto disminuir la competencia por el recurso, reabastecer los recursos agotados, reducir la herbivoría, eliminar tóxicos acumulados en el substrato, generar condiciones como mayor intensidad lumínica y ampliar fluctuaciones de la temperatura, que estimulen la germinación de especies latentes en el banco de semillas (Corredor & Vargas, 2007). Algunos disturbios controlados puede ser la creación de sombrero artificial, una quema controlada que active al banco de semillas en el suelo (Ríos, 2001).

I. BORDES DE BOSQUES COMO FOCOS DE REGENERACIÓN

La utilización de los parches para la reintroducción de especies busca aprovechar las relaciones de facilitación que pueden darse entre las especies de borde y las especies

formadoras de matorrales con especies de bosque altoandino más sensibles a las fuertes condiciones de las zonas abiertas. La estrategia es la conectividad entre dos parches a través de un corredor conformado por matorrales o arbustos que permitan la llegada de semillas de los bordes de ambos parches permitiendo en una escala de tiempo una conectividad Figura 06 (Acosta & Vargas, 2007).

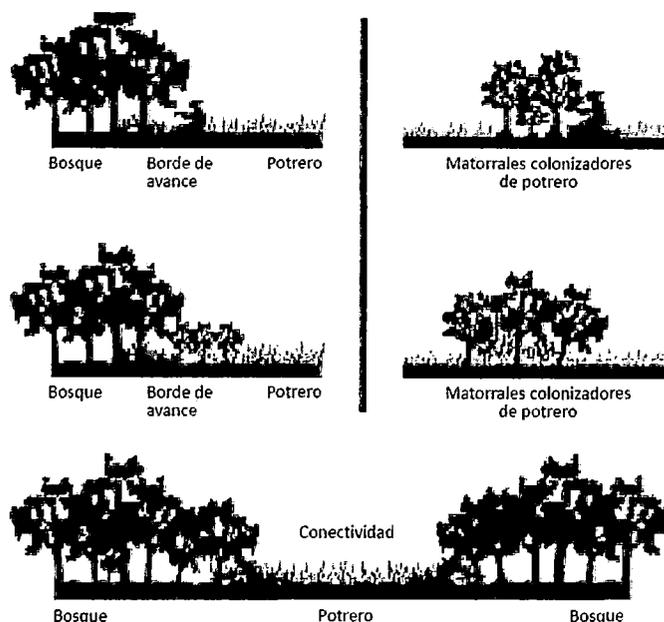


Figura 06 Ampliación de bordes de fragmentos de bosque
FUENTE: Acosta & Vargas, 2007

J. CREACIÓN DE NÚCLEOS DE REGENERACIÓN DENTRO DE LA MATRIZ DE PASTOS

Estrategia que pretende incrementar la oferta de micrositios adecuados para el establecimiento de las especies del bosque maduro al promover el establecimiento de especies pioneras dentro de los pastizales, incrementando la llegada de propágulos a la zona degradada e identificar especies que puedan competir con los pastos y que al mismo tiempo sean capaces de facilitar, más adelante la llegada de especies del bosque. Se utiliza para superar las barreras al establecimiento al crear microambientes más favorables para la reintroducción de especies del bosque maduro. La creación de núcleos de regeneración se puede realizar a través de dos vías: una primera para acelerar y restringir la sucesión se da un disturbio controlado para luego la implantación del núcleo (Figura 07 a). Y otra vía es la inserción del núcleo de regeneración con individuos maduros o juveniles que presenten una ventaja frente a la matriz de pastos (Figura 07 b) (Vargas, 2007).

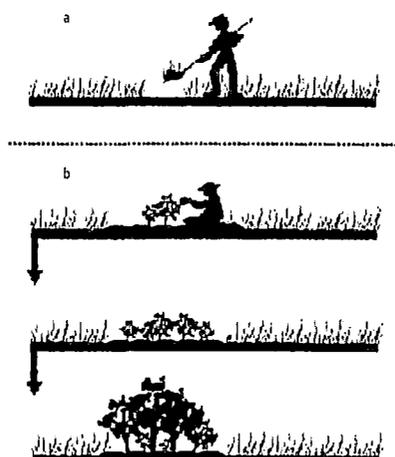


Figura 07 Creación de núcleos de regeneración

FUENTE: Vargas, 2007

K. PLANTACIÓN RETICULAR IMITANDO EL PATRÓN ESPACIAL DE LA REGENERACIÓN NATURAL

La estrategia se basa en que los tratamientos con base en vegetación deben disponerse espacialmente siguiendo los patrones naturales de expansión de remanentes sobre una matriz, imitándolos si se trata de un área sin remanentes o favoreciendo su expansión (Garibello, 2003).

Se puede realizar a diferentes escalas espaciales, las áreas a restaurar deberán ubicarse en lo posible cerca de áreas bien conservadas. Los puntos básicos de la estrategia son (Figura 08) (Garibello, 2003):

- Localización de focos y franjas de mayor oferta ambiental.
- Localización de focos y corredores de potencial biótico.
- Localización de barreras y zonas con mayores limitantes.
- Refuerzo y establecimiento de focos de regeneración.
- Conexión de los focos.
- Mitigación de condicionantes y tensionantes ambientales para la expansión espontánea de los corredores.
- Tratar cada cobertura como una matriz, introduciendo en sus puntos más favorables los parches expansivos de la etapa sucesional.
- Colocar cada planta y tratamiento donde tenga mayor efecto positivo sobre las probabilidades de regeneración de los espacios vecinos.
- Procurar que los corredores tengan una anchura apropiada.
- En cada zona con potencial se introducirá especies de etapas sucesionales más avanzadas mientras que los corredores tendrán especies de diversas etapas sucesionales.

El propósito final es la interconexión de todos los focos con potencial y la posterior colonización del pastizal en forma natural o mediante plantaciones posteriores (Garibello, 2003).

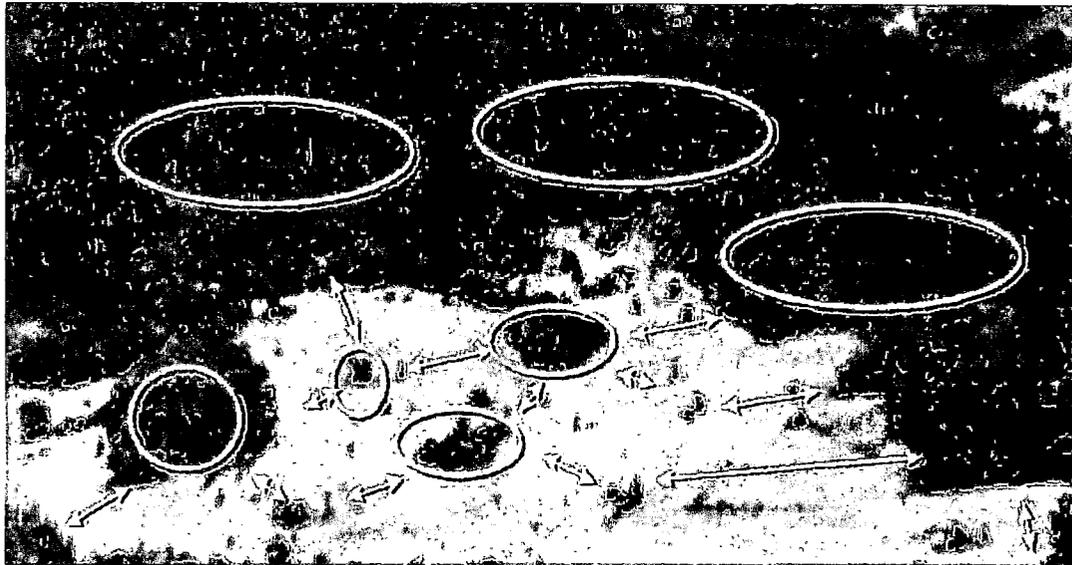


Figura 08 Patrón de plantación reticular

FUENTE: Garibello, 2003 Los óvalos corresponden a los focos de mayor potencial para la restauración y las flechas corresponden al patrón espacial que tendría la plantación inicial.

M. CONTROL DE EROSIÓN

Se considera un tensionante leve cuando no vulnera drásticamente el entorno de nutrientes a las plantas o a la capacidad de retención hídrica. Las estrategias básicas para diferentes procesos de pérdida de suelo son Cuadro 08 (Garibello, 2003):

Cuadro 08
Estrategias contra la pérdida de suelos

PARA EROSIÓN SUPERFICIAL	PARA DESPRENDIMIENTO EN MASA
Generación de una cobertura vegetal continua, permanente y próxima al suelo (hierbas altas y arbustos que en lo posible deberán tener altas tasas de defoliación)	Mejoramiento del drenaje del suelo y anclaje de horizontes superiores e inferiores.
Árboles efectivos en el control de la erosión eólica, pero si no se generan estratos inferiores, no se consiguen efectos importantes sobre la erosión hídrica.	Combinación de arbustos y chusques con árboles de bajo porte.
Pendientes fuertes pueden emplearse macollas de gran porte.	A medida que aumente la gravedad de los procesos se considerará el empleo de tratamientos mecánicos (cambio de pendientes, trinchos, gaviones, terrazas, muros, etc).

FUENTE: Garibello, 2003

N. CONTROL DE PLAGAS

Cuando aparecen las plagas en la restauración, debe considerarse en primer lugar si sus efectos perjudican antes de la aplicación de cualquier medida para erradicar la plaga, se

debe considerar su presencia en el ecosistema. Las estrategias generales para el control de plagas son (Salamanca & Camargo, 1996):

- Seleccionar las especies nativas resistentes a los herbívoros locales.
- Revisar si la presencia de la plaga no está relacionada con la homogeneidad florística.
- El uso de biocidas puede resultar perjudicial para el ambiente, solo debe aplicarse cuando este determinado su uso eficaz.
- Protección mecánica con barreras químicas, mallas y trampas.

O. ESTRATEGIAS SOBRE FUENTES DE Y ENTRADAS DE ENERGIA

Son las estrategias más vastas, complejas y costosas. Estas se tratan de (Garibello, 2003):

- Corrección de alteraciones hidráulicas en redes hidrográficas.
- Corrección de alteraciones del patrón de drenaje de los suelos.
- Corrección de procesos de salinización.
- Corrección de procesos de remoción masiva del sustrato.
- Acciones a gran escala para corregir alteraciones mesoclimáticas.
- Corregir políticas inadecuadas de ordenamiento y manejo.

P. ARTICULACIÓN SOCIAL

La estrategia busca la generación de procesos sociales relacionados con la restauración, mediante el desarrollo integral de actividades y proyectos. De esta manera, los miembros de un territorio comprenden el tema de la restauración y otorgan un sentido más amplio a su participación en la recuperación de los recursos naturales (Vargas, 2007). A lo largo de los procesos que se generan es necesario tener en cuenta tres aspectos fundamentales para lograr un mayor nivel de articulación social (Cano & Zamudio, 2006):

- Fortalecimiento del conocimiento local.- El reconocimiento colectivo de las experiencias adquiridas en el territorio, permite que las comunidades reconozcan la utilidad de su conocimiento y se sientan motivados a fortalecer su transmisión a nivel generacional.
- Dialogo de saberes.- A través de los encuentros entre las comunidades y los investigadores, se favorece el intercambio de conocimientos y el planeamiento de acciones para la recuperación de los ecosistemas, de acuerdo con sus características.
- Prácticas comunitarias en torno a la restauración.- Las actividades prácticas permiten que las comunidades participen directamente en los procesos de restauración y tengan la oportunidad de crear herramientas para aplicar sus conocimientos.

Una vez convocados los grupos se busca que en el ámbito local se comprenda y valore la utilidad de la restauración. En primer lugar, se debe partir del reconocimiento de las experiencias de los pobladores para determinar los mecanismos adecuados para difundir el tema. Por otro lado, la articulación con las entidades oficiales, tiene el objetivo de ampliar la visión de los funcionarios públicos, acerca de los conceptos, las metodologías de investigación y la importancia de apoyar y emprender acciones de restauración (Vargas, 2007). La siguiente fase consiste en el diseño e implementación de proyectos comunitarios que varían de acuerdo con las características y el papel que desempeñan los distintos sectores de la población dentro de la organización de la sociedad rural. Se busca promover el reconocimiento de las capacidades de cada uno de los actores presentes en el territorio, en función de la recuperación de los ecosistemas. Asimismo, impulsan la creación y apropiación de herramientas para emprender acciones de restauración (Vargas, 2007).

La difusión de técnicas de propagación de especies nativas contribuye a que diferentes miembros de las comunidades estén en capacidad de realizar esta labor en sus fincas y en zonas comunales como bordes de camino, nacimientos de agua, ríos y quebradas. Fortalecer el conocimiento de los funcionarios públicos acerca del manejo adecuado de los recursos del territorio, puede convertirlos en actores capaces de articular a las comunidades y entidades alrededor del restablecimiento de la vegetación nativa y otros elementos del ecosistema (Vargas, 2007).

CAPÍTULO II

ÁREA DE ESTUDIO

2.1. UBICACIÓN

2.1.1. GEOGRÁFICA

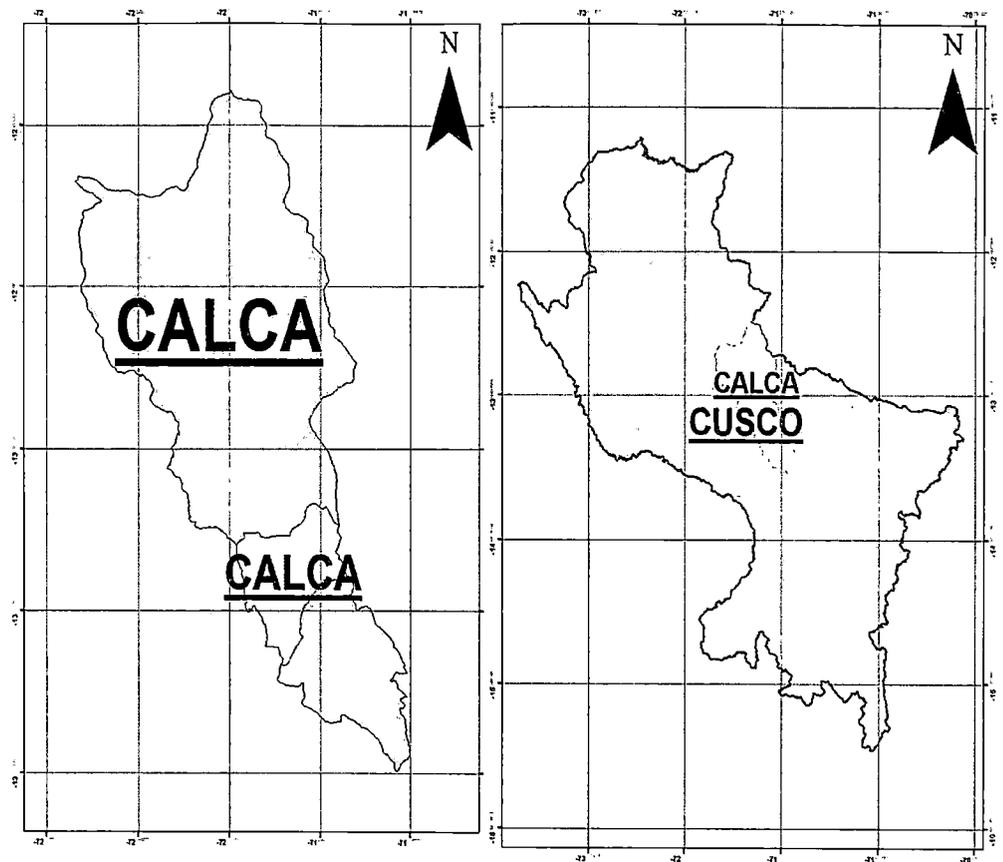
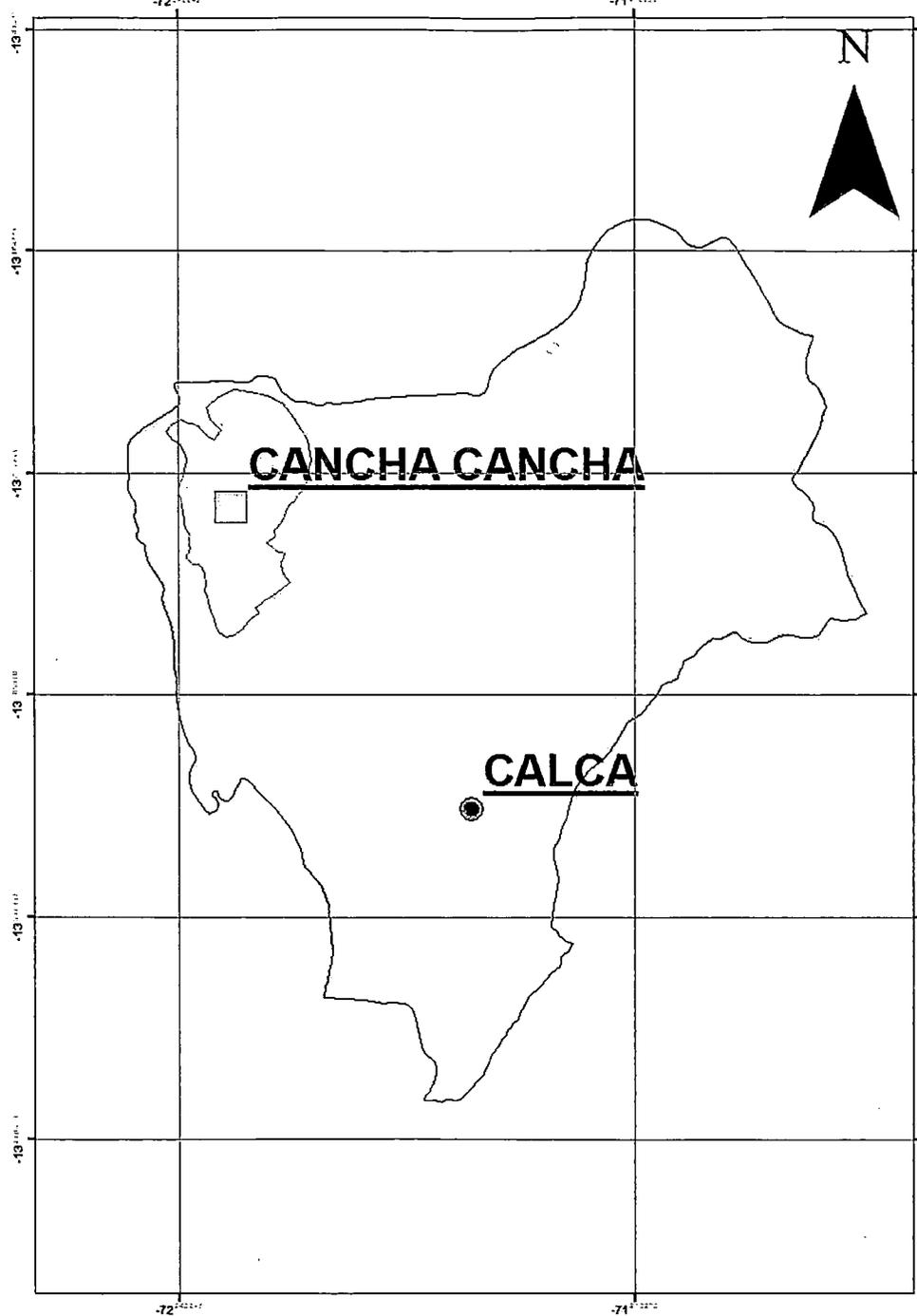
La microcuenca de Cancha-Cancha se encuentra ubicada geográficamente entre las coordenadas UTM zona 18S, Easting X: 822420 y Northing Y: 8535197 (72° 1' 30,16'' longitud Oeste 13°14' 40,39'' latitud Sur) Sistema WSG 84. A una altitud entre los 3600 a 4300 msnm. Se destaca la presencia de los nevados Chicón (punto alto a 5399 msnm), nevado Sirihuani (punto alto a 5530 msnm) y el nevado Canchacanchajasa (punto alto a 4984 msnm). (Fotografías en el Anexo 06).

2.1.2. POLÍTICA

Ubicado en el departamento del Cusco, provincia de Calca, distrito de Calca, localidad de Huaran, Comunidad Campesina de Cancha-Cancha. Mapa 01.

2.1.3. ACCESIBILIDAD

La accesibilidad al área de estudio es a través de la carretera asfaltada Cusco-Urubamba, para continuar por una carretera afirmada hasta la zona de Sahuaypata; luego se continúa por un camino de herradura hasta la quebrada de Cancha-Cancha aproximadamente a tres horas de camino; a 9 km de la localidad de Huaran.



 UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO 	
TESIS: EVALUACIÓN DE BOSQUES DE <i>Polylepis</i> Y PLAN DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA EN LA MICROCUENCA DE CANCHA-CANCHA CALCA	
Mapa: 01 Mapa de Ubicación Política	
Proyección: UTM WGS 84, ZONA 18S	Asesor: Blgo. Percy Yanque Yucra
Elaborado en base al Mapa de Riesgos de la ciudad de Calca INDECI 2006	

2.2.DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

2.2.1. FISIOGRAFÍA Y GEOMORFOLOGÍA

La microcuenca de Cancha-Cancha es accidentada, con fuertes pendientes, de características de cuenca glaciar en la zona alta y fluvial desde el área media de la misma. Las pendientes se acentúan conforme se incrementa la altitud. Una fisiografía conformada por una gran unidad de pastizales con relictos de bosques, presencia de diferentes morrenas a lo largo de la microcuenca. Se observa en diferentes zonas conos de derrubios, se encuentran seis cuerpos de agua (lagunas) en distintas partes de la microcuenca, se presentan bofedales en distintas partes; mayoritariamente cerca de algún cuerpo de agua (INDECI, 2006).

2.2.2. GEOLOGIA

Los grupos geológicos presentes en el área de estudio son (Ver Anexos Mapa 02):

- ❖ **GRUPO MITU.-** Grupo que data del Pérmico superior-triásico inferior, son rocas volcánicas constituidas por brechas, aglomerados y coladas de basaltos, riolitas e ignimbritas, intercalándose con rocas sedimentarias (conglomerados y areniscas cuarzosas) constituyendo buenos acuíferos fisurados (INDECI, 2006).
- ❖ **FORMACIÓN HUANCANE.-** Conformado por conglomerados, areniscas conglomerádicas y principalmente areniscas cuarzosas que por su naturaleza porosa y permeable forman acuíferos. La edad del grupo es del Cretácico inferior (INDECI, 2006).
- ❖ **FORMACIÓN PAUCARBAMBA.-** Con la edad del Cretácico medio, se caracteriza por la alternancia de areniscas calcáreas, margas, lutitas amarillas rojizas y verdes formando secuencias grano estrato crecientes (INDECI, 2006).
- ❖ **DEPÓSITOS GLACIARES.-** Depósitos transportados y depositados por el hielo o por el agua de deshielo; siendo bloques en una matriz de granos arenos-arcillosa. Formado por tillitas y morrenas y donde sucede con frecuencia fenómenos de soliflucción y de inestabilidad de laderas (Rivera H, 2005).
- ❖ **DEPÓSITOS ALUVIALES.-** Conformado por materiales transportados y depositados por el agua, su tamaño varía desde arcilla hasta las gravas gruesas, cantos y bloques (Rivera H, 2005).

2.2.3. FLORA Y FAUNA

I. FAUNA

Los grupos de animales que se pueden observar son mamíferos y una ornitofauna. Cuadro 09 y Cuadro 10.

Cuadro 09
Listado de mamíferos

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMUN
CANIDAE	<i>Pseudolopex culpaeus</i>	"Zorro andino" "Atoc"
MEPHITIDAE	<i>Conepatus chinga</i>	"Zorrino" "Añas"
CERVIDAE	<i>Hippocamelus antisensis</i>	"Taruca"
CHINCHILLIDAE	<i>Lagidium peruanum</i>	"Vizcacha"

FUENTE: Mendoza et al., (2002) y modificado por Sallo (2013)

Cuadro 10
Listado de aves

FAMILIA	ESPECIE	HABITAT	ESTRATO
CATHARTIDAE	<i>Vultur gryphus</i>	A,Q,R	A
COLUMBIDAE	<i>Metriopelia melanoptera</i>	BB,BP	SD,D
FALCONIDAE	<i>Phalcoboenus megalopterus</i>	A,PA,Q	T,S,SD,D
	<i>Falco sparverius</i>	A,R	T,S,SD,D
ANATIDAE	<i>Chloephaga melanoptera</i>	PA,BO,AL	T
TROCHILIDAE	<i>Aglaeactis castelnaudii</i> (E)	BP	S,SD,D
	<i>Metallura tyrianthina</i>	BP	S,SD,D
	<i>Chalcostigma stanleyi</i>	BP	S,SD,D
PICIDAE	<i>Veniliornis nigriceps</i>	BP	SD,D
	<i>Colaptes rupicola</i>	C	T
FURNARIDAE	<i>Cinclodes aricomae</i>	BP	T
	<i>Buteo polyosoma</i>	A,Q	A,BP
	<i>Leptasthenura pileata</i> *(E)	BP	S,SD,D
	<i>Leptasthenura xenothorax</i> *(E)	BP	S,SD,D
	<i>Asthenes urubambensis</i> *	BB,BP	T,S
	<i>Asthenes ottonis</i> (E)	BB,BP	T,S
GRALLARIIDAE	<i>Grallaria andicolus</i> *	BP	T,S
RHINOCRIPTIDAE	<i>Scytalopus urubambea</i> (E)	BP	T
TYRANNIDAE	<i>Mecocerculus leucophrys</i>	BP	SD,D
	<i>Anairetes flavirostris</i>	BP,BB	SD,D
	<i>Polioxolmis rufipennis</i> *	BB,PA	T,S
TROGLODYTIDAE	<i>Troglodytes aedon</i>	BP	S
CINCLIDAE	<i>Cinclus leucocephalus</i>	Q	T
TURDIDAE	<i>Turdus chiguanco</i>	BP	S,SD
COEREBIDAE	<i>Xenodacnis parina</i> *	BP	S,SD
	<i>Diglossa brunneiventris</i>	BB,BP	S,SD
THRAUPIDAE	<i>Thraupis bonariensis</i>	BP,PA	T,S,SD
	<i>Conirostrum cinereum</i>	BP	S,SD
	<i>Oreomanes fraseri</i> *	BP	S,SD
	<i>Conirostrum ferrugineiventre</i>	BP	S
EMBERIZIDAE	<i>Catamenia inornata</i>	BB,AR	S
	<i>Phrygilus punensis</i>	BB,C,AR	T,S
	<i>Phrygilus unicolor</i>	BB,C,AR	T,S
	<i>Zonotrichia capensis</i>	BB,C,AR	T,S
FRINGILLIDAE	<i>Carduelis crassirostris</i> *	BB	SD,D
	<i>Carduelis atrata</i>	BB	SD,D
LARIDAE	<i>Chroicocephalus serranus</i>	OL,BO,L	T,S
STRIGIDAE	<i>Bubo virginianus</i>	R,BB	D
TROCHILIDAE	<i>Colibri coruscans</i>	BB,AR	SD
	<i>Aglaeactis castelnaudii</i> (E)	BP	S,SD
	<i>Lesbia nuna</i>	BP,AR	S,SD
	<i>Metallura tyrianthina</i>	BP,AR	S,SD

FUENTE: Mendoza et al., (2002) y modificado por Sallo (2013)

Hábitat: A: aéreo, se refiere al espacio en el cual las aves pueden ser observadas en vuelo sobre otros hábitats, C: claro de bosque (muchos de estos corresponden a roquedales, bofedales y/o pastizales), AR: vegetación arbustiva, BB: borde del bosque, BO: bofedal, BP: bosque de *Polylepis* propiamente dicho, L: lagunas, OL: orilla de lagunas, PA: pastizal, Q: quebradas, R: roquerío. Estrato: A: aéreo, T: terrestre (se le encuentra mayormente en el suelo). S: sotobosque, nivel de vegetación entre los 0-4 m. SD: subdosel, nivel comprendido entre 4-8m de altura, D: dosel, nivel de vegetación donde la copa de los árboles forma una capa continua (Alcanza 14m en algunos bosques). El asterisco posterior al nombre indica que se encuentra listada como especie amenazada. Y el símbolo (E)= endémico.

II. FLORA

La flora de la zona de estudio es predominantemente de pastos, en ella se encuentran los bosques de *Polylepis*, también se encuentran bofedales en distintas partes de la zona. La flora de la zona de estudio comprende a las siguientes especies Cuadro 11 (Mendoza et al., (2002) y modificado por Sallo 2013)

Cuadro 11
Listado de flora angiospermas

FAMILIA	ESPECIE	ESTACIÓN
Familia Alstroemeriaceae	<i>Bomarea sp</i>	SL
Familia Apocynaceae	<i>Sarcostemma sp</i>	L
Familia Asteraceae	<i>Achyrocline ramosissima</i>	S
	<i>Ageratina sternbergiana</i>	SL
	<i>Baccharis odorata</i>	SL
	<i>Barnadesia horrida</i>	S
	<i>Barnadesia polyacantha</i>	S
	<i>Gynoxys aff. Nitida</i>	SL
	<i>Senecio hastatifolius</i>	SL
	<i>Senecio hyoseridifolius</i>	S
	<i>Senecio peruensis</i>	SL
Familia Berberidaceae	<i>Berberis carinata</i>	L
	<i>Berberis humberiana</i>	S
Familia Celastraceae	<i>Maytenus sp</i>	SL
Familia Columelliaceae	<i>Columellia sp</i>	L
Familia Elaeocarpaceae	<i>Vallea stipularis</i>	S
Familia Fabaceae	<i>Senna versicolor</i>	L
Familia Grossulariaceae	<i>Ribes Brachybotrys</i>	SL
Familia Lamiaceae	<i>Clinopodium bolivianum</i>	SL
Familia Melastomataceae	<i>Brachyotum naudinii</i>	SL
Familia Onagraceae	<i>Fuchsia apetala</i>	S
Familia Passifloraceae	<i>Passiflora trifoliata</i>	L
Familia Poaceae	<i>Calamagrostis ongearistata</i>	L
	<i>Poa annua</i>	L
	<i>Poa horridula</i>	L
	<i>Poa nigriflora</i>	L
Familia Polygalaceae	<i>Monnina salicifolia</i>	S
Familia Rosaceae	<i>Rubus sp</i>	L
	<i>Polylepis subsericans</i>	L
	<i>Polylepis racemosa</i>	L
Familia Solanaceae	<i>Solanum aloysiifolia</i>	L
Familia Urticaceae	<i>Urtica echinata</i>	SL
Familia Verbenaceae	<i>Citharexylum argutedentatum</i>	L
	<i>Citharexylum dentatum</i>	S
	<i>Duranta mandonii</i>	L

FUENTE: Mendoza et al., (2002) y modificado por Sallo (2013) S: estación de lluvias. L: estación de lluvias

Clasificación según APG III

Las especies de *Polylepis* presentes en la zona de estudio son la *Polylepis subsericans* y *Polylepis racemosa*.

2.2.4. ECOLOGIA

2.2.4.1. CLIMA

De acuerdo a la estación meteorológica de SENAMHI estación Urubamba, la región presenta un clima marcado por dos estaciones; un periodo de precipitaciones pluviales que inicia a mediados del mes de Noviembre y siendo de mayor intensidad en los meses de Diciembre, Enero, Febrero y Marzo prolongándose inclusive hasta el mes de Abril. La siguiente estación es la época de secas que se caracteriza por el estrés hídrico que se presenta en los meses de Abril hasta el mes de Noviembre. El climatodiagrama comprende la información climatológica de los años 1991 al 2011. Las precipitaciones pluviales inician a mediados del mes Octubre; donde la precipitación alcanza más de 100 mm durante los meses de Diciembre, Enero y Febrero, terminan la época de lluvias en el mes de Abril. Los meses de estrés hídrico se dan a mediados del mes de Abril hasta mediados del mes de Octubre (Cuadro 12).

Cuadro 12

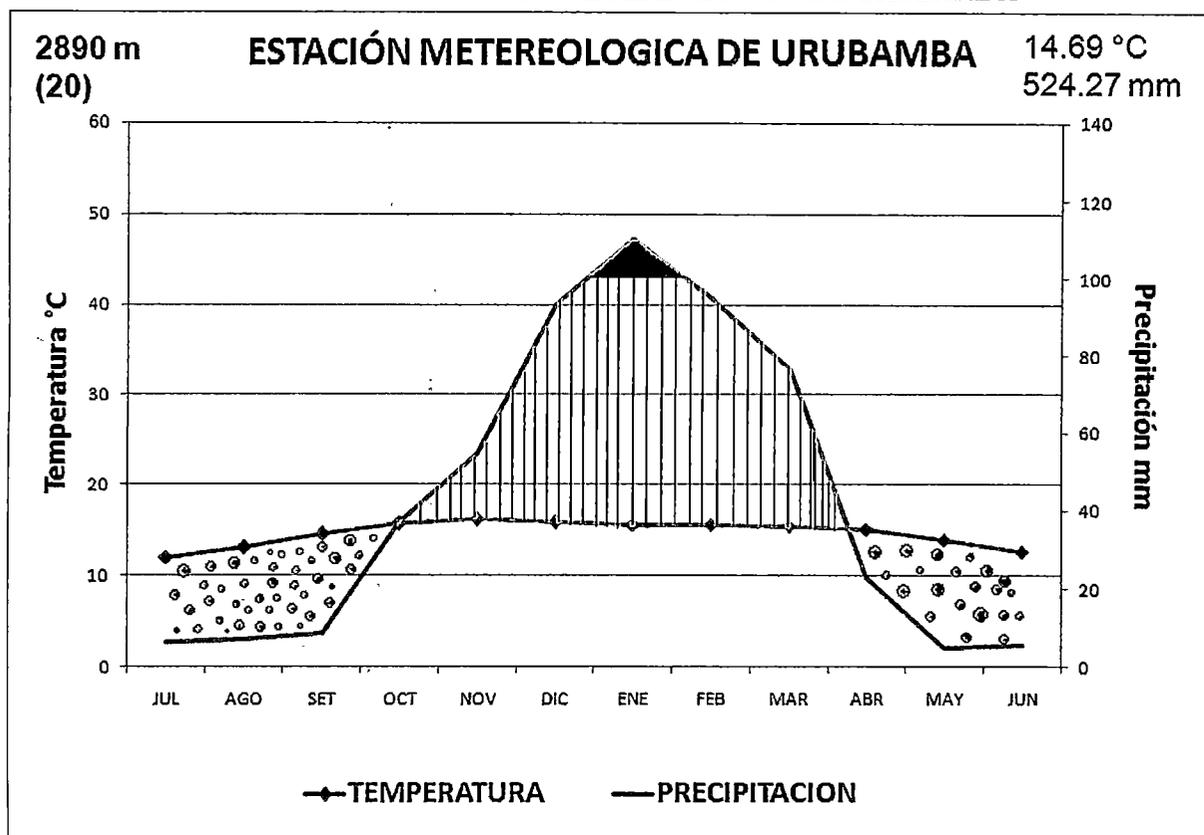
Promedios anuales de temperatura y precipitación (1991-2011) estación meteorológica de Urubamba

MES	TEMPERATURA °C	PRECIPITACION mm
Enero	15.65	110.5
Febrero	15.6	95.03
Marzo	15.48	76.57
Abril	15.18	22.9
Mayo	13.98	5.12
Junio	12.71	5.95
Julio	12.06	6.56
Agosto	13.12	7.29
Setiembre	14.58	8.99
Octubre	15.75	37.19
Noviembre	16.24	54.76
Diciembre	15.91	93.41
TOTAL	14.69	524.27

FUENTE: Estación meteorológica SENAMHI

Gráfico 01

CLIMATODIAGRAMA ESTACIÓN METEREOLÓGICA DE URUBAMBA



FUENTE: Estación SENHAMI (1991-2011)

2.2.4.2. ZONAS DE VIDA

I. BOSQUE HÚMEDO MONTANO SUBTROPICAL (bh-MS)

Se encuentra entre elevaciones de 3500 m a 3800 m con una precipitación anual de 580 mm, la temperatura oscila entre 12°C a 6°C; por la heterogeneidad de especies arbóreas y arbustivas se le ha denominado “Bosque Mixto”. En esta formación es notoria la presencia de una alta densidad de árboles en las riberas de los ríos que se denomina “Bosques de Arroyada” (Tupayachi, 2005).

El relieve es predominantemente empinado ya que conforma el borde o parte superior de las laderas que enmarcan a los valles interandinos, haciéndose más suave en el límite con las zonas que presentan gradientes moderadas por efecto de la acción glacial pasada. Por lo general, dominan suelos relativamente profundos, arcillosos, de reacción ácida, tonos rojizos a pardos y que asimilan al grupo edafogénico de Phaeozems. Asimismo, donde predominan materiales litológicos calcáreos pueden aparecer los kantonozems, de tonalidades rojizas generalmente. En las áreas muy empinadas, aparecen suelos delgados dando paso a los litosoles y algunas formas de Rendzinas así como grupos transicionales pertenecientes a los cambisoles (dísticos y éutricos) (INRENA, 1995).

II. PÁRAMO MUY HÚMEDO SUBANDINO SUBTROPICAL (pmh-SaS)

Entre las altitudes de 3900 m y 4500 m, presenta una temperatura media anual máxima de 6.9°C y una mínima de 4.6°C. El promedio máximo de precipitación anual es de 1088,5 mm y un promedio mínimo de 513,4 mm. El escenario edáfico está conformado por suelos relativamente profundos de textura media, ácidos, generalmente con influencia volcánica (páramo andasoles) o sin influencia volcánica (paramosoles) (INRENA, 1995).

2.2.5. POBLACIÓN

Para el año 2005, había 18491 habitantes, que representaban casi el 30% de la población de la provincia de Calca. El distrito está conformado por 96 centros poblados; donde solamente la ciudad de Calca está considerado como zona urbana y concentra a más del 52% de la población distrital. Cuatro centros poblados oscilan entre el 2% y 4% de la población distrital y los restantes 91 concentran menos del 2% cada uno. Donde el centro poblado de Cancha-Cancha posee 40 viviendas con 141 habitantes (PREDES, 2008) (Cuadro 13). La población no se encuentra en un núcleo sino esparcida por toda la zona, donde la mayor población se concentra alrededor de la escuela de la comunidad, poseen áreas agrícolas y áreas para los corrales del ganado (Anexos Mapa 07).

2.2.5.1. EDUCACION Y SALUD

La comunidad campesina de Cancha-Cancha cuenta con un colegio de nivel inicial y primario (primer grado a tercer grado), la mayor parte de los habitantes posee primaria incompleta. A nivel de salud no se cuenta con un centro de salud en la comunidad misma; la más cercana se encuentra en el centro poblado de Huaran (PREDES, 2008).

Cuadro 13
Estimación de población por centro poblado

ÁREA	NOMBRE DEL CENTRO POBLADO	VIVIENDAS UNIDADES	HABITANTES
Urbano	Calca	2 751	9 665
Rural	Cancha-Cancha	40	141

FUENTE: Censos Nacionales 2005: X de población y V de vivienda
Instituto Nacional de Estadística e Informática. INEI Tratado por PREDES 2008

2.2.5.2. ACTORES SOCIALES

En la provincia de Calca existen instituciones públicas sectoriales como; salud (MINSA Y ESSALUD), educación (Unidad de Gestión Educativa Local, UGEL y los directores de las instituciones educativas, agricultura (Agencia agraria y PRONAMACHS) y policía nacional del Perú. Destacando que los servicios en su gran mayoría se encuentran en la ciudad de Calca (PREDES, 2008).

También se destaca las instituciones públicas como la Municipalidad Provincial de Calca, la gobernación y los diferentes organismos públicos descentralizados. Al interior de las comunidades campesinas se han creado comités especializados (PREDES, 2008):

- Comité de riego.- Conformado para la administración o uso del agua y operación y mantenimiento de infraestructuras de riego.
- Junta de Administración de servicios de saneamiento.- Promovidos por la ONG World Vision. Actualmente se encargan de la administración del agua para consumo humano en el ámbito de las comunidades campesinas. En la comunidad de Cancha-Cancha se ha instalado un reservorio de agua; que suministra agua no tratada a los servicios de limpieza del colegio de la comunidad y al fitotoldo.
- Ronda campesina.- La comunidad de Cancha-Cancha es la única que cuenta con este tipo de organización.
- Comité de vaso de leche.- Programa de ayuda social presente en todos los centros poblados.
- Comité de gestión de obras.- Encargados de realizar gestiones y seguimientos de proyectos de infraestructura. En la comunidad de Cancha-Cancha se presenta el comité de carreteras encargado del mantenimiento de la vía que une a la comunidad con el centro poblado de Huaran.
- Comité de forestación.- Promovidas por el PRONAMACHS (Programa Nacional de Manejo de Cuencas hidrográficas y conservación de suelos) en la década de 1990; encargado de la plantación y supervisión de reforestaciones en las diferentes cuencas. El comité de forestación y recursos naturales está presente en la comunidad de Cancha-Cancha.

CAPÍTULO III

MATERIALES Y METODOS

3.1.MATERIALES

3.1.1. MATERIALES DE CAMPO

- Cuerda.
- Bolsas de papel.
- Bolsas plásticas.
- Wincha.
- Equipo de GPS
- Cámara fotográfica.
- Balanza.
- Termohigrómetro.
- Navajas.
- Etiquetas.
- Binoculares.
- Carta nacional 1/25000
- Barra de acero.
- Pala y badilejo de jardín.
- Trípode.
- Cuaderno de campo.
- Barra de acero.
- Martillo
- Pico y pala
- Cinta de marcado

3.1.2. MATERIALES DE GABINETE

- Claves de identificación.
- Lupa.
- Microscopio.
- Software ARCGIS 10 ESRI
- Software Office Excel 2010
- Corel Draw Versión 6X
- Mapas digitales de la zona de estudio

3.2.METODOLOGIA

Como anteriormente se mencionó no existe pautas específicas para el planteamiento de las diferentes fases en la propuesta de restauración. Basándose fundamentalmente a la escala a la que se quiera restaurar como el objetivo de la restauración (si es una población, comunidad, ecosistema o paisaje). Para la realización de esta investigación se siguieron las pautas recomendadas por el Grupo de Restauración Ecológica de la Universidad Nacional de Colombia; que realizaron diferentes trabajos en los ecosistemas altoandinos.

La primera parte fue la elaboración del diagnóstico ambiental; que permite obtener un panorama de la situación actual del área de estudio como también de sus características que luego serán fundamentales para la elaboración del plan de restauración. El modelo para el diagnóstico fue en base a lo propuesto por Garibello 2003.

3.2.1. DIAGNOSTICO AMBIENTAL

Para facilitar la ubicación de los puntos de muestreo como el desarrollo de la investigación, se concentró los análisis en los relictos de bosque de mayor tamaño y continuidad, y agrupando a los más cercanos a estos. Los relictos de bosque que no poseía tamaño suficiente (menos de 20 individuos de *Polylepis sp*) fueron descartados para los estudios en campo. En total se trabajo con 3 relictos de bosque que cumplían con lo requerido. Mapa 03.

El Mapa 03 está dividido en dos; una “Área 1” y “Área 2”. Esto se realizó a razón de un mejor manejo y ubicación de los puntos de muestreo.

3.2.1.1.OFERTA AMBIENTAL

I. TEMPERATURA Y HUMEDAD RELATIVA

Se selecciono el parche de bosque que facilite la evaluación de la temperatura y la humedad (que posea un largo y ancho mayor de 30m); ya seleccionado se procedió a la instalación de los termohigrómetros a 1.50 m del nivel suelo siendo cada Termohigrómetro un punto de monitoreo; los puntos de monitoreo fueron 3, el primero a una distancia de 15 m del borde del bosque hacia una zona clara sin ninguna cobertura vegetal (Punto 1), el segundo punto se ubicó en el borde (Punto 2) y el tercero en el interior a 25 m del borde del bosque (Punto 3). En cada punto con un GPS se anoto las coordenadas geográficas y la altitud (Cuadro 14 y Mapa 03)

Cuadro 14
Ubicación geográfica de los puntos de monitoreo

PUNTOS DE MONITOREO	EASTING X	NORTING Y	ALTITUD
PUNTO 1	822164	8533815	3895 m
PUNTO 2	822205	8533837	3921 m
PUNTO 3	822232	8533875	3943 m

FUENTE: Elaboración propia

Se registraron los datos de temperatura y de humedad relativa cada hora; siendo un total de 24 horas el muestreo. Los datos se tomaron en el mes de Junio del 2012. Los análisis de los resultados permitieron conocer sobre la influencia y las diferencias de la temperatura y humedad en las distintas zonas de un parche de bosque.

II. FACTORES EDÁFICOS

A. FERTILIDAD-CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIONICO-TEXTURA-pH-POROSIDAD

Primeramente se realizó una estratificación en la zona de estudio, los estratos fueron dentro del bosque y zonas donde anteriormente hubo un bosque. En total se tomaron 6 puntos de muestreo entre ambos estratos. Con el GPS se tomó las coordenadas del primer punto donde se realizó el muestreo en cada estrato (Cuadro 15 y Mapa 03).

Cuadro 15
Ubicación geográfica de los puntos de muestreo

PUNTOS DE MUESTREO	EASTING X	NORTING Y	ALTITUD
SOIL 1	821816	8535576	4067 m
SOIL 2	822711	8525729	4063 m
SOIL 3	821656	8535228	4098 m
SOIL 4	821612	8535278	4099 m
SOIL 5	822206	8533971	3894 m
SOIL 6	822216	8533901	3892 m

FUENTE: Elaboración propia

PROCEDIMIENTO

En cada estrato se procedió de la siguiente manera: Se escogió un primer punto al azar en una zona representativa del estrato. Con un pico y pala se procedió a recolectar una muestra de suelo (sin segregar) siendo un kilogramo de sub-muestra y guardada en una bolsa plástica, el siguiente punto se seleccionó a una distancia de 1.5 m del primero e igualmente se extrajo un kilogramo y así sucesivamente hasta formar un zig zang con cada punto de muestreo. En total se recolectaron 5 sub muestras y un total de 5 Kg. Las sub-muestras se mezclaron en una bolsa plástica, a continuación con una espátula se dividió la muestra en cuatro porciones; y se eliminó dos porciones de lados opuestos, se volvió a mezclar el sobrante y se dividió en cuatro porciones y en esta ocasión se eliminó las porciones que no fueron eliminadas en la anterior fase. Finalmente el sobrante se mezcló y se pesó siendo un total de un kilogramo de muestra, se guardó en una bolsa plástica debidamente etiquetada. Esto se realizó para cada estrato (Procedimiento en base a las recomendaciones de Ministerio de Energía y Minas MEM, 2000). Las muestras se llevaron a los laboratorios de la Facultad de Química de la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco (Unidad de Prestaciones de Servicios de Análisis Químico) donde se realizaron los análisis (Anexo 04):

A. TEXTURA

Con los datos acerca de los porcentajes de arena, limo y arcilla de las muestras, se procedió a determinar la textura de las muestras; esto a través del uso del Triángulo textural del sistema USDA (Departamento de agricultura de los Estados Unidos) (Fernández et al.; 2006) (Figura 09). Donde se ubicó la categoría del suelo para cada muestra.

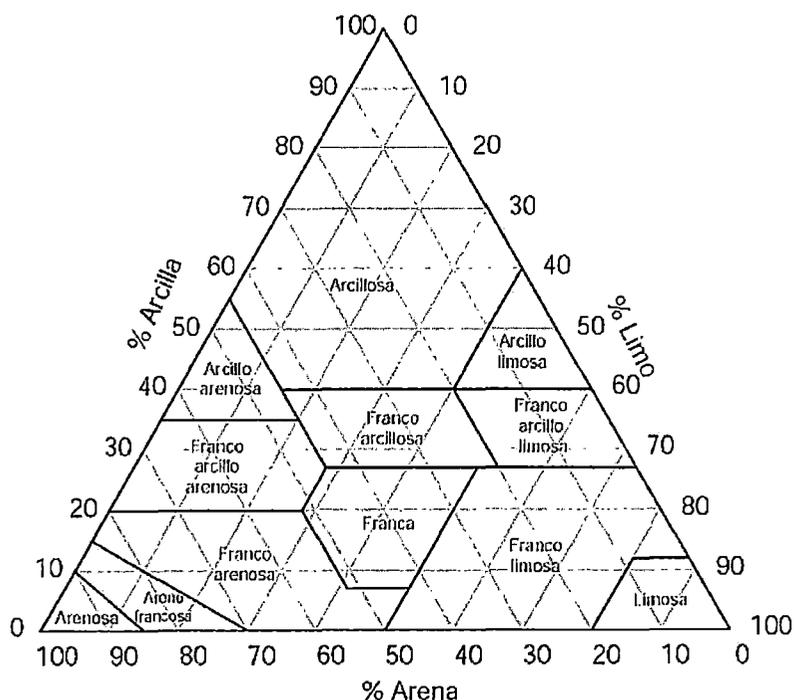


Figura 09 Triángulo textural del sistema USDA

FUENTE: Fernández et al., 2006

B. POROSIDAD

Con los resultados de laboratorio se comparo con los valores proporcionados en la “Guía para la descripción de suelos” realizado por la FAO. Cuadro 16.

Cuadro 16
Valores de porosidad

PORCENTAJE %	CONDICIÓN
< 2	Muy baja
2-5	Baja
5-15	Media
15-40	Alta
>40	Muy alta

FUENTE: FAO, 2009

C. pH

Los resultados de laboratorio se cotejaron con los valores proporcionados por la NO-021-REC-NAT-2000. Cuadro 17.

Cuadro 17
Criterios de evaluación con referencia al pH

CATEGORIA	pH
Fuertemente ácido	< 5.0
Moderadamente ácido	5 – 6.5
Neutro	6.6 – 7.3
Medianamente alcalino	7.4 – 8.5
Fuertemente alcalino	> 8

FUENTE: Fernández et al., 2006

D. CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIONICO (CIC)

Los resultados de laboratorio se compararon con la “Guía de instalación de riego por goteo en una parcela de maíz” realizado por Pavón A (2006). Cuadro 18.

Cuadro 18
Criterios de evaluación con referencia a la CIC

CIC meq/100g	CATEGORIA
<6	Alto
6 -12	Bajo
12.1-25	Medio
25.1-40	Alto
>40	Muy alto

FUENTE: Pavón, 2006

E. FERTILIDAD

➤ MATERIA ORGÁNICA (M.O)

La resultante del análisis se cotejó con la información proporcionada en el “Manual de prácticas de la materia de edafología” realizado por Cano A (2002). Cuadro 19.

Cuadro 19

Criterios de evaluación con referencia a la M.O

CARBONO ORGÁNICO %	CLASE
< 2	Muy baja
2 – 4	Baja
4 – 10	Media
10 – 20	Alta
> 20	Muy alta

FUENTE: Modificado por Cano (2002) tomado de Landon (1984)

- **NITRÓGENO-FOSFORO-POTASIO (NPK)**
- ✓ **NITROGENO (N)**

Se confronto los valores obtenidos en laboratorio con los proporcionados por la NO-021-REC-NAT-2000. Cuadro 20.

Cuadro 20

Criterios de evaluación con referencia al nitrógeno disponible

NITRÓGENO VALOR %	CATEGORIA
< 0.032	Extremadamente pobre
0.032 – 0.063	Pobre
0.064 – 0.095	Medianamente pobre
0.096 – 0.126	Medio
0.127 – 0.158	Medianamente rico
0.159 – 0.221	Rico
> 0.221	Extremadamente rico

FUENTE: Fernández et al., 2006

- ✓ **FOSFORO (P)**

Los análisis se parangonaron con los datos descritos en el “Manual de prácticas de la materia de edafología” realizado por Cano (2002). Cuadro 21.

Cuadro 21

Criterios de evaluación con referencia al fosforo disponible

FOSFORO ppm	CLASE
Bajo	< 15
Medio	15 – 30
Alto	> 30

FUENTE: Modificado por Cano (2002) tomado de Vázquez, 1997

- ✓ **POTASIO (K)**

Se cotejaron los resultados obtenidos y los proporcionados por la NO-021-REC-NAT-2000. Cuadro 22.

Cuadro 22

Criterios de evaluación con referencia al potasio disponible

POTASIO ppm	CLASE
< 61	Muy bajo
61 – 90	Bajo
91- 130	Medio
131 – 175	Óptimo
> 175	Arriba del óptimo

FUENTE: Fernández et al., 2006

F. PROFUNDIDAD EFECTIVA

La profundidad efectiva se entiende al espesor de las capas del suelo donde las raíces de las plantas pueden penetrar fácilmente sin obstáculos físicos ni químicos de ninguna naturaleza (Cerrón L, 2011).

PUNTOS DE MUESTREO

En los parches de bosque elegidos para los muestreos de suelos, se seleccionó una zona representativa donde se encontrará el bosque y la zona despejada sin presencia de arbustos u otros árboles. En total se realizó seis grupos de muestreo (SOIL); cada grupo formado de cuatro sub-grupos, dos sub-grupos en el interior del bosque y el resto fuera del bosque en la zona despejada (Mapa 03).

PROCEDIMIENTO

En cada sub-grupo se procedió de la siguiente manera; con una barra de metal (50 cm de alto) se colocó en un punto al azar y se dio 30 golpes con un martillo seguidamente con una wincha se anotó la profundidad a la que ingresó la barra. El siguiente punto estuvo distanciado del primero por un metro (todos los puntos se encuentran alejados mínimamente a un metro del punto más cercano); siendo un total de seis puntos por subgrupo, 12 puntos en el interior del bosque o fuera. Y 24 puntos en total en cada grupo (SOIL). Los datos colectados se procesaron en el Software Microsoft Excel 2010 y se interpretaron con la información proporcionada por Cerrón (2011) que señala Cuadro 23.

Cuadro 23

Profundidad efectiva del suelo

CARACTERÍSTICA (CODIGO)	PROFUNDIDAD
MUY PROFUNDO	Más de 150 cm
PROFUNDO	91 a 150 cm
MODERADAMENTE PROFUNDO	51 a 90 cm
MODERADAMENTE SUPERFICIAL	31 a 50 cm
SUPERFICIAL	16 a 30 cm
MUY SUPERFICIAL	Hasta 15 cm

FUENTE: Schoeneberger et al (1998), modificado por Cerrón 2011

Con la información obtenida se analizó la profundidad del suelo en las zonas de interés para la investigación.

G. COBERTURA VEGETAL ANTIGUA

Con las entrevistas realizadas hacia los habitantes de la comunidad campesina de Cancha-Cancha y en específico con la séptima pregunta (Ver Cuadro 11 de Anexo 07) como también la localización de conos de derrubio que son indicativos de la presencia de un bosque anterior. También se trabajó con imágenes satelitales proporcionadas por el software Google Earth Pro del año 2005. La información recolectada permitió la elaboración de un mapa temático de cobertura antigua de bosque; elaborado en el programa de software ARCGIS 10 ESRI. En el mapa se analizara la cobertura aproximada que anteriormente poseía la zona de estudio.

3.2.1.2.POTENCIAL BIOTICO

I. MUESTREO

Primeramente se realizó una caracterización; con el método línea-intercepto (Alba et al., 2006). Consiste en la ubicación aleatoria de un primer transecto lineal de 10 m; a partir de este transecto se ubica otro paralelo a una distancia de 3 m, en total se realizó 20 transectos paralelos por parche de bosque. En intervalos de 2 m en cada transecto lineal (unidad muestral) se contabilizó la presencia o la ausencia de individuos de *Polylepis sp.*

Para el análisis del potencial biótico (banco de semillas) se empleó el método de “emergencia de plántulas” (Alba et al., 2006) modificado con las especificaciones de Goñi et al (2006); en la cual se instalaron cuadrantes de un metro cuadrado siendo un total de 20 cuadrantes; localizados de forma aleatoria dentro del área donde se realizó la “línea-intercepto”. Cada cuadrante se subdividió en sub-cuadrantes (unidad muestral) de 20x20 cm siendo total de 25 unidades sub-cuadrantes por cuadrante. En cada sub-cuadrante se contabilizó la presencia de plántulas de *Polylepis sp.* Para la ubicación geográfica del área se tomó las coordenadas en el GPS del primer transecto realizado por área de muestreo. (Cuadro 24 y Mapa 03).

Cuadro 24
Ubicación geográfica de los puntos de muestreo

ÁREA DE MUESTREO	EASTING X	NORTING Y	ALTITUD
LINEA 1	821612	8535936	4083 m
LINEA 2	821554	8535293	4120 m
LINEA 3	822258	8533872	3881 m

FUENTE: Elaboración propia

III. TRATAMIENTO DE DATOS

Los datos obtenidos se procesaron en el software Office Excel 2010. Se utilizó el índice de persistencia para el estudio del potencial biótico (Figura 10).

Índice de Persistencia

$$IP = \frac{SB_F}{SB_F + AV_F}$$

Figura 10 Índice de persistencia
FUENTE: Goñi et al 2006

Donde:

- IP: Índice de persistencia
- AV_F : Frecuencia de la especie F en el bosque
- SB_F : Frecuencia de la especie en el banco de semillas

Donde:

$$\text{Frecuencia} = F = \frac{\text{número de unidades muestrales donde la especie está presente}}{\text{Número total de unidades muestrales}} \times 100$$

El índice de persistencia mientras más cercano a 1 indicara que la especie posee una persistencia fuerte en el banco de semillas, en cambio si es cercano a 0 la persistencia de la especie en el banco de semillas es débil o nula.

3.2.1.3.MEDIO SOCIOECONÓMICO

Por el desplazamiento y la dispersión que presenta los habitantes de la localidad de Cancha-Cancha una encuesta no era factible, entonces se procedió a la formulación de preguntas; que sirvió como base para realizar entrevistas (Ver Cuadro 11 de Anexo 07) a los habitantes que se encontraban presentes en cada una de las visitas que se realizó a la comunidad y como también una entrevista al jefe de la comunidad.

3.2.1.4.EVALUACIÓN DEL ESTADO DEL ECOSISTEMA

Para la evaluación del ecosistema se tomó dos puntos de referencia, siendo el estado de conservación de los parches de bosque y el grado de fragmentación del bosque que presenta el área de estudio.

I. ESTADO DE CONSERVACIÓN MEDIANTE EL MÉTODO IDLE

Los líquenes se entremezclan a muchas otras comunidades de plantas superiores, pero también pueden presentarse aisladamente formando comunidades. De acuerdo a los parámetros de la zona de estudio como también del tipo de bosque a evaluar se selecciono el método de estudio más adecuado para la evaluación.

La metodología aplicada es la propuesta por la RED NATURA 2000-España; específicamente realizada por Aragón et al (2008) modificado. Para los estudios de conservación de bosques; las consideraciones que se tomo para el bosque a evaluar son: que los bosques no sean excesivamente cerrados e individuos sanos (no en proceso de putrefacción). La recolección de líquenes se realizó; una primera en el año 2011 y una segunda en el año 2012.

A. UBICACIÓN DE LOS PUNTOS DE MUESTREO

En los parches de bosque se procedió de la siguiente manera: En cada bosque se colocaron cuatro estacas y con una cinta se delimitó un transecto de 20x20m, para la instalación se debió tomar en cuenta el efecto de borde; entonces los transectos se alejaron del borde del bosque en 15 m; el número de árboles muestreados por transecto fue de 20 a 30 árboles tratando en lo posible que cubran el área del parche. Para la ubicación geográfica, con el equipo GPS se anotó el punto medio de cada transecto. Cuadro 25 y Mapa 03.

Cuadro 25
Ubicación geográfica de los transectos

TRANSECTOS DE MUESTREO	EASTING X	NORTING Y	ALTITUD
LIQ 1	821652	8535850	4086 m
LIQ 2	821569	8535307	4109 m
LIQ 3	822236	8533741	3877 m

FUENTE: Elaboración propia

B. MUESTREO DE LIQUENES

Para el muestreo de líquenes primeramente se tomó en cuenta que estos se encontraran por encima de los 10cm del suelo; para evitar la recolección de líquenes no epífitos, el rango para la obtención de las muestras es de 2m; únicamente los que se encontraban en el tronco principal, con la ayuda de navajas se procedió a extraer los líquenes tratando en lo posible de no destruir la muestra al momento de separar del sustrato. Cada árbol muestreado se le marco con una cinta de color para evitar el doble muestreo. Las muestras fueron guardadas en bolsas de papel selladas y codificadas. La codificación fue realizada para facilitar el trabajo durante la realización de los cálculos correspondientes (fotografías en Anexo 02).

En gabinete se procedió a la identificación de las muestras; se observaron las estructuras características de cada muestra y también se realizaron cortes y observaciones al microscopio, con la guía de claves taxonómicas proporcionada en el libro "Lichens of North America"-Brodo.I, la identificación pudo llegar hasta género.

C. TRATAMIENTO DE DATOS

Con los datos obtenidos se procedió a realizar el índice de diversidad líquénico específica (IDLE) que matemáticamente se representa por:

$$IDLE= N+F+IC$$

Donde:

(N): número total de especies muestreadas

(F): frecuencia

$F=\sum Fa$ Fa = frecuencia de aparición de cada especie

$$Fa = \sum(n^{\circ}E1-n)/E$$

$n^{\circ}E1-n$ = número de árboles en los que se identifica la especie

E = número total de árboles muestreados

(IC): índice de calidad

$$IC = \sum (F1-n \times CG1-n).$$

$F1-n$ = frecuencias de aparición

$CG1-n$ = valor de la calidad genérica

Los valores de IDLE están en función al número de bosques que se evalúen como el número de forófitos que se muestren. Entonces en el diagnóstico por su naturaleza en el número de parches de bosque evaluados y como también en el número de forófitos muestreados (treinta por cada transecto); los valores IDLE serán un décimo de los mencionados por Aragón et al (2008).

Número de parches y/o bosques evaluados

IDLE

100 o más parches y/o bosques evaluados	100/100
25 parches y/o bosques evaluados	50/100
10 o menos parches y/o bosques evaluados	10/100

Diversidad y valores de IDLE (décimo de su valor). Aragón et al (2008)

- **Diversidad muy alta:** $IDLE \geq 17,5$: Estos valores se corresponden con bosques densos, maduros y bien conservados, situados en valles y laderas de difícil acceso, sobre suelos pedregosos o improductivos.
- **Diversidad alta:** $12,5 \leq IDLE < 17,5$: Se trata de formaciones arbóreas que sufrieron las últimas talas hace más de medio siglo y que, actualmente, carecen de manejo o sufren cierta perturbación.
- **Diversidad moderada:** $7,5 \leq IDLE < 12,5$: Corresponde con dos tipos de formaciones: A) Bosques jóvenes situados en laderas, que presentan actividad silvícola (poda de ramas) y un pastoreo medio. B) Zonas adhesionadas, con árboles ancianos, abandonadas desde antaño.
- **Diversidad baja:** $5,0 \leq IDLE < 7,5$: Se relaciona con tres tipos de formaciones arboladas: A) Bosques jóvenes situados en laderas, que presentan actividad silvícola (poda de ramas y desbroce periódico del matorral). Existe además un intenso pastoreo. B) Manchas de bosque atravesados por carreteras, aclarados, manejados antiguamente y actualmente abandonados. C) Zonas adhesionadas con cobertura arbolada inferior, de uso tradicional, donde se mantiene el pasto para ungulados silvestres o fincas privadas donde existe una explotación moderada, con alternancia de actividad agrícola y ganadera. La eliminación de gran parte

del arbolado original así como del matorral subserial provoca cambios en la incidencia lumínica.

- **Diversidad muy baja:** $IDLE < 5,0$: Se trata de formaciones adhesionadas, paisaje originado por una alteración del bosque primario por el ser humano, para la explotación de recursos ganaderos, agrícolas y forestales. En dehesas explotadas, cultivadas y con fuerte presión de herbívoros.

Cuadro 26

Valor de diversidad y rango idle

DIVERSIDAD	RANGO IDLE
DIVERSIDAD MUY ALTA	$IDLE \geq 17.5$
DIVERSIDAD ALTA	$12.5 \leq IDLE < 17.5$
DIVERSIDAD MODERADA	$7.5 \leq IDLE < 12.5$
DIVERSIDAD BAJA	$5.0 \leq IDLE < 7.5$
DIVERSIDAD MUY BAJA	$IDLE \leq 5.0$

FUENTE: Aragón et al (2008)

II. GRADO DE FRAGMENTACIÓN

Badii M & Landeros J (2006) proponen una serie de índices para la medición de el grado de fragmentación del hábitat; que involucra la utilización de imágenes satelitales como también de medidas en campo. Los parches que se registrarán son los que poseen más de 20 individuos.

A. RECOPIACIÓN DE DATOS

Se ubico en un punto al azar al borde del parche de bosque y se tomo como primer punto con el GPS, seguidamente se avanzo por el borde del bosque hasta llegar al primer punto; el recorrido fue registrado en el GPS. Este procedimiento se realizó para todos los parches de bosque a los que se podía acceder. Los parches de bosque que no eran accesibles para su medición; se utilizo imágenes satelitales de la zona de estudio donde se observen los parches de bosque sin acceso.

B. TRATAMIENTO DE DATOS

Con los datos recolectados en campo de los parches de bosque a los que se pudo tener acceso y de las imágenes satelitales de los parches sin acceso. Las imágenes satelitales usadas son Landsat 7 TM (Thematic Mapper) y ETM+ (Enhanced Themapic Mapper Plus). La imagen TM es del año 1991 y la ETM+ es del año 2000. Las especificaciones de las imágenes son:

- TM / WRS-2, Path 008, Row 067 / 1991-09-15 / Earthsat / Ortho, Geocover / Peru
- ETM+ / WRS-2, Path 008, Row 067 / 2000-05-26 / USGS / GLCF / L1G / Peru

La composición de las tres bandas que se utilizó para reflejar los bosques de *Polylepis*, son las bandas 3, 4 y 5, ordenadas como 4,5 y 3 según RGB (red, green, blue). Luego se georeferenciaron las imágenes a la zona UTM (universal transversal mercator). Las imágenes se exportaron al software ARCGIS 10 ESRI. En el software mencionado se procedió a hacer los diferentes cálculos para la obtención de las diferentes variables necesarias para los índices requeridos.

➤ **PORCENTAJE DE PAISAJE**

Representa la cobertura total en área del hábitat de interés en el paisaje, representado por la métrica:

Porcentaje de Paisaje

$$\%LAND = \frac{\sum A_{ij}}{A} (100)$$

Donde:

- %LAND: Porcentaje de paisaje
- A_{ij}: Área del fragmento (m²)
- -A: Área total del paisaje (m²)

%LAND se acerca a 0 cuando el tipo de fragmento correspondiente se vuelve cada vez más raro en el paisaje. %LAND= 100 cuando todo el paisaje está compuesto de un solo tipo de fragmento.

➤ **SUBDIVISIÓN DEL HABITAT**

Es el grado en el cual el hábitat ha sido separado en fragmentos.

Densidad del Fragmento

$$PD = \frac{n_i}{A} (10000)(100)$$

Donde:

- A: área total del paisaje (m²)
- Multiplicado por 10000 y 100 para convertirlo en 100 Ha.

Según Rudas et al (2002) el índice de fragmentación es un indicador de estado que da una visión de la composición y configuración de los ecosistemas (Pinto, 2006). Para emplear el índice de fragmentación primeramente se debió hallar los siguientes índices:

Tamaño Medio de los Fragmentos (MPS)

$$MPS = \frac{\sum A_{ij}}{n_i}$$

Donde:

- MPS: Tamaño medio de los fragmentos
- A_{ij}: superficie del fragmento (m²)
- n_i: Número de fragmentos en el ecosistema i

Distancia Media al Vecino más Cercano (MNN)

$$MNN = \frac{\sum H_{ij}}{N}$$

Donde:

- MNN: Distancia media al vecino más cercano
- H_{ij}: Distancia entre fragmentos de la clase j
- N: Número total de fragmentos

MNN se define como la distancia promedio entre los fragmentos más cercanos de la misma clase de ecosistema, basada entre los bordes de los fragmentos.

➤ **INDICE DE FRAGMENTACIÓN**

Índice de Fragmentación (F)

$$F = \frac{A}{NP \times R_C}$$

Donde:

- F: Índice de fragmentación
- A: Superficie total del ecosistema
- NP: Número de fragmentos
- R_C: Dispersión de fragmentos

R_C Dispersión del fragmento

$$R_C = 2D_C \left(\frac{\Omega}{\pi} \right)$$

- D_C: Distancia media al vecino más cercano
- Ω: Densidad del fragmento
- Π: 3.1416

El índice de fragmentación obtenido fue clasificado dentro de un rango de clases que comprende los valores en la Cuadro 27.

Cuadro 27

Clasificación de los índices de fragmentación que van de mínimo a extremo

TIPO DE FRAGMENTACIÓN	VALOR
Mínima	1
Poca	0.5-1
Media	0.1-0.5
Moderada	0.01-0.1
Fuerte	<0.01

FUENTE: Badii & Landeros (2006)

3.2.1.5. DETERMINACIÓN DE LAS ESCALAS Y JERARQUIAS DE DISTURBIO

Primeramente se identificó todos los disturbios que se presentaron en el área, esto se realizó a través del análisis de los acontecimientos que ocurrían durante la investigación y que fueron anotados en el cuaderno de campo. Los disturbios que se podían medir físicamente se registraron con apoyo de la cinta métrica o el Software ARCGIS 10 ESRI. Posteriormente se realizó una segregación de los disturbios en:

- Condicionantes
- Tensionantes

Luego de la diferenciación se procedió a analizar sus diferentes escalas como jerarquías. Cada escala posee sus propias jerarquías; las cuales son:

- **Espacio.-** La jerarquía utilizada es la medida del área que afecta el disturbio cuantificada en metros. Si la medida directa no fuera posible se jerarquizarla en focal, local y regional.
- **Magnitud.-** Las jerarquías utilizadas se basaron en la intensidad del impacto negativo que generaba el disturbio en el área de estudio. Las jerarquías utilizadas fueron: Nula, leve, moderada, grave y catastrófico.
- **Temporal.-** Las jerarquías utilizadas son: Raro, recurrentes y frecuentes. Los disturbios raros son aquellos q no su aparición es espontanea, los recurrentes son aquellos sucesos que ocurren en intervalos de tiempo y los frecuentes los que se dan prolongadamente durante un año o más.
- **Predictibilidad.-** Las jerarquías para la escala son: No predecible, medianamente predecible y predecible.
- **Régimen de disturbio.-** Los regímenes de disturbio se clasificaron en naturales y antrópicos según fue el caso.

Toda la información sobre los disturbios se trato en un cuadro para su mejor tratamiento.

3.2.1.6. DETERMINACIÓN DE LAS BARRERAS HACIA LA RESTAURACIÓN

Con los disturbios identificados y jerarquizados se procedió a relacionarlos con las barreras hacia la restauración. Los disturbios que se caracterizaban por tener jerarquías

con escalas de magnitudes fuertes se designaron de orden primario, los de escalas medias fueron designados de orden secundario y los disturbios de escalas menores se designaron de orden terciario. Así cada disturbio se analizó y se le designó un orden de prioridad en la restauración.

Para la designación de la barrera que se conformaba para cada disturbio, el análisis tomó el enfoque en una primera instancia en la naturaleza del régimen de disturbio que poseía; lo que facilitó la elección de la barrera a la que se más se adecuaba con las características que presentaban cada disturbio.

La síntesis del análisis de las barreras se trabajó en un cuadro para su manejo en próximas etapas.

3.2.1.7. SELECCIÓN DE LAS ESTRATEGIAS PARA SUPERAR LAS BARRERAS DE LA RESTAURACIÓN

A partir de las barreras de la restauración determinados se discutió y planteó las diferentes estrategias para superar dichas barreras. El análisis se basó en tres puntos fundamentales:

- La factibilidad en la ejecución de la estrategia en la zona.
- La eficacia de la estrategia en superar la barrera.
- El tiempo requerido para superar la barrera.

El resultado de la discusión fue la elección de una estrategia para cada barrera identificada.

3.2.1.8. PROYECTOS Y PARTICIPACIÓN COMUNITARIA

Con los actores sociales identificados, se recopiló información secundaria acerca de los proyectos que se realizaron y de los que se planea realizar en el ámbito de estudio.

Se estudió cada proyecto acerca de los logros e impactos que tuvieron en la preservación de los bosques de *Polylepis* como también en la comunidad campesina de Cancha-Cancha. La calificación se realizó acorde a tres aspectos; conservación, infraestructura y capacitación.

- Conservación.- se refiere a actividades de reforestación, revegetación entre otros con finalidad de conservar los bosques de *Polylepis*. El estado en los que se encuentra en la actualidad.
- Infraestructura.- La construcción de instalaciones como viveros, invernaderos, entre otros. Se estudió el estado en el que se encuentra en la actualidad, si aun se encuentra en funcionamiento y su rendimiento.
- Capacitación.- Grado en el que la población fue orientada y capacitada acerca de la conservación de los bosques. Si los acuerdos que se lograron con la comunidad fueron cumplidos por ambas partes.

Las verificaciones se realizaron en el área de estudio como también si había la ocasión se realizó una entrevista con los pobladores para realizar una mejor evaluación. Con respecto a los proyectos que se planean ejecutar, se discutió sobre los alcances que tendría la ejecución del proyecto si estos fueron ejecutados en la actualidad. Igualmente fueron evaluados bajo los criterios antes mencionados.

La calificación se realizó en los grados de excelente, bueno, medio, malo, pésimo y nulo. Donde el grado mayor fue el excelente y el más bajo fue el pésimo; el grado de nulo se otorgó cuando la influencia del proyecto en el aspecto calificado era inexistente. Toda la evaluación se presentó en un cuadro para su mejor comprensión.

3.2.1.9. DETERMINACIÓN DE LOS SITIOS CON POTENCIAL PARA LA RESTAURACIÓN

Se tomaron fotografías de las diferentes áreas de la zona de estudio donde se pueda dar la restauración, con las fotografías y la información que ha aportado el diagnóstico del área se determinó los sitios con potencial para la restauración. La elección se basó en las recomendaciones de Vargas et al (2006) las cuales son:

- Ubicación en sitios accesibles que permita los trabajos de restauración como también los de monitoreo.
- Áreas de interés comunitario; la característica más importante es que el lugar seleccionado no entre en conflicto con los intereses de la comunidad. Siendo en lo más posible un equilibrio entre los intereses de la restauración y los de la comunidad.
- Definir los sitios que aun persista un disturbio; y analizar si el disturbio afecta en la restauración.
- La presencia de especies invasoras cerca los sitios a restaurar.
- La presencia de herbívoros cerca de las zonas a restaurar.

Los sitios con potencial para la restauración identificados y seleccionados se georeferenciaron con el GPS para luego elaborar el mapa temático de lugares para la restauración.

3.2.1.10. ELABORACIÓN DEL PLAN DE RESTAURACIÓN

Con el diagnóstico completo se procedió a realizar el plan de restauración de los bosques de *Polylepis spp*, se siguió las pautas propuestas por el Grupo de Restauración Ecológica de la Universidad Nacional de Colombia (2007).

La estructura del plan está dividida en tres etapas:

- La primera etapa consiste en las primeras acciones para la mitigación y superación de las barreras hacia la restauración de orden primario.
- La segunda etapa es la implementación de las acciones que superen las barreras de orden secundario como también de las labores de propagación de la especie.

- La última etapa da las acciones para la continuidad de lo elaborado en etapas anteriores como también la elaboración de trabajos que comprometan aun más a los actores sociales involucrados como lo son los pobladores de la comunidad campesina de Cancha-Cancha. En total el plan cuenta con ocho fases que se encuentran en las tres etapas.

Las estrategias identificadas para cada barrera se implementaron de acuerdo al diagnóstico realizado. Así las de orden primario son las que se encuentran en las primeras fases del plan y así sucesivamente. Cada fase se esquematizo en un cuadro para su mejor comprensión.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1.DIAGNÓSTICO PARA LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA

4.1.1. OFERTA AMBIENTAL

4.1.1.1. TEMPERATURA

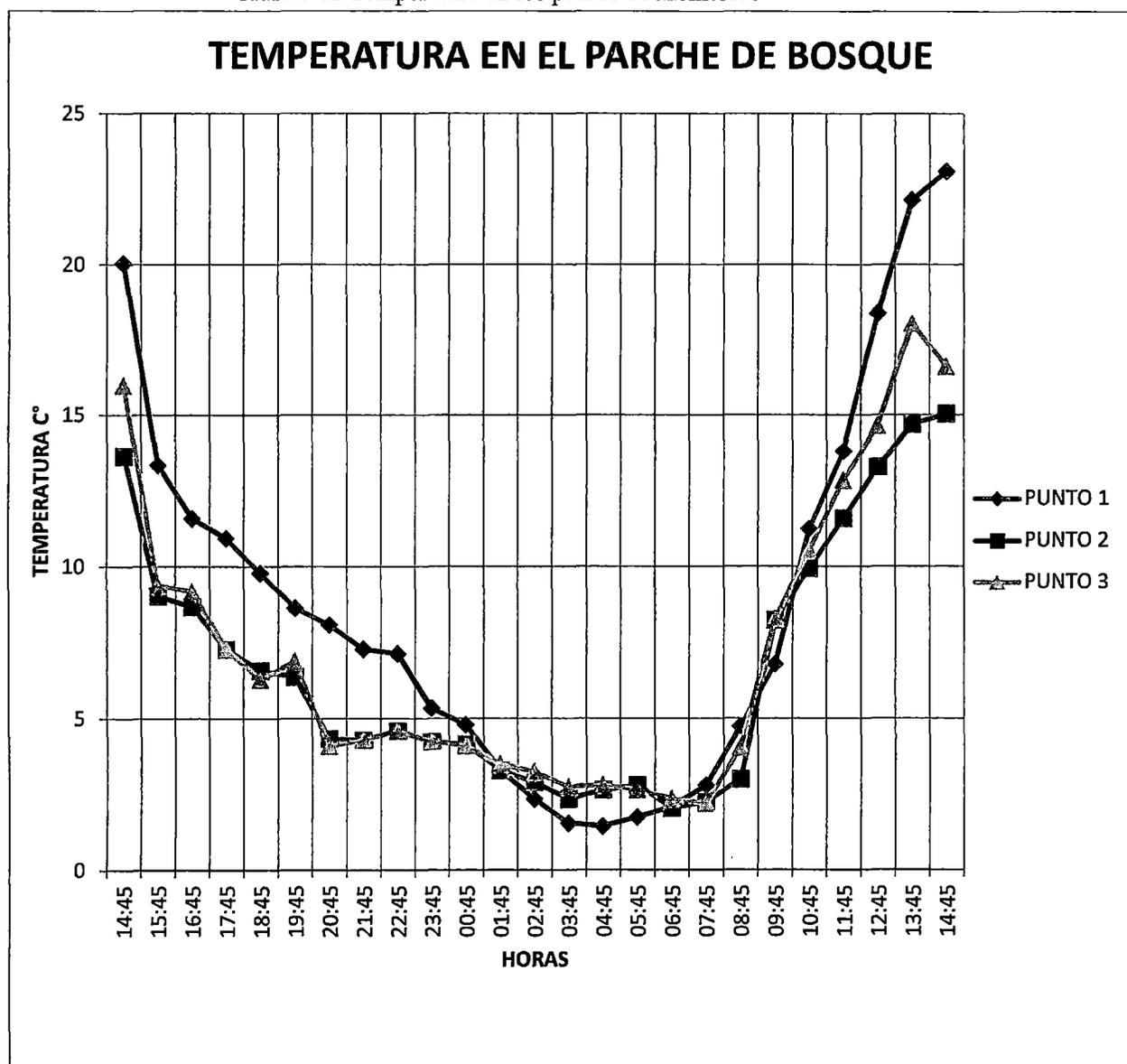
El monitoreo se realizo a partir de las 14:45 horas hasta las 14:45 horas del día siguiente. En los puntos de muestreo Cuadro 28.

Cuadro 28
Temperaturas en los puntos de monitoreo (Mayo 2012)

HORA	TEMPERATURA C°		
	PUNTO 1	PUNTO 2	PUNTO 3
14:45	20.05	13.65	16
15:45	13.35	9.05	9.4
16:45	11.6	8.7	9.2
17:45	10.95	7.3	7.3
18:45	9.8	6.6	6.3
19:45	8.65	6.4	6.9
20:45	8.1	4.35	4.1
21:45	7.3	4.3	4.3
22:45	7.15	4.6	4.6
23:45	5.35	4.25	4.25
00:45	4.8	4.15	4.1
01:45	3.3	3.3	3.5
02:45	2.35	2.9	3.25
03:45	1.55	2.35	2.75
04:45	1.45	2.65	2.8
05:45	1.75	2.8	2.65
06:45	2.1	2.05	2.35
07:45	2.8	2.25	2.2
08:45	4.75	3	4.05
09:45	6.8	8.25	8.3
10:45	11.25	9.95	10.55
11:45	13.8	11.6	12.85
12:45	18.4	13.3	14.65
13:45	22.15	14.7	18.05
14:45	23.1	15.05	16.6

FUENTE: Datos colectados del monitoreo

Gráfico 02 Temperatura en los puntos de monitoreo



FUENTE: Elaborado en base a la CUADRO 21

- En el Punto 1 de monitoreo se presentan los extremos de temperatura; siendo la máxima de 23.1°C y la mínima de 1,45 °C.
- Entre el Punto 2 y el Punto 3 presenta una similitud en el transcurso de las 24 horas excepto durante el intervalo de las 11:45 horas a 15:45 horas donde se observa una diferencia marcada, siendo esta por el ángulo de incidencia del sol.
- En los puntos 2 y 3 a las horas 18:45, 20:45 y 5:45. La temperatura del Punto 3 es menor al del Punto 2; por la presencia de corrientes de vientos que se dieron a esas horas. Corrientes provenientes de las partas altas de la quebrada.
- Al momento de suceder el fenómeno de la “helada blanca”, la presencia de escarcha solo se presentaba en el Punto 1 que corresponde a la zona despejada,

en cambio los puntos 2 y 3 no hubo presencia de la formación de escarcha en el suelo o en la vegetación (Fotografías en el Anexo 05).

4.1.1.2.HUMEDAD RELATIVA

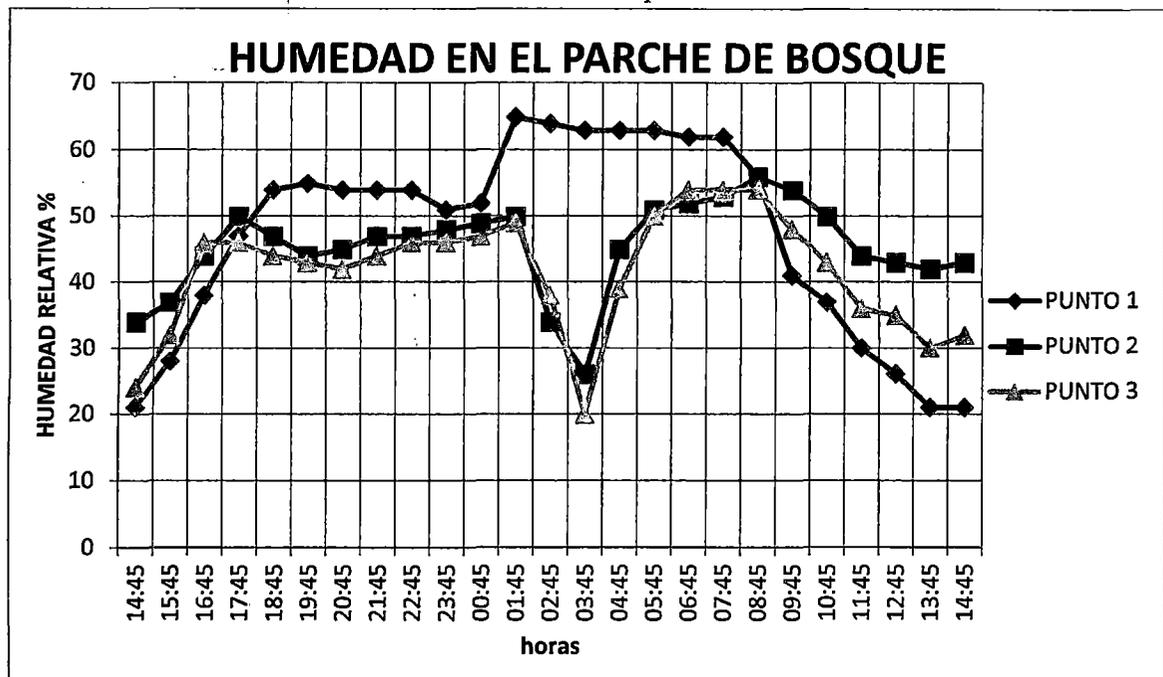
El monitoreo se realizo a partir de las 14:45 horas hasta las 14:45 horas del día siguiente.

Cuadro 29
Humedad relativa en los puntos de monitoreo (Mayo 2012)

HORA	HUMEDAD RELATIVA %		
	PUNTO 1	PUNTO 2	PUNTO 3
14:45	<20	34	24
15:45	28	37	32
16:45	38	44	46
17:45	47	50	46
18:45	54	47	44
19:45	55	44	43
20:45	54	45	42
21:45	54	47	44
22:45	54	47	46
23:45	51	48	46
00:45	52	49	47
01:45	65	50	49
02:45	64	34	38
03:45	63	26	20
04:45	63	45	39
05:45	63	51	50
06:45	62	52	54
07:45	62	53	54
08:45	56	56	54
09:45	41	54	48
10:45	37	50	43
11:45	30	44	36
12:45	26	43	35
13:45	<20	42	30
14:45	<20	43	32

FUENTE: Datos colectados del monitoreo * - <20 indica que la humedad relativa es menor a 20% (registro mínimo del aparato de medida)

Gráfico 03: Humedad relativa en los puntos de monitoreo



FUENTE: Elaborado en base a la CUADRO 22

- En los puntos 2 y 3 el porcentaje de humedad relativa a las 3:45 es la más baja con 26% y 20% respectivamente. En contraste el punto 1 presenta una humedad relativa de 63%.
- A partir de las 9:45 hasta las 15:45, los tres puntos presentan un porcentaje de humedad diferenciado; debido a las diferencias en la cobertura vegetal y grado de incidencia de la luz solar.
- En el punto 1 durante el periodo de 1:45 a 7:45 la humedad relativa se mantiene constante entre los valores de 62% a 65%.
- Se suscita el fenómeno de “helada blanca” a partir de las 02:45 horas; siendo el tope del fenómeno a las 03:45 horas.

4.1.1.3.HUMEDAD VS TEMPERATURA

Se realizó la comparación y análisis del Punto 1 para temperatura versus el Punto 3 de humedad relativa.

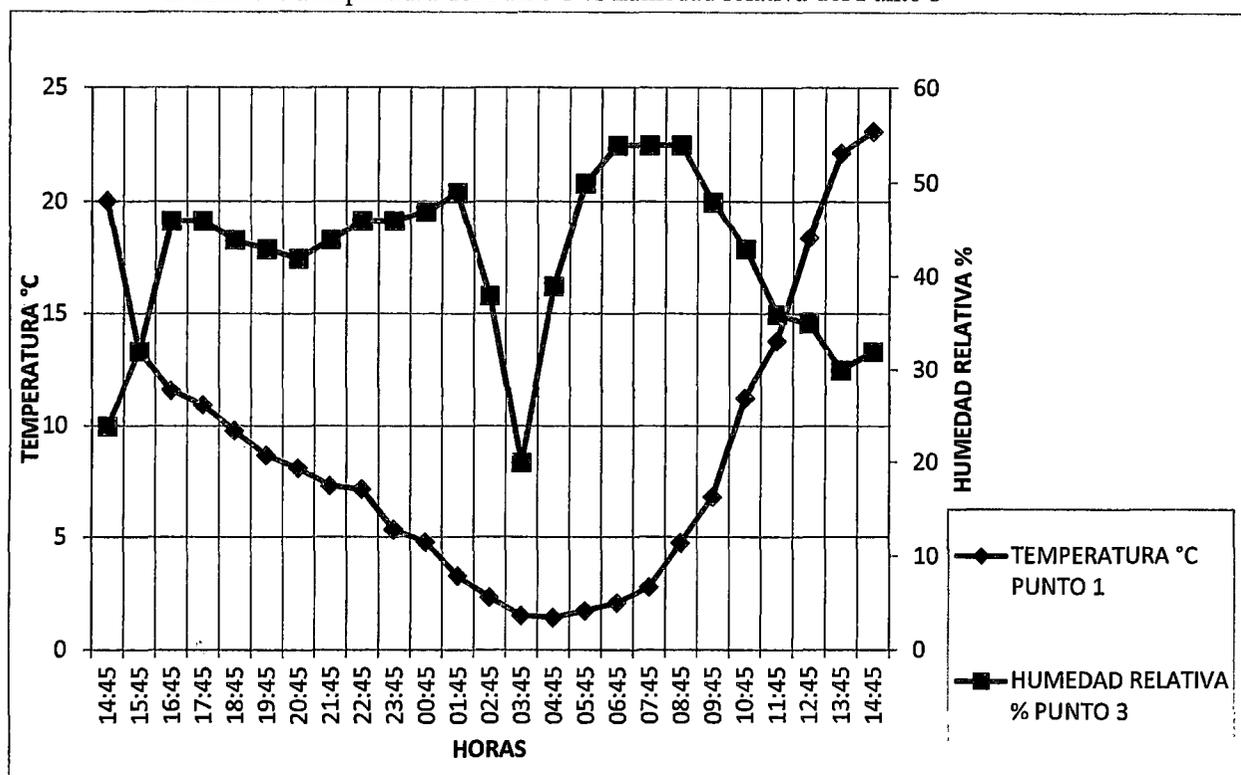
Cuadro 30

Comparación de los puntos- Punto 1 temperatura vs Punto 3 humedad relativa

TEMPERATURA °C VS HUMEDAD RELATIVA %		
HORA	TEMPERATURA °C PUNTO 1	HUMEDAD RELATIVA % PUNTO 3
14:45	20.05	24
15:45	13.35	32
16:45	11.6	46
17:45	10.95	46
18:45	9.8	44
19:45	8.65	43
20:45	8.1	42
21:45	7.3	44
22:45	7.15	46
23:45	5.35	46
00:45	4.8	47
01:45	3.3	49
02:45	2.35	38
03:45	1.55	20
04:45	1.45	39
05:45	1.75	50
06:45	2.1	54
07:45	2.8	54
08:45	4.75	54
09:45	6.8	48
10:45	11.25	43
11:45	13.8	36
12:45	18.4	35
13:45	22.15	30
14:45	23.1	32

FUENTE: Elaborado en base a las Cuadros 28 y 29

Gráfica 04: Temperatura del Punto 1 vs humedad relativa del Punto 3



FUENTE: Elaborado en base a la Cuadro 30

- ✓ El descenso de la humedad en el punto 3 no permite que se forme el fenómeno de “helada blanca”; en cambio en el punto 1 el porcentaje de humedad relativa es alto e influenciando en la formación de la “helada”.
- ✓ El descenso en la humedad no permite que las partículas de agua absorban el calor de su medio y la temperatura descienda rápidamente. De este modo las partículas de agua no cambian a estado sólido formando hielo sobre el ambiente.
- ✓ Los individuos de *Polylepis* al presentar una cubierta alrededor poseen una defensa contra la formación de heladas; como menciona Sánchez D & Quintana Y (2008); indicando que plantones de *Polylepis* que presentan una cubierta vegetal alrededor suyo presentan un ventaja frente a individuos solitarios.

4.1.1.4.FACTORES EDÁFICOS

Con los resultados de los análisis realizados por la Unidad de Prestaciones de Servicios de Análisis Químico (Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco) (Informe de análisis en Anexos 04°) y datos de campo. Los puntos muestreados son seis (Cuadro 15 y Mapa 03) (Cuadros 01 y 02 de anexos 07). Los resultados del análisis son:

Cuadro 31: Resultados físico-químicos del suelo

PUNTOS DE MUESTREO	FACTORES EDÁFICOS							
	TEXTURA	PROFUNDIDAD EFECTIVA	POROSIDAD		pH		CIC	
	RESULTADO %	CARACTERISTICA	RESULTADO	CONDICIÓN	pH	CATEGORIA	CIC meq/100g	CATEGORIA
SOIL 1	Franco arenoso	Muy superficial	23.06	Alta	6.60	Neutro	12.00	Bajo
SOIL 2	Franco arenoso	Muy superficial	35.17	Alta	5.67	Moderadamente ácido	17.50	Medio
SOIL 3	Arenoso franco	Superficial	26.23	Alta	6.15	Moderadamente ácido	11.40	Bajo
SOIL 4	Arenoso franco	Superficial	36.59	Alta	7.08	Neutro	13.80	Medio
SOIL 5	Arenoso franco	Superficial	27.77	Alta	6.35	Moderadamente ácido	15.20	Medio
SOIL 6	Arenoso franco	Superficial	32.77	Alta	5.90	Moderadamente ácido	14.90	Medio

PUNTOS DE MUESTREO	FACTORES EDÁFICOS							
	FERTILIDAD							
	MATERIA ORGÁNICA		NITROGENO		FÓSFORO		POTÁSIO	
	M.O %	CLASE	N%	CATEGORIA	P ppm	CATEGORIA	K ppm	CATEGORIA
SOIL 1	13.10	Alta	0.624	Extremadamente rico	42.70	Alto	36.90	Muy bajo
SOIL 2	13.36	Alta	0.641	Extremadamente rico	55.90	Alto	28.10	Muy bajo
SOIL 3	6.06	Media	0.283	Extremadamente rico	10.80	Bajo	15.30	Muy bajo
SOIL 4	16.60	Alta	0.798	Extremadamente rico	80.45	Alto	146.20	Optimo
SOIL 5	14.58	Alta	0.697	Extremadamente rico	62.90	Alto	50.20	Muy bajo
SOIL 6	26.50	Muy alta	1.23	Extremadamente rico	120.60	Alto	61.25	Bajo

FUENTE: Elaborado en base en el informe de Laboratorio Anexo 04, Figura 09 y las Cuadros 15 al 23 CIC: Capacidad de Intercambio Catiónico

Del Cuadro 31, se observa que:

- ✓ La textura de los suelos en el área de estudio es franco arenoso y arenoso franco. Y la condición de la porosidad de los suelos en los parches de bosque es alta. Coincidiendo con la clase textural obtenida. Por las características de porosidad el drenaje de los suelos es elevado.
- ✓ En las muestras SOIL 1 y SOIL 3 la CIC es baja, siendo media en el resto de muestras. Entonces la retención de cationes en el suelo es media.
- ✓ Los suelos al caracterizarse con una CIC media y un drenaje elevado; influyen en la retención media a baja de los nutrientes en el suelo. Especialmente en temporadas de lluvias donde el drenaje aumenta; los nutrientes son transportados a partes bajas de las laderas.
- ✓ El pH de los parches de bosque va de un neutro a moderadamente ácido.
- ✓ La materia orgánica en el área de estudio se encuentra en porcentajes altos, en algunos puntos es medio (SOIL 3) y en otros es muy alto (SOIL 6). La presencia del alto nivel de materia orgánica es debido a la presencia de individuos de *Polylepis* que aportan en gran medida al suelo de materia orgánica.
- ✓ En todas las muestras el porcentaje de nitrógeno disponible se encuentra en niveles elevados. Las muestras de suelo presentan niveles altos de fósforo disponible. Pero la muestra SOIL 3 presenta un nivel bajo de fósforo disponible. Los niveles de potasio disponible en el suelo se encuentran en niveles muy bajos en los puntos SOIL 1, 2, 3 y 5. En cambio en el punto SOIL 4 la disponibilidad es óptima. En el SOIL 6 la disponibilidad se encuentran en una categoría baja.
- ✓ Las concentraciones elevadas de N, P y las bajas concentraciones de K es debido a las características geológicas de la zona. Concordando con lo descrito por PREDES 2008. La distribución desigual del NPK es debido a la influencia de la pendiente que se presenta y el drenaje en tiempos de lluvias.
- ✓ Los resultados edáficos concuerdan con las recomendaciones de Cardozo (2001); que menciona que para una plantación de *Polylepis* los suelos deben poseer una porosidad que permita un drenaje alto, un pH medianamente ácido y una fertilidad no necesariamente alta.

4.1.1.5. COBERTURA VEGETAL ANTIGUA

La cobertura antigua del bosque aproximadamente fue de 80.10 Ha en el año de 1970, según el aproximado que se logró de las entrevistas realizadas y la ubicación de conos de derrubio. Para el año 2005 la imagen satelital (Google Earth Pro) se observa una cobertura total de 27.42 Ha. En la actualidad la cobertura de *Polylepis* es de 23.88 Ha ubicadas en gran parte en la cabecera de la microcuenca y en la quebrada de la misma. Actualmente la parte de la quebrada; se encuentran las zonas de cultivo como también los corrales del ganado de la comunidad. Estas características se muestran en el Mapa 04.

4.1.2. POTENCIAL BIOTICO

Con los datos colectados en campo (Cuadro 03 y 04 de Anexos 07) se analizaron los resultados obtenidos.

Cuadro 32
Índice de persistencia para los puntos de muestreo

ÁREA DE MUESTREO	SB _F	AV _F	IP
LÍNEA 1	0.18	0.32	0.36
LÍNEA 2	0.004	0.15	0.026
LÍNEA 3	0.45	0.46	0.49

FUENTE: Elaborado en base a la Cuadro 24 aplicación de la fórmula de la Figura 10 Donde: IP: Índice de persistencia. AV_F: Frecuencia de la especie F en el bosque. SB_F: Frecuencia de la especie en el banco de semillas.

- ✓ El índice de persistencia para la Línea 1 es de 0.36; lo que indica que la persistencia de *Polylepis* en el banco de semillas es baja. El pastoreo de animales en el interior del bosque como la tala de árboles repercute en la persistencia del parche de bosque; afectando en gran medida a las plántulas que se encuentran en el interior.
- ✓ En la Línea 2 el índice es de 0.026, indicando que la persistencia del bosque en el banco de semillas es muy baja con una tendencia hacia un potencial biótico nulo. La forma de los parches de bosque son irregulares y las áreas no son continuas ni de tamaño considerable; características que influyen negativamente en el potencial biótico y la continuidad del parche.
- ✓ Para la Línea 3 es de 0.49 la persistencia, indicando que el banco de semillas de *Polylepis* posee una duración media. Las características del parche de bosque influyen en la permanencia del parche; el parche posee una forma marcada y el gran tamaño que posee da una mayor oportunidad a las plántulas de *Polylepis*.
- ✓ La diferencia de los índices de persistencia en los parches se debe a las condiciones en que se encuentra el parche, actividades que se realizan en el bordo e interior del bosque y a la baja viabilidad que posee las semillas como lo indica PRETELL O, 1985.
- ✓ En el proyecto de ANDESS PERÚ (1993); cita que un potencial biótico bajo es un primer indicio de la desaparición del bosque en un lapso de tiempo prolongado.

4.1.3. MEDIO SOCIOECONÓMICO

Con el cuadernillo de preguntas (Cuadro 11 de Anexos 07); se entrevistó a un total de diez personas y al presidente de la comunidad campesina de Cancha-Cancha.

Cuadro 33

Resultados de las entrevistas de los habitantes de la comunidad de Cancha-Cancha

PREGUNTAS	RESPUESTAS
1.- ¿Qué animales usted posee?	Se establece que el 100% de la población posee uno o más animales de ganado que van entre: vacas, ovejas, llamas y caballos
2.- ¿Qué lugares sus animales pastan?	No hay un sitio definido para el pastoreo. Las llamas las dejan libres en una zona y en la noche ya las recogen, en cambio las ovejas y el ganado siempre va acompañado de alguien. Más del 70% de la población realiza así el pastoreo.
3.- ¿Qué cultivos son los que usted trabaja?	De los entrevistados; todos citaron que el mayor cultivo que se da es el de papa. El presidente de la comunidad mencionó que en el invernadero se tiene maíz, acelgas, tomates, rocotos y plantas de tallo cortó como lechugas.
4.- ¿Qué usos le da al árbol de queuña?	Los entrevistados mencionaron que principalmente se utiliza como combustible de las cocinas, elemento estructural de las viviendas; en bigas para los techos, elaboración de corrales para los animales, para los puentes a través del río y para la elaboración de utensilios de cocina y de arado. Este último uso fue referido por dos de los entrevistados.
5.- ¿Utiliza otros árboles como el eucalipto?	Cuatro de los entrevistados señalaron que si utilizan otros árboles a parte de la queuña pero sin precisar el nombre del árbol. Las restantes entrevistas indicaron que se utiliza los eucaliptos cuando estos están del porte requerido.
6.- ¿Alguna ONG o agente del estado realizó algún trabajo en la comunidad? ¿Se tomo en cuenta el bosque de queuña?	El presidente de la comunidad dio alcances acerca que hace aproximadamente 20 años el PRONAMACHCS CUSCO tenía a cargo el cuidado de los bosques de la parte baja, en ese entonces se plantó los eucaliptos de esa zona. También ECOAN se acercó para la instalación de cocinas mejoradas y la elaboración del invernadero de la comunidad y la del colegio. Las nueve entrevistas restantes mencionaron sobre las cocinas y el invernadero pero no precisaron acerca de la institución ejecutora de dichas obras.
7.- ¿En qué lugares antes hubo árboles de queuña?	En la parte de la quebrada despejaron campo para los cultivos y los corrales, en esa zona existía un bosque “entero”, en la parte alta el bosque era de mayor tamaño al de ahora. En donde se encuentra la comunidad existía un bosque. Los entrevistados no precisaron exactamente las áreas pero tenían conocimiento referencial acerca de la cobertura vegetal de años anteriores.
8.- Si se trabajara para recuperar el bosque de queuña ¿Estaría a favor de la obra?	Todos los entrevistados concordaron en que si estarían a favor de un proyecto que involucre la recuperación de los bosques de queuña. El presidente de la comunidad mencionó que se requería capacitación y una orientación hacia la población para que se tenga un mayor compromiso con el proyecto.
9.- ¿Qué problemas ambientales (incremento del río, caída de rocas entre otras) se presentan en la comunidad durante el año?	Las lluvias se presentan en los meses de Diciembre a Marzo; el río aumenta de tamaño y muchas veces parte del camino para la comunidad se ve interrumpida, también se deslizan rocas desde las partes altas en la parte de la quebrada y los bosques de la parte alta. La presencia de heladas es durante todo el año. Todas las entrevistas confluyeron en los problemas ambientales mencionados.

FUENTE: Elaborado en base al Cuadro 11 de anexos 07.

4.1.4. ESTADO DEL ECOSISTEMA
4.1.4.1. ESTADO DE CONSERVACIÓN

Fue determinado por el método IDLE en el cual se realizó el análisis del índice de diversidad líquénica específica; donde **E 1-n** es el número de árboles donde se presenta la especie, **CG** valor de calidad genérica (Cuadro 09) y **IC** índice de calidad. Considerando que el número total de forófitos (árboles) evaluados fue de 90 para cada transecto.

Cuadro 34
 Índice de diversidad líquénica específica de IDLE 1

N°	IDLE 1				
	GENERO (N)	E 1-n	frecuencia	CG	IC
1	<i>Cladonia sp</i>	1	0.01	8	0.08
2	<i>Collema sp</i>	2	0.02	8	0.16
3	<i>Dirinaria sp</i>	1	0.01	2	0.02
4	<i>Hypogymnia sp</i>	3	0.01	4	0.03
5	<i>Hypotrachyna sp</i>	1	0.03	3	0.12
6	<i>Peltigera sp</i>	2	0.02	10	0.2
7	<i>Phaeophyscia hispidula</i>	4	0.04	2	0.08
8	<i>Physcia sp</i>	1	0.01	2	0.02
9	<i>Pseudocyphellaria sp</i>	1	0.01	10	0.1
10	<i>Sticta sp</i>	3	0.03	5	0.15
11	<i>Usnea sp</i>	7	0.08	6	0.48
TOTAL	11		0.27		1.44

FUENTE: Elaborado en base a la Cuadro 05 de Anexo 07 CG: Calidad genérica IC: Índice de calidad E 1-n: Número de árboles en los que se identifica la especie

- ✓ Aplicando los datos del Cuadro 34 a la fórmula del índice líquénico específico se obtiene un IDLE= 12.71, que va entre los rangos de 12.5 y 17.5 de los valores de diversidad y valores IDLE (Cuadro 26), indicando que la diversidad de líquenes es alta pero existe una perturbación en el medio. El resultado es debido a las actividades antrópicas que ocurren en el interior del bosque como pastoreo y tala de árboles, abriendo claros en el interior del parche.

Cuadro 35
 Índice de diversidad líquénica específica de IDLE 2

N°	IDLE 2				
	GENERO (N)	E 1-n	frecuencia	CG	IC
1	<i>Collema sp</i>	2	0.02	8	0.16
2	<i>Peltigera sp</i>	2	0.02	10	0.2
3	<i>Usnea sp</i>	7	0.08	6	0.48
TOTAL	3		0.12		0.84

FUENTE: Elaborado en base a la Cuadro 06 de Anexo 07 IC: Índice de calidad E 1-n: Número de árboles en los que se identifica la especie

- ✓ Aplicando los datos del Cuadro 35 a la fórmula del índice liquénico específico se obtiene un IDLE= 3.96, que va entre los rangos menores de 5 de los valores de diversidad y valores IDLE (Cuadro 26), indicando que la diversidad de líquenes es muy baja y que el bosque se encuentra fuertemente perturbado. La forma irregular del bosque, donde los claros se encuentran cortando en todas partes el parche influyen en su conservación; siendo un parche que fue explotado intensamente por su madera en años pasados.

Cuadro 36

Índice de diversidad liquénica específica de IDLE 3

Nº	IDLE 3				
	GENERO (N)	E 1-n	frecuencia	CG	IC
1	<i>Cladonia sp</i>	2	0,02	8	0,16
2	<i>Dirinaria sp</i>	5	0,05	2	0,1
3	<i>Hypogymnia sp</i>	3	0,03	3	0,09
4	<i>Hypotrachyna sp</i>	11	0,12	4	0,48
5	<i>Peltigera sp</i>	6	0,07	10	0,7
6	<i>Phaeophyscia hispidula</i>	3	0,03	2	0,06
7	<i>Sticta sp</i>	5	0,05	5	0,25
8	<i>Usnea sp</i>	23	0,25	6	1,5
TOTAL	8		0,62		3,34

FUENTE: Elaborado en base a la Cuadro 07 de Anexo 08 IC: Índice de calidad E 1-n: Número de árboles en los que se identifica la especie

- ✓ Aplicando los datos del Cuadro 36 a la fórmula del índice liquénico específico se obtiene un IDLE= 11.96, que está entre los rangos de 7.5 y 12.5 de los valores de diversidad y valores IDLE (Cuadro 26), indicando que la diversidad de líquenes es media o moderada; y presenta actividades como poda de ramas y pastoreo. La forma concreta del parche y la poca actividad antrópica a los alrededores; permite una conservación media.

4.1.4.2. GRADO DE FRAGMENTACIÓN

Los datos (Cuadros 08, 09 y 10 de anexos 07) después del tratamiento en el Software ARCGIS 10 ESRI y Microsoft Excel 2010, dieron como resultado los datos (Mapa 04 y Cuadro 37). Siendo los totales en cada caso:

Cuadro 37

Información base para los análisis

SIMBOLO	SIGNIFICADO	RESULTADO
A_{ij}	Área del fragmento de bosque	238746.85 m 23.88 Ha
A	Área total del paisaje	3350283.48 m 335.03 Ha
NP	Número de fragmentos en el paisaje	35
h_{ij}	Sumatoria de distancias mínimas entre fragmentos	2915.26 m

FUENTE: Elaborado en base a los datos de campo y resultados de los Software

Con los datos base; obtenidos se procedió a la obtención de los diferentes índices y resultados métricos.

Cuadro 38
Resultados de los índices y las métricas

ÍNDICE/MÉTRICA		RESULTADO
Extensión del hábitat	%LAND	7.12%
Densidad del fragmento	PD	10.447 Ha
Tamaño medio del fragmento	MPS	0.682 Ha
Distancia media al vecino más cercano	MNN	83.293 m
Dispersión del fragmento	RC	5 539 610,197 m

FUENTE: Elaborado en base a la Cuadro 37

- ✓ La extensión del hábitat es de 7.12% indicando que en el paisaje los bosques de *Polylepis* son escasos o raros.
- ✓ Los parches de bosque poseen una densidad de 10.477 Ha en todo el hábitat.
- ✓ El tamaño medio de los parches de bosque es de 0.682 Ha.
- ✓ La distancia promedio entre los parches de bosque es de 83.293 m

Con la información del Cuadro 38 se calculo el índice de fragmentación que es de:

$$F = 0.017$$

- ✓ El índice de fragmentación resultante es de $F=0.017$, comparándola con la Cuadro 27, indica que el grado de fragmentación de los bosques de la microcuenca de Cancha-Cancha es fuerte.
- ✓ La fuerte fragmentación está influenciada por las distancias mínimas entre cada parche en el ambiente como también del área que ocupa cada parche. Esto se debe a las actividades de tala que se desarrollan desde hace años que van distanciando aun más los parches, fragmentándolos y por ultimo haciéndolos desaparecer.
- ✓ La tala influencia en las formas y en las áreas de los parches, al ser aleatorio las talas; los contornos de los parches se van perdiendo y por consiguiente la aparición de parches irregulares.

4.1.5. ESCALAS Y JERARQUIAS DE DISTURBIO

Los datos de campo colectados se categorizaron los disturbios en condicionantes y tensiones y seguidamente se dio valores a sus jerarquías. Fotografías de los disturbios y descripción de los disturbios en Anexos 05.

Cuadro 39

Escalas y jerarquías de disturbios en los bosques de queuña

CAT.	DISTURBIO	JERARQUIA				
		ESPACIO	MAGNITUD	TEMPORAL	PREDICTIBILIDAD	REGIMEN
CONDICIONANTES	Fenómeno de "heladas"	Regional	Moderada	Recurrente	Predecible	NATURALES
	Profundidad del suelo	Local	Grave	-----	Predecible	
	Grado de pendiente fuerte	Focal	Moderada	-----	-----	
	Crecimiento de la matriz de pastos	Local	Catastrófico	Recurrente	Medianamente predecible	
	Gradiente de luz diferenciada	Focal	Moderada	Frecuente	No predecible	
	Competencia interespecífica	Focal	Moderada	Recurrente	Medianamente predecible	
TENSIONANTES	Pastoreo	Local	Moderada	Frecuente	Medianamente predecible	Antrópico
	Tala de árboles	21.83 Ha	Grave	Frecuente	Predecibles	Antrópico
	Desprendimiento de rocas	Local	Catastrófico	Recurrente	Medianamente predecible	Natural
	Expansión de áreas agrícolas	Local	Catastrófico	Recurrente	Predecibles	Antrópico
	Fragmentación por erosión fluvial	65.9 m	Catastrófico	Raro	No predecible	Natural
	Incremento del caudal y de la rivera del río	4.18 Km	Catastrófico	Recurrente	Predecible	Natural
	Caída de árboles por su edad	Focal	Leve	Raro	No predecible	Natural
	Caída de árboles por las precipitaciones	Focal	Leve	Raro	No predecible	Natural
	Forma irregular de los parches de bosque	21.83 Ha	Grave	Frecuente	Medianamente predecible	Antrópico y natural

FUENTE: Elaborado en base a los datos analizados de las fotografías y anotaciones en campo. Mediciones en Arcgis
10 CAT: Categoría

Observando el Cuadro 39 se tiene:

- ✓ Los disturbios de magnitud catastrófica se encuentran en una escala espacial focal y local. Que indica que estos disturbios son los de mayor peligro para la continuidad del bosque.
- ✓ Los disturbios de magnitud grave se presentan a una escala espacial focal y local (caso de las "heladas"). Además su temporalidad va de recurrente a frecuente; siendo perturbaciones a tener consideración por su temporalidad.
- ✓ Los disturbios que poseen un régimen antrópico poseen una temporalidad medianamente predecible y predecible. Señalando que estos son disturbios netamente de carácter humano; siendo un problema de la comunidad y su medio.

- ✓ El disturbio de la forma irregular de los parches de bosque posee un régimen antrópico natural. Ambos regímenes se encuentran presentes al momento de presionar los bordes de los parches.
- ✓ Los disturbios que poseen una medida exacta de su escala espacial son aquellos que están restringidos solo a ese espacio y no pueden manifestarse fuera del mismo.
- ✓ Los disturbios que poseen una predictibilidad “no predecible”; son los disturbios que difícilmente puedan ser tratados para superar sus impactos sin afectar a otro componente del ambiente en el proceso.
- ✓ Los disturbios con una predictibilidad de “predecibles” poseen un grado de solución mucho mayor ya que su predictibilidad otorga mayor poder a planes posteriores para sus mitigaciones.
- ✓ Las perturbaciones con un régimen natural no podrán ser suprimidas del medio; requiriendo una planeación que los contemple a lo largo de todo el proyecto.

4.1.6. ANÁLISIS Y SELECCIÓN DE ESTRATEGIAS PARA LA RESTAURACIÓN

4.1.6.1. IDENTIFICACIÓN DE LAS BARRERAS HACIA LA RESTAURACIÓN

La identificación de los disturbios en la zona (Cuadro 39) y los resultados de potencial biótico (Cuadro 30) se cotejaron con las barreras hacia la restauración, correspondientes y su prioridad, dando como resultado:

Cuadro 40
Relación de los disturbios y las barreras hacia la restauración

DISTURBIO	BARRERA HACIA LA RESTAURACIÓN	PRIORIDAD
Fenómeno de “heladas”	Condiciones climáticas	Terciario
Profundidad del suelo	Suelo	Secundario
Grado de pendiente fuerte	Suelo	Terciario
Crecimiento de la matriz de pastos	Matriz de pastos	Primario
Gradiente de luz diferenciada	Micrositios	Terciario
Competencia interespecífica	Competencia	Terciario
Pastoreo	Herbivoria/Socioeconómico	Secundario
Tala de árboles	Fragmentación/Micrositios/Socioeconómico	Primario
Desprendimiento de rocas	Suelo/Micrositios	Primario
Expansión de áreas agrícolas	Fragmentación/Socioeconómico	Primario
Fragmentación por erosión fluvial	Suelo	Terciario
Incremento del caudal y de la rivera del río	Suelo	Terciario
Caída de árboles por su edad	Ausencia de micrositios	Terciario
Caída de árboles por las precipitaciones	Ausencia de micrositios	Terciario
Forma irregular de los parches de bosque	Fragmentación	Primario
Banco de semillas de persistencia baja	Ausencia de banco de semillas	Secundario

FUENTE. Elaborado en base al Cuadro 39 y Cuadro 30

- ✓ Cinco barreras hacia la restauración son de prioridad primaria.
- ✓ Tres barreras hacia la restauración son de prioridad secundaria.
- ✓ Ocho barreras hacia la restauración son de prioridad terciaria.

4.1.6.2. SELECCIÓN DE LAS ESTRATEGIAS PARA SUPERAR LAS BARRERAS DE LA RESTAURACIÓN

Con los disturbios y las barreras relacionadas se procedió a cotejarlas con las diferentes estrategias para superar dichas barreras. El Cuadro 41 muestra las estrategias a realizar.

Cuadro 41

Relación de las barreras y las estrategias para superarlas.

BARRERA HACIA LA RESTURACIÓN	ESTRATEGIA
Condiciones climáticas	Especies “niñeras”
Suelo	Control de erosión
Matriz de pastos	Disturbios controlados
Ausencia de microsítios	Formación de microsítios
Competencia	Disturbios controlados
Ausencia de bancos de semillas	Propagación
Herbivoria	Articulación social
Fragmentación	Plantación reticular /Bordes de Bosque
Socioeconómico	Articulación Social

FUENTE: Elaborado en base al Cuadro 40

- ✓ Cada barrera hacia la restauración posee una estrategia para superarla, siendo la estrategia de articulación social la utilizada en dos diferentes barreras.
- ✓ La fragmentación por su complejidad posee dos estrategias (plantación reticular y bordes de bosque).
- ✓ Los disturbios controlados se presentan para dos barreras (matriz de pastos y competencia).

- ✓ En total se han realizado cinco proyectos en la región de la cordillera del Vilcanota, donde la comunidad de Cancha-Cancha tienen influencia de cuatro pero solamente uno (“Reserva comunal de los bosques de Polylepis de la cordillera del Vilcanota”) ha trabajado con la comunidad enfocándose a los bosques de queuña y su conservación indirectamente. El programa de PRONAMACHS-Cusco no se encuentra en funcionamiento orgánico.
- ✓ La comunidad cuenta con instalaciones de invernaderos y fitotoldo. El invernadero de la comunidad y el fitotoldo tienen como objetivo que la comunidad posee mayor capacidad de producción agrícola centralizado en la diversidad de cultivo. El invernadero de la escuela se encuentra en desuso y en mal estado, siendo una infraestructura importante para actividades futuras en la zona.

4.1.7. SITIOS CON POTENCIAL PARA LA RESTAURACIÓN

Con la zona de estudio fotografiada (Anexos 06), se realizó el mapa temático donde se ubicaron en total 13 puntos con potencial para la restauración; que cumplen los requerimientos para ser aptos. Ver Mapa 05.

Los puntos con potencial para la restauración son CUADRO 30:

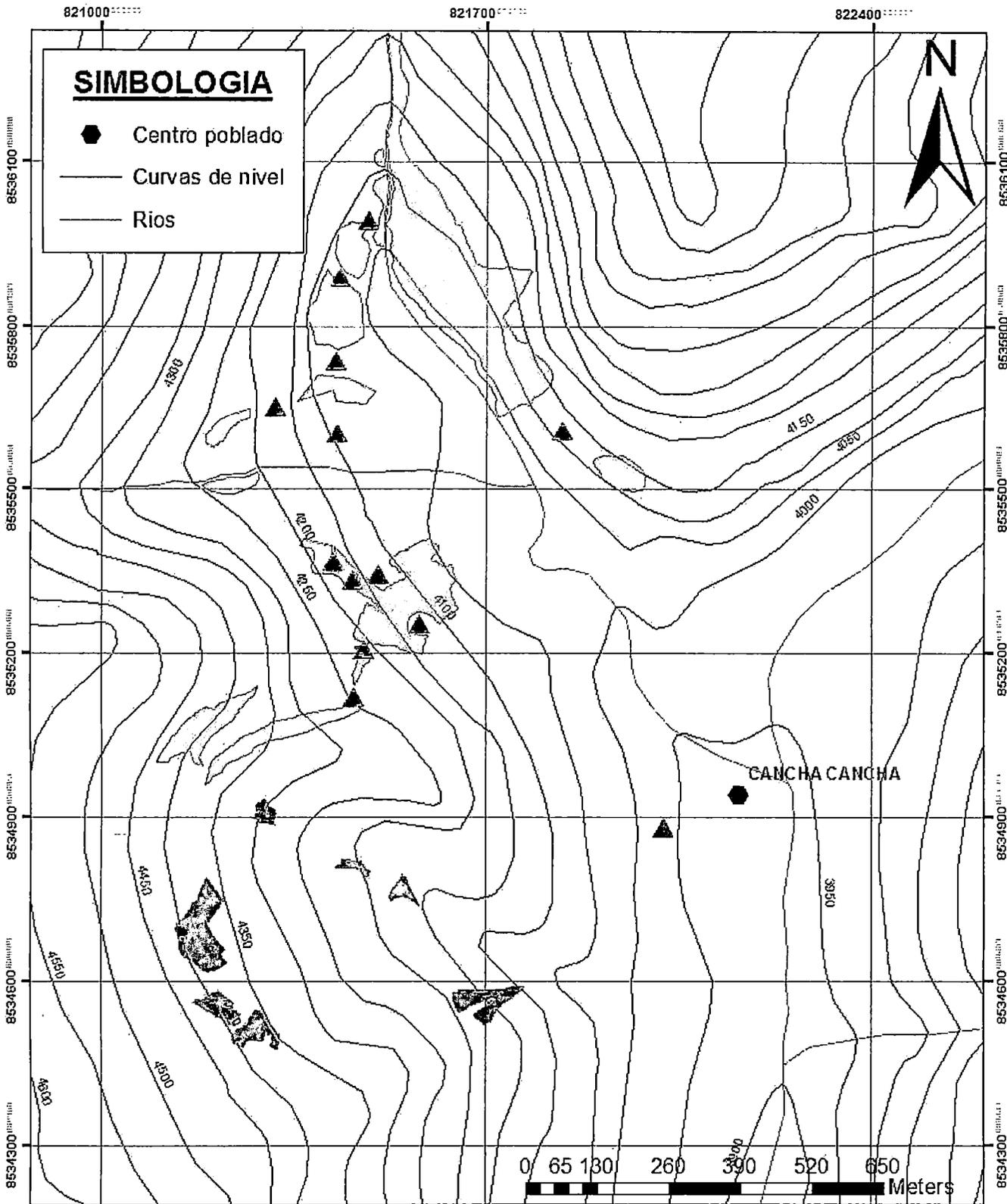
Cuadro 43

Ubicación geográfica de las áreas con potencial para la restauración

Número de punto	EASTING X	NORTING Y	Altitud
Rest 1	821841	8535607	4121 msnm
Rest 2	821487	8535993	4078 msnm
Rest 3	821436	8535892	4071 msnm
Rest 4	8211436	8535737	4075 msnm
Rest 5	821319	8535650	4163 msnm
Rest 6	821432	8535599	4082 msnm
Rest 7	821505	8535343	4122 msnm
Rest 8	821424	8535368	4172 msnm
Rest 9	821458	8535332	4171 msnm
Rest 10	821481	8535207	4213 msnm
Rest 11	821580	8535253	4121 msnm
Rest 12	822022	8534876	3968 msnm
Rest 13	821460	8535120	4241 msnm

FUENTE: Datos colectados de campo

Los 13 puntos designados, son la referencia espacial de los sitios donde la implementación de estrategias obtiene una mayor probabilidad de tener un éxito mayor que en otros lugares.



SIMBOLOGIA

- Centro poblado
- Curvas de nivel
- Rios

LEYENDA

-  *Polylepis subsericans*
-  *Polylepis racemosa*
- ▲ Zona para la restauración

UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

TESIS: EVALUACIÓN DE BOSQUES DE *Polylepis* Y PLAN DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA EN LA MICROCUENCA DE CANCHA-CANCHA CALCA

Mapa: 05 Mapa de puntos potenciales para la restauración	Escala: Mapa "1" 1: 8 000
Proyección: UTM WGS 84, ZONA 18S	Asesor: Blgo. Percy Yanque Yuca
Elaboración de Gonzalo Gálvez Cárdenas	

4.1.8. PLAN DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA DE LOS BOSQUES DE *Polylepis*

En base a la evaluación ambiental se elaboró el plan de restauración ecológica de los bosques de *Polylepis spp* de la microcuenca de Cancha-Cancha.

CONSIDERACIONES PREVIAS

Los planes de restauración ecológica son un trabajo multidisciplinario; donde no solamente un especialista pueda ejecutar sino se requiere de otros especialistas que permitan que las acciones y las estrategias a tomar sean las más adecuadas para lograr el objetivo del plan. La vegetación que se utilizará para la restauración o materiales de origen biológico se le denominara como “material de restauración”.

El objetivo del plan está estrechamente relacionado con la unidad natural a la que se requiera trabajar. En este plan la unidad natural a la que se trabajará será a la de especie y población, ya que en la comunidad de Cancha-Cancha se cuenta con parches de bosque de dos especies de *Polylepis* (*Polylepis subsericans* y *Polylepis racemosa*). En el Mapa N°06 se observa la ubicación de los bosques en el área de estudio, donde *P. subsericans* con un área aproximada de 2.04 Ha, donde el acceso es difícil por la pendiente y la altitud a la que se encuentran. *P. lanata* abarca un área de 21.83 Ha, donde es accesible por estar cerca de la comunidad. Por las condiciones de fragmentación, altitud y acceso se realizara un trabajo diferenciado en cuanto a ambas especies.

Las siguientes acciones que se presentan en el plan están en base al diagnóstico que se realizó, el diagnóstico permitió conocer los acontecimientos que ocurren influyendo directamente o indirectamente a la permanencia de los bosques. Además se cuenta con información acerca de la población que mantiene su estilo de vida alrededor de los bosques de queuña (Anexos Mapa 07). Una consideración importante en el momento de la planeación es acerca de la hibridación que sufre la especie; por lo consiguiente al momento de la restauración no se deberá mezclar las especies por ningún motivo ya que esto podría provocar una hibridación y por ende la desaparición de la diversidad genética del bosque en el futuro.

Entonces el plan señalará los objetivos en cada unas de las fases como también las acciones que se deben realizar en cada uno de ellas. Las acciones que se citaran en el presente plan serán pautas acerca de lo que se debe hacer en cada una de las fases; esto se debe a que algunas acciones se requieren de especialistas que de una mayor información de las labores que se deben realizar para lograr los objetivos de las fases de la restauración. Las cantidades que se mencionen en el plan serán referenciales ya que al momento de la ejecución esta puede variar por la naturaleza especializada de la misma.

El plan estará dividido en ocho fases, cada una con sus propias acciones y estrategias para superar las barreras hacia la restauración que fueron identificadas y categorizadas en el diagnóstico. Donde las primeras seis fases serán trabajos de restauración netamente; siendo la séptima fase la de monitoreo, donde se observara el progreso de las

áreas restauradas como también el desarrollo de la población. La octava fase es la de retroalimentación; siendo el reemplazo del material que se perdió o no pudo persistir en la restauración así como los trabajos de restauración con *Polylepis subsericans*.

Al finalizar la restauración las instalaciones construidas (viveros) serán donados hacia la comunidad para que hagan uso de las instalaciones, y si la comunidad lo requiera algunas de las instalaciones pueden ser transformados en invernaderos. Se capacitara a la población en el manejo de viveros. El objetivo de estos es otorgar mayores medios para que la población posea otra fuente de alimentos y diversifiquen su alimentación. Además se conformará un banco de semillas de la localidad lo que permitirá hacer uso de las semillas en el futuro si fuera necesario; y como también material para investigaciones que se quieran realizar y que tengan como objetivo a las especies de *P. racemosa* y *P. subsericans*.

Cabe mencionar que la articulación social se dará incluso antes que se ejecute alguna acción en la comunidad. Las charlas y las capacitaciones se realizaran desde un inicio hasta el final de la fase VI. La finalidad de las primeras charlas es acerca de dar información de lo que hará en la comunidad y los alcances de la restauración, siendo importante crear una identidad en los habitantes acerca de las acciones que se realizarán, ya que con una identidad construida; las ejecuciones y obras se realizarán con normalidad e incluso una mayor eficiencia si no existiera un compromiso por parte de la comunidad.

El objetivo concreto de la restauración ecológica en los bosques de *Polylepis spp* en la comunidad de Cancha-Cancha es la de recuperar parte del bosque que se ha perdido, haciendo de estas poblaciones que se puedan sustentar en el tiempo.

La meta del plan es la autosuficiencia de los bosques recuperados y su integración al ambiente. Que la población tenga una identificación con su medio y no solamente que lo veo como un medio para sustraer materias primas.

La visión de los bosques es que sean no solamente fuente de materias sino también fuentes de desarrollo para los pobladores de la comunidad, donde la población pueda sacar provecho de la posesión de los bosques sin tener que afectar la persistencia de los mismos. En otras palabras una visión de desarrollo acorde a lo ambiental y socioeconómico. Además que los conocimientos captados por los pobladores permitan que la misma comunidad sea capaz de continuar con la restauración de su ambiente.

FASES DEL PLAN DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA

I. FASE I: INSTALACIÓN DE LA INFRAESTRUCTURA.

OBJETIVO: Construcción y mejoramiento de las instalaciones que se utilizarán para las labores de restauración.

Con ayuda de la población se instalará viveros en los lugares donde sea adecuada la instalación de los mismos como también con el permiso de la comunidad. El invernadero de la escuela será reparado y mejorado para que sirva también en los esfuerzos de restauración. La construcción de los viveros será conjuntamente con un especialista en el campo que designe el número, tamaño de los viveros que se construirán, las pautas para la construcción de los viveros son:

- La técnica que se utilizará será la de embolsado; ya que esta requiere de menores gastos que una de raíces desnudas, además de espacio.
- Se requiere de un lugar que sea lo más nivelado posible. Uno de los requerimientos para los viveros; es que las camas tengan un suelo nivelado.
- Se deberá contar con una protección contra los vientos. Por las características de la zona esta deberá ser artificial ya que no se cuenta con una zona cercana que ofrezca protección natural.

Las obras se realizarán durante el transcurso del primer año de restauración debiendo finalizar antes del mes de Diciembre del mismo año.

II. FASE II: RECOLECCIÓN DE INDIVIDUOS DESTINADOS A LA RESTAURACIÓN.

OBJETIVO: Obtener el material de restauración de los bosques de la zona.

En el Mapa 06 se tiene un área para ser restaurada de 2.72 Km² en las diferentes puntos que poseen un potencial óptimo hacia la restauración. El macizo de las plantaciones que se realizaran será de tres metros entre cada individuo plantado de *Polylepis racemosa*. Entonces se necesitará como mínimo de 800 plántones para tal fin que se repartirán en los 2.72 Km² de área. La colecta incluye el porcentaje de individuos que se pierdan durante la recolección, desarrollo en el invernadero hasta su estado óptimo para ser trasplantados en las zonas a ser restauradas

Los parches de bosque donde se obtendrá el material biológico para los plántones están indicados en el Mapa 10. El parche "A" el material obtenido serán los esquejes de los árboles; siendo 267 esquejes colectados. En el parche "B" igualmente se colectaran 267 esquejes, en cambio en el parche "C" se colectaran 267 estacas. Haciendo un total 801 unidades de material de restauración colectado entre estacas y esquejes; cumpliendo con el mínimo requerido anteriormente. La elección del parche como también el tipo de material biológico recolectado es basado en el estado en que se encuentran los parches de bosque como los requerimientos para la recolección del material sea el esquejo o estaca.

Para el caso de *P. subsericans* se cuenta con una distancia para la restauración de 550 m; el macizo será de tres metros entre individuos, entonces se necesitara de 190 plantones. Del parche de bosque “D” se obtendrá 190 esquejes.

Conjuntamente a inicios del mes de diciembre se instalarán redes en los parches de bosque de *P. racemosa* y *P. subsericans*; donde se colectara las semillas que se desarrollen (Mapa 10). La colecta de semillas durara hasta el mes de Marzo, cada quince días se verificara el estado de las redes y se colectaran. Las semillas colectadas serán guardadas en contenedores apropiados debidamente etiquetados sin mezclar las semillas de ambas especies. En el Mapa 10 el número de redes es referencial; ya que el número y su ubicación dependen de los factores ambientales que se desarrollen en el momento de la instalación. La recolección de esquejes y estacas se efectuará a mediados del mes de Diciembre del primer año de trabajos; siendo la temporada de lluvias favorable para la colecta del material.

III. FASE III: CRECIMIENTO DEL MATERIAL DE RESTAURACIÓN.

OBJETIVO: Mantener el material de restauración hasta que se encuentre apto para el trasplante en las áreas de restauración.

Con el material de restauración recolectado se procederá a su cuidado y desarrollo en los viveros instalados. La primera etapa durará entre 4 a 5 meses; siendo el enraizamiento de los esquejes y estacas, al finalizar el período se realizará un repique de estos disponiéndolos en bolsas de mayor tamaño. El período que durará será de 7 a 8 meses; para que estén aptos para su traslado y plantación en las áreas a ser restauradas. El inicio de las operaciones en los viveros deberá ser realizado en el mes de Enero del segundo año de trabajos. Tanto el material de *P. lanata* y *P. subsericans* se deberán encontrar en instalaciones separadas para su mejor manejo en las posteriores fases.

Las semillas que fueron colectadas de ambas especies se separarán en tres grupos; el primero será destinado para las acciones de restauración inmediatas, el segundo grupo será conservado para formar un banco de semillas de “queuña” de la comunidad de Cancha-Cancha. El último grupo será cultivado en los viveros y servirán como parte de la retroalimentación.

Las semillas que se encuentran en los viveros tendrán entre 30 a 40 días después de la siembra para su germinación. Después de tres meses se realizara un repique de las mismas; la maduración durara entre 10 a 12 meses aproximadamente; tiempos en el cual las plántulas se desarrollaran y se encontraran listas para su trasplante definitivo. Las semillas serán trabajadas en los viveros a partir del mes de Junio del año dos.

IV. FASE IV: APLICACIÓN DE LAS ESTRATEGIAS PARA SUPERAR LAS BARRERAS A LA RESTAURACIÓN DE ORDEN PRIMARIO.

OBJETIVO: Comprometer a la población con las actividades y tomar acuerdos que logren que la articulación social sea un instrumento fuerte para la toma de decisiones y de acciones.

Con las barreras hacia la restauración identificadas se procederá a plantear las medidas necesarias para superar dichas barreras:

A. Articulación social.- Los puntos a tratar coordinada y conjuntamente con los habitantes de la comunidad campesina de Cancha-Cancha es acerca de la tala de los parches de bosque de “Queuña”; como también sobre la distribución de sus campos de cultivo.

La estrategia a seguir es la de realizar primeramente talleres con la comunidad acerca de los beneficios que poseen los bosques y las consecuencias de la desaparición de estos. También se les instruirá acerca de las acciones que pueden realizar para reducir su impacto:

- Para reducir la cantidad de madera talada de árboles vivos, se recomendará que utilicen la madera de los árboles muertos como también de los árboles que han caído por causas naturales. De este modo se permitirá que los árboles jóvenes se puedan desarrollar como también crear nuevos espacios para las plántulas.
- Se realizará una plantación forestal como también se mejorara las condiciones del área actual de campo forestal alternativo que posee la comunidad. Permitiendo una diversificación en las materias primas para la sustentación de la comunidad. La acción será ejecutada conjuntamente con la comunidad (Anexos Mapa 07); ya que implica la utilización de áreas que la comunidad pueda tener algún otro uso.
- Con referencia a las áreas de cultivo de la comunidad, se elaborará una zonificación de las áreas que en el futuro deban ser convertidas en áreas de cultivo como también de las áreas donde no se pueda realizar esta actividad. Siendo discutida posteriormente pero dando alcances en estas charlas.
- Se buscará alternativas de desarrollo de la población que sean compatibles con los bosques de “queuña” haciendo de estos un instrumento para el desarrollo de la población.

Durante el transcurso de las acciones de restauración las reuniones serán de capacitación e informativas acerca de los avances que se tiene con la restauración y de los compromisos que se logren con la comunidad.

OBJETIVO: Disminuir la perturbación causada por los desprendimientos de rocas y evitar accidentes que afecten a la población.

B. Control de erosión.- El desprendimiento de rocas provenientes de las partes altas debe ser prevenida y mitigado. Primeramente se debe identificar las áreas donde

se presentan comúnmente los desprendimientos de rocas, con las áreas identificadas se procederá a construir terrazas en la partes altas que estabilicen y prevengan de desprendimientos de rocas. En los casos donde se presente un desprendimiento nuevo; se ejecutará acciones de contingencia necesarias para superar la perturbación que se presente. Las zonas donde se presenta desprendimientos de rocas de gran tamaño debe ser marcadas con cintas rojas. La acción para contrarrestar la perturbación es la creación de terrazas en las partes superiores; que disminuyan y eviten que las rocas se desplacen por toda la pendiente (Mapa 10).

OBJETIVO: Proporcionar las condiciones iniciales óptimas para la propagación del material de restauración, otorgando una ventaja frente al banco de semillas de pastos.

- C. Disturbios controlados.- La estrategia más eficaz para superar la barrera de la matriz de pastos es la de disturbios controlados. Las acciones de disturbio se enfocará en remover en una primera etapa los pastos que se encuentran en las áreas designadas para la restauración (Mapa 05). La remoción deberá ser de toda la estructura de la planta. Después de la remoción de los pastos se acondicionará el suelo para la propagación del material de restauración. La acción de remoción de pastos como la de acondicionamiento se realizará cuatro meses antes de la fecha de propagación, apoyando a las acciones realizadas se cubrirá la mayor parte de las áreas con plásticos o telas; que generen un sombreado artificial, la finalidad es retardar el crecimiento del banco de semillas de pastos que se encuentran los suelos dando una ventaja a los plantones de *Polylepis* cuando estos sean integrados al ambiente. El sombreado artificial se mantendrá desde el instante que el suelo sea acondicionado hasta el momento donde se realice la propagación, donde será retirado para la propagación.

OBJETIVO: Preparar los bordes de los bosques para la acción de plantación reticular.

- D. Bordes de bosque.- Los bordes de los parches de bosque que se encuentran adyacentes a las áreas a restaurar a través del método de plantación reticular (Mapa 09) será donde se dará inicio a la estrategia antes mencionada. Se abrirá los bordes que presenten otros individuos a parte de *Polylepis*; se los removerá de los bordes. Esto permitirá un inicio favorable al momento de poner en acción las medidas que requiere la estrategia.

V. FASE V: PROPAGACIÓN DEL MATERIAL DE RESTAURACIÓN Y APLICACIÓN DE ESTRATEGIAS DE SEGUNDO ORDEN.

OBJETIVO: Instalar el material de restauración en las áreas de restauración y aplicar estrategias para su instalación.

En esta fase de la restauración los plantones de “queuña” ya se encuentran listos para la plantación en las áreas de restauración (colectadas y puestas en el invernadero hace aproximadamente un año). En el Mapa 09 se observa las áreas

donde se aplicará las dos técnicas que se utilizarán para la restauración, siendo la de plantación reticular y la de uso de núcleos o nucleación.

- Plantación reticular.- Con los bordes de los bosques ya acondicionados se instalara los plántones en las áreas designadas (Mapa 09), se encontraran separados por 4 metros entre cada individuo. Se realizara una conexión entre el borde de un parche hasta el borde opuesto.
- Nucleación.- La unidad de la nucleación estará conformada por cinco individuos; en formación de cruz (una al centro y los otros cuatro a cada lado). En la unidad la separación entre cada componente será de tres metros, y la separación entre cada unidad será de seis metros. La disposición de las unidades será en forma de malla.

La plantación se deberá realizarse durante la estación lluviosa, en el periodo de los meses de Enero a Febrero (año 3). En esta fase también se presentan barreras hacia la restauración, a las cuales se tiene las siguientes estrategias:

- A. Control de suelos.- En esta etapa la profundidad del suelo por su característica de poca profunda dificulta el crecimiento de los individuos, entonces para dar mayores ventajas al crecimiento de *Polylepis*; se deberá limpiar las áreas donde se restaure, pero solamente se hará la remoción de piedras y de rocas en el lugar donde se hará el plantado.
- B. Articulación social.- En esta fase del trabajo el pastoreo del ganado por parte de los habitantes de la comunidad afectaría a los esfuerzos por restaurar los bosques. Entonces se debe trabajar con la comunidad acerca de las zonas donde debe guiar al ganado; evitando que estos ingresen en el interior de los bosques como también en las áreas donde se hará la restauración. Se deberá acordar diferentes medidas para lograr que los animales no pasen a las zonas de restauración; como un ejemplo es tener el instalar cercas alrededor de las áreas donde se ha restaurado y otras medidas que sean aprobadas por la comunidad.
- C. Propagación.- La baja persistencia de algunos de los parches de bosque requiere que se tomen acciones. Una acción que se realizó anteriormente fue la recolección de semillas de ambas especies. Los pasos que se tomará para el trasplante final del material de restauración serán dirigidas por el especialista encargado.

VI. FASE VI: APLICACIÓN DE ESTRATEGIAS DE ORDEN TERCIARIO.

OBJETIVO: Otorgar condiciones óptimas a las áreas restauradas para su desarrollo y persistencia.

En esta etapa de la restauración se enfocará en el crecimiento y persistencia de las áreas restauradas, donde las barreras en especial las que afectan a la desarrollo del material de restauración deben ser superados para que la acción de restauración tenga una mayor efectividad. Las estrategias a seguir son:

- A. Plantas “niñeras”.- El fenómeno de las “heladas” afecta al crecimiento aun más cuando estas son jóvenes. Entonces para superar esta barrera se procederá según sea la técnica que se haya utilizado en la fase anterior.
- En las áreas de nucleación se cubrirá alrededor de cada unidad con una base musgos y sobre estas se colocarán rocas de modo que las rocas ofrezcan sombra a los musgos. Esto permitirá que los musgos capturen agua como medida contra la helada como también impidan el desarrollo del banco de semillas de pastos.
 - Las zonas de plantación reticular, cada individuo plantado tendrá alrededor una cubierta de rocas. La cubierta tendrá la función de capturar el calor durante el día y liberarlo en las noches, permitiendo que la plantación de queuñas posea una ventaja en contra de los fenómenos de heladas.

Las rocas que se utilizaran provendrán de la misma zona, ya que se cuenta con un suministro abundante de rocas en el área. Las acciones se realizarán seguidamente a la finalización del trasplante del material de restauración.

- B. Micrositios.- En el interior de los bosques donde se encuentren árboles caídos y rocas de gran tamaño. Se les deberá remover del lugar a las afueras de los parches de bosque. Permitiendo despejar los micrositios que en su momento no se encontraban disponibles por la presencia de estos objetos. Con los micrositios ya recuperados se limpiará de cualquier planta excepto si hay plántulas de queuña; que se dejarán en el lugar. Con el área limpia se procederá a realizar hoyos en el suelo de 10cm de profundidad; cada hoyo estará separado del próximo a tres metros. En los hoyos se colocará un puñado de las semillas de *P. lanata* (colecta que se realizó de las redes y separado) en los parches de *P. lanata*. Esto se dará de forma no técnica ya que los micrositios en los parches en su gran parte no poseen un área extensa. La finalidad de esta práctica es la de apoyar a la restauración imitando el patrón natural. No se espera una eficacia total; pero aun sigue siendo de apoyo para la restauración. Siendo realizado en el mes de Setiembre (año 3).

El extraer al resto de vegetación también permite que la competencia por la luz no afecte a las plántulas de queuña que se encuentren en los micrositios recuperados como también a las plántulas que se puedan generar por el esparcimiento de las semillas.

- C. Erosión de suelos.-En las orillas de los ríos de la comunidad se presentan algunos individuos de queuña que durante la temporada de lluvias son afectados por la crecida de las orillas y el aumento en el caudal de los ríos. Incluso un río ha erosionado una parte y ha formado una zanja donde discurre. Teniendo en cuenta esto la restauración no se podrá realizar a las orillas de los ríos, además el río que se presenta cortando un bosque (Fotografía en Anexos 6) deberá ser monitoreado para observar si la erosión continúa hacia el bosque poniendo en amenaza los parches de bosque adjuntos. El seguimiento se realizará desde el inicio de la propagación.

VII. FASE VII: MONITOREO Y EVALUACIÓN DE LA RESTAURACIÓN.

El monitoreo del desarrollo de la restauración se realizará en las diferentes fases; siendo un indicador el grado de logro de los objetivos propuestos. Las evaluaciones serán semestrales; donde se contabilizará a través del número de mortalidad de plántulas por área restaurado y por número de plántulas trasplantadas totales. Esto permitirá conocer acerca si es necesaria una retroalimentación de menor o mayor intensidad posterior.

Durante los trabajos los ejecutantes como también la población, siendo está última la que continué el monitoreo y evaluación después de que los ejecutantes se retiren de la comunidad. Se observará y evaluará las repercusiones de las diferentes estrategias que se utilizaron y los efectos que aun se puedan generar de las diferentes barreras identificadas. Esto permitirá evaluar la eficacia de las estrategias, si la estrategia no fuera suficiente se planteara y ejecutara nuevas acciones para superar los inconvenientes generados por las barreras.

Las plantación de retroalimentación (caso de *Polylepis racemosa*) y las que fueron parte de la restauración de *P. subsericans*; deberán ser monitoreados separadamente del resto, por su tiempo menor que llevan trasplantados. Pero los indicadores de monitoreo serán los mismos.

Durante el transcurso del cuarto año de restauración se evaluará los compromisos que se realizaron con la población acerca de los cuidados que deben tener y los nuevos hábitos de pastoreo o de cultivo que se propongan.

Después de 10 años de haber concluido los trabajos de restauración, se hará una evaluación del tamaño alcanzado de la vegetación trasplantada, se tomaran las medidas a través de una muestra y se analizara cuanto es la diferencia entre el promedio alcanzado en la restauración y el promedio en laboratorio; conociéndose el porcentaje de diferencia. Si la diferencia fuera en gran proporción se estudiara las posibles causas que generen está diferencia.

El conocimiento que se obtenga de la evaluación de la restauración realizada ayudará para el mejoramiento de las técnicas, estrategias y planeamientos en futuras restauraciones.

VIII. FASE VIII: RETROALIMENTACIÓN EN LA RESTAURACIÓN.

Después del segundo monitoreo semestral, las plantas que se trasplantaron pero no lograron crecer y murieron deberán ser reemplazadas por nuevos individuos. Esto se lograra a través de las semillas que con anterioridad fueron desarrolladas en los viveros pero por el tiempo que requieren para su crecimiento no fueron utilizadas en las labores de restauración anteriores.

Las plántulas muertas de *Polylepis lanata* serán reemplazadas por plántulas de la misma especie, se trasplantaran en el mismo lugar y se les marcara con una cinta de

color indicando que el individuo es de la retroalimentación, la cinta ayudara a identificarlas y hacer su monitoreo a parte del resto que estuvo trasplanto anteriormente.

En el caso de *Polylepis subsericans* se iniciará las acciones de restauración para la especie. Con la cantidad de plántones que se obtuvieron de los viveros y que se encuentren aptos para el trasplante; se les transportará hasta los parches de bosque (Mapa 09); donde a través de las técnicas adecuadas se les trasplantará; se buscara que esta cumpla con la técnica de plantación reticular (se realizara las mismas acciones que se realizaron para el caso de *Polylepis racemosa*). Las acciones de restauración para *P. subsericans* se realizarán a partir del mes de Enero y Febrero del cuarto año de restauración.

Esto sucederá promediando los meses de Enero y Febrero del cuarto año de la restauración.

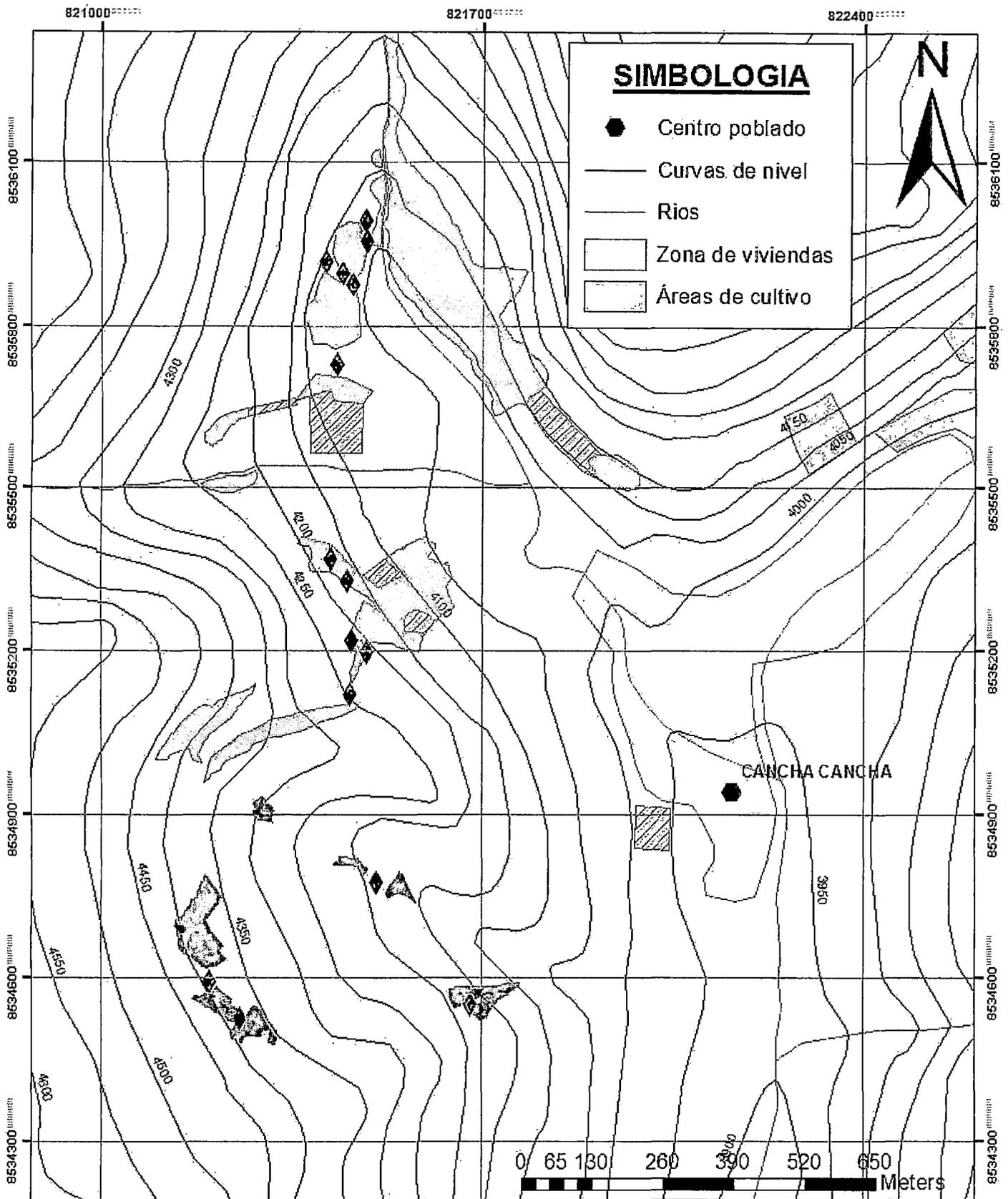
ULTIMOS ALCANCES

Las últimas acciones de restauración serán charlas y capacitaciones dirigidas a los habitantes de la comunidad de Cancha-Cancha; acerca del manejo del vivero y de nuevas técnicas de cultivo para el mayor aprovechamiento de sus tierras. Además con la población se realizará el planeamiento de la zonificación de las zonas agrícolas.

Se trabajará con la comunidad acerca de las áreas forestales y se hará los trabajos de mejora y expansión de los mismos. Donde se acordara con la población acerca de la cantidad de la madera que sea destinada a uso domestico y cuanto a otros usos que vea conveniente la población; llegando a un acuerdo con la comunidad.

El contacto con la población no se deberá perder como tampoco la observación acerca de los diferentes acuerdos que se llegaron a concretar, será importante que la población como anteriormente se mencionó se identifique con los objetivos que se busca en la restauración, como también en sus metas y la visión que se tiene. Apoyando a los esfuerzos se realizará charlas en la escuela de la comunidad, inculcando a los niños y jóvenes de la comunidad acerca de los beneficios que trae la conservación de los bosques de queuña que se encuentran en su comunidad. La articulación social tiene como finalidad que lo población en el futuro con las capacitaciones y experiencias durante la restauración. En el futuro pueda realizar trabajos de la misma naturaleza en su comunidad de una norma autónoma y sostenible.

Otro aspecto que se deberá trabajar en la propuesta de actividades ecológicas-económicas que sean beneficiosas para la comunidad como también para los bosques de queuña; se deberán plantear diferentes actividades y trabajarlas con la comunidad para discutir y tener el punto de vista de la comunidad, un ejemplo sería el fomento del ecoturismo que sería un instrumento para el desarrollo de la comunidad y el cuidado del ambiente forestal.



SIMBOLOGIA

- Centro poblado
- Curvas de nivel
- Rios
- Zona de viviendas
- ▨ Áreas de cultivo



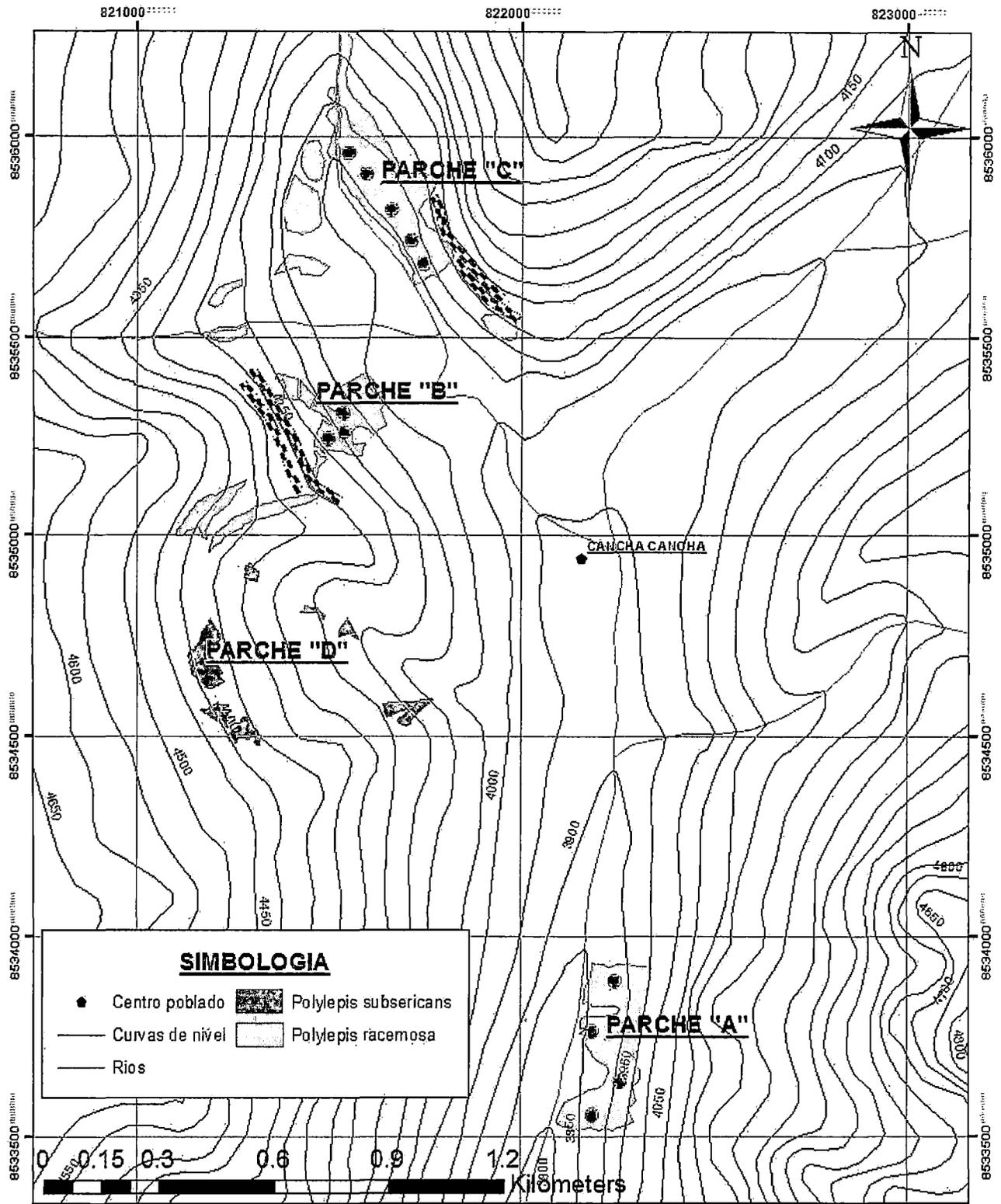
LEYENDA

- ▨ *Polylepis subsericans*
- ▨ *Polylepis racemosa*
- ◆ Plantación reticular
- ▨ Nucleación

UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

TESIS: EVALUACIÓN DE BOSQUES DE *Polylepis* Y PLAN DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA EN LA MICROCUENCA DE CANCHA-CANCHA CALCA

Mapa: 09 Mapa de estrategias de restauración aplicadas al bosque	Escala: Mapa "1" 1: 9 000
Proyección: UTM WGS 84, ZONA 18S	Asesor: Blgo. Percy Yanque Yucra
Elaboración de Gonzalo Gálvez Cárdenas	



LEYENDA

⊙ Instalación de red

▬ Terrazas

UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

TESIS: EVALUACIÓN DE BOSQUES DE *Polylepis* Y PLAN DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA EN LA MICROCUENCA DE CANCHA-CANCHA CALCA

Mapa: 10 Mapa de parches para la recolección y estrategias de restauración	Escala: Mapa "1" 1: 12 300
Proyección: UTM WGS 84, ZONA 18S	Asesor: Blgo. Percy Yanque Yucra

Elaboración de Gonzalo Gálvez Cárdenas

Cronograma de restauración de *Polylepis subsericans*

AÑO	MES	FASE DEL PLAN	ESTRATEGIA/ACCIÓN	ACCIONES PARALELAS	RESPONSABLE
4	ENERO	V y VI	Propagación del material de restauración	-Capacitación de la población -Preparación del suelo para el trasplante -Aplicación de estrategias de tercer orden.	Organismo ejecutor y comunidad
	FEBRERO				
	MARZO	VII	MONITOREO Y EVALUACIÓN DE LA RESTAURACIÓN	-Se evaluará el desarrollo en las áreas restauradas, así como los acuerdos que se lograron con la población y la verificación de su cumplimiento. -Se darán los últimos alcances que se requiere trabajar con la población	Organismo ejecutor y comunidad
	ABRIL				
	MAYO				
	JUNIO				
	JULIO				
	AGOSTO				
	SETIEMBRE				
	OCTUBRE				
NOVIEMBRE					
DICIEMBRE					
5	ENERO	FINAL	Entrega de la restauración a la población	Los viveros serán entregados a la población así como el monitoreo y el cuidado de los bosques de queuña restaurados	Organismo ejecutor y luego pasa a control de la comunidad
	FEBRERO				

CONCLUSIONES

- Los suelos de los bosques relictos de *Polylepis* poseen un pH medianamente ácido, una profundidad superficial y una fertilidad bueno. Se concluye que el suelo es óptimo para el desarrollo de *Polylepis*.
- El estado de conservación en los relictos de bosque es diferenciado; donde en general el potencial biótico es bajo que conlleva a una pobre regeneración natural; Acentuado por un grado de fragmentación fuerte que magnifica los efectos de borde en cada relicto. En conclusión las condiciones biológicas son pésimas en los bosques relictos de Cancha-Cancha.
- Las actividades socioeconómicas de mayor impacto negativo en la conservación de los bosques relictos son el pastoreo y la tala. Actividades realizadas aleatoriamente por la microcuenca siendo el factor de mayor magnitud negativa a pesar de la intensidad baja.
- Las actividades extractivas por parte de la población y la baja regeneración natural ponen en peligro la permanencia de los bosques relictos de *Polylepis* en la microcuenca de Cancha-Cancha.
- Se determinó 13 puntos potenciales para la restauración de los bosques de *Polylepis* en la microcuenca de Cancha-Cancha.
- El plan de restauración está estructurado en ocho fases, con una duración de cinco años. Siendo un plan de mediano plazo.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- ACOSTA M & VARGAS O. Ampliación de fragmentos de bosque altoandino. Bogotá-Colombia: Universidad Nacional de Colombia; 2007.
- AGUILAR O. Evaluación forestal del bosque de *Polylepis spp* Mantamay-Yanahuara (Urubamba) [tesis para optar al grado de biólogo]. Cusco-Perú: Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco; 1998.
- AGUIRRE A. Propagación de especies forestales nativas de la región andina del Perú. Lima-Perú. Galo López Preciado; 1988.
- ALBA L. YUDI A & HOOZ A. Potencial del banco de semillas en la regeneración de la vegetación del humedal Jaboque, Bogotá, Colombia. *Ecología*. 2006; 28(2): 285-306.
- ANDESS PERU. Proyecto alternativas de conservación, restauración y aprovechamiento sostenible de queñua de Pichu Pichu. Arequipa-Perú; 1993.
- ARAGÓN G. Aportación al conocimiento de los líquenes rupícolas que colonizan las pedrizas del Parque Nacional de Cabañeros. *Botánica Complutensis*. 2006; 30(1): 53-59.
- ARAGÓN G. BELINCHON R & IZQUIERDO P. Valoración de la diversidad de líquenes epífitos en bosques de quircineas mediante un nuevo índice liquénico (IDLE). *Botánica complutensis*. 2008; 32 (3): 37-48.
- ARAGÓN G. MARTINEZ I & BELINCHON R. Aportación al conocimiento de los líquenes epífitos de *Pinus halepensis*, *P. nigra*, *P. pinaster* y *P. sylvestris* en la Península Ibérica. *Botánica Complutensis*. 2006; 30(1): 61-70.
- ARCE R & TOIVONEN J. Estudio de los bosques del género *Polylepis* en el Santuario Histórico de Machupicchu. Cusco-Perú. FANPE-INRENA/ GTZ Programa Machupicchu; 2002.
- ARGOLLO J & MOURGUIART P. Climas cuaternarios en América del sur. La Paz-Bolivia: Proyecto PICG; 1995.
- ARTUNDUAGA I. Las heladas y su control. Bogotá-Colombia: Arbocol; 1999.
- Asociación de Ecosistemas Andinos ECOAN. Informe "Proyecto reserva comunal de los bosques de *Polylepis* de la cordillera del Vilcanota". Cusco-Perú: ECOAN; 2010.
- BADI M & LANDEROS J. Cuantificación de la fragmentación del paisaje y su relación con sustentabilidad. *International Journal of good conscience*. 2006; 2(1): 26-38.
- BARRENO E. Líquenes de la reserva natural integral de muenillos, Asturias. España: KRK; 2003.
- BARRERA H. Acercamiento a la ecología de la restauración. Bogotá-Colombia. Perez-Albelaezia. 2004: 13; 33-46.
- BOND W & MIDGLEY J. Ecology of sprouting in woody plants: the persistence niche. *Trends in ecology evolution*. 2001: 1(16); 24-98.

- BREMER R. VASQUEZ R & ROJAS R. The Angiosperm Phylogeny Group Classification for the Orders and Families of Flowering Plants: APG III. *Botanical Journal of the Linnean Society*. 2009; 161(2): 105-121.
- CANO A. Manual de prácticas de la materia de edafología. Chiapas-México: Gobierno del estado de Chiapas; 2002.
- CANO I & ZAMUDIO N. Recuperar lo nuestro. Una experiencia de restauración ecológica con participación comunitaria en predios del Embalse de Chisacá. Bogotá-Colombia: Universidad Nacional de Colombia departamento técnico administrativo de medio ambiente; 2006.
- CARDOZO C. Propagación y plantación de queñoa de altura (*Polylepis tarapacana* Phill.) como medida de compensación. Iquique-Chile: Compañía minera Collahuasi; 2001.
- CERRÓN L. Informe de prácticas pre-profesionales realizadas en la municipalidad provincial de Huancayo: Estudio de la calidad del suelo de la minería Huari- La Oroya. Huanacayo-Perú: Universidad Nacional del Centro del Perú UNCP; 2011.
- CONDESAN. Situación actual de la forestería andina en cinco países andinos; 2003.
- CORPORACIÓN PARA LA INVESTIGACIÓN, CAPACITACIÓN Y APOYO TÉCNICO PARA EL MANEJO SUSTENTABLE DE LOS ECOSISTEMAS TROPICALES (ECOPAR). El proyecto de forestación de menor impacto en los páramos ecuatorianos (informe final). Quito-Ecuador: ECOPAR-ECODES; 2010.
- CORREDOR S & VARGAS O. Efectos de la creación de claros experimentales con diferentes densidades sobre los patrones iniciales de sucesión vegetal en plantaciones de *Pinus patula*. Bogotá-Colombia: Universidad Nacional de Colombia; 2007.
- DIAZ M. Variación espacio temporal de la lluvia de semillas en pastizales de un ecosistema altoandino (Reserva Forestal Municipal, Cagua Cundinamarca) [tesis para optar al grado de biólogo]. Bogotá-Colombia: Universidad Nacional de Colombia; 2004.
- DOUROJEANNI P. Distribución y conectividad de bosques alto andinos (*Polylepis*) en la cuenca alta del río Pativilca [tesis para optar al grado de geólogo]. Lima-Perú: Universidad Pontificia Católica del Perú. 2007.
- ECOAN. Proyecto de Reserva Comunal de los Bosques de *Polylepis* de la Cordillera del Vilcanota. Cusco-Perú; 2002.
- ECOPAR. Proyecto Forestación de Menor Impacto en los Páramos Ecuatorianos (Informe Final). Quito-Ecuador; 2010.
- FAO. Guía para la descripción de suelos. (4). Roma: SWALIM; 2009.
- FERNANDEZ O. LINDING R & ZAMBRANO L. Manual de técnicas de análisis de suelos aplicadas a la remediación de sitios contaminados. Ciudad de México D.C: Secretaria de medio ambiente y recursos naturales; 2006.
- GALIANO W. The flora of Yanacocha a tropical high-andean forest in southern Perú [tesis para optar el grado de Master en ciencias]. Saint Louis: university of Missouri; 1989.

- GALVEZ J. La restauración ecológica: conceptos y aplicaciones. Ciudad de Guatemala: Universidad Rafael Landívar; 2002.
- GARCIA N. Bosque relicto de *Polylepis racemosa* en la quebrada de Pucaccacca Localidad de Yupana. Anta-Cusco. Seminario curricular; Universidad nacional San Antonio Abad del Cusco: 1996. N°1304.
- GARIBELLO J. Restauración de ecosistemas a partir del manejo de la vegetación- Guía metodológica. (1). Bogotá-Colombia: CONIF; 2003.
- GARIBELLO J. Restauración de ecosistemas a partir del manejo de la vegetación- Guía metodológica. (2). Bogotá-Colombia: CONIF; 2003.
- GOBIERNO REGIONAL CUSCO. Áreas prioritarias de conservación en la región Cusco. Cusco-Perú: Gerencia regional de recursos naturales y gestión del medio ambiente; 2008.
- GOÑI D. GARCIA M & GÚZMAN D. Métodos para el censo y seguimiento de plantas rupícolas amenazadas. Pirineos. 2006; 161: 33-58.
- HOCH G & KÖRNER C. Growth, demography and carbon relations of *Polylepis* trees at the world's highest treeline. Functional ecology. 2005; 19: 941-951.
- INDECI. Estudio: Mapa de peligros de la ciudad de Calca Informe final. Cusco-PERÚ: Proyecto INDECI ciudades sustentables; 2006.
- INGEMET. Geología del Perú. Lima-Perú: MEM; 1995.
- INRENA. Mapa ecológico del Perú: Guía explicativa. Lima-Perú: INRENA editorial; 1995.
- KERR M. A phylogenetic and biogeographic analysis of the Sanguisorbeae (Rosaceae) with emphasis on the pleistocene radiation of the high Andean genus *Polylepis* [Tesis para optar al grado de PhD]. Maryland: University of Maryland. 2003.
- KESSLER M & SCHMIDT-LEBUHN A. Taxonomical and Distribution notes on *Polylepis* (Rosaceae). Göttingen-Alemania. Organisms Diversity and Evolution. 2005; 5(13): 1-10.
- KESSLER M. Bosques de *Polylepis*. Botánica Económica de los Andes Centrales. 2006; 1 (1): 110-120.
- KESSLER M. *Polylepis*-Wälder Boliviens: taxa, Ökologie, Verbreitung und Geschichte. Dissertationes Botanicae. 1995; 246: 303.
- KRÖPFL L. WALKER R & MATSON P. Margalef y la sucesión ecológica. Ecosistemas. 2007; 14(1): 66-78.
- LUMBRERAS L. KAULICKE P. SANTILLANA J & ESPINOZA W. Economía prehispánica. (1). Lima-Perú: Instituto de estudios peruanos ISP; 2008.
- MELI P. Restauración ecológica de bosques tropicales: veinte años en investigación académica. Interciencia. 2003; 28(10): 581-589.
- MENDOZA A, ZEBALLOS O & LÓPEZ E. Bosques de *Polylepis* de la Reserva Nacional de Salinas y Agua Blanca, Arequipa y Moquegua, Perú. Pp. 167-173. En H. Zeballos, J.A. Ochoa & E. Lopez (Eds): Biodiversidad de la Reserva Nacional de Salinas y Agua Blanca. DESCO, PROFONANPE, SERNANP; 2010; 313 P.

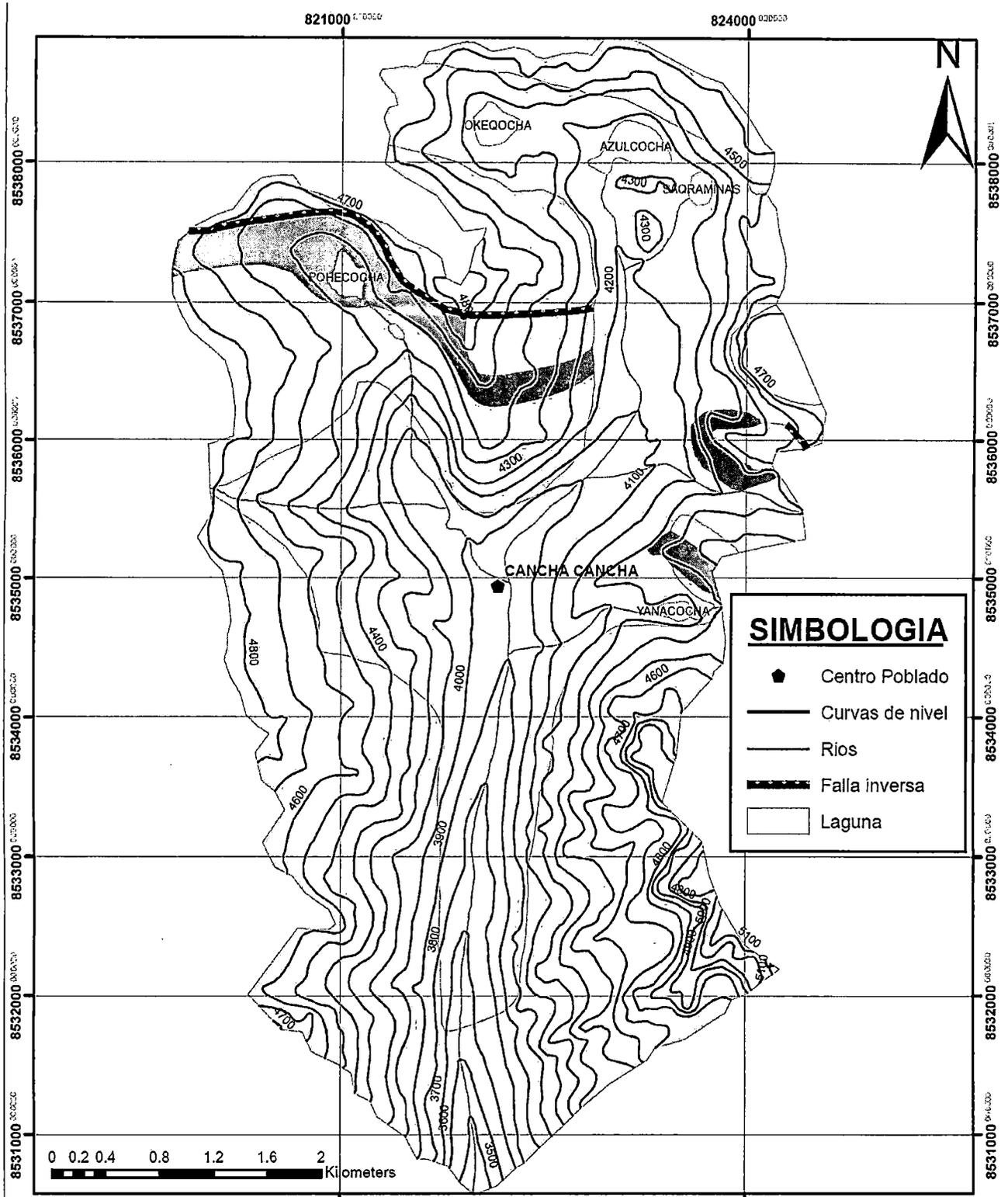
- MENDOZA A. SERVANT G & OCHOA J. Flora y fauna de cuatro bosques de *Polylepis* (Rosaceae) en la cordillera del Vilcanota Cusco Perú. *Ecología aplicada*. 2002; 1(1): 25-35.
- MENDOZA W & ASUNCIÓN C. Diversity of the genus *Polylepis* (Rosaceae, Sanguisorbeae) in the peruvian andes. *Revista peruana de biología*. 2011; 18(2): 197-200.
- MENDOZA W. Taxonomía y distribución de las especies peruanas de *Polylepis* Ruiz & Pav. (Rosaceae, Magnoliopsida) [Tesis para optar al grado de Master en ciencias]. Lima-Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2010.
- MINERA LA ZANJA S.R.L. Plan de revegetación. Lima- Perú: Knight piésold consultores S.A; 2009.
- MINISTERIO DE ENERGIA Y MINAS MEM. Guía para el muestreo y análisis de suelos. Lima-Perú: Dirección general de asuntos ambientales; 2000.
- MONTENEGRO A. & VARGAS O. Caracterización de bordes de bosque altoandino e implicaciones para la restauración en la Reserva Forestal de Cogua (Colombia). Bogotá-Colombia: Universidad Nacional de Colombia; 2008.
- MORLAINS S. Guía técnica para la restauración ecológica de las microcuencas disturbadas del distrito capital. Bogotá: Pontificia Universidad Javeriana; 2001.
- MORLANS D. Patters and processes of vegetation dynamics. Cambridge: Chapman and Hall; 2004.
- NASH T. Lichen Biology. Segunda edición. Arizona. USA: Cambridge University Press; 2008.
- NAZARRENO J. Ecología del paisaje en el municipio de San Julián Departamento de Santa Cruz-Bolivia [tesis para optar al grado de biólogo]. Santa Cruz: Universidad Autónoma Gabriel René Moreno; 2006.
- NEWTON R & TEJEDOR D. La restauración ecológica su contexto, definiciones y dimensiones. Bogotá-Colombia: Universidad Nacional de Colombia; 2006.
- OCHSENIUS C. La glaciación puna durante el Wisconsin, deglaciación y máximo lacustre en la transición Wisconsin-Holoceno y refugios de megafauna postglaciales en la puna y desierto de Atacama. *Revista de geografía Norte Grande*. 1986; 13: 29-58.
- ONERN. Memoria descriptiva del mapa ecológico. Oficina nacional de recursos naturales; Lima-Perú. 1992.
- ORDOÑEZ V. Restauración ecológica y restauración del capital de la vegetación de la rivera de la cuenca alta del rio Carihuaycu. Paluguillo-Ecuador [tesis para optar al grado de Master en ciencias]. Quito: Universidad San Francisco de Quito; 2009.
- ORTEGA R. RODRÍGUEZ C & FONSECA C. Monitoreo ambiental en los bosques de niebla: cuantificación de la precipitación oculta en bosques sub-andinos y andinos. Congreso Mundial de Páramos (II); Paipa: 2002.
- ORTIZ E. Paleobiogeografía y paleoecológica de los mamíferos continentales de América del sur durante el Cretácico tardío-Paleoceno: una revisión. *Estudios geológicos*. 1996; 52: 52-94.

- PAVON A. Guía de instalación de riego por goteo en una parcela de maíz. Ciudad de México D.C: FAO; 2006.
- PFADENHAUER J. Some remarks on the socio-cultural background of restoration ecology. *Restoration Ecology*. 2001; 9(2); 220-229.
- PREDES. Plan de gestión local del riesgo de desastres Calca, Perú. Cusco-Perú: PREDES fondo editorial; 2008.
- PRETELL O. Apuntes sobre algunas especies forestales nativas de la sierra peruana. Lima-Perú: Proyecto FAO Holanda; 1985.
- RENJIFO L. Composition changes in a subandean avifauna after long-term forest fragmentation. *Conservation Ecology*. 1999; 32(3); 473-488.
- RIOS H. Eliminación de la especie invasora *Ulex europaeus* L. (Fabaceae) como estrategia experimental de restauración de la vegetación en el cerro de Monserrate, Bogotá D.C Cundinamarca [tesis para optar al grado biólogo]. Bogotá-Colombia: Universidad Nacional de Colombia; 2001.
- RIVERA H. Geología general. Lima-Perú.: UNMSM; 2005.
- SALAMANCA B & CAMARGO G. Protocolo nacional de restauración de ecosistemas colombianos. Bogotá-Colombia: IDEAM Instituto de hidrología meteorología y estudios ambientales; 1996.
- SALLO J. Valoración ecológica de la flora, fauna y paisaje de la microcuenca alta de Huaran-Calca Cusco. Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco. Seminario de investigación. 2013.
- SANCHEZ D & QUINTANA Y. Rehabilitación ambiental de un área por la actividad minera en Hualgayoc-Cajamarca. Cajamarca-Perú: Universidad "Hermanos Saiz montes de Oca" Pinar del rio Cuba; 2008.
- SANCHEZ M. Endomicorrizas en agrosistemas colombianos. Bogotá-Colombia: Universidad Nacional de Colombia; 1999.
- SANCHEZ O. PETERS E. MÁRQUEZ-HUITZILL R. VEGA E. PORTALES G. VALDÉZ M & AZUARA D. Temas sobre restauración ecológica. Ciudad de México: Instituto Nacional de Ecología; 2005.
- SANCHEZ O. Restauración ecológica: algunos conceptos, postulados y debates al inicio del siglo XXI. Ciudad de México: Instituto Nacional de Ecología México; 2005.
- SARMIENTO S. Constraints of seed bank species composition and wáter depth for restoring vegetation in the florida Everglades. *Restoration Ecology*. 2001; 10: 138-145.
- SERI. Ecological restoration. Cambridge: SERI; 2004.
- TOBÓN C. Los bosques andinos y el agua. Quito-Ecuador: La caracola; 2009.
- TUPAYACHI A. Evaluación de los bosques altoandinos de *Polylepis* (Rosaceae) del Valle Sagrado de los Inkas, para una propuesta de Área de conservación Regional (ACR) [Tesis para optar al grado de master of science: Mención Ecología y Recursos Naturales]. Cusco-Perú: Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco. 2004

- TUPAYACHI A. Flora de la cordillera del Vilcanota. *Arnaldoa*. 2005; 12(1-2); 126-144.
- ULBRICH P. RAU J & PEÑA-CORTES F. Tamaño y forma de fragmentos de bosque y su relación con la riqueza de especies de árboles y arbustos. *Revista internacional de botánica experimental*. Córdoba-Argentina. Fundación Rómulo Raggio. 2009; 78; 121-128.
- VAN DER HAMMEN T. Aspectos de historia y ecología de la biodiversidad norandina y amazónica. *Ecología*. Bogotá-Colombia. 2000; 24(91): 231-245.
- VAN DER HAMMEN T. The pleistocene changes of vegetation and climate in tropical South America. *Journal of Biogeography*. 1974; 1: 3-26.
- VARGAS O & MORA A. En busca del bosque perdido. Una experiencia de restauración ecológica en predios del embalse Chisáca. Bogotá-Colombia: Universidad Nacional de Colombia; 2006.
- VARGAS O. DÍAZ A. TRUJILLO L. VELASCO-LINARES P. DÍAZ-MARTIN R. LEÓN O & MONTENEGRO A. Barreras para la restauración ecológica. Bogotá-Colombia: Universidad Nacional de Colombia; 2007.
- VARGAS O. Guía metodológica para la restauración ecológica del bosque altoandino. Bogotá-Colombia: GRE; 2007.
- VEGA M & PETERS K. Clearance and fragmentation of tropical deciduous forest in the tierras bajas. Santa Cruz-Bolivia. *Conservation Biology*. 2002; 15; 856-866.
- WALKER L. Margalef y la sucesión ecológica. *Ecosistemas*. 2005; 14(1): 66-78.

ANEXOS

MAPAS



SIMBOLOGIA

- ◆ Centro Poblado
- Curvas de nivel
- Rios
- Falla inversa
- Laguna

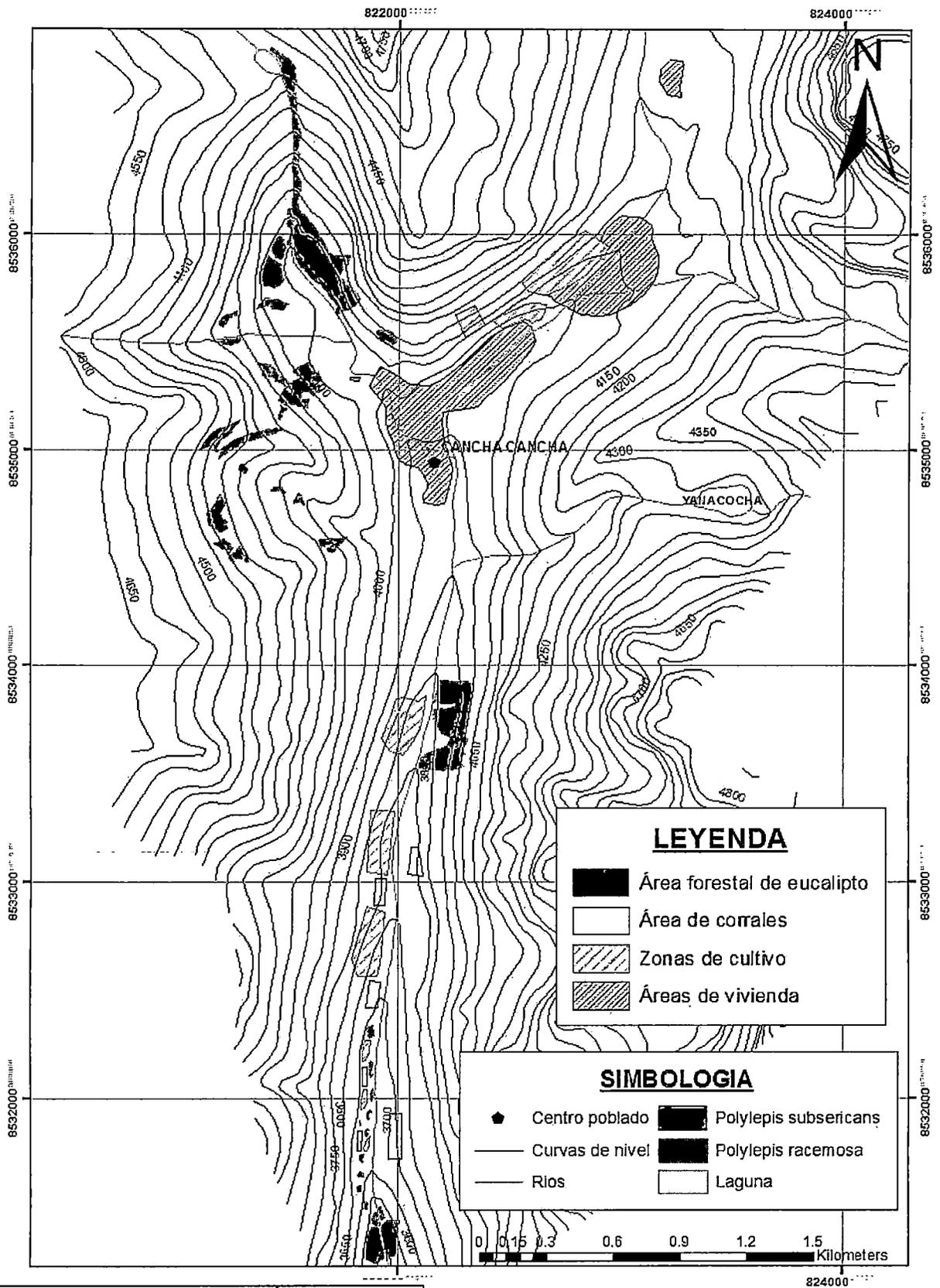
LEYENDA

- Depósitos glaciares
- Grupo Mitu
- Formación Paucarbamba
- Formación Huancane

UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

TESIS: EVALUACIÓN DE BOSQUES DE *Polytepis* Y PLAN DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA EN LA MICROCUENCA DE CANCHA-CANCHA CALCA

Mapa: 02 Mapa geológico	Escala: 1: 35 000
Proyección: UTM WGS 84, ZONA 18S	Asesor: Blgo. Percy Yanque Yucra
Elaborado en base al Mapa de Riesgos de la ciudad de Calca INDECI 2006	

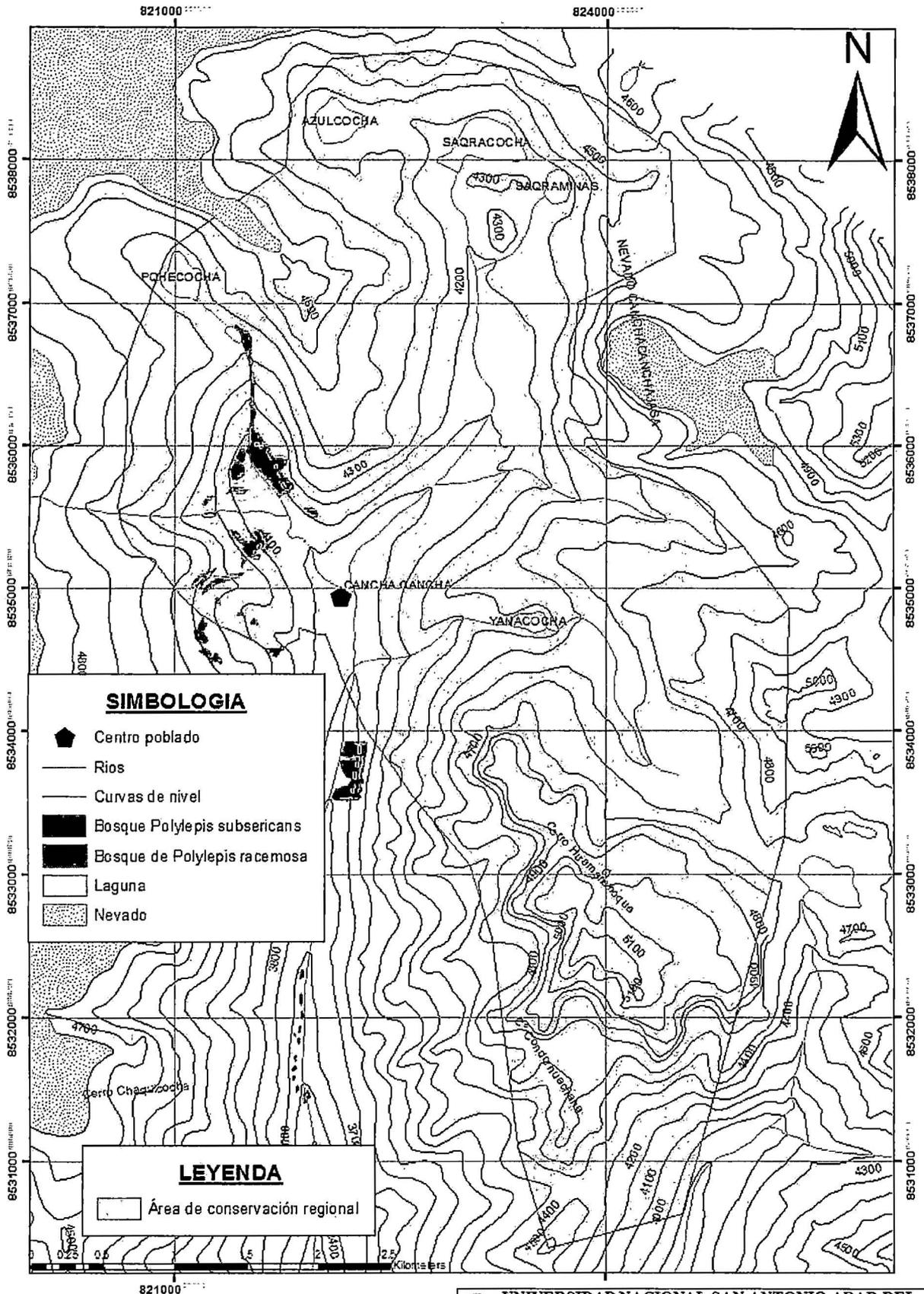


INFLUENCIA ANTRÓPICA	
TIPO DE INFLUENCIA	ÁREA Ha
Áreas de cultivo	18.48
Zonas de corrales	3.44
Áreas de vivienda	35.21
Áreas forestales con eucalipto	1.98
TOTAL	59.11

UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABADEL CUSCO

TESIS: EVALUACIÓN DE BOSQUES DE *Polylepis* Y PLAN DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA EN LA MICROCUENCA DE CANCHA-CANCHA CALCA

Mapa: 07	Escala:
Mapa de áreas de influencia antrópica	Mapa "1" 1: 20 000
Proyección:	Asesor:
UTM WGS 84, ZONA 18S	Blgo. Percy Yanque Yucra
Elaboración de Gonzalo Gálvez Cárdenas	



ÁREA DE CONSERVACIÓN	
ÁREA DE CONSERVACIÓN	ÁREA Ha
Area prioritaria de conservación Bosques de <i>Polylepis</i> de la cordillera del Vilcanota (Zona "Yanacochoa")	2111.0

 UNIVERSIDAD NACIONAL SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO 	
TESIS: EVALUACIÓN DE BOSQUES DE <i>Polylepis</i> Y PLAN DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA EN LA MICROCUENCA DE CANCHA-CANCHA CALCA	
Mapa: 08 Mapa de área de conservación regional- Bosque de <i>Polylepis</i> Zona "Yanacochoa"	Escala: Mapa "1" 1: 30 000
Proyección: UTM WGS 84, ZONA 18S	Asesor: Blgo. Percy Yanque Yucra
Elaboración en base al Mapa de áreas prioritarias de conservación regional- Región Cusco 2008	

ANEXOS 01

CATEGORIZACIÓN DE ESPECIES AMENAZADAS DE FLORA SILVESTRE

**RESOLUCIÓN LEGISLATIVA
N° 28788**

EL CONGRESO DE LA REPÚBLICA;

Ha dado la Resolución Legislativa siguiente:

**RESOLUCIÓN LEGISLATIVA QUE APRUEBA
EL "INSTRUMENTO DE ENMIENDA A LA
CONSTITUCIÓN Y AL CONVENIO DE
LA UNIÓN INTERNACIONAL DE
TELECOMUNICACIONES - UIT"**

Artículo único.- Objeto de la Resolución

Apruébase el "Instrumento de Enmienda a la Constitución y al Convenio de la Unión Internacional de Telecomunicaciones - UIT" suscrito en la ciudad de Marrakech, Reino de Marruecos, el 18 de octubre de 2002, de conformidad con los artículos 56° y 102° -inciso 3- de la Constitución Política del Perú.

Comuníquese al señor Presidente de la República para su promulgación.

En Lima, a los veintisiete días del mes de junio de dos mil seis.

MARCIAL AYAIPOMA ALVARADO
Presidente del Congreso de la República

FAUSTO ALVARADO DODERO
Primer Vicepresidente del
Congreso de la República

AL SEÑOR PRESIDENTE CONSTITUCIONAL
DE LA REPÚBLICA

Lima, 12 de julio de 2006

Cúmplase, comuníquese, publíquese, regístrese y archívese.

DAVID WAISMAN RJAIVINSTHI
Segundo Vicepresidente de la República
Encargado del Despacho de la
Presidencia de la República

PEDRO PABLO KUCZYNSKI GODARD
Presidente del Consejo de Ministros

12238

PODER EJECUTIVO

AGRICULTURA

**Aprueban Categorización de Especies
Amenazadas de Flora Silvestre**

**DECRETO SUPREMO
N° 043-2006-AG**

EL PRESIDENTE DE LA REPÚBLICA

CONSIDERANDO:

Que, el Convenio sobre Diversidad Biológica (CBD) suscrito por el Perú el 12 de junio de 1992 y aprobado por Resolución Legislativa N° 26181, de fecha 12 de mayo de 1993, es el primer acuerdo mundial integral que aborda todos los aspectos de la diversidad biológica: recursos genéticos, especies y ecosistemas, los mismos que se expresan en sus tres objetivos: La Conservación de la diversidad biológica; el uso sostenible de los componentes de la diversidad biológica; y, el reparto justo y equitativo en los beneficios que se derivan de la utilización de los recursos genéticos;

Que, el inciso k) del Artículo 8° del mencionado Convenio establece que cada Parte Contratante establecerá o mantendrá la legislación necesaria y/u otras disposiciones de reglamentación para la protección de especies y poblaciones amenazadas;

Que, se encuentra previsto en el literal a) del Artículo 3° y el Artículo 4° de la Ley N° 26839, Ley sobre la Conservación y Aprovechamiento Sostenible de la Diversidad Biológica, que el Estado es soberano en la adopción de medidas para la conservación y utilización sostenible de la diversidad biológica, lo que implica conservar la diversidad de ecosistemas, especies y genes, así como mantener los procesos ecológicos esenciales de los que dependen la supervivencia de las especies;

Que, el Artículo 12° de la Ley N° 26821, Ley Orgánica para el Aprovechamiento Sostenible de los Recursos Naturales, establece que la protección de recursos vivos en peligro de extinción que no se encuentren dentro de Áreas Naturales Protegidas se norma en leyes especiales;

Que, la Estrategia Nacional de Diversidad Biológica aprobada mediante Decreto Supremo N° 102-2001-PCM tiene como objetivo estratégico 1.1 identificar y priorizar los componentes de la Diversidad Biológica y de los procesos que la amenazan, estableciendo entre sus acciones el clasificar y agrupar los componentes de la Diversidad Biológica de acuerdo a las siguientes categorías: los que deben ser conservados; los que requieren atención prioritaria; y, los que están amenazados;

Que, de conformidad con el Artículo 274° del Reglamento de la Ley Forestal y de Fauna Silvestre, aprobado por Decreto Supremo N° 014-2001-AG, el listado de especies categorizadas de flora y fauna silvestre de acuerdo al grado de amenaza es actualizado cada dos años;

Que, la Lista Roja de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre elaborada por la Unión Mundial para la Conservación - IUCN, es el inventario más completo del estado de conservación de las especies de animales y plantas a nivel mundial, que por su fuerte base científica es reconocida internacionalmente. Asimismo, utiliza un conjunto de criterios relevantes para todas las especies y todas las regiones del mundo, para evaluar el riesgo de extinción de miles de especies y subespecies;

Que, la elaboración de la clasificación oficial de especies amenazadas de flora silvestre en el Perú, es el resultado de un proceso abierto y participativo a nivel nacional, que tiene como base los criterios y categorías de la IUCN, dentro de la cual se encuentran las principales categorías de amenaza: **Peligro Crítico (CR)**: Cuando la mejor evidencia disponible acerca de un taxón indica una reducción de sus poblaciones, su distribución geográfica se encuentra limitada (menos de 100 km²), el tamaño de su población es menos de 250 individuos maduros y el análisis cuantitativo muestra que la probabilidad de extinción en estado silvestre es por lo menos el 50% dentro de 10 años o tres generaciones; **En Peligro (EN)**: Cuando la mejor evidencia disponible acerca de un taxón indica que existe una reducción de sus poblaciones, su distribución geográfica se encuentra limitada (menos de 5 000 km²), el tamaño de la población estimada en menos de 2 500 individuos maduros y el análisis cuantitativo muestra que la probabilidad de extinción en estado silvestre es de por lo menos el 20% en 20 años o cinco generaciones; **Vulnerable (VU)**: Cuando la mejor evidencia disponible acerca de un taxón indica que existe una reducción de sus poblaciones; su distribución geográfica se encuentra limitada (menos de 20 000 km²), el tamaño de la población estimada es menos de 10 000 individuos y el análisis cuantitativo muestra que la probabilidad de extinción en estado silvestre es de por lo menos 10% dentro de 100 años; y **Casi Amenazado (NT)**: Cuando ha sido evaluado según los criterios y no satisface, actualmente, los criterios para En Peligro Crítico, En Peligro o Vulnerable; pero está próximo a satisfacer dichos criterios, o posiblemente los satisfaga, en un futuro cercano;

Que, de conformidad con el segundo párrafo del Artículo 279° del Reglamento de la Ley Forestal y de Fauna Silvestre, aprobado por Decreto Supremo N° 014-

2001-AG, la comercialización de aquellas especies ornamentales clasificadas bajo alguna categoría de amenaza, sólo procede para aquellos ejemplares provenientes de centros de producción (laboratorios de cultivo in vitro y/o viveros) debidamente registrados en el INRENA y que cuenten con un Plan Anual de Propagación aprobado por este;

Que, el Reglamento de Organización y Funciones del Instituto Nacional de Recursos Naturales-INRENA, aprobado por Decreto Supremo N° 002-2003-AG, establece como función de la Dirección de Conservación de Biodiversidad de la Intendencia Forestal y de Fauna Silvestre, elaborar y mantener actualizada la clasificación de especies amenazadas de la flora y fauna silvestre;

Que, los Informes N° 281-2003-INRENA-IFFS-DCB del 20 de noviembre del 2003, N° 090-2004-INRENA-IFFS-DCB del 25 de marzo del 2004, y el N° 429-2005-INRENA-IFFS/DCB del 14 de Octubre del 2005, emitidos por la Dirección de Conservación de la Biodiversidad de la Intendencia Forestal y de Fauna Silvestre del Instituto Nacional de Recursos Naturales, en relación a la propuesta de categorización de especies amenazadas de flora silvestre, en los cuales se recomienda aprobar la clasificación oficial de dichas especies;

Que, asimismo se encuentra dispuesto en el Artículo 280° del acotado Reglamento, que procede la exportación de aquellas especies ornamentales clasificadas bajo alguna categoría de amenaza, en el caso de los cactus, para aquellos ejemplares propagados vegetativamente o por medio de cultivo in vitro; y en el caso de bromelias y orquídeas, si provienen de cultivo in vitro, a excepción las flores cortadas y plántulas de orquídeas en frasco provenientes de centros de producción debidamente registrados;

Que, siendo la familia Orchidaceae la más diversa de todas las familias de plantas vasculares, estimándose que el Perú posee entre 10-15% del total mundial de especies (aproximadamente 2000 a 3000 especies), y que asimismo, la familia Cactaceae en el Perú comprende alrededor de 250 especies, de las cuales, casi el 80 % son endémicas, y cuyas poblaciones se encuentran amenazadas principalmente por fragmentación de sus hábitats y extracción ilícita de especies silvestres destinadas para el comercio, por lo que resulta necesario aprobar un anexo específico para la categorización de estas especies;

Que, la Tercera Disposición Complementaria Final de la Ley N° 27308, Ley Forestal y de Fauna Silvestre, establece que a partir del año 2005 sólo procederá la comercialización interna y externa de productos forestales provenientes de los bosques manejados debidamente acreditados por el Ministerio de Agricultura. Agrega que sólo se podrán exportar productos forestales con valor agregado;

Que, de conformidad con el Artículo 4° del Decreto Ley N° 25629, las disposiciones por medio de las cuales se establezcan trámites o requisitos o que afecten de alguna manera la libre comercialización interna o la exportación o importación de bienes o servicios, podrán aprobarse únicamente por Decreto Supremo refrendado por el Ministro de Economía y Finanzas y por el Sector involucrado;

Que, el Artículo 3° del Decreto Supremo N° 058-2005-EF, establece la competencia del Ministerio de Economía y Finanzas en relación con los trámites o requisitos que afecten la libre comercialización interna o la exportación o importación;

Que, en el marco técnico legal descrito es necesario aprobar la categorización de especies amenazadas de flora silvestre, a fin de establecer las prohibiciones y autorizaciones de las mismas con fines comerciales, así como el organismo encargado del cumplimiento de la presente norma;

En uso de las atribuciones previstas en el numeral 8) del Artículo 118° de la Constitución Política del Perú;

DECRETA:

Artículo 1°.- Aprobación de la Categorización de Especies Amenazadas de Flora Silvestre

Apruébese la categorización de especies amenazadas de flora silvestre, que consta de

setecientos setenta y siete (777) especies, de las cuales cuatrocientas cuatro (404) corresponden a los órdenes Pteridofitas, Gimnospermas y Angiospermas, trescientos treinta y dos (332) especies pertenecen a la familia Orchidaceae; y cuarenta y uno (41) especies pertenecen a la familia Cactaceae, distribuidas indistintamente en las siguientes categorías: En Peligro Crítico (CR), En Peligro (EN), Vulnerable (VU) y Casi Amenazado (NT), de acuerdo a los Anexos 1 y 2 que forman parte integrante del presente Decreto Supremo.

Artículo 2°.- De las Prohibiciones con fines Comerciales

Prohíbese la extracción, colecta, tenencia, transporte, y exportación de todos los especímenes, productos y subproductos de las especies amenazadas de flora silvestre detalladas en los Anexos integrantes del presente Decreto Supremo, exceptuándose las procedentes de planes de manejo in situ o ex situ aprobados por el INRENA o los de uso de subsistencia de comunidades nativas y campesinas.

Artículo 3°.- De la Promoción con fines de Investigación Científica

Promuévase e incentívese, a través del INRENA, estudios científicos de las especies de flora categorizadas como amenazadas, En Peligro Crítico (CR) y En Peligro (EN).

Artículo 4°.- Del Comercio de Especies Ornamentales

Los especímenes de especies ornamentales clasificadas como amenazadas son autorizados para comercializar si proceden de reproducción artificial (vegetativa y/o in vitro, según corresponda) y que cuenten previamente con un Plan de Propagación aprobado por el INRENA, a través de la Dirección de Conservación de la Biodiversidad de la Intendencia Forestal y de Fauna Silvestre.

La exportación de especies ornamentales clasificadas como amenazadas, procede en el caso de los cactus, para aquellos ejemplares propagados vegetativamente o por medio de cultivo in vitro; y en el caso de bromelias y orquídeas, si provienen de cultivo in vitro, a excepción de flores cortadas y plántulas de orquídeas en frasco provenientes de centros de producción (viveros y/o laboratorios) debidamente registrados ante el INRENA.

Artículo 5°.- De la Promoción y Establecimiento de Viveros, Jardines u Otros

La promoción del establecimiento y desarrollo de viveros, jardines botánicos y/o arboretums a nivel Nacional, para las especies categorizadas como amenazadas por el presente Decreto Supremo, estará a cargo del INRENA.

Artículo 6°.- De la Derogación de los Dispositivos Legales que se opongan

Deróguese todas las disposiciones que se opongan a la presente norma legal.

Artículo 7°.- Del refrendo del presente Decreto Supremo

El presente Decreto Supremo será refrendado por los Ministros de Agricultura y Economía y Finanzas; y entrará en vigencia a partir del día siguiente de su publicación en el Diario Oficial El Peruano.

Dado en la Casa de Gobierno, en Lima, a los seis días del mes de julio del año dos mil seis.

ALEJANDRO TOLEDO
Presidente Constitucional de la República

MANUEL MANRIQUE UGARTE
Ministro de Agricultura

FERNANDO ZAVALA LOMBARDI
Ministro de Economía y Finanzas

**Clasificación Oficial de Especies
Amenazadas de Flora Silvestre**

Anexo 1

EN PELIGRO CRITICO (CR)

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMUN
1. ACANTHACEAE	<i>Aphelandra cuscoensis</i> Wasshausen	
2. ACANTHACEAE	<i>Aphelandra formosa</i> (Humboldt & Bonpland) Ness	
3. ACANTHACEAE	<i>Aphelandra wurdackii</i> Wassh	
4. ACANTHACEAE	<i>Tetramerium sagastegulianum</i> T.F Daniel	
5. AMARYLLIDACEAE	<i>Pucara leucantha</i> Ravenna	
6. AMARYLLIDACEAE	<i>Rauhia decora</i> Ravenna	
7. AMARYLLIDACEAE	<i>Rauhia multiflora</i> (Kunth) Ravenna	
8. AMARYLLIDACEAE	<i>Rauhia staminosa</i> Ravenna	
9. ANACARDIACEAE	<i>Haplorhus peruviana</i> Engl.	ccasi, molle macho
10. ANACARDIACEAE	<i>Loxopterygium huasango</i> Spruce ex Engl.	hualtaco, huasango
11. APIACEAE	<i>Domeykoa amplexicaulis</i> (H.Wolf) Mathias & Constance	
12. ARALIACEAE	<i>Aralia soratensis</i> Marchal	q'ello phati
13. ARECACEAE	<i>Ceroxylon parvifrons</i> (Engel) H.Wendl	
14. ARECACEAE	<i>Ceroxylon weberbaueri</i> Burret	
15. ASTERACEAE	<i>Ambrosia dentata</i> (Cabrera) Dillon	
16. ASTERACEAE	<i>Ambrosia pannosa</i> Payne	
17. ASTERACEAE	<i>Arnaldoa macbrideana</i> Ferreyra	
18. ASTERACEAE	<i>Arnaldoa weberbaueri</i> (Muschl.) Ferreyra	
19. ASTERACEAE	<i>Ascidogyne wurdackii</i> Cuatrec.	
20. ASTERACEAE	<i>Ascidogyne sanchezvegae</i> Cabrera	
21. ASTERACEAE	<i>Bishopanthus soliceps</i> H.Rob.	
22. ASTERACEAE	<i>Caxamarca sanchezii</i> M.O.Dillon & Sagast.	
23. ASTERACEAE	<i>Chersodoma arequipensis</i> (Cuatrec) Cuatrec.	
24. ASTERACEAE	<i>Chucoa filicifolia</i> Cabrera	
25. ASTERACEAE	<i>Dasyphyllum brevispinum</i> Sagast. & Dillon	
26. ASTERACEAE	<i>Dyssodia lopez-mirandae</i> Cabrera	
27. ASTERACEAE	<i>Ferreyrella cuatrecasatii</i> R.M. King & H.Rob	
28. ASTERACEAE	<i>Ferreyrella peruviana</i> S.F Blake	
29. ASTERACEAE	<i>Fulcaldea laurifolia</i> (Humb. & Bonpl.) Poir. Ex Less.	
30. ASTERACEAE	<i>Gynoxys dilloniana</i> Sagast. & Dillon	
31. ASTERACEAE	<i>Helogyne hutchisonii</i> R.M King & H.Rob	
32. ASTERACEAE	<i>Mikania filicifolia</i> B. Robinson	
33. ASTERACEAE	<i>Onoseris chrysactinoides</i> Sagast. & Dillon	
34. ASTERACEAE	<i>Pentacalia nunezii</i> H.Rob & Cuatrec.	
35. ASTERACEAE	<i>Senecio calcicola</i> Meyen & Walp	
36. ASTERACEAE	<i>Senecio chachaniensis</i> Cuatrec.	
37. ASTERACEAE	<i>Senecio mollendoensis</i> Cabrera	
38. ASTERACEAE	<i>Senecio okopanus</i> Cabrera	
39. ASTERACEAE	<i>Senecio smithianus</i> Cabrera	
40. ASTERACEAE	<i>Senecio yarensis</i> Rusbi	
41. ASTERACEAE	<i>Smilanthus glabratus</i> (D.C) H. Rob	
42. ASTERACEAE	<i>Bishopanthus soliceps</i> H. Rob	
43. BATIDACEAE	<i>Batis maritima</i> L.	
44. BUDDLEJACEAE	<i>Buddleja bullata</i> Kunth	qolle
45. BUDDLEJACEAE	<i>Buddleja coriacea</i> Remy	quichihuayta, kishuar, qolle, safrán
46. BUDDLEJACEAE	<i>Buddleja incana</i> R. & P.	Kishuar, colle
47. BUDDLEJACEAE	<i>Buddleja longifolia</i> H. B. K	Kishuar
48. BUDDLEJACEAE	<i>Buddleja montana</i> Britton	kishuar
49. BURSERACEAE	<i>Bursera graveolens</i> (Kunth) Triana & Planch.	palo santo, huanckor
50. CAPPARACEAE	<i>Capparis eucalyptifolia</i> Haught	
51. CAPPARACEAE	<i>Capparis scabrida</i> Kunth	sapote
52. CARICACEAE	<i>Carica candicans</i> Gray	mito
53. CARICACEAE	<i>Carica quercifolia</i> (A.St.Hil) Hieron	calasacha
54. CARICACEAE	<i>Carica stipulata</i> V.M. Badillo	
55. CUNONIACEAE	<i>Weinmannia piurensis</i> O. Schmidt	
56. EPHEDRACEAE	<i>Ephedra breana</i> Philippi	pinco-pinco
57. EPHEDRACEAE	<i>Ephedra rupestris</i> Benth.	pinco-pinco
58. EUPHORBIACEAE	<i>Euphorbia apurimacensis</i> Croizat	
59. FABACEAE	<i>Myroxylon peruiferum</i> L.f	bálsamo
60. FABACEAE	<i>Otholobium mexicanum</i> (L.f) J.W Grimes	
61. FABACEAE	<i>Otholobium munyensis</i> (J.F Macbride) J.W Grimes	
62. FABACEAE	<i>Weberbauerella bronngiartioides</i> Ulbich	
63. FABACEAE	<i>Weberbauerella raimondiana</i> Ferreyra	
64. GENTIANACEAE	<i>Gentianella alborosea</i> (Gilg) Fabris	hercampuri
65. LYTHRACEAE	<i>Louretella resinosa</i> Graham, Bass & Tobe	
66. LYTHRACEAE	<i>Poensia acuminata</i> Lafoensia	
67. MALVACEAE	<i>Abutilon piurense</i> Ulbrich	
68. MALVACEAE	<i>Gossypium raimondii</i> Ulbrich	algodón silvestre
69. MALVACEAE	<i>Nototriche artemisoides</i> Hill	
70. MALVACEAE	<i>Nototriche longituba</i> Burt & Hill	
71. MALVACEAE	<i>Nototriche lopezii</i> Krapovickas	

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
72. MALVACEAE	<i>Nototriche staffordiae</i> Burt & Hill	
73. MALVACEAE	<i>Palaua inconspicua</i> I.M. Johnst.	
74. MALVACEAE	<i>Tetrasida chachapoyensis</i> (Baker) Fryxell & Fuertes	
75. MALVACEAE	<i>Tetrasida serrulata</i> Fryxell & Fuertes	
76. MARTINIACEAE	<i>Proboscidea altheaeifolia</i> (Benth) Decne	
77. MYRTACEAE	<i>Eugenia quebradensis</i> Mc Vaugh	gashmin
78. MYRTACEAE	<i>Myrcia fallax</i> (Rich) DC	
79. MYRTACEAE	<i>Myrcianthes discolor</i> (Kunth) Mc. Vaugh	
80. MYRTACEAE	<i>Myrcianthes ferreyrae</i> (Mc. Vaugh) Mc. Vaugh	
81. PODOCARPACEAE	<i>Podocarpus oleifolius</i> D. Don ex Lamb.	saucesito, romerillo
82. PODOCARPACEAE	<i>Podocarpus sprucei</i> Parl.	
83. PODOCARPACEAE	<i>Prumnopitys hamsiana</i> (Pilger) de Laubenfels	romerillo hembra, diablo fuerte
84. POLEMONIACEAE	<i>Huthia longiflora</i> A. Brand	
85. RANUNCULACEAE	<i>Laccopetalum giganteum</i> (Wedd.) Ulbrich.	
86. RANUNCULACEAE	<i>Ranunculus macropetalus</i>	
87. ROSACEAE	<i>Hesperomeles heterophylla</i>	
88. ROSACEAE	<i>Kageneckia lanceolata</i> Ruiz & Pav.	lloque, quisi, rahuac, urimicuna
89. ROSACEAE	<i>Polylepsis incana</i> Kunth	q'efioa, qeufia, quefioa, quifuar, kcenhua, quinoa, keufia
90. ROSACEAE	<i>Polylepsis racemosa</i> Ruiz & Pav.	q'efioa, qeufia, quefioa, quifuar, kcenhua, quinoa, keufia
91. SOLANACEAE	<i>Browallia acutiloba</i> Sagastegui & D.D Carranza	
92. SOLANACEAE	<i>Browallia longitubulata</i> S.Leiva	
93. SOLANACEAE	<i>Browallia mirabilis</i> Leiva	
94. SOLANACEAE	<i>Lochroma schjellerupii</i> S. Leiva & Quipuscoa	suburrión grande
95. SOLANACEAE	<i>Lochroma nitidum</i> S. Leiva & Quipuscoa	chinchín
96. SOLANACEAE	<i>Lochroma stenanthum</i> S. Leiva, Quipuscoa & Sawyer	
97. SOLANACEAE	<i>Jaltomata aypatensis</i> S. Leiva, Mione & Quipuscoa	frutilla
98. SOLANACEAE	<i>Jaltomata bernardelloana</i> S. Leiva & Mione	songorome
99. SOLANACEAE	<i>Jaltomata cuyasensis</i> S. Leiva, Quipuscoa & Sawyer	frutilla, uvilla, mortifo blanco
100. SOLANACEAE	<i>Jaltomata lezamae</i> S. Leiva & Mione	
101. SOLANACEAE	<i>Jaltomata mioniei</i> S. Leiva & Quipuscoa	
102. SOLANACEAE	<i>Lamax dilloniana</i> S. Leiva, Quipuscoa & Sawyer	
103. SOLANACEAE	<i>Lamax kann-rasmussenii</i> S. Leiva & Quipuscoa	
104. SOLANACEAE	<i>Lamax macrocalix</i> E. Rodr. & J. Campos	
105. SOLANACEAE	<i>Lamax nieva</i> S. Leiva & Lezama	
106. SOLANACEAE	<i>Lamax purpurea</i> S. Leiva	
107. SOLANACEAE	<i>Lamax sagastegui</i> S. Leiva, Quipuscoa & Sawyer	
108. SOLANACEAE	<i>Nolana urumbambae</i> Vargas	
109. SOLANACEAE	<i>Nolana minor</i> Ferreyra	
110. SOLANACEAE	<i>Solanum chuquidenum</i> Ochoa	
111. SOLANACEAE	<i>Solanum contumazaense</i> Ochoa	papa silvestre
112. SOLANACEAE	<i>Solanum guzmanquense</i> Whalen & Sagast.	
113. SOLANACEAE	<i>Solanum jalcae</i> Ochoa	papa de zorro
114. SOLANACEAE	<i>Solanum mochiquense</i> Ochoa	papa de zorro
115. SOLANACEAE	<i>Solanum tarapotense</i> Van Heurck & Müll. Arg.	
116. SOLANACEAE	<i>Solanum trinitense</i> Ochoa	
117. TILIACEAE	<i>Lueheopsis duckeana</i> Burret	
118. ULMACEAE	<i>Celtis iguanaea</i> (Jacq) Sarq.	
119. VALERIANACEAE	<i>Stangea wandae</i> Graebn	
120. VALERIANACEAE	<i>Valeriana cumbemayensis</i> Eriksen	
121. VALERIANACEAE	<i>Valeriana longifolia</i> Kunth	

EN PELIGRO (EN)

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
1. ARECACEAE	<i>Manicaria saccifera</i> Gaertn.	yarinilla
2. BEGONIACEAE	<i>Begonia octopetala</i> subsp. <i>ovatoformis</i> Imscher	achanqaray, begonia
3. BEGONIACEAE	<i>Begonia veitchii</i> Hooker.f.	achanqaray, begonia
4. BIGNONACEAE	<i>Tabebuia impetiginosa</i> (Mart. ex DC.) Standl.	guayacán
5. BIXACEAE	<i>Cochlospermum vitifolium</i> (Willd.) Spreng.	Polo-polo
6. BORAGINACEAE	<i>Tiquilia ferreyrae</i> (L. M. Johnston) A. Richardson.	Flor de arena
7. BROMELIACEAE	<i>Puya raimondii</i> Harms	ckara, cunco, junco, llacuash, sanlón, tica-tica, tilanca, q'ayara
8. BROMELIACEAE	<i>Tillandsia sagasteguii</i> L.B. Sm.	
9. BROMELIACEAE	<i>Tillandsia werdermannii</i> Harms	
10. BUXACEAE	<i>Styloceras columnare</i> Muell.Arg.	Limondilo
11. BUXACEAE	<i>Styloceras laurifolium</i> (Willd.) Kunth	curape, limoncito de cachos, naranjillo, sapanque
12. FABACEAE	<i>Prosopis chilensis</i> (Molina) Stuntz	Algarrobo, huarango, tacco
13. FABACEAE	<i>Prosopis juliflora</i> (Sw.) DC.	Algarrobo, huarango
14. GERANIACEAE	<i>Geranium ayavacense</i> Willd. Ex Kunth	
15. GERANIACEAE	<i>Geranium dielsianum</i> Knuth	pasuchaca, pasochaca
16. KRAMERIACEAE	<i>Krameria lappacea</i> (Dombey) Burdet & B.B. Simpson	antacushima, mapato, malapato, ractania, ratafia, ratania, sanyo, chuquitanga
17. MALVACEAE	<i>Abutilon arequipense</i> Ulbrich	
18. MALVACEAE	<i>Abutilon peruvianum</i> (Lam.) Kearney	
19. MALVACEAE	<i>Acaulimalva alismatifolia</i> (Schumann & Hieronymus) Krapovickas	
20. MALVACEAE	<i>Acaulimalva sulphurea</i> Krapov.	
21. MALVACEAE	<i>Cienfuegosia hitchcockii</i> (Ulbr.) O.J. Blanch.	
22. MALVACEAE	<i>Gaya atquipana</i> Krapov.	

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
23. MALVACEAE	<i>Nototriche pseudo-pichinchensis</i> Hochr.	
24. MALVACEAE	<i>Nototriche salina</i> Burt & Hill	
25. MALVACEAE	<i>Nototriche tovari</i> Krapovickas	
26. MALVACEAE	<i>Palaua camanensis</i> Ferreyra & Chanco	
27. MALVACEAE	<i>Sidasodes jamesonii</i> (Baker f.) Fryxell & Fuertes	
28. MALVACEAE	<i>Tarasa machupicchénsis</i> Krapovickas	
29. MALVACEAE	<i>Tarasa rhombifolia</i> Krapovickas	
30. MELIACEAE	<i>Cedrela lilloi</i> C. DC.	atoc cedro, cero, c. blanco, cedro de altura
31. MELIACEAE	<i>Ruagea glabra</i> Triana & Planch.	
32. OLEACEAE	<i>Chionanthus pubescens</i> Kunth	
33. POACEAE	<i>Munroa decumbens</i> Philippi	
34. POACEAE	<i>Trichoneura weberbaueri</i> Pilg.	
35. ROSACEAE	<i>Polylepis microphylla</i> (Wedd.) Bitter	q'efloa, queña, queñoa, quíñuar, kcenhua, quinoa, keuña
36. ROSACEAE	<i>Polylepis multijuga</i> Pilg.	q'efloa, queña, queñoa, quíñuar, kcenhua, quinoa, keuña
37. ROSACEAE	<i>Polylepis subsericans</i> J.F. Macbr.	q'efloa, queña, queñoa, quíñuar, kcenhua, quinoa, keuña
38. ROSACEAE	<i>Polylepis tomentella</i> Wedd.	q'efloa, queña, queñoa, quíñuar, kcenhua, quinoa, keuña
39. ROSACEAE	<i>Prunus ruiziana</i> Koehne	
40. RUTACEAE	<i>Zanthoxylum mantaro</i> (J.F. Macbr.) J.F. Macbr.	
41. SAPOTACEAE	<i>Chrysophyllum contumacense</i> Sagást. & M.O. Dillon	
42. VERBENACEAE	<i>Citharexylum quercifolium</i> Hayek	

VULNERABLE (Vu)

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN
1. AMARYLLIDACEAE	<i>Hippeastrum cuzcoense</i> (Vargas) Gereau & Brako	
2. AMARYLLIDACEAE	<i>Hippeastrum machupicchénsis</i> (Vargas) D.R. Hunt	
3. AMARYLLIDACEAE	<i>Ismene amancaes</i> (Ruiz Lopez & Pavon) Herbert	amancaes, amancay
4. AMARYLLIDACEAE	<i>Leptochiton helianthus</i> (Ravenna) Gereau & Meerow	
5. AMARYLLIDACEAE	<i>Stenomesson imasumacc</i> Vargas	
6. AMARYLLIDACEAE	<i>Stenomesson miniatum</i> (Herb.) Ravenna	caruay pifa, ului pifa
7. ANACARDIACEAE	<i>Mauria heterophylla</i> H. B. & K.	quimsa rapra, trinidad
8. ANACARDIACEAE	<i>Mauria killipii</i> F. Barkley	
9. ANACARDIACEAE	<i>Mauria simplicifolia</i> H. B. & K.	
10. ANACARDIACEAE	<i>Schinus pearcei</i> Engl.	atojloque, molle, mulli, china molle, orcco mulli
11. APIACEAE	<i>Azorella compacta</i> Phil.	yareta, capo, waqay-yareta, orqo-yareta, puna-yareta, champa yareta
12. APIACEAE	<i>Azorella diapensioides</i> A. Gray	yareta, yanía, rayita, kkota
13. APOCYNACEAE	<i>Parahancornia peruviana</i> Monachino	naranzo podrido
14. ARECACEAE	<i>Alphanes spicata</i> F. Borsch. & R. Bernal	shica-shica
15. ARECACEAE	<i>Ceroxylon crispum</i> Burret	
16. ARECACEAE	<i>Dictyocaryum ptariense</i> (Steyerm.) H.E. Moore & Steyerm.	pona colorada
17. ARECACEAE	<i>Euterpe caatinga</i> Wallace	
18. ARECACEAE	<i>Euterpe luminosa</i> A.J. Hend., G. Galeano & E. Meza	palma palanca, guayaquil
19. ARECACEAE	<i>Geonoma andicola</i> Dammer ex Burret	Frutilla
20. ARECACEAE	<i>Geonoma densa</i> H.A. Wendland	
21. ARECACEAE	<i>Geonoma weberbaueri</i> Dammer ex Burret	
22. ARECACEAE	<i>Mauritia carana</i> Wallace	aguaje del varillar
23. ASTERACEAE	<i>Aequatorium rimachianum</i> (Cuatrec.) H. Rob. & Cuatrec.	
24. ASTERACEAE	<i>Cronquistianthus celendinensis</i> King & Robinson	
25. ASTERACEAE	<i>Gynoxys colanensis</i> Dillon & Sagást.	
26. ASTERACEAE	<i>Gynoxys cuzcoensis</i> Cuatrecasas	q'oto quiswar
27. ASTERACEAE	<i>Lepidophyllum quadrangulare</i> (Jacq.) Benth. & Hook. F.	pacha-taya, taya, tola, tuya
28. ASTERACEAE	<i>Mutisia wurdacki</i> Cabrera	
29. ASTERACEAE	<i>Pappobolus sanchezii</i> Panero	
30. ASTERACEAE	<i>Parastrephia lepidophylla</i> (Weddell) Cabrera	taya, tola
31. ASTERACEAE	<i>Parastrephia phyllocaformis</i> (Meyen) Cabrera	tola
32. ASTERACEAE	<i>Perezia coerulescens</i> Weddell	Sutuma, china valeriana, valeriana
33. ASTERACEAE	<i>Perezia pinnatifida</i> (Humb. & Bonpl.) Wedd.	contrayerba
34. ASTERACEAE	<i>Senecio casapallensis</i> Ball	
35. ASTERACEAE	<i>Senecio pflanzii</i> (Perkins) Cuatrec	
36. ASTERACEAE	<i>Senecio nivalis</i> (H.B.K.) Cuatrec.	
37. ASTERACEAE	<i>Senecio nutans</i> Schultz - Bip	chachacuma
38. ASTERACEAE	<i>Senecio rhizomatus</i> Rusby	hanchahuasa, lanca-huasha, llanca-huasca, ticlla-huasa, ticlaywami
39. ASTERACEAE	<i>Senecio torrehuassensis</i> Cuatrec.	
40. ASTERACEAE	<i>Senecio violaeifolius</i> Cabrera	huamanripa
41. ASTERACEAE	<i>Verbesina ancashensis</i> Sagást. & Quipuscoa	
42. ASTERACEAE	<i>Verbesina crassicephala</i> Sagást. & Quipuscoa	pukanilla
43. ASTERACEAE	<i>Verbesina laivae</i> Sagást. & Quipuscoa	
44. ASTERACEAE	<i>Verbesina lopez-mirandae</i> Sagást.	quilmor
45. ASTERACEAE	<i>Verbesina perlantata</i> Sagást. & Quipuscoa	
46. BETULACEAE	<i>Alnus acuminata</i> Kunth	aliso, huayau, lambrán, lamra, ramram, ramrash
47. BIGNONIACEAE	<i>Cybistax antisiphilitica</i> (C. Martius) C. Martius ex A.D.C.	llangua, llanguue, achichua-achihua
48. BIGNONIACEAE	<i>Jacaranda acutifolia</i> Humb. & Bonpl.	yarabisca, yaravisco, arabisca, jacarandá, jarahuichca, paravisco
49. BIGNONIACEAE	<i>Jacaranda mimosifolia</i> D. Don	jacarandá, yaravisco
50. BIGNONIACEAE	<i>Tabebuia incana</i> A. Gentry	tahuari
51. BIGNONIACEAE	<i>Tabebuia serratifolia</i> (M. Vahl) Nicholson	tahuari, asta de venado, chonta

ANEXOS 02

LIQUENES IDENTIFICADOS



Cladonia sp

Collema sp



Dirinaria sp

Hypogymnia sp





Hypotrachina sp

Peltigera sp



Pertusaria sp

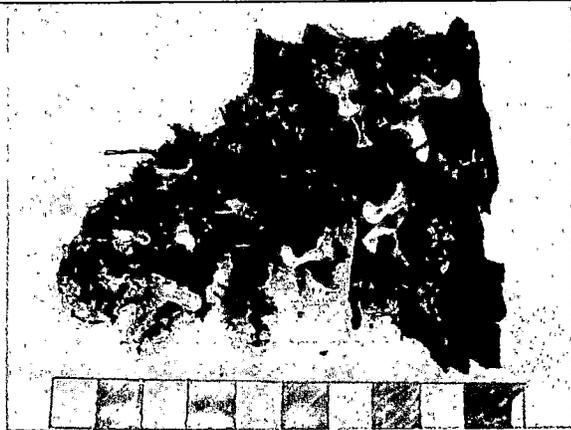
Phaeophyscia hispidula





Physcia sp

Pseudocyphellaria sp



Sticta sp

Usnea sp



ANEXOS 03

TRABAJO DE CAMPO Y GABINETE



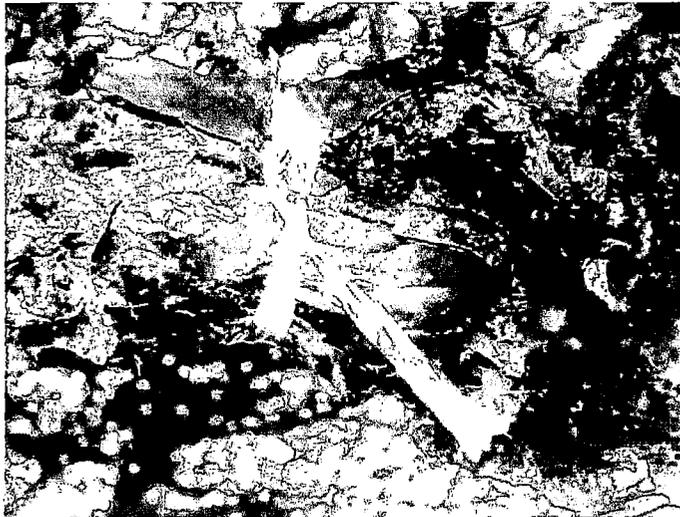
Delimitación de transecto



Delimitación de cuadrante



Conteo de plántulas de *Polylepis*



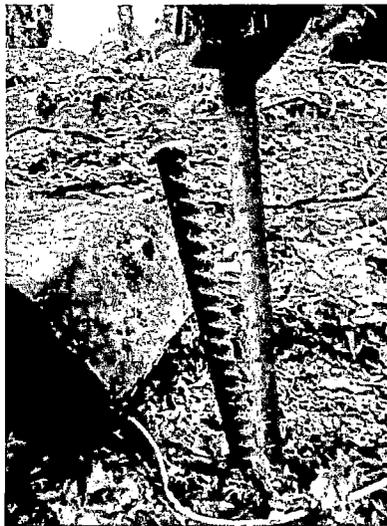
Marca en los árboles evaluados



Bolsas con las muestras colectadas



Evaluación de la temperatura y humedad



Medición de la profundidad efectiva del suelo



Procesamiento de las muestras de suelo

ANEXOS 04

DOCUMENTACION DE ANALISIS Y DE DATOS



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS, FÍSICAS Y MATEMÁTICAS

Av. de la Cultura 722
Pabellón C - Of. 106

Apartado Postal 921 - Cusco Perú
Teléfono - fax - modem: 224831

UNIDAD DE PRESTACIONES DE SERVICIO DE ANALISIS QUIMICO DEPARTAMENTO ACADEMICO DE QUIMICA INFORME DE ANALISIS

Nº1060-12-LAQ

SOLICITANTE: GONZALO GALVEZ CARDENAS

MUESTRA : SUELOS

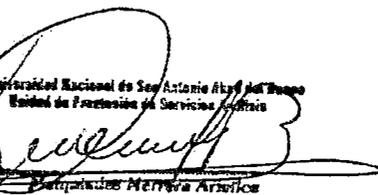
06 Muestras

FECHA : C/19/11/2012

RESULTADO ANALISIS FISICOQUIMICO

	1	2	3	4	5	6
pH	6.60	5.67	6.15	7.08	6.35	5.90
C.E. mmhos/cm	0.14	0.13	0.09	0.60	0.20	0.29
Mat. Orgánica %	13.10	13.36	6.06	16.60	14.58	26.50
Nitrógeno %	0.624	0.641	0.283	0.798	0.697	1.23
Fósforo ppm P ₂ O ₅	42.70	55.90	10.80	80.45	62.90	120.60
Potasio ppm K ₂ O	36.90	28.10	15.30	146.20	50.20	61.25
C.I.C. meq/100	12.00	17.50	11.40	13.80	15.20	14.90
% Porosidad	23.06	35.17	26.23	36.59	27.77	32.77
Textura:						
Arena %	69	57	71	79	75	83
Limo %	29	40	27	19	22	15
Arcilla %	2	3	2	2	3	2

Cusco, 27 de Noviembre 2012


 Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco
 Unidad de Prestación de Servicios Académicos
 Patricia Patricia Arriola
 RESPONSABLE DEL LABORATORIO
 DE ANALISIS QUIMICO





PERÚ

Ministerio
del Ambiente

Servicio Nacional de Meteorología
e Hidrología del Perú - SENAMHI

Dirección Regional
de Cusco

2007-2016 "DECENIO DE LAS PERSONAS CON DISCAPACIDAD EN EL PERÚ"
"AÑO DE LA INTEGRACION NACIONAL Y EL RECONOCIMIENTO DE NUESTRA DIVERSIDAD"

ESTACIÓN URUBAMBA

LATITUD	13° 18' 37.0"	DPTO	CUSCO
LONGITUD	72° 07' 27.3"	PROV.	URUBAMBA
ALTITUD	2 863 m.s.n.m.	DIST.	URUBAMBA

HUMEDAD RELATIVA EN (%)

Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1992	65	64	64	63	60	64	61	63	62	64	63	64
1993	67	67	66	66	62	59	61	62	63	63	66	67
1994	69	68	68	66	62	60	58	59	62	61	63	66
1995	66	65	68	63	59	59	60	57	62	60	64	64
1996	69	67	66	66	62	59	60	64	62	63	63	66
1997	67	68	66	63	61	59	58	62	63	61	63	65
1998	66	66	64	62	58	61	58	60	59	67	63	64
1999	66	70	70	66	62	59	60	58	62	61	60	64
2000	67	67	67	62	59	58	55	57	58	58	55	64
2001	71	69	69	67	64	60	61	56	55	57	61	59
2002	63	63	62	62	68	66	68	66	66	68	67	69
2003	70	68	69	65	65	62	63	65	64	65	64	69
2004	70	69	68	66	64	66	66	66	68	67	68	68
2005	68	69	69	66	63	64	64	64	67	69	69	71
2006	77	74	76	74	64	67	62	67	64	67	73	79
2007	72	75	76	74	69	65	69	64	67	69	63	70
2008	83	80	82	76	72	70	69		68	72	74	81
2009	83	85	84	76	72	70	72	67	68	64	73	77
2010	82	78	82	85	84	76	63	64	64	66	73	87
2011	88	89	89	85	84	81	80	77	80	78	78	84

*Preparado para
"Bachiller GONZALO GALVEZ CARDENAS"



Senamhi
SERVICIO NACIONAL DE METEOROLOGÍA
E HIDROLOGÍA DEL PERÚ

Jr. José Santos Chocono G-18
Urb. Santa Mónica- Cusco
Tel: 235481. RPM. *614724
Email: dr12-cusco@senamhi.gob.pe
www.senamhi.gob.pe



PERÚ

Ministerio
del Ambiente

Servicio Nacional de Meteorología
e Hidrología del Perú - SENAMHI

Dirección Regional
Cusco

2007-2016 "DECENIO DE LAS PERSONAS CON DISCAPACIDAD EN EL PERÚ"
"AÑO DE LA INTEGRACION NACIONAL Y EL RECONOCIMIENTO DE NUESTRA DIVERSIDAD"

ESTACIÓN URUBAMBA

LATITUD	13° 18' 37.0"	DPTO	CUSCO
LONGITUD	72° 07' 27.3"	PROV.	URUBAMBA
ALTITUD	2 863 m.s.n.m.	DIST.	URUBAMBA

TEMPERATURA MINIMA MEDIA MENSUAL EN (°C)

Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1992	8.9	9.4	8.3	6.6	4.9	3.0	0.5	3.2	5.5	7.3	8.0	8.5
1993	9.0	8.9	8.5	7.8	4.8	1.2	2.1	3.1	5.1	7.8	9.7	9.4
1994	9.6	9.5	9.1	8.2	4.9	1.9	1.0	2.3	6.0	7.6	8.9	9.4
1995	9.6	9.5	9.2	7.1	4.0	2.5	3.3	4.2	5.5	7.8	8.6	8.6
1996	9.3	9.8	9.3	8.3	5.7	1.8	1.1	3.9	6.1	7.6	8.2	9.1
1997	9.7	9.0	8.6	6.9	4.4	1.4	1.4	4.0	6.1	8.2	9.6	10.1
1998	10.3	10.7	9.8	8.2	3.0	2.8	1.3	3.3	5.1	8.0	8.6	8.4
1999	8.6	7.9	8.2	7.5	5.3	3.2	1.1	2.7	6.3	7.0	7.8	8.9
2000	9.0	9.2	8.9	7.4	5.6	3.3	2.4	3.8	6.2	8.3	7.9	8.5
2001	9.6	9.5	9.4	6.8	5.4	3.0	3.4	2.5	6.3	8.6	9.5	9.6
2002	9.6	10.3	9.7	8.8	5.1	4.4	4.0	2.6	6.4	8.5	9.1	9.6
2003	10.0	10.0	9.8	7.6	5.6	4.6	1.9	4.1	5.1	7.5	8.7	9.6
2004	10.0	9.2	9.3	7.9	5.4	2.7	2.2	3.2	6.5	8.2	9.2	9.5
2005	10.0	10.3	10.0	8.3	2.9	1.6	3.6	5.9	8.8	9.1	10.3	
2006	9.7	9.8	9.7	8.0	3.7	4.6	0.8	4.4	6.7	8.6	9.3	9.7
2007	10.5	9.8	9.8	8.6	6.0	2.6	3.1	2.9	5.6	7.7	8.8	9.4
2008	9.3	8.5	8.0	6.7	3.7	1.8	2.2	4.7	5.7	8.5	8.9	9.1
2009	8.6	8.4	8.0	8.0	4.3	2.4	2.7	3.7	6.4	7.6	9.5	9.2
2010	8.7	9.6	8.6	5.0	2.8	2.8	3.0	4.2	6.8	8.4	9.3	9.4
2011	9.3	8.5	8.3	7.5	4.4	2.7	2.0	3.5	5.7	7.7	8.2	8.1

*Preparado para
"Bachiller GONZALO GALVEZ CARDENAS"



Jr.: José Santos Chocano G-18
Urb. Santa Mónica- Cusco
Tel: 235-181. RPM.*614724
Email: dr12-cusco@senamhi.gob.pe
www.senamhi.gob.pe



PERÚ

Ministerio del Ambiente

Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú - SENAMHI

Dirección Regional de Cusco

2007-2016 "DECENIO DE LAS PERSONAS CON DISCAPACIDAD EN EL PERÚ"
"AÑO DE LA INTEGRACION NACIONAL Y EL RECONOCIMIENTO DE NUESTRA DIVERSIDAD"

ESTACIÓN URUBAMBA

LATITUD	13° 18' 37.0"	DPTO	CUSCO
LONGITUD	72° 07' 27.3"	PROV.	URUBAMBA
ALTITUD	2 863 m.s.n.m.	DIST.	URUBAMBA

TEMPERATURA MAXIMA MEDIA MENSUAL EN (°C)

Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1992	22.5	22.3	22.9	23.7	24.1	20.7	20.3	20.9	22.0	22.6	22.9	22.7
1993	21.2	21.8	21.7	21.8	23.4	23.2	22.1	21.4	22.0	22.9	22.7	22.1
1994	21.3	21.3	21.4	21.5	22.8	21.9	21.9	22.8	22.5	22.7	23.0	22.5
1995	22.1	22.2	21.4	23.3	23.9	22.7	22.8	23.9	22.6	23.9	22.8	22.5
1996	20.9	21.4	21.8	21.4	22.7	22.1	21.7	21.4	22.7	23.2	22.5	21.5
1997	21.6	20.4	21.4	22.2	22.3	22.8	22.8	21.0	22.9	24.1	23.5	23.0
1998	23.0	23.4	23.6	24.5	24.5	22.3	23.6	23.7	24.1	23.3	23.2	22.1
1999	21.8	20.9	20.2	21.3	22.3	22.7	21.3	22.9	22.5	22.1	24.2	22.5
2000	21.2	21.6	21.8	23.6	24.0	22.7	22.4	23.0	24.2	22.8	25.4	23.3
2001	20.9	20.8	21.4	22.3	23.1	22.5	22.0	22.8	24.2	24.6	24.0	24.1
2002	23.4	21.9	22.7	22.9	23.1	23.1	20.3	23.1	23.3	23.2	23.3	23.0
2003	22.6	23.3	22.7	23.5	23.1	23.1	22.3	22.1	23.4	24.8	24.6	22.4
2004	21.9	21.6	22.6	23.6	23.5	20.9	20.3	20.8	22.5	23.0	23.2	23.0
2005	22.8	22.0	22.4	23.3	22.9	22.3	23.5	22.1	22.6	23.3	22.4	22.4
2006	20.9	22.2	21.4	22.2	23.0	22.0	22.9	22.7	23.5	23.3	22.1	21.9
2007	22.5	21.9	21.5	21.9	22.6	23.3	21.3	23.0	22.1	23.0	23.2	22.5
2008	20.3	21.7	21.1	22.7	22.8	22.8	22.7	23.7	23.6	23.0	24.0	21.4
2009	21.2	21.2	21.6	22.9	23.1	23.4	21.9	23.7	24.2	24.6	23.0	21.7
2010	21.6	22.3	22.4	23.8	23.4	23.3	23.5	26.2	26.0	25.8	25.8	24.2
2011	23.5	22.2	22.8	23.9	24.9	24.4	23.1	24.4	24.0	24.9	26.2	23.1

*Preparado para
"Bachiller GONZALO GALVEZ CARDENAS"



Jr.: José Santos Chocano G-18
Urb. Santa Mónica- Cusco
Tel: 235481, RPM. *614724
Email: dr12-cusco@senamhi.gob.pe
www.senamhi.gob.pe



PERÚ

Ministerio
del Ambiente

Servicio Nacional de Meteorología
e Hidrología del Perú - SENAMHI

Dirección Regional
de Cusco

2007-2016 "DECENIO DE LAS PERSONAS CON DISCAPACIDAD EN EL PERÚ"
"AÑO DE LA INTEGRACION NACIONAL Y EL RECONOCIMIENTO DE NUESTRA DIVERSIDAD"

ESTACIÓN URUBAMBA

LATITUD	13° 18' 37.0"	DPTO	CUSCO
LONGITUD	72° 07' 27.3"	PROV.	URUBAMBA
ALTITUD	2 863 m.s.n.m.	DIST.	URUBAMBA

PRECIPITACION TOTAL MENSUAL EN (mm)

Año	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
1992	95.5	77.3	40.5	9.5	0.0	40.5	0.0	32.0	1.5	22.5	60.0	27.0
1993	128.0	82.0	57.5	39.0	2.0	0.0	2.5	28.0	4.0	30.0	79.0	120.0
1994	117.0	96.6	110.0	34.5	2.0	0.0	0.0	0.0	23.5	51.5	29.5	151.5
1995	72.2	42.1	81.3	10.9	2.2	1.0	0.3	0.0	14.5	35.1	55.0	95.5
1996	88.4	77.5	50.6	53.6	13.2	0.4	0.1	11.6	5.0	35.1	46.9	73.8
1997	88.6	124.7	98.5	8.5	2.3	0.0	0.0	8.3	6.2	10.1	73.0	84.9
1998	54.7	73.2	26.7	10.4	4.0	0.7	0.0	0.4	1.7	22.2	49.7	47.0
1999	124.2	122.3	66.1	29.6	17.5	0.8	0.1	0.0	23.7	20.3	52.2	125.5
2000	172.0	92.9	87.3	6.5	6.4	8.8	0.8	0.1	15.6	63.9	19.7	76.0
2001	167.2	86.9	102.2	7.2	8.4	0.0	16.9	11.6	10.0	72.9	64.2	62.1
2002	126.3	117.8	78.3	50.1	5.8	5.0	62.7	1.8	2.5	64.5	52.1	135.5
2003	96.9	74.3	124.3	12.9	4.3	8.4	1.2	18.0	1.0	31.7	32.5	94.4
2004	123.9	87.2	75.3	15.2	1.5	30.6	21.5	10.3	6.2	39.9	34.5	78.7
2005	47.6	97.0	62.7	20.8	0.0	0.0	1.6	1.9	11.7	10.9	51.1	82.0
2006	111.8	92.8	68.9	33.5	0.0	1.9	0.0	4.0	9.6	50.1	64.6	82.0
2007	56.8	79.0	82.6	42.4	4.6	0.0	1.9	0.1	0.0	57.4	61.0	74.1
2008	98.3	83.2	72.2	4.6	7.1	2.8	0.6	3.1	3.9	35.5	92.2	121.4
2009	152.0	114.1	63.7	10.9	6.3	0.1	2.7	1.6	8.9	4.6	128.0	76.9
2010	188.2	129.7	101.3	13.2	2.2	0.0	2.5	8.2	5.0	46.6	23.9	114.6
2011	100.4	149.9	81.4	44.7	12.6	17.9	15.7	4.8	25.2	38.9	26.1	145.2

*Preparado para
"Bachiller GONZALO GALVEZ CARDENAS"



Jr. José Santos Chocano G-18
Urb. Santa Mónica- Cusco
Tel. 235481. RPM.*614724
Email: dr12-cusco@senamhi.gob.pe
www.senamhi.gob.pe

ANEXOS 05

FICHAS DE CARACTERIZACIÓN DE DISTURBIOS Y DE SUELOS

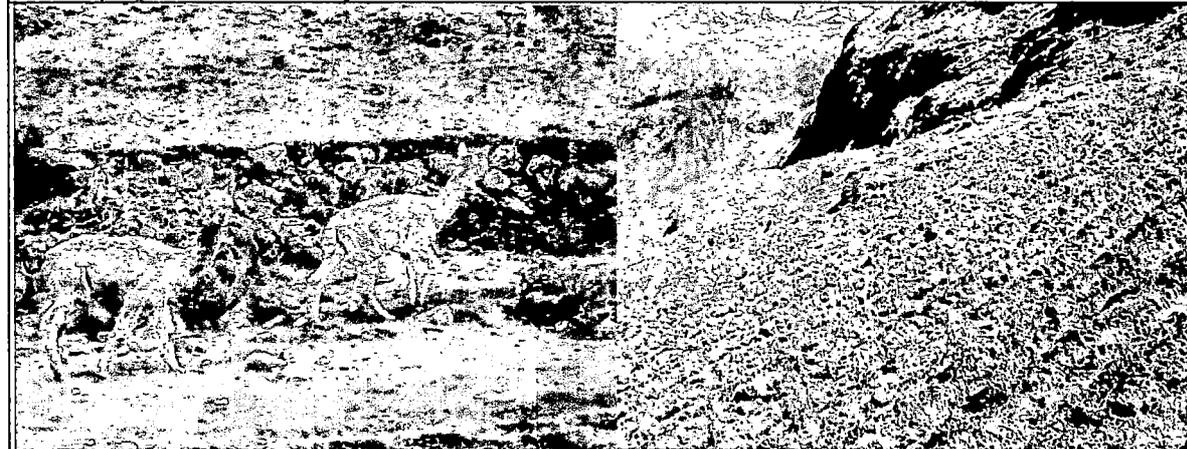
DISTURBIOS.



Se observa que la población tala los bosques de queuña en los diferentes parches de bosques, dándoles diferentes fines. En algunos casos se observó que se talaban no solamente los árboles muertos sino también árboles vivos.



Los disturbios de origen natural también afectan a la permanencia de los bosques, se observa que los deslizamientos de rocas provocan la caída de árboles y la consiguiente perturbación de los microsítios de las plántulas. En otros casos la intensidad de la lluvia provoca la caída de los mismos. En la riberas del río con el aumento del caudal también arrastra a los árboles de *Polylepis* corriente abajo.

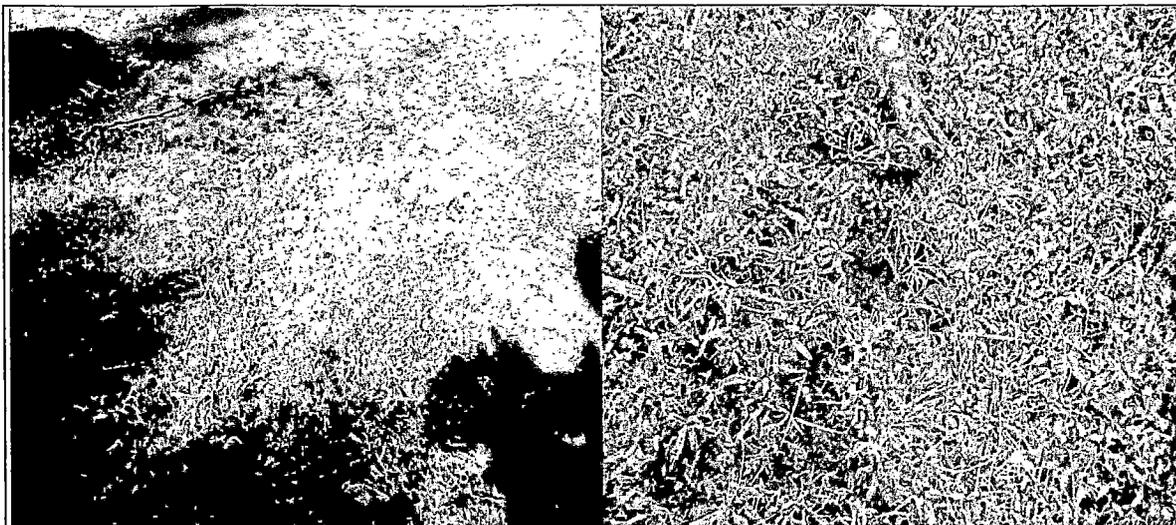


La población lleva a pastar al ganado en las diferentes áreas de la microcuenca, siendo una de

estas los interiores de los bosques donde las plántulas se encuentran en riesgo a ser engestadas o pisoteadas por los animales que pasan.



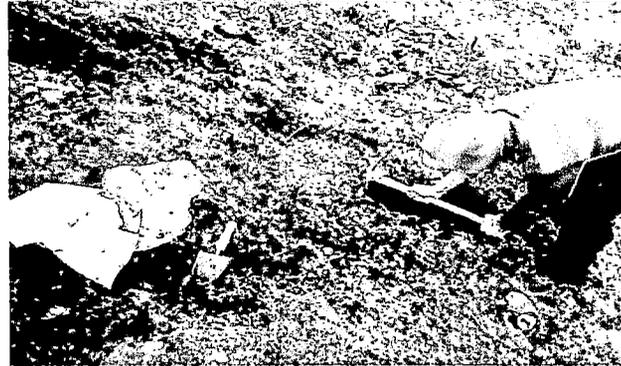
La expansión agrícola como también la instalación de corrales requiere de espacios que son ocupados por los bosques de queuña, entonces estos son talados y pierden área frente a las necesidades de la comunidad que requiere de espacio para su sustentación.



En las temporadas de estío hídrico se presentan los fenómenos de heladas, que ocurren en las noches en los andes. Se observa que la formación de escarcha sucedió en las afueras del bosque (foto izquierda) en cambio en el interior del bosque la formación solo se focalizo en el borde hasta cierta área donde luego no había presencia de escarcha (foto derecha).

FICHA DE DESCRIPCIÓN DE LOS PUNTOS DE MUESTREO DE SUELOS

A. Descripción de la ubicación (SOIL 1): Cubierto únicamente de gramíneas, en algunas partes se observa musgos en la superficie, se observa afloramiento de rocas de diferentes tamaños. En ocasiones se observaba desprendimientos de rocas en las partes altas. El afloramiento de rocas cubre la mayor parte del suelo.



B. Condición climática: Las muestras se recolectaron durante una garua. Mes de Noviembre.

C. Ubicación coordenadas UTM:
X: 821816 Y: 8535576 Z:4067
msnm

A. Descripción de la ubicación (SOIL 2): Cubierto de hojarasca, ramas de árboles de *Polylepis*, en algunas zonas se encontraban plantas arbustivas. Se observan rocas de gran tamaño en el suelo.



B. Condición climática: Las muestras se recolectaron durante una garua. Mes de Noviembre.

C. Ubicación coordenadas UTM:
X: 822711 Y: 8535729 Z:4067
msnm

A. Descripción de la ubicación (SOIL 3): Cubierto de gramíneas y en algunas partes de arbustos. En muchas partes se ve conos de derrubio. Algunas zonas cubiertas de musgos. El afloramiento de rocas es abundante en el suelo.

B. Condición climática: Las muestras se recolectaron durante una garua. Mes de Noviembre.

C. Ubicación coordenadas UTM:
X: 821656 Y: 8535228 Z:4067
msnm



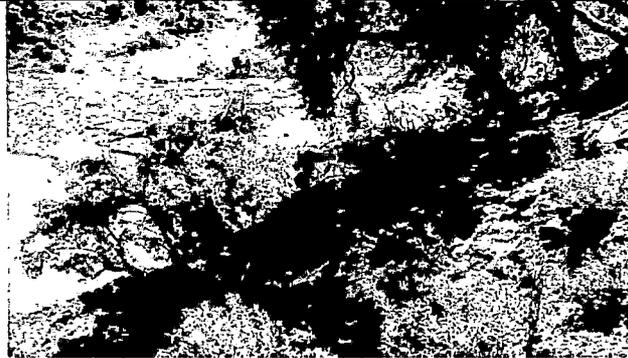
A. Descripción de la ubicación (SOIL 4): Suelo en su mayoría cubierto de hojarasca, presencia de hongos en la mayoría del suelo. Presencia de arbustos en la base de los árboles y de musgos sobre las rocas, se observa rocas de gran tamaño solamente.

B. Condición climática: Las muestras se recolectaron durante una garua. Mes de Noviembre.

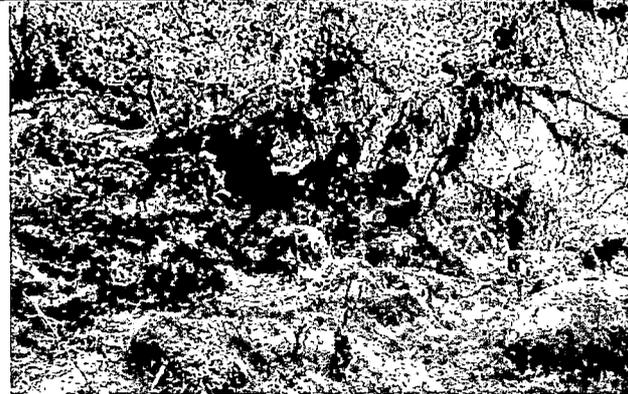
C. Ubicación coordenadas UTM:
X: 821612 Y: 8535278 Z:4067
msnm



- A. Descripción de la ubicación (SOIL 5): Presencia de arbustos, gramíneas y algunos árboles de Polylepis. Partes del suelo cubierto con musgos. Se observan rocas de mediano a gran tamaño, que cubren la mitad del suelo.
- B. Condición climática: Las muestras se recolectaron durante una garua. Mes de Noviembre.
- C. Ubicación coordenadas UTM:
X: 822206 Y: 8533971 Z:4067 msnm



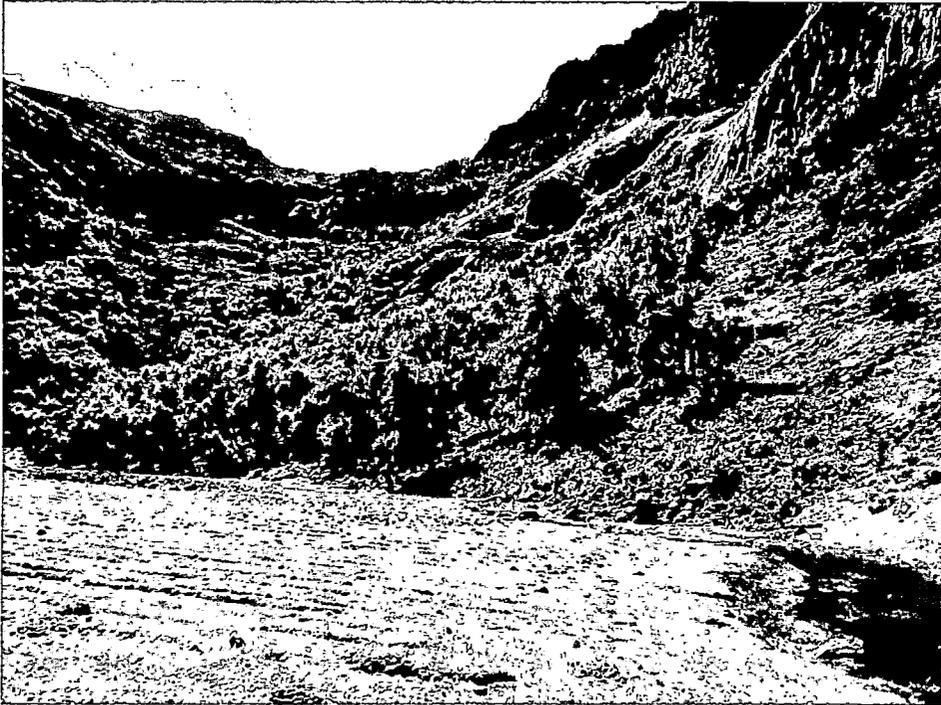
- A. Descripción de la ubicación (SOIL 6): Suelo cubierto de musgos en su gran mayoría. Poca presencia de hojarasca en el suelo. Presencia de arbustos y gramíneas en menor número. Los afloramientos rocosos están cubiertos por los musgos, son de gran tamaño.
- B. Condición climática: Las muestras se recolectaron durante una garua. Mes de Noviembre.
- C. Ubicación coordenadas UTM:
X: 822216 Y: 8533901 Z:4067 msnm



ANEXO 6

FOTOGRAFIAS DE ZONA DE

ESTUDIO



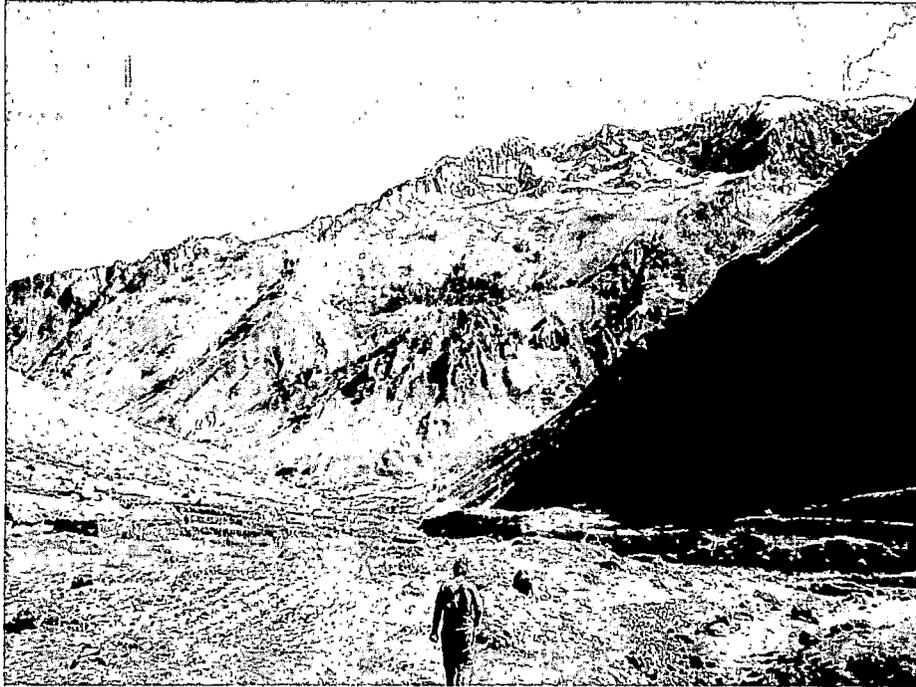
FOTOGRAFIA 01 Bosque de *Polylepis racemosa* (Nor-oeste de la comunidad)

Autor: Gálvez Cárdenas Gonzalo

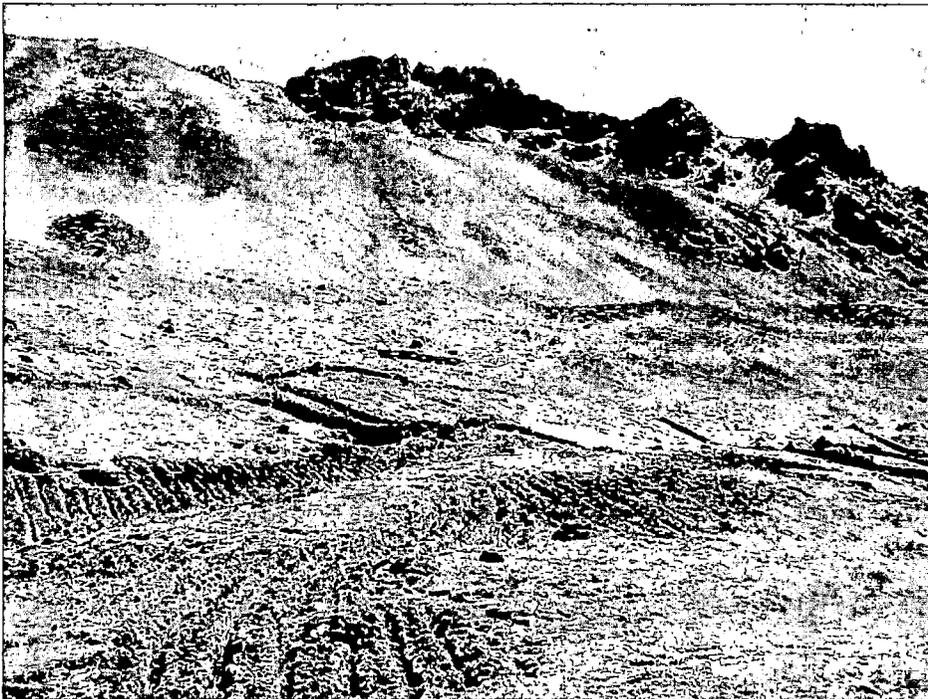


FOTOGRAFIA 02 Nevado del Chicón

Autor: Gálvez Cárdenas Gonzalo



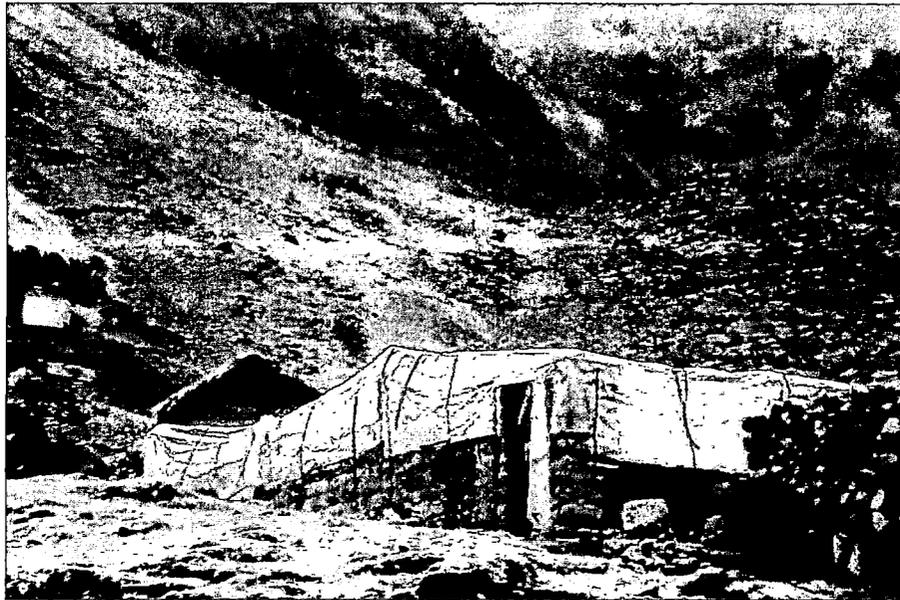
FOTOGRAFIA 03 Cultivos de papa y nevado del Chicón
Autor: Gálvez Cárdenas Gonzalo



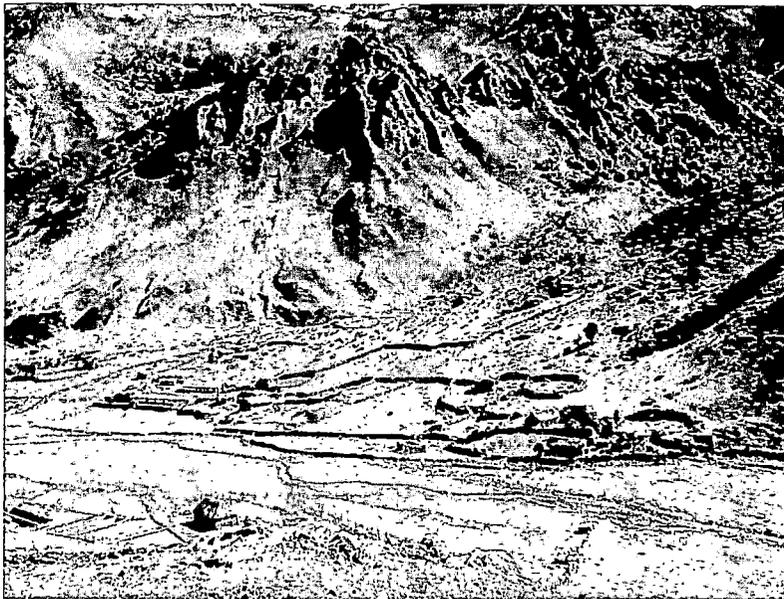
FOTOGRAFIA 04 Cultivos de papa (Nor-este de la comunidad)
Autor: Gálvez Cárdenas Gonzalo



FOTOGRAFIA 05 Interior del invernadero del colegio de la comunidad
Autor: Gálvez Cárdenas Gonzalo

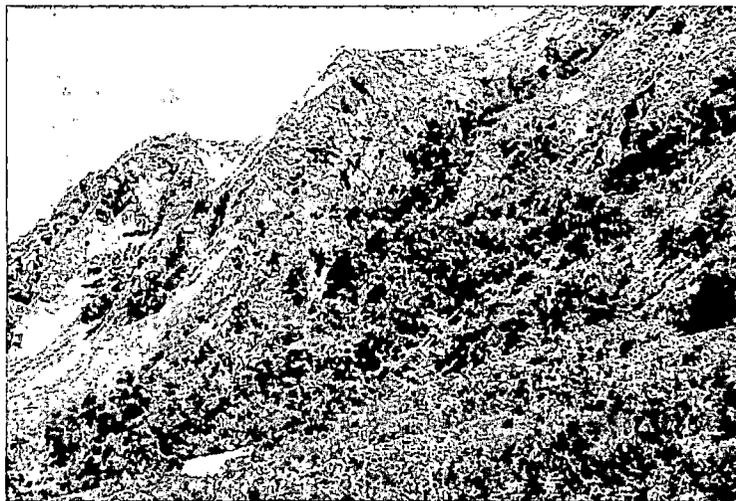


FOTOGRAFIA 06 Exterior del invernadero de la comunidad
Autor: Gálvez Cárdenas Gonzalo



FOTOGRAFIA 07 Comunidad campesina de Cancha-Cancha

Autor: Gálvez Cárdenas Gonzalo



FOTOGRAFIA 08 Bosque de *Polylepis racemosa* y *Polylepis subsericans* (Nor-oeste de la comunidad)

Autor: Gálvez Cárdenas Gonzalo

ANEXOS 07
TABLAS BASE

TABLA 01
Profundidad efectiva en cada sub grupo

SUB-GRUPO	MARCA	PROFUNDIDAD cm					
		SOIL 1	SOIL 2	SOIL 3	SOIL 4	SOIL 5	SOIL 6
sub grupo 1	1	15.50	15.50	3.00	19.80	3.00	19.00
	2	17.80	17.80	24.00	24.40	24.00	24.00
	3	8.80	8.80	32.00	33.60	32.00	33.00
	4	25.80	25.80	29.50	31.50	29.50	31.50
	5	21.60	20.60	30.00	26.80	30.00	20.80
	6	28.90	28.90	25.50	27.00	25.50	27.00
sub grupo 2	1	8.70	8.70	23.00	24.00	23.00	24.00
	2	5.10	5.10	6.50	11.20	6.50	11.20
	3	11.10	11.10	16.00	18.80	17.00	18.80
	4	11.80	11.80	19.00	19.10	19.00	19.10
	5	8.80	8.80	29.00	28.00	29.00	25.70
	6	7.80	7.80	24.00	25.30	24.00	21.50
sub grupo 3	1	12.60	12.60	16.50	18.10	17.50	18.20
	2	6.00	6.00	23.50	23.00	23.50	23.70
	3	5.00	5.00	23.00	27.00	23.00	25.00
	4	7.90	7.90	16.50	18.10	16.50	18.10
	5	9.40	9.40	22.50	21.90	22.50	26.90
	6	12.70	12.70	26.50	29.70	26.00	29.50
sub grupo 4	1	19.10	19.10	22.50	23.40	22.50	23.60
	2	31.20	31.20	10.00	13.70	13.00	13.70
	3	19.50	17.50	5.00	21.00	5.00	21.10
	4	10.90	10.90	25.50	21.30	25.50	26.30
	5	13.00	13.00	17.50	16.50	17.50	15.50
	6	22.70	22.70	18.00	14.90	18.00	15.10
PROMEDIO		14.24 cm	13.23 cm	20.35 cm	22.42 cm	21.57 cm	22.06 cm

FUENTE: Elaborado en base a los datos de campo

Tabla 02
Característica de la profundidad efectiva en cada punto de muestreo

PUNTO DE MUESTREO	PROFUNDIDAD EFECTIVA cm	CARACTERISTICA
SOIL 1	14.24	Muy superficial
SOIL 2	13.23	Muy superficial
SOIL 3	20.35	Superficial
SOIL 4	22.42	Superficial
SOIL 5	21.57	Superficial
SOIL 6	22.06	Superficial

FUENTE: Elaborado en base a los datos de la Tabla 01

TABLA 03
Frecuencia de *Polylepis* en el bosque

# TRANSECTO	ÁREA DE MUESTREO		
	LINEA 1	LINEA 2	LINEA 3
1	1	3	1
2	2	0	5
3	2	1	2
4	0	0	2
5	1	1	1
6	0	0	2
7	1	1	4
8	0	2	0
9	0	1	3
10	3	1	0
11	4	0	5
12	1	1	3
13	0	0	4
14	3	0	2
15	1	1	3
16	1	1	2
17	2	0	0
18	2	2	3
19	3	0	1
20	5	0	3
FRECUENCIA	0.32	0.15	0.46

FUENTE: Elaborado en base a los datos de campo

TABLA 04
Frecuencia de *Polylepis* en el banco de semillas

# CUADRANTE	ÁREA DE MUESTREO		
	LINEA 1	LINEA 2	LINEA 3
1	0	0	25
2	0	0	18
3	0	0	14
4	0	0	20
5	0	0	17
6	0	0	14
7	5	0	4
8	2	0	9
9	7	0	13
10	9	0	5
11	10	0	7
12	5	1	0
13	3	0	0

14	0	0	4
15	0	0	15
16	6	0	25
17	7	1	13
18	3	0	10
19	16	0	6
20	19	0	4
FRECUENCIA	0.18	0.004	0.45

FUENTE: Elaborado en base a los datos de campo

TABLA 05
Géneros identificados y número de individuos para IDLE 1

Género	Número de individuos (E 1-n)	BIOTIPOS
<i>Cladonia sp</i>	1	Compuesto
<i>Collema sp</i>	2	Gelatinoso
<i>Dirinaria sp</i>	1	Foliáceo
<i>Hypogymnia sp</i>	3	Foliáceo
<i>Hypotrachyna sp</i>	1	Foliáceo
<i>Peltigera sp</i>	2	Foliáceo
<i>Phaeophyscia hispidula</i>	4	Foliáceo
<i>Physcia sp</i>	1	Foliáceo
<i>Pseudocyphellaria sp</i>	1	Foliáceo
<i>Sticta sp</i>	3	Foliáceo
<i>Usnea sp</i>	7	Fruticuloso
TOTAL	26	

FUENTE. Muestras identificadas

Las muestras colectadas para el parche de bosque IDLE 2 fueron en total de 11 individuos de los cuales se encuentran reunidos en 3 géneros identificados.

TABLA 06
Géneros identificados y número de individuos para IDLE 2

Género	Número de individuos (E 1-n)	BIOTIPOS
<i>Collema sp</i>	2	Gelatinoso
<i>Peltigera sp</i>	2	Foliáceo
<i>Usnea sp</i>	7	Fruticuloso
TOTAL	11	

FUENTE. Muestras identificadas

Las muestras colectadas para el parche de bosque IDLE 3 fueron en total de 58 individuos de los cuales se encuentran reunidos en 8 géneros identificados.

CUADRO 07

Géneros identificados y número de individuos para IDLE 3

Género	Número de individuos (E 1-n)	BIOTIPOS
<i>Cladonia sp</i>	2	Compuesto
<i>Dirinaria sp</i>	5	Foliáceo
<i>Hypogymnia sp</i>	3	Foliáceo
<i>Hypotrachyna sp</i>	11	Foliáceo
<i>Peltigera sp</i>	6	Foliáceo
<i>Phaeophyscia hispidula</i>	3	Foliáceo
<i>Sticta sp</i>	5	Foliáceo
<i>Usnea sp</i>	23	Fruticuloso
TOTAL	58	

FUENTE. Muestras identificadas

CUADRO 08

Áreas de los parches de bosque para *Polylepis racemosa*

Número de parche	Área del parche Ha
1	0.4214
2	0.227
3	0.146
4	2.214067
5	0.098011
6	0.792918
7	0.805505
8	8.004479
9	0.188164
10	0.044808
11	0.468795
12	0.435162
13	1.033231
14	0.229363
15	0.232422
16	5.623517
17	0.129885
18	0.086682
19	0.052371
20	0.050308
21	0.041771
22	0.045222
23	0.040712
24	0.05538
25	0.012068
26	0.091925

27	0.114195
28	0.14968
TOTAL	21.835041

FUENTE: Datos tratados en ARCGIS 10

CUADRO 09

Áreas de los parches de bosque para *Polylepis subsericans*

Número de parche	Área del parche Ha
1	0.120691
2	0.840525
3	0.230371
4	0.277275
5	0.384394
6	0.111521
7	0.074887
TOTAL	2.039664

FUENTE: Datos tratados en ARCGIS 10

CUADRO 10

Porcentaje aproximado de bosque de 1970 y porcentaje de bosque actual

CATEGORÍA	ÁREA Ha	PORCENTAJE %
ACTUAL	23.88	29.81
PERDIDO	56.22	70.19
BOSQUE 1970	Aprox. 80.1	100

FUENTE: en base a las Cuadros de anexos 08 y 09 y de Mapa 04

CUADRO 11

Cuadernillo de entrevista

1.- ¿Qué animales usted posee?
2.- ¿Qué lugares sus animales pastan?
3.- ¿Qué cultivos son los que usted trabaja?
4.- ¿Qué usos le da al árbol de queuña?
5.- ¿Utiliza otros árboles como el eucalipto?
6.- ¿Alguna ONG o agente del estado realizo algún trabajo en la comunidad? ¿Se tomo en cuenta el bosque de queuña?
7.- ¿En qué lugares antes hubo árboles de queuña?
8.- Si se trabajara para recuperar el bosque de queuña ¿Estaría a favor de la obra?
9.- ¿Qué problemas ambientales (incremento del río, caída de rocas entre otras) se presentan en la comunidad durante el año?

FUENTE: ELABORACION PROPIA