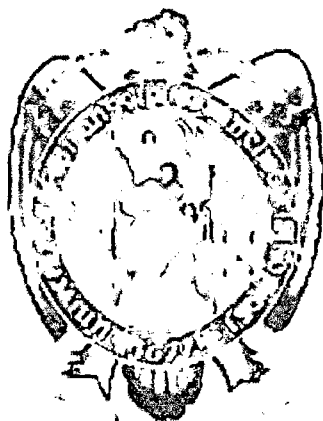


UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN CRISTOBAL DE HUAMANGA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA DE FORMACIÓN PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



**“DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA Y SITUACIÓN ACTUAL DEL
QUEÑUAL (*Polylepis sp*) EN LAS PROVINCIAS DE FAJARDO,
CANGALLO, VILCASHUAMÁN - AYACUCHO”**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO AGRÓNOMO

PRESENTADO POR:

MARCELINO GUTIÉRREZ HUAMANÍ

AYACUCHO – PERU

2009

**“DISTRIBUCION GEOGRÁFICA Y SITUACIÓN ACTUAL DEL
QUEÑUAL (*Polylepis sp*) EN LAS PROVINCIAS DE FAJARDO,
CANGALLO, VILCASHUAMAN – AYACUCHO”**

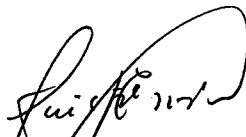
Recomendado : 03 de junio de 2009
Aprobado : 05 de junio de 2009



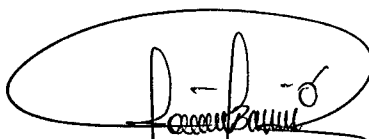
ING. ALEX LAZARO TINEO BERMUDEZ
Presidente del Jurado



M.Sc. ING. RÓMULO AGUSTIN SOLANO RAMOS
Miembro del Jurado



M.Sc. ING. JOSÉ ANTONIO QUISPE TENORIO
Miembro del Jurado



M.Sc. ING. ROLANDO BAUTISTA GÓMEZ
Miembro del Jurado

M.Sc. ING. FRANCISCO CONDEÑA ALMORA
Decano de la Facultad de Ciencias Agrarias

DEDICATORIA

Con gratitud y amor a mis padres
V́ctor y Teófila quienes me brindan
su apoyo constante en todo momento
para el logro de mi carrera.

A las luces que iluminan mi vida y
los senderos buenos a donde voy. A
todos mis hermanos por su
comprensión y ayuda en todo
momento; mi reconocimiento y
gratitud a: Félix, Oscar, Liliana por
haberme impartido sus sabios
consejos.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga; en especial a la Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela de Formación Profesional de Agronomía, alma mater de mi formación profesional y a mis profesores de Ciencias Agrarias por sus valiosas enseñanzas y conocimientos que me guiaron en mi formación profesional.

A la Institución de INRENA-FORESTAL, que a través de su apoyo hizo posible la realización de la evaluación e inventario forestal en Accomarca y a toda la brigada que me acompañó.

Al señor Carlos Huarancca Leyva, que fue guía para el viaje al bosque natural de Checcyacc, de igual manera al señor Carlos Matta Santibáñez, que me apoyó en la expedición al bosque de Achacmarca.

Al Ing. MSc. Rómulo Solano Ramos gestor y asesor del presente trabajo, por brindarme sus conocimientos y experiencias en la evaluación de los bosques de queñua.

A todas aquellas personas y amistades que de una u otra manera contribuyeron en la ejecución del presente trabajo.

INDICE

	Pág
RESUMEN	i
INTRODUCCIÓN	01
CAPITULO I	
REVISIÓN DE LITERATURA	
1.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES	03
1.2. TAXONOMÍA	04
1.3. ORIGEN	05
1.4. DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA Y ALTITUDINAL DEL GENERO <i>Polylepis</i> sp EN SUDAMÉRICA	05
1.5. DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA Y ALTITUDINAL DEL GENERO <i>Polyllepsis</i> sp EN EL PERÚ	08
1.6. ESPECIES DE <i>Polylepis</i> EN EL PERÚ	11
1.7. EXTENSIÓN DE LOS BOSQUES DE <i>Polylepis</i> EN EL PERÚ	12
1.8. ECOLOGÍA	16
1.9. FACTORES QUE CONDICIONAN LA OCURRENCIA DE LOS BOSQUES DE <i>Polylepis</i>	19
1.9.1. TEMPERATURA, EXPOSICIÓN Y PEDREGOSIDAD	19
1.10. CARACTERÍSTICAS DE LOS BOSQUES DE QUEÑUA	24
1.10.1. VEGETACIÓN ACOMPAÑANTE	24
1.10.2. LA FAUNA DE LOS QUEÑUALES	28
1.11. CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS	31
1.12. DENDROMETRÍA Y ESTRUCTURA DE LOS QUEÑUALES	50
1.13. ANTECEDENTES SOBRE LA SITUACIÓN Y CONSERVACIÓN DE LOS BOSQUES DE <i>Polylepis</i>	52
1.13.1. ESTUDIOS BOTÁNICOS	52
1.13.2. IMPORTANCIA DE LA QUEÑUA	53
1.13.3. USOS Y BENEFICIOS DE LA QUEÑUA COMO ESPECIE	

FORESTAL ANDINA	54
1.14. DESAPARICIÓN DE LOS BOSQUES DE QUEÑUA	56
1.15. DISPOSICIONES LEGALES RELACIONADAS CON LA VEDA DE GÉNEROS LEÑOSOS Y CARBONERO	57
1.16. LEGISLACIÓN APLICADA A LOS BOSQUES DE <i>POLYLEPIS</i>	58

CAPITULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. SELECCIÓN DE LAS ÁREAS DE ESTUDIO	61
2.2. CARACTERÍSTICAS DE LAS ZONAS EN ESTUDIO	61
2.3. METODOLOGÍA	64
2.3.1. NÚMERO Y UNIDADES DE MUESTREO	66
2.3.2. FORMA DE LA MUESTRA	69
2.3.3. PERSONAL DE CAMPO PARA EL INVENTARIO	70
2.3.4. LEVANTAMIENTO DE LA PARCELA	70
2.3.5. CARACTERÍSTICAS DE LAS PARCELAS EN EL CAMPO	71
2.4. DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA	75
2.4.1. FACTORES FISIOGRÁFICOS	75
2.4.1.1. UBICACIÓN DEL BOSQUE DE QUEÑUA	75
2.4.1.2. ACCESIBILIDAD AL BOSQUE	75
2.4.1.3. ÁREA OCUPADA DEL BOSQUE DE QUEÑUA	75
2.4.1.4. ALTITUD DEL BOSQUE	76
2.4.1.5. PENDIENTE DEL BOSQUE	76
2.4.1.6. EXPOSICIÓN DEL BOSQUE	76
2.4.1.7. VERTIENTE	76
2.4.1.8. FORMACIONES FISIOGRÁFICAS	77
2.4.1.9. BOSQUES CON O SIN INFLUENCIA DE PRESENCIA CERCANA DE MASAS DE AGUA	79
2.5. SITUACIÓN ACTUAL DEL QUEÑUAL (<i>POLYLEPIS SP</i>)	82
2.5.1. CARACTERÍSTICAS POBLACIONAL	86
2.5.1.1. ALTURA TOTAL DE LOS ÁRBOLES DE QUEÑUA	86
2.5.1.2. PORCENTAJE DE COBERTURA VEGETAL	86
2.5.1.3. PEDREGOSIDAD SUPERFICIAL	87

2.5.1.4. TIPO DE SUELO	88
2.5.1.5. PROFUNDIDAD DEL SUELO	88
2.5.1.6. REGENERACIÓN NATURAL	88
2.5.1.7. EFECTO DE MUERTE DE LOS QUEÑUALES	89
2.5.2. EVALUACIÓN DENDROGRÁFICA	90
2.5.2.1. MEDICIÓN DASOMÉTRICA	90
2.5.2.2. VOLUMEN	90
2.5.2.3. DENSIDAD	90
2.5.2.4. EXTRACCIÓN DE ÁRBOLES	90
2.6. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA	92
2.6.1. CLAVE PRÁCTICA DE IDENTIFICACIÓN DE ESPECIES EN EL CAMPO	92
2.7. FASE DE GABINETE	96
2.7.1. CUBICACIÓN DE ÁRBOLES	96
2.8. MATERIALES Y EQUIPOS EMPLEADOS	96
2.8.1. EQUIPO DE CAMPO	96
2.8.2. EQUIPO DE COLECCIÓN	97
2.8.3. EQUIPO DE ACAMPAR	97
2.8.4. MATERIAL PUBLICADO	97

CAPITULO III RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA	99
3.1.1. FACTORES FISIAGRÁFICOS	99
3.1.1.1. UBICACIÓN DE LOS BOSQUES DE QUEÑUA EN ESTUDIO	99
3.1.1.2. ACCESIBILIDAD A LOS BOSQUES DE QUEÑUA EN ESTUDIO	103
3.1.1.3. ÁREA OCUPADA DE LOS BOSQUES DE QUEÑUA EN ESTUDIO	104
3.1.1.4. ALTITUD DE LOS BOSQUES DE QUEÑUA EN ESTUDIO	105
3.1.1.5. PENDIENTE DE LOS BOSQUES DE QUEÑUA EN ESTUDIO	107

3.1.1.6. EXPOSICIÓN DE LOS BOSQUES DE QUEÑUA EN ESTUDIO	108
3.1.1.7. VERTIENTE	109
3.1.1.8. FORMACIONES FISIAGRÁFICAS DE LOS BOSQUES DE QUEÑUA EN ESTUDIO	110
3.1.1.9. BOSQUES CON O SIN INFLUENCIA DE PRESENCIA CERCANA DE MASAS DE AGUA	110
3.2. SITUACIÓN ACTUAL DE LOS BOSQUES DE QUEÑUA (<i>Polylepis sp</i>)	112
3.2.1. EVALUACIÓN DENDROGRÁFICA	112
3.2.1.1. MEDICIÓN DASOMÉTRICA	112
3.2.1.1.1. VOLUMEN	112
3.2.1.1.2. DENSIDAD (TOTAL DE ÁRBOLES	115
3.2.1.1.3. ÁRBOLILLOS EN REGENERACIÓN	117
3.2.1.1.4. ÁRBOLES MADERABLES	120
3.2.1.1.5. ÁRBOLES MUERTOS	121
3.2.1.2. CARACTERÍSTICA POBLACIONAL	124
3.2.1.2.1. ALTURA	124
3.2.1.2.2. COBERTURA VEGETAL PORCENTAJE/ha	125
3.2.1.2.3. PORCENTAJE DE PEDREGOSIDAD SUPERFICIAL	126
3.2.1.2.4. PROFUNDIDAD DEL SUELO (cm.)	127
3.2.1.2.5. TIPO DE SUELO	128
3.3. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA	129
3.4. DISCUSIÓN GENERAL	137
3.5. DISCUSIÓN ACERCA DE LA METODOLOGÍA	144

CAPITULO IV CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES	148
4.2. RECOMENDACIONES	151
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	152
ANEXO	159

LISTA DE CUADROS

01	Ocurrencia de especies del género <i>Polylepis</i> por países	08
02	Extensión de queñuales en algunos departamentos del Perú	13
03	Distribución de especies de <i>Polylepis</i> en el Perú	14
04	Bosques naturales de <i>Polylepis</i> en Ayacucho	15
05	Producción de plántones forestales (Queñual). Proyecto plan sierra verde	15
06	Ocurrencia de <i>Polylepis</i> en Eco-regiones de Brack y sus sinónimos	23
07	Regiones florísticas del Perú con ocurrencia de <i>Polylepis</i> según diversos autores.	25
08	Flora acompañante del Bosque de <i>Polylepis</i>	26
09	Registros altitudinales mínimas y rango de mayor concentración de poblaciones de <i>Polylepis</i> .	50
10	Comparación entre los criterios de la CONAF para determinar el estado de conservación de las especies y los parámetros evaluados en el presente estudio.	85
11	Resumen de los factores fisiográficos de la distribución geográfica de los bosques en estudio	111
12	Resumen de la situación actual de los bosques de Queñua en estudio	137
13	Muestreo piloto por estrato del bosque de Accomaraca	163
14	Muestreo piloto del bosque de Checyacc	166
15	Muestreo piloto de los sub bosque de Achaccmarca	168
16	Datos obtenidos del muestreo por estratos del bosque de Accomarca	171
17	Simplificación de cálculos del bosque de Accomarca	171
18	Coordenadas U.T.M. del bosque natural de queñua (<i>Polylepis sp</i>) de Accomarca	175
19	Coordenadas U.T.M. del bosque natural de queñua	

	<i>(Polylepis sp)</i> de Checcyac	177
20	Coordenadas U.T.M. del bosque natural de queñua <i>(Polylepis sp)</i> de Achacmarca	178
21	Cuadro resumen por parcelas de los datos tomados en campo del bosque de Accomarca	181
22	Cuadro resumen por parcelas de los datos tomados en campo del bosque de Checcyac	182
23	Cuadro resumen por parcelas de los datos tomados en campo del bosque de Achacmarca	183
24	Estadísticos de la densidad de árboles de los bosques en estudio	184
25	Estadísticos de la regeneración de los bosques en estudio	184
26	Estadísticos N° de plantas/ha de árboles maderables de los bosques en estudio	184
27	Estadísticos N° de árboles muertos por factores Naturales de los bosques en estudio	185
28	Estadísticos de la altura de árboles de los bosques en estudio	185
29	Estadísticos del porcentaje de cobertura vegetal de los bosques en estudio	185
30	Estadísticos del porcentaje de pedregosidad superficial de los bosques en estudio	186
31	Estadísticos de la profundidad del suelo en cm. de los bosques en estudio	186
32	Estadísticos del porcentaje de materia orgánica de los bosques en estudio	186

LISTA DE GRÁFICOS

01	Rangos altitudinales de las especies de <i>Polylepis</i>	07
02	Curvas de temperatura de la superficie del suelo, a -20 cm y del aire a + 20 cm para las exposiciones norte y sur en el cerro de Puno (adaptado de Grace, 1988)	20
03	Configuración altitudinal teórica para <i>Polylepis sp</i> en La cordillera occidental del sur peruano	22
04	Fenofases del Queñua	36
05	Propagación de la Queñua por esquejes	38
06	Propagación por acodos	44
07	Mapa de ubicación del área de estudio Accomarca - Vilcas Huamán	62
08	Mapa de ubicación del área de estudio Checcyacc - Fajardo	63
09	Mapa de ubicación del área de estudio Achacmarca - Cangallo	64
10	Consideración de árboles sobre la brecha y borde de Parcela. Adaptado de ANEPET 1991	72
11	Forma de corregir una pendiente en terrenos inclinados	72
12	Croquis del área de muestreo	73
13	Croquis del área de muestro	74
14	Cerros con afloramientos rocosos	77
15	Valle glaciar	78
16	Presentación esquemática de distribución de la vegetación según la influencia de presencia de masas de agua	80
17	Diversos casos de medición de parámetros del árbol	91
18	<i>Polylepis incana</i>	93
19	<i>Polylepis racemosa</i>	94
20	<i>Polylepis weberbaueri</i>	95

21	Bosque de Accomarca	100
22	Bosque de Checcya	101
23	Bosque de Achacmarca	102
24	Volumen en m^3 /ha de los bosques en estudio	112
25	Densidad total de plantas/Ha de los bosques en estudio	115
26	Regeneración número de plantas/ha de los bosques en estudio	117
27	Regeneración natural en porcentajes de los bosques en estudio	119
28	Árboles maderables número de plantas/ha de los bosques en estudio	120
29	Árboles muertos (FN) número de plantas/Ha de los bosques en estudio	121
30	Árboles muertos (FH) número de plantas/ha de los bosques en estudio	122
31	Altura de los bosques en m de los bosques en estudio	124
32	Porcentaje de cobertura/ha de los bosques en estudio	125
33	Porcentaje de pedregosidad/ha de los bosques en estudio	126
34	Profundidad del suelo en cm de los bosques en estudio	127
35	Porcentaje de materia orgánica de los bosques en estudio	128
36	Índice de valor de importancia de los bosques en estudio respecto a su dendrografía.	141
37	Índice de valor de importancia según su regeneración.	142
38	División del bosque de Accomarca para determinar el tamaño de muestra	161
39	Bosque natural de <i>Polylepis</i> de Checcyacc	165
40	Bosque natural de <i>Polylepis</i> de Achacmarca	167

LISTA DE FOTOGRAFÍAS

01	Rama Terminal (<i>Polylelipsis incana</i>)	131
02	Foliolo visto por el haz (<i>Polylelipsis incana</i>)	132
03	Rama Terminal (<i>Polylelipsis incana</i>)	133
04	Foliolo visto por el haz y envez (<i>Polylelipsis incana</i>)	134
05	Rama Terminal (<i>Polylelipsis incana</i>)	135
06	Foliolo visto por el haz y envez (<i>Polylelipsis incana</i>)	136
07	Bosque natural de Queñua de Accomarca - Vilacashuaman	187
08	Bosque natural de Queñua de Checcyacc - Víctor Fajardo	187
09	Bosque natural de Queñua de Achaccmarca - Cangallo	188
10	Bosque natural de Queñua con afloramiento rocoso Achaccmarca	188
11	Bosque natural de Queñua de Achaccmarca con Influencia de masas cercanas de agua con puquiales o manantiales	189
12	Brigada de apoyo (INRENA) bosque de Accomarca	189
13	Medición de los árboles de queñua, bosque de Checcyacc	190
14	Muerte de los árboles factor natural, bosque de Checcyacc	190
15	Muerte de los árboles factor natural, bosque de Achaccmarca	191
16	Ubicación de coordenadas UTM del bosque de Achaccmarca con GPS	191

RESUMEN

Se realizó la evaluación de la distribución geográfica y situación actual del Queñual (*Polylepis sp*) en las provincias de Fajardo, Cangallo y Vilcashuamán del Departamento de Ayacucho con la finalidad de determinar la especie más importante en el ámbito de estudio, se colectó muestras de las ramitas, mediante las claves se determinó la especie más dominante.

Para determinar la situación actual en el ámbito de estudio se determinó en primer lugar la cantidad de arbolitos en regeneración natural y la cantidad de árboles muertos debido a factores naturales y factores humanos, como consecuencia el grado de conservación o el grado de depredación de esta especie.

En el estudio se realizó un inventario forestal para determinar los factores ecológicos que influyen en su regeneración, distribución y población de los bosques de *Polylepis sp*.

La extracción de leña, pastoreo con ganado son los principales problemas que ocasionan la destrucción del bosque. Todos estos

factores ligados íntimamente a la sobrevivencia de los campesinos altoandinos.

A fin de salvaguardar la conservación de los recursos genéticos forestales de las punas es necesario desarrollar estrategias y políticas de carácter integral que conjuguen armónicamente la convivencia entre el hombre y la naturaleza.

INTRODUCCIÓN

El Queñual (*Polylepis sp*), especie forestal nativa de gran importancia económica, social y ambiental para el hombre altoandino así como para el desarrollo de la fauna silvestre, especialmente el ornitológico (aves propias de estos bosques), además de servir de alimento los animales domésticos nativos como la llama y la alpaca que ramonean el árbol.

Sin embargo, los bosques de queñuales presentan una serie de problemas, como por ejemplo, los cambios que han sufrido, debido al incontrolado uso doméstico e industrial. Pues, han sido objeto de una tala discriminada desde la época colonial con fines de producción de energía y en menor medida para la fabricación de mangos de herramientas, construcción de vivienda y diversos trabajos de artesanía, etc.

En la actualidad, no obstante estar protegido oficialmente, persiste su aprovechamiento, muchas veces, irracional, quedando solo

pequeños relictos de bosques o árboles dispersos en áreas cada vez más inaccesibles e inhóspitos de la serranía.

La hipótesis del trabajo planteado es que no todas las especies de *Polylepis* tienen el mismo grado de amenaza. Esto ha tratado de ser demostrado a través de la determinación de la "Distribución geográfica y situación actual de las especies en las provincias de Fajardo, Cangallo y Vilcashuamán del Departamento de Ayacucho.

Para su determinación fue necesario construir mapas de los bosques de Queñua (*Polylepis sp*) de las tres provincias, para saber su ubicación de las formaciones vegetales, su estructura, su composición; accesibilidad y posteriormente planificar su conservación, manejo y aprovechamiento racional de acuerdo a las normas vigentes.

Por las consideraciones expuestas se plantea, el presente trabajo con los objetivos siguientes:

- a. Delimitar los bosques de Queñual (*Polylepis sp*) en las provincias de Fajardo, Cangallo y Vilcashuamán – Ayacucho.
- b. Determinar la situación actual del queñual (*Polylepis sp*) en las provincias de Fajardo, Cangallo y Vilcashuamán – Ayacucho.
- c. Identificar las especies del género (*Polylepis sp*) en las provincias de Fajardo, Cangallo y Vilcashuamán – Ayacucho.

CAPITULO I

REVISIÓN DE LITERATURA

1.1. CARACTERÍSTICAS GENERALES

La queñua posee una corteza rojiza laminada, hojas pequeñas, gruesas y cubiertas por resinas, flores pequeñas en racimo y un tronco retorcido son algunas de las características morfológicas utilizadas para su identificación taxonómica. La polinización y dispersión de los frutos se realiza a través del viento.

Estos árboles tienen una extraordinaria adaptación al frío altoandino: su corteza se desprende formando un paquete alrededor del tronco a modo de aislante térmico para protegerlo contra las heladas. Los bosques de *Polylepis* (queñuales) se caracterizan por formar pequeños parches donde *Polylepis* tiende a ser la especie leñosa dominante o exclusiva, a excepción de aquellas especies que habitan los bosques húmedos montanos (*P. multijuga* y *P. quadrijuga* entre otros) y el bosque tucumano-boliviano (*P. crista-galli* y *P. hyeronimy*) donde estas se

entremezclan con otras especies arbóreas tropicales. Por otro lado, muchas de las especies (p.ej. *P. pepeii*, *P. tarapacana*, *P. besseri*) suelen habitar las zonas de líneas de árboles (zonas de transición entre los bosques montanos y zonas alpinas) y forman pequeños parches cuya distribución se encuentra asociada con laderas y quebradas rocosas. Los bosques de *Polylepis tarapacana* pueden llegar a crecer a altas altitudes (4,000 - 4,500 msnm.) y el bosque de *P. tarapacana* que crece a las faldas del nevado Sajama (Parque Nacional Sajama, Bolivia) es considerado como uno de los bosques más altos del mundo porque su rango altitudinal se encuentra entre los 4,200 y 5,200 msnm. En la Cordillera del Vilcanota en el Perú los queñuales alcanzan una altitud de 3600-4500 msnm.

<http://es.wikipedia.org/wiki/Que%C3%B1ual>

1.2. TAXONOMÍA

Polylepis presenta las siguientes categorías taxonómicas según la clasificación de Schmidt-Lebuhn AN, Kumarb M, Kessler M. (2006).

Superreino	: Eukaryota
Reino	: Plantae
Sub reino	: Tracheobionta
División	: Magnoliophyta
Clase	: Magnoliopsida
Sub – clase	: Rosidae
Orden	: Rosales
Familia	: Rosaceae

Subfamilia : Rosoideae

Tribu : Sanguisorbeae

Subtribu : Sanguisorbinae

Género : *Polylepis*

Nombre común: "q'euña", "queñua", "quenuina", "queñual", "quinual", "quinuar", "cceuña", Okenhúa", "quinca", "chápra", "lampaya", "manzanita", "sacha".

<http://es.wikipedia.org/wiki/Que%C3%B1ual>

1.3. ORIGEN

Estas especies se encuentran en las partes altas, desde el norte de Venezuela, pasando por Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia, el norte de Chile y el noreste de Argentina.

<http://es.wikipedia.org/wiki/Que%C3%B1ual>

1.4. DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA Y ALTITUDINAL DEL GÉNERO *Polylepis* sp. EN SUDAMÉRICA

Básicamente está confinado a los Andes tropicales de Sudamérica, desde el norte de Venezuela hasta el norte de Chile y Argentina. Un grupo de poblaciones extratropicales están distribuidas en las montañas del nor-oeste de Argentina.

Las poblaciones de género *Polylepis* están exiladas a los Andes tropicales y subtropicales sudamericanos. No existen mapas fitogeográficos detallados para el género. Los bosques de *Polylepis* no siempre son homogéneos, a veces muestran

mezclas de árboles de dos especies o se acompañan con otras especies arbóreas.

La mayor concentración de especies se verifica en el Perú y Ecuador desde donde se han producido varias ondas de colonización norte-sur a través de la Cadena de los Andes. La diferenciación específica se ha dado en forma horizontal antes que vertical (Simpson, 1979).

Aunque varias especies crecen en elevaciones extremadamente altas (entre 4000 a más 5000 m.s.n.m.) en hábitats que llegaron a ser disponibles para la colonización sólo a finales del terciario, algunas especies crecen en elevaciones mucho más bajas (a 1800 m.s.n.m.). La presencia de especies en altitudes relativamente bajas, mezcladas con elementos de bosques, de montañas, indican que los componentes del género deberían haber estado presentes en el sur-oeste de América en el Mioceno y probablemente más antes.

(Simpson, 1979) también considera la existencia de 15 especies en el género *Polylepis*, las cuales ocurren en las cercanías de la Cordillera de los Andes por encima de los 1800 m.s.n.m. El Cuadro 01 presenta la distribución de las especies por países.

La mayoría de las especies se encuentran en el rango altitudinal de 3000 a 5200 m.s.n.m. Hacia abajo y hacia arriba de este rango, el número de especies del género disminuye. La especie con registros a menores elevaciones es *P. australis*, a poco menos de 1800 m.s.n.m. en Córdoba, Argentina. La especie

registrada a mayor altitud es *P. tomentella* en el volcán Samaja, Bolivia a 5200 m.s.n.m.

Los datos de la fig. 01 son relativos, ya que existe un registro de colección de *P. Australis* a 1000 m.s.n.m. en Saladillo, Argentina (Mayer, 1984) citado por (Simpson, 1979), (Kurtz, 1904), (Baez, 1939) y (Cabrera, 1958, 1971, 1976) citados por (Cantero y Blanco, 1987) dan rangos altitudinales disímiles para esta especie: 1970 - 2000, 1000 - 2200 y 1900 - 3000, respectivamente. Con la información de (Cantero y Blanco, 1987) se sugiere que la altitud mínima estaría a poco de 1800 m.s.n.m.

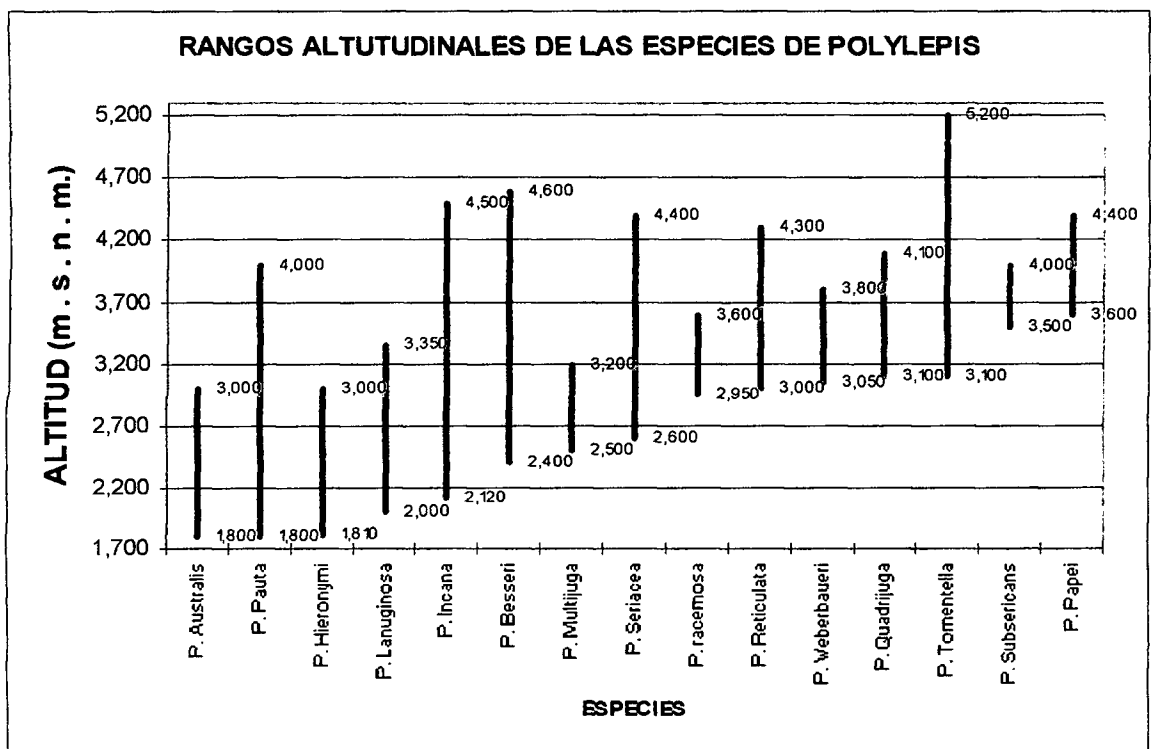


Gráfico 01: Rangos altitudinales de las especies de *Polylepis*

Fuente: (Simpson, 1979)

CUADRO 01 Ocurrencia de especies del género *Polylepis* por países.

ESPECIE	Argentina	Bolivia	Colombia	Chile	Ecuador	Perú	Venezuela
<i>P. australis</i> Bitter	X	X					
<i>P. besseri</i> Hieronymus		X				X	
<i>P. hieronymi</i> Pilger	X	X					
<i>P. incana</i> H.B.K.					X	X	
<i>P. lanuginosa</i> H.B.K.					*		
<i>P. multijuga</i> Pilger						*	
<i>P. pauta</i> Hieronymus					X	X	
<i>P. papei</i> Simpson		X				X	
<i>P. quadrijuga</i> Bitter			*				
<i>P. reticulata</i> Hieronymus					*		
<i>P. racemosa</i> R.P.						*	
<i>P. sericea</i> Weddell		X	X		X	X	X
<i>P. subsericans</i> Macbride						*	
<i>P. tomentella</i> Weddell	X	X		X		X	
<i>P. weberbaueri</i> Pilger					X	X	
Totales	3	6	2	1	6	10	1

Fuente: (Simpson, 1979) y (Fjeldsa, 1987)

X = Ocurrencia

* = Endemismo

1.5. DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA Y ALTITUDINAL DEL GÉNERO *Polylepis* sp. EN EL PERÚ

Bosques de mayor o menor extensión son mencionados para casi toda el área andina del Perú preferentemente en el sector medio y sur. Principalmente ocurren sobre las vertientes occidentales de la cordillera del Perú aunque también se les encuentra en el interior más seco de los Andes y en las laderas exteriores de la cordillera oriental (Hueck, 1960).

El rango altitudinal de ocurrencia se encuentra entre los 1800 y 4800 m.s.n.m. (Bitter, 1911) o encontrado entre los 3400 y 4500 m.s.n.m. (Barreda, 1951). Existe variación en el límite

superior según la latitud. Por lo tanto es uno de los pocos géneros arbóreos que se encuentran en la puna, a veces cerca de las nieves perpetuas de la cordillera, marcando así el límite de ocurrencia de las especies alto andinas (Pretell, 1985).

Según (Simpson, 1979) y (Cárdenas, 1989) en el Perú presenta la siguiente ocurrencia:

Polylepis multijuga: en el norte del Perú en Amazonas y Cajamarca.

Polylepis pauta: desde el Ecuador hacia el sur del Perú principalmente en los Andes del este en San Martín, Cusco y Apurímac.

Polylepis serica: ampliamente esparcida en Ancash y Cusco.

Polylepis subsericans: parte sur del Perú en Ayacucho y Huancavelica.

Polylepis papei: desde el Ecuador hasta el norte del Perú en Ancash.

Polylepis besseri: en el sur del Perú en Moquegua, Cusco, Arequipa y Puno.

Polylepis tomentella: sur del Perú en Tacna y Puno.

Polylepis incana: desde el Ecuador hasta el sur del Perú y Cusco.

Polylepis racemosa: La Libertad, Ancash, Huanuco, Lima y Junín.

Como se puede apreciar la distribución de las especies es muy variable. Así, mientras que *Polylepis racemosa* y *Polylepis incana* tienen una distribución amplia, aunque con mayor concentración en la zona central del país, *Polylepis multijuga* es

propia de la parte norte y *Polylepis tomentella*, *Polylepis papei* y *Polylepis besseri* se encuentran mas bien al sur. (Pretell, 1985).

Al género *Polylepis* normalmente se le encuentra en Perú entre los 2,800 a los 4,800 m.sn.m., con variación en el límite superior según la latitud.

Es por tanto uno de los pocos géneros arbóreos que se encuentran en la puna –a veces cerca de las nieves perpetuas de la cordillera, marcando así el límite absoluto de altitud en la distribución de las especies alto andinas. En consecuencia, es capaz de continuar su función biológica a temperaturas tan bajas como de 4 °C en el suelo. Por lo general vive en laderas poco expuestas, con presencia de neblina. En el caso de bosques residuales, lo usual es que sean masas puras y ocupen suelos con alto contenido de materia orgánica formada de los mismos árboles.

Cabe señalar la principal distribución natural, por Departamentos, de las siguientes especies, con un rango de altitud de 2,800 a 3,600 m.s.n.m.

P. incana: Ancash, Lima, Huánuco, Pasco, Junín, Ayacucho, Cusco y Puno.

P. racemosa: La Libertad, Ancash, Lima, Huanuco, Pasco, Junín, Huancavelica y Cusco.

Su rango de precipitación es bastante amplio: desde 250 hasta 2,000 mm. anuales distribuidos durante 6 a 7 meses, lo que significa que el género *Polylepis* es bastante resistente a la sequía. Sin embargo, para desarrollar bien, requiere buen nivel de humedad en el suelo.

En la puna del altiplano la queñua ha sido plantada creándole condiciones favorables para su desarrollo, como: dentro de sitios con muros, paredes, además de riego. Solo así puede prosperar en condiciones muy difíciles y extremas.

Por cuanto el suelo, la queñua no es exigente. Crece en forma natural en una amplia gama de suelos: desde los superficiales con afloramiento de rocas, en laderas pedregosas protegidas, hasta en fondo de valles y quebradas con suelos profundos. Se desarrolla en suelos residuales a partir de areniscas, de topografía quebrada. Su rusticidad es tal que puede llegar a crecer hasta en grietas de roca. Prefiere suelos ligeramente ácidos y de textura media. En Junín se ha observado que el *Polylepsis* prefiere las laderas, no creciendo bien en tierras planas.

Cuando el árbol vive en lugares muy húmedos sirve de portador a una epífita (muérdago) de la familia Lorantaceae conocida como "liga"; también, de hospedero a cigarritas y áfidos.

Por la importancia del género para las zonas altas de los andes, tanto como protector de cuencas hidrográficas y refugio para la vida silvestre, como productor de madera y leña, el género está protegido por ley, siendo prohibida su tala. (Pretell, Ocaña, Jap y Barahona, 1985).

1.6. ESPECIES DE POLYLEPIS EN EL PERÚ.

(Simpson, 1979) distintos herbarios y profesionales forestales todavía no están de acuerdo con la taxonomía de las

especies y menos sobre el número de especies en el Perú. Resultados se plasman en el Cuadro 01.

Polylepis pauta parece ser la especie con la distribución de mayor amplitud en el Perú. En el pasado, esta especie se habría distribuido en una franja casi continua a lo largo del flanco oeste de la cordillera oriental, en la parte superior de los bosques de nubes y formando el ecotono Selva Alta-pastos de puna. Hoy en día esta población está reducida a lugares donde la presión cultural humana ha tenido poco impacto. En Puno es posible todavía encontrar algunos relictos en la Cordillera de Carabaya (cerros Queuñocunca y Queñaccacca). Por otra parte, en la zona limítrofe entre los departamentos de Cusco y Puno se sospecha la presencia de *P. papei*.

Las especies espontáneas confirmadas dentro del área de estudio son: *P. incana* y *P. tomentella*; *P. besseri* con pocos individuos en el extremo norte y probablemente también al sur, *P. racemosa* con muy pocos individuos al extremo norte. Esta última especie, junto con *P. incana*, aparentemente han sido las más cultivadas por los campesinos en Perú en razón a la mayor facilidad de ser propagadas.

1.7. EXTENSIÓN DE LOS BOSQUES DE POLYLEPIS EN EL PERÚ

Una recopilación de los datos de la extensión de bosques de *Polylepis* a partir de los estudios de la ONERN se presenta en el cuadro 02.

Este constituye una recopilación de estudios con diferentes niveles de detalle (estudio de reconocimiento y semidetalle), e

incluye solamente las áreas que los técnicos de la ONERN han cubierto. Se sabe, por ejemplo, que en Apurímac también existen bosques de este género que no han sido mapeados; entonces, en la elaboración del cuadro se ha preferido no estimar su superficie sino sólo registrar datos de los bosques efectivamente observados.

Considerando las limitaciones del cuadro y conocimiento la presencia de bosques en otros departamentos, se concluye que el género se encuentra en la mayoría de los departamentos del Perú (18 registros probados). La superficie de queñuales en el Perú se estima en 100 000 ha, siendo probablemente *P. pauta* la especie de mayor población y la de más difícil evaluación por estar casi siempre con vegetación de Selva Alta.

La cifra estimada aparentemente gigantesca no debería causar tranquilidad; se recordará que el término "queñuas" involucra en el caso peruano diez especies diferentes y que no todas tienen poblaciones extensas. No se trata de conservar una o dos de ellas como representantes de todo el género, sino a cada una de ellas, pues individualmente tendrán sus particulares adaptaciones ecológicas.

CUADRO 02 Extensión de queñuales en algunos departamentos del Perú

Departamento	Superficie (ha)	Porcentaje (%)
Ancash	3400	8.10
Arequipa	12000	28.40
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: León, H.; Portugués, H., Ingenieros forestales, ONERN,
citados por (Barreda, 1951)

CUADRO 03 Distribución de especies de *Polylepis* en el Perú

Departamento	P. besseri	P. incana	P. multijuga*	P. pauta	P. pepeí	P. racemosa*	P. serica	P. subsericans	P. tomentella	Pweberbaweri	TOTAL
Amazonas			x								1
Ancash		x				x	x			x	4
Apúrimac		xc		x							2
Arequipa	x								0.8		1
Ayacucho		xp						x	0.5		2
Cajamarca			x	0.5	0.4					x	2
Cusco	x	x		x	x	xp	x	xg		xg	8
Huancavelica						xp		x			2
Huanuco		x		x	0.2	x					3
Ica								0.99			
Junín		xp		0.1	0.1	x					2
La Libertad						x				0.1	1
Lima		x				x					2
Moquegua	x								0.8		1
Pasco		x		0.5	0.1	xp					2
Piura				0.1						x	1
Puno	x	x		0.5	0.4	x			x		4
San Martín			0.5	x							1
Tacna	0.1								x		1
TOTAL	4	9	2	4	1	9	2	3	2	4	

*Endémicas en el Perú

Fuentes:

X = (Simpson, 1979)

Xp= (Pretell et al, 1985)

Xc= Centro de Datos para la Conservación, Facultad de
Ciencias Forestales, UNALM

Xg= (W. Galiano, 1991). Prof. Facultad de Ciencias Biológicas y Geografía, Universidad Nacional San Antonio Abad, Cusco (Comunicación personal).

CUADRO 04 Bosques naturales de *Polylepis* en Ayacucho

Predio y/o Localidad	Distrito	Provincia	Coordenadas U.T.M.	Superf. Has	Especie
Chuschi	Chuschi	Cangallo	8°504,450N/ 98,400E	10	Quinual
Iglesia Huasi	Paras	Cangallo	8°505,300N/526,300E	30	Quinual
Huspicio	Paras	Cangallo	8°504,800N/544,700E	15	Quinual
Huaccaña	Huaccaña	Sucre	8°464,600N/623,400E	28	Quinual
Quije	Quije	Sucre	8°448,500N/639,800E	25	Quinual
Pongoccocha	Accomarca	Vilcashuamán	8°475,400N/625,600E	120	Quinual
Independencia	Independencia	Vilcashuamán	8°468,900N/622,300E	100	Quinual

Fuente: (INRENA, 1999)

CUADRO 05 Producción de plántones forestales (Queñual).

Proyecto Plan Sierra Verde.

PROVINCIA (VIVERO)	DISTRITO	PERIODO	QENWAL Millar	TOTAL
Huamanga (Canaan)	S. J. Bautista	1999		350.00
Huaytara (Rumichaca)	Pillpichaca	1999	350.00	
Huamanga (Canaan)	S. J. Bautista	2000	285.00	628.13
Huaytara (Rumichaca)	Pillpichaca	2000	343.13	
Huanta (Huanta)	Huanta	2000		
Huamanga (Canaan)	S. J. Bautista	2001	15.00	54.60
Huaytara (Rumichaca)	Pillpichaca	2001	10.00	
Huanta (Huanta)	Huanta	2001	29.60	
Huamanga (Canaan)	S. J. Bautista	2002	167.50	180.00
Llachoccmayo	Chiara	2002	3.50	
Chanchayllo	Chiara	2002	3.00	
Quishuarcancha	Chiara	2002	6.00	
TOTAL				862.73

Fuente: (Ministerio de Agricultura, 2003)

1.8. ECOLOGÍA

Para (Pulgar, 1987) *Polylepis* está presente en la región Suni (de 3500 a 4000 m.s.n.m.) y de la Puna (de 4000 a 4500 m.s.n.m.). Por su parte (Brack, 1986) los circunscribe a las Eco-regiones de la Puna y del Páramo. En el cuadro 06 se presenta la ocurrencia de *Polylepis* según diversas clasificaciones ecológicas.

Para el ámbito de estudio está presente en la Puna Tropical, según las provincias Biogeográficas del Centro de Datos para la conservación – Perú (1987). Así mismo el Plan Maestro del Parque Nacional Huascarán se reconoce la presencia de (Holdrige, 1982): bosque húmedo – Montano Tropical, bosque muy húmedo – Montano Tropical, páramo muy húmedo – subalpino Tropical y páramo pluvial – Subalpino Tropical (Romoleroux, 1996).

Entre las diversas clasificaciones de regiones Floristas realizadas para el país (cuadro 07) existe consenso en restringir a *Polylepis* a la Puna y el Páramo, resaltando su característica de bosques siempre verdes y homogéneos.

Si se analizan las condiciones climáticas de la puna se encuentran hábitat semiáridos, con precipitaciones muy variables, con un promedio de precipitación de 200 mm a 500 mm por año, con mayor concentración en el verano; con variaciones diarias de temperatura de hasta 30 °C entre el día y la noche, temperaturas nocturna con frecuencia debajo del punto de congelación: con vientos alisos muy fuertes que contribuyan a enfriar y secar el

ambiente; la evaporación es rápida por la falta de presión barométrica (Herrera, 1943).

¿Cómo es posible que *Polylepis* pueda continuar su función biológica en tan elevadas altitudes y a temperaturas tan bajas como de 4°C en el suelo?

Bajo esas condiciones, teóricamente habrían problemas de crecimiento de los árboles pues las temperaturas inhabilitarían la absorción de los nutrimentos y el agua e impedirían una adecuada penetración de las raíces. De igual modo, la presencia del viento seco influiría negativamente (Simpson, 1986).

La creación de microclimas parecidos a pisos más bajos parecen explicar la ocurrencia de *Polylepis* encima de los 5000 m.s.n.m., esto se deduce por su preferencia por sitios rocosos o cercanías a riachuelos. (Walter y Medina, 1969) citados por (Simpson, 1986) indican que las grietas entre las rocas permiten calentar el aire y propician la formación de un clima favorable que permite la penetración de raíces hasta profundidades mayores a un metro, (Velásquez, 1988). Además los estratos de nubes que se encuentran especialmente en algunas pendientes y a lo largo de áreas bajas de drenaje intervendrían en la preservación de heladas sobre el suelo, (Rauh, 1950), citado por (Simpson, 1979).

La presencia de *Polylepis* sobre las rocas fue notada por Raimondi en 1874, observación corroborada por (Herrera, 1943), (Weberbauer, 1945), (Barreda, 1951), (Cerrate, 1979) y (Ferreira, 1986). Al respecto el último autor refiere que los bosques de *Polylepis* se encuentran confinados en las rocas subnavales de

más de 4000 m de altitud y refiere el caso específico de *Polylepis besseri* cuyas comunidades ocupan las faldas gramíticas de la Cordillera.

Los bosques de *Polylepis* se caracterizan por la abundancia de epifitas como musgos, líquenes, orquídeas y bromeliáceas; además es notoria la presencia de helechos, peperomias y gramíneas en el sotobosque. Eventualmente sobre los árboles se encuentran plantas parásitas como *Tristerix chodatinaus* o trepadoras como *Pasiflora trifoliata*. Árboles y arbustos presentan asociaciones muy diversas según la situación geográfica en donde se encuentren pero es necesario resaltar la presencia de *Buddleia incana* y *Gynoxys spp.* en altitudes superiores y la presencia de *Alnus acuminata* y *Weinmania laxiflora* en bosques ribereños de menores altitudes. Un listado de la flora con las especies más relevantes es presentado en el cuadro 08.

Polylepis sp puede presentar ejemplares aislados en las márgenes superiores de la vegetación arborescente, sin llegar a constituir bosques propiamente dichos o una prolongación de la vegetación arbórea, algunas veces separados por fajas más o menos anchas, formando verdaderos estratos peculiares en la región, como sucede en el centro y sur del Perú y Bolivia (Herrera, 1943).

En rodales conforman bosques bajos irregulares, anácronos o bosques de toda edad, (Barreda, 1951). Si el bosque es ralo, pero capaz de cubrir con su sombra el suelo, los árboles crecen erguidos, esbeltos, poco ramificados. Si los individuos se hallan dispersos, sea por destrucción de bosques o porque recién se

esta estableciendo, crecen retorcidos y muy ramificados aplicados al suelo, (Chavarri, 1989).

Sin duda varias especies poseen algunas de las relaciones auto ecológico y sinecológicas más singulares que cualquier otra angiosperma. Así las especies que se desarrollan en altitudes superiores a los 4000 m.s.n.m. debe poseer especializaciones que les permitan soportar las condiciones peculiares de esos ambientes, (Simpson, 1979).

1.9. FACTORES QUE CONDICIONAN LA OCURRENCIA DE LOS BOSQUES DE POLYLEPIS

Muchos datos de campo son necesarios para saber finalmente qué factores condicionan la presencia de bosques de *Polylepis*. Por el momento, sólo se pueden adelantar hipótesis con base en las observaciones de diversos investigadores.

1.9.1. TEMPERATURA, EXPOSICIÓN Y PEDREGOSIDAD

(Fjeldsá y Kessler, 1996) afirma que la forma de curvas típicas de la temperatura es la superficie del suelo y la del aire a lo largo del día (24 horas) en el Altiplano muestra que las temperaturas nocturnas de la superficie son a menudo de 5 a 6 °C menores que las temperaturas del aire. Sin embargo, los registros de estos mismos parámetros en un cerro pueden diferir por cuanto las masas de aire frío y pesado tienden a fluir cuesta abajo por la noche. Así, con los datos de temperatura de los cerros se

obtendría una figura de curvas más parecidas a las que ocurrirían cerca de un bosque de *Polylepis*.

En puno, cambios de 5 a 10 °C pueden ocurrir aún en el lapso de una hora. La variación más grande ocurre en la superficie, especialmente si una nube produce sombra por lo menos durante una hora. En los lugares con poca cubierta vegetal, como en algunos bosques de *P. tomentella*, temperaturas extremadamente altas pueden ocurrir (45-55 °C) en y cerca de la superficie. Además una variación de 40 °C en la temperatura máxima diaria puede también ocurrir en la superficie del suelo; en el aire y dentro del suelo (-20 cm) las amplitudes son menores como se muestran en el gráfico 02.

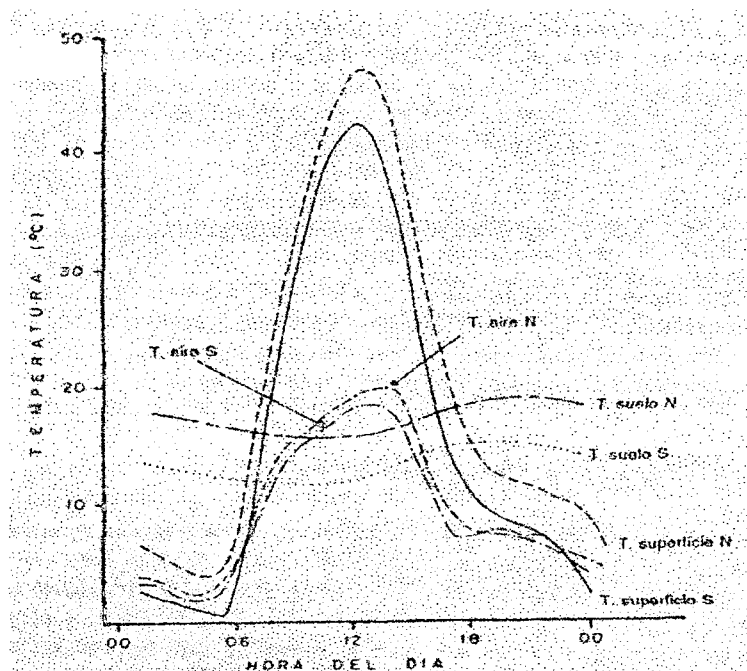


Gráfico 02: Curvas de temperatura de la superficie del suelo, del suelo a -20 cm y del aire a +20 cm para las exposiciones norte y sur en el cerro de Puno, adaptado de (Grace, 1988).

Fuente: (Pretell et al, 1985)

Las temperaturas de las laderas con exposición norte respecto de sus homólogas del sur, muestran:

- Temperaturas del aire 1 ó 2 °C más altas, excepto en las primeras horas del día (o a 6 am)
- Temperaturas de la superficie a menudo 4 – 6 °C superiores
- Temperaturas del suelo a –20 cm, 4 °C más cálidas.

Las plántulas de *P. incana* recién germinadas son muy pequeñas. Si la semilla mide aproximadamente 2 mm de largo y 1 mm de ancho y pesa en promedio 0.01 gr. Y además su poder germinativo es bajísimo, en Puno 2 – 4% según (Reynel, 1988), las plántulas deben enfrentar condiciones extremas y más que todo cambio brusco. De allí la importancia de la exposición, pedregosidad y ubicación del bosque sobre el límite térmico inferior.

En forma natural, las queñuas no prosperan en áreas de planicies debido a las temperaturas mínimas extremas; algunas especies, además, encontrarían restricciones en cuanto al tipo de reacción del suelo. Sin embargo, algunas especies (*P. incana*) podrían ser plantadas, y seguramente con ciertas ventajas en productividad como las de aprovechar suelos más profundos. Se esperaría que las plántulas en el vivero hayan desarrollado su corteza papirácea que constituye un aislante térmico o se utilizaría en el campo cualquier artificio para protegerlas del frío. Según (Pretell et al, 1985) las queñuas en sitios relativamente favorables deben tener al plantarlas un mínimo de 50 cm de altura. En cambio, para sitios muy fríos que presentan heladas

fueres es necesario instalar plantas de 12 a 24 meses de edad, con 4 m o más de altura y provistas de pan de tierra.

Los plantones de *P. incana* protegidos por paredes o muros de chacras alcanzan hasta el doble de crecimiento de los establecidos a campo abierto (Reynel, 1988). La pedregosidad es una forma natural y aleatoria, que a manera de paredes o muros, protege a la planta de vientos desecantes y heladas, proporciona calor por las noches al irradiar el captado en el día, y conserva la escasa humedad de estos ambientes en épocas de estío. La pedregosidad es por lo tanto un factor que contribuye a mejorar el sitio con calor y humedad; la exposición norte mejora aún más la temperatura que las plantas necesitan.

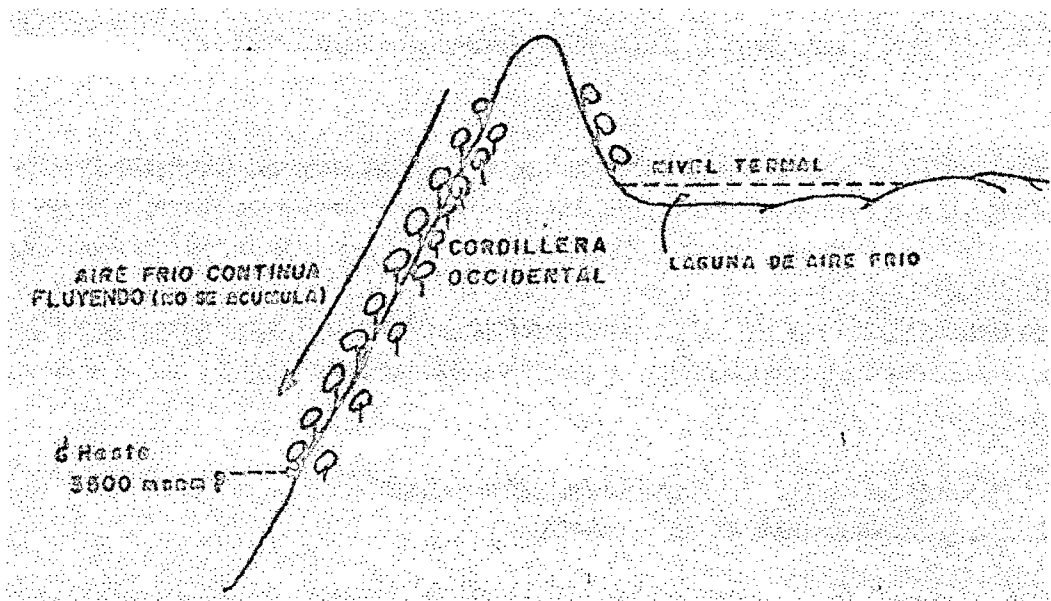


Gráfico 03: Configuración altitudinal teórica para *Polylepis sp* en la Cordillera Occidental del sur peruano. El flanco con exposición oeste no mostraría bosques en bandas termales.

Fuente: (Pretell et al, 1985)

Cuadro 06: Ocurrencia de *Polylepis* en Eco-regiones de Brack y sus sinónimos.

ECORREGIONES SINÓNIMOS	AUTORES	AÑO	
Puna	-Prov. Biogeográfica	Udvardy	1975
	Andes Meridionales		
	-Prov. Biogeográfica	Udvary	1975
	de la Puna		
	-Prov. Biótica de	Dassmann	1973
	la Puna		
	-Prov. Puneña	Cabrera y	1973
		Willink	
	-Prov. Altoandina	Cabrera y	1973
		Willink	
	-Zona de Coodillera	Cevallos	1983
	y zona de Puna		
	-Regiones suni (en	Pulgar	1987
	parte) Puna y Janca		
Paramo	-Prov. Del Paramo	Cabrera y	1973
		Willink	
	-Prov. Biogeográfica	Udvardy	1973
	de los Andes Septentrionales.		
	-Zona del Paramo	Cevallos	1983
	o Jalca		
	-Prov. Biogeográfica	Udvardy	1975
	Montana colombiana		

FUENTE: (Brack, 1986)

1.10. CARACTERÍSTICAS DE LOS BOSQUES DE QUEÑUA

1.10.1. VEGETACIÓN ACOMPAÑANTE

Los trabajos de (Monasterio, 1980) con *P. sericea* en Venezuela revelaron que estos bosques presentan una gran homogeneidad estructural florística. A partir de este trabajo se puede sustentar la importancia del estudio florístico de los bosques de *Polylepis*, con ellos posiblemente se puedan descubrir plantas indicadoras confiables, no sólo de la aptitud de sitio para una determinada especie, sino también plantas cuyas poblaciones brinden índices complementarios del estado de conservación del bosque al que están asociados y/o agentes perturbadores o devastadores (pastoreo, fuego, tala) y su grado de impacto.

Se espera también que con estudios de flora de los bosques se pueda llegar a conocer los patógenos o plantas parásitas que afectan a las especies de *Polylepis* para así estar preparados a posibles problemas en plantaciones. (Venero y Macedo, 1983), por ejemplo, han registrado la hemiparásita *Psitacanthus cunifolius* (Loranthaceae). Un estudio etnobotánico de los bosques mostraría seguramente -aparte de las queñuas- algunas plantas medicinales, comestibles o de alguna forma promisorias económicamente para la economía de los pueblos que las utilizan. Además, los estudios de estructura del bosque podrían servir para lograr comparaciones del estado de uso y/o diferentes configuraciones naturales de los bosques.

Cuadro 07: Regiones florísticas del Perú con ocurrencia de *Polylepis* según diversos autores.

AUTOR	AÑO	REGIÓN FLORÍSTICA
Weberbauer	1945	-Las vertientes accidentales, los territorios alto andinos y los valles interandinos: la puna del centro y sudeste.
Keopcke	1961	-Biocenosis de los bosques de lluvias siempre verdes: estepa arbustiva de <i>Polylepis</i> . -Biocenosis de las estepas andinas siempre verdes: estepa arbustiva de <i>Polylepis</i> .
Hueck	1972	-Formación vegetal de puna: vegetación andina de alta montaña. -Vegetación andina de alta montaña sin mayor clasificación. -Vegetación andina de alto montaña: Páramo.
Malleux	1975	-Bosque productivo: quinal.
Udvardy	1975	-Páramo propiamente dicho con pastizales.

FUENTE: (Brack, 1986).
(Ferreira, 1986).

Cuadro 08: Flora acompañante de Bosques de *Polylepis*.

FAMILIA	ESPECIE(S)
ALSTROEMERIACEAE	<i>Bomarea spp</i>
ARALIACEAE	<i>Oreopanax oroyanus Harns</i>
ASTERACEAE	<i>Baccharis spp</i> <i>Barnadesia donbeyana Less</i> <i>Diplostephisum spp.</i> <i>Gyonoxyis spp</i> <i>Jungia spp</i> <i>Laricaria spp</i> <i>Mutisia mathewsii Hook. & Arn.</i> <i>Senecio spp.</i> <i>Werneria nubigena Kunth.</i>
BERBERIDACEAE	<i>Berberis spp</i>
BETULACEAE	<i>Alnus acuminata Kunt spp – acuminata</i>
BROMELIACEA	<i>Tillandsia sp</i>
BUDDLEIACEAE	<i>Buddleia incana Ruíz López & Pavón.</i>
CACTACEAE	<i>Opuntia floccosas Salm – Dyck</i>
CLUSIACEAE	<i>Hypericum laricifolium Juss.</i>
COMPOSITAE	<i>Chuquiraga rotundifolia</i>
CUNONIACEAE	<i>Weinmania laxiflora Pamp.</i>
EPHEDRACEAE	<i>Ephedra rupestris Benth.</i>
ERICACEAE	<i>Gaultheria brachybotrys DC.</i>
FABACEAE	<i>Lupinus spp</i>
GENTIANACEAE	<i>Gentianella spp</i>

GROSSULARIACEAE	<i>Escallonia spp</i> <i>Ribes sp</i>
LORANTHACEAE	<i>Tristerix chodatinaus (Pacz) Kuijt</i>
MELASTOMATAACEAE	<i>Brachyotum spp</i> <i>Miconia salicifolia (Bonpl) Naud.</i>
MELIACEAE	<i>Cedrela sp</i>
ORCHIDACEAE	
PASSIFLORACEAE	<i>Passiflora trifoliata cav.</i>
PIPERACEAE	<i>Peperonia spp.</i>
POACEAE	<i>Calamagrostis densiflora (Prel)</i> <i>Steud.</i> <i>Calamagrostis nitidula Pilger</i> <i>Calamagrostis recta (Kunth) Trin</i> <i>Cortaderia spp</i> <i>Festuca spp</i> <i>Muhlebergia peruviana (Beauv)</i> <i>Steud</i> <i>Poa spp</i> <i>Stipa spp</i>
PODOCARPACEAE	<i>Podocarpus oleifolius</i>
POLYGALACEAE	<i>Monnina spp</i>
PROTEACEAE	<i>Oreocallis grandiflora (Lam) R. Br.</i>
RUBIACEAE	<i>Salix humboldtiana</i>
SCROPHULARIACEAE	<i>Calceolaria spp</i>
SOLANACEAE	<i>Cestrum auriculatum</i> <i>Cestrum thomasifolium</i>
URTICACEAE	<i>Urtica spp</i>

VALERIANACEAE

Valeciana spp.

Fuente: (Weberbaueri, 1945)
(Cerrate, 1979)
(Venero y Macedo, 1983)
(Smith, 1985)
(Frimer y Moller, 1989)
(Ministerio de Agricultura, 1990)

Los efectos que ejerce la altitud sobre la vegetación son múltiples. Así se tiene que en las especies de *Polylepis* se puede apreciar una reducción de la altura de los árboles, una disminución de la riqueza estructural y de las dimensiones de los foliolos en relación inversa a la altitud.

A pesar de las condiciones adversas en la puna, no hay período durante el año en que los *Polylepis* puedan estar verdaderamente dormantes (algunos son deciduos en tiempos de sequía o épocas de mayores fríos de Julio y Agosto), en vez de ello permanecen activos durante todo el año (Simpson, 1979).

1.10.2. LA FAUNA DE LOS QUEÑUALES

No se han desarrollado estudios completos de la fauna de los bosques altoandinos, pero los más detallados corresponden al campo ornitológico. (Fjeldsa, 1987) por ejemplo, habla de aves propias de estos bosques, como aquellas que buscan insectos y arácnidos entre la corteza papirácea de *Polylepis*: *Oreomanes fraseri*, *Leptasthenura xenotharax* y dos especies de *Cranioleuca*; *O. Fraseri* constituye el único caso en el mundo de un ave

exclusivamente registrada a un hábitat. Entre el follaje de pequeña altura se encuentra *Anairetes alpinus*; comiendo semillas de queñuas, *Carduelis crassirostris*; *Chalcostigma stanleyt*, *Xenodacnis parina* y *Poospiza alticola*, comen las secreciones de los áfidos de los arbustos asociados. Aparte de las especializadas, más de 100 aves visitan los bosques de *Polylepis*; un amplio rango de especies se localiza al borde de los hábitats adyacentes, aparentemente listas para invadir los queñuales cuando convenga, para la época de anidación o como refugio. Por ejemplo *Grallaria andicola*, aún cuando toma orugas e insectos en el musgo o pastos cortos, difícilmente se mueve más de 100 metros lejos de los queñuales. Muchos picaflores, aún sin depender de *Polylepis*, se congregan en queñuales para sacar ventaja de la enredaderas (*Loasa*, *Pasiflora*, *Salpichroa*) y muérdagos en flor. Existe al menos un caso de simbiosis entre *Ampelion (zaratornis) stresemant*, especializado en frutos de muérdago *Triterix* que crece especialmente en *Polylepis*. También algunas especies de *Cranioleuca* se favorecen al alimentarse sobre troncos de *Polylepis* o en las masas densas de ramilla muertas en el follaje interior. Especies de *Leptasthenura* y *Anairetes alpinus* alimentan, en cambio, en las ramas exteriores.

Hoy, ya no se puede dudar de la extinción de especies de aves juntamente con los queñuales; aunque igualmente debe suceder con otros géneros de plantas y animales aún no investigados. Ciertas polillas de estos bosques muestran por ejemplo adaptaciones de mimetismo a los troncos de queñua; y al menos en febrero, entrar a un queñual es entrar a una nube de

mosquitos que viven en él y aparentemente sólo en él, sin importar si el bosque se encuentra a más de 4000 msnm.

La corteza papirácea de *P. incana* es cortada por abejorros para construir sus cocones, los cuales son buscados por los pobladores en Cusco y Puno para sacar la miel chancacas que es poca, pero considerando que fue lograda a 3900 msnm vale la pena tomarla en cuenta, más aún en ambientes económicamente restringidos como Puno.

Los canasteros, (*Asthenes sp.*), son aves que miden unos 15 cm - incluyendo la cola - pero construyen sus nidos de hasta 60 cm de largo en las partes altas de los árboles y colgados en lo más lejos del tronco principal y del suelo. Aún con este tamaño, el nido es en cierto modo mimético dentro del queñual debido a que es su construcción los pájaros utilizan, por lo visto, solamente ramitas de *Polylepis*. Nidos como este y otros más son fácil presa de fuego; además, los incendios privan de sustento, y aún de material de construcción para los nidos, amén del daño que también causan a los demás componentes faunísticos y florísticos del bosque.

Pumahuasi significa casa del puma en quechua. En el queñual que sustenta el lugar, una pastora indicó con precisión cuando había muerto el último felino (hace 6 años). Pumas y zorros han sido perseguidos, desde el incanato. La degradación de sus habituales centros de caza, pasturas y bosques hizo que tuviera que buscar su sustento acercándose a los centros poblados o estancias de los pastores. La reacción del hombre a sido obvia.

(Venero y Macedo, 1983), menciona aparte de los mamíferos ya citados, observaron en queñuales a *Conepatus rex*, *Lagidium peruanum*, *Odocoileus virginianus*, *Lama guanicoe*, *Vicugna vicugna*, *Auslyscomis pictus* y *Akodon boliviensis*; reptiles como *Tachymenis peruviana* y *Liolaemus spp.* Y batracios como *Bufo spinolosus*; insectos en estado larvario de cerambícidos y elatéridos en el tronco de las queñuas. Citan además a *Spinus magellanicus*, *Spinus atratus*, *Phrygilus plebejus*, *Thraupis bonariensis* y *Phryugilus atratus*, como aves que se alimentan de brotes tiernos de la queñua.

1.11. CARACTERÍSTICAS BOTÁNICAS

A parte de las condiciones ambientales favorables que propician el desarrollo de *Polylepis*, ya tratadas anteriormente, una serie de adaptaciones morfológicas y fisiológicas han permitido a esos árboles ocupar los altos andes. Entre ellas se mencionan.

ARBOL: El género incluye arbustos de uno a cinco metros de altura, hasta árboles de 27 m. el fuste normalmente es torcido y 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 generalmente es difusa e irregular. La corteza es de color rojizo a 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. En el caso de *P. incana* el espesor de la

corteza varía entre 2 y 2.5 mm. Su consistencia es papirácea, (Pretell, Ocaña, Jap y Barahona, 1985).

CORTEZA: La corteza de sus tallos ofrece una formación suberfelodérmica (Corcho o súber), a modo de láminas y muy delgados superpuestas entre sí, pero dejando los vacíos capaz de aire encerradas. En una suerte de profusa formación escamosas del Corcho, que permite un aislamiento térmico casi perfecto. Así el tronco quedo protegido tanto de las heladas nocturnas como de la intensa irradiación diurna, (Cubas, 1988). No hay que olvidar que *Polylepis* etimológicamente significa “varios estratos” y es la característica más importante que Ruiz y Pavón utilizaron para designar al género en 1979.

TALLOS Y RAMAS: Una expresión de las tendencias a la que están sometidos los *Polylepis* en el medio ambiente son los tallos retorcidos, el alto grado de ramificación y la gran cantidad de congestión de las hojas a lo largo de las ramas.

Es una especie que incluye arbustos de 15 metros. El fuste normalmente es torcido y puede ser único o con varios tallos, los mismos que tienen abundantes ramificaciones y muchas de ellas nacen desde la base del tallo, mide de 1.5 metros de altura, llegando incluso a tener árboles de 23 metros.

El tronco normalmente, torcido con varios tallos y abundante ramificación. La corteza es de color rojiza o marrón amarillento brillante, (Arcos, 2004).

HOJAS: Poseen hojas coriáceas, cerosas y caducos. Las hojas, conjuntamente con las desescamaciones del tallo que caen al pie

de los troncos, producen verdaderos "Colchones de mantillo" que, además de oficiar como estabilizador térmico y abono, absorbe y almacena agua en épocas de lluvias para ponerlas a disposición en la estación de sequías, (Cubas, 1988).

Existen diferencias en la anatomía de las hojas de las especies que crecen en las partes superiores de las cejas de montaña húmeda y las que crecen en altas elevaciones y hábitat más secos.

Los que crecen en terrenos húmedos tienen hojas más grandes mesomórficas, cutícula delgada, células de epidermis con estratos empalizados. Por su parte las que crecen en altas elevaciones y hábitats más secos tienen la cutícula más gruesa, folíolos más gruesos, estratos epidérmicos más compactos, más regulares y compuestos de células más pequeñas, con densa cobertura de tricomas sobre el envés que ayudan la desecación cuando las estomas están cerradas. La densa pubescencia serviría para aislar tejidos vulnerables, (Simpson, 1979).

Las hojas son compuestas, imparipinadas, con un número viable de folíolos que son de color verde oscuro pero brillante pero brillante en el haz, el tamaño de las hojas depende de las condiciones donde crece, por ejemplo en lugares de humedad las hojas crecen más que las que crecen en lugares secos, (Arcos, 2004).

Las hojas son compuestas, imparipinnadas, con un número variable de folíolos de acuerdo a la especie (tres en el caso de *P. incana*, de 15 a 23 mm. de largo). Por lo general los folíolos son de color verde claro a verde oscuro brillante en el haz, glabros, y

con el envés blanquecino-grisáceo a amarillo y pubescente. Sus nervaduras son bien marcadas. En cualquiera de las especies del género, el tamaño de la hoja puede variar según las condiciones donde crece, siendo más grande en los terrenos húmedos (Pretell et al, 1985).

INFLORESCENCIA: Aún cuando parece indicar que *Polylepis* tiene polinización por el viento, algunos árboles aislados están cubiertos por un parásito aparentemente simbiótico, el *Tristerix chodatinaus* (Loranthaceae) (Barreda, 1951) y (Simpson, 1979). Las inflorescencias están rodeadas por densa pubescencia de hojas jóvenes y envolturas estipulares constituyendo copas protectoras.

Entre los caracteres morfológicos vegetativos útiles para diferenciar las especies, se tienen los siguientes (Simpson, 1979):

- a. El tamaño, la forma del ápice, base, consistencia y vestidura de los folíolos; así como la forma de la hoja, son los caracteres morfológicos de mayor importancia taxonómica.
- b. La presencia o ausencia y tipo de tricomas sobre las envolturas estipulares, folíolos y frutos.
- c. La presencia o ausencia de aguijones sobre las envolturas estipulares, su tamaño y vestidura.

El tipo de congestión de hojas en las ramitas terminales en combinación con otras características.

FLORES: Las flores de árbol de queñua son incompletas, sin corola ni nectario, se agrupan en racimos con 5 a 12 flores cada

uno. Las dimensiones de estas oscilan entre los 4 y 5 mm (Arcos, 2004).

Las flores de la queñua son incompletas: sin corola ni nectario. Se agrupan en racimos con 5 – 10 flores cada uno. En el caso del *P. incana*, las flores son de aproximadamente 5 mm de altura y 5 mm de ancho, con unos 20 – 28 estambres. En la Sierra central el género florece entre junio y setiembre (Pretell et al, 1985).

FRUTOS: El fruto es de unos 5 mm de largo, y es una drupa, con cuatro aristas terminadas en cortos agujones, las semillas producidas en la mayoría de estos son infértiles debido a la dicotomía y polinización anemófila del género (Arcos, 2004).

El fruto, de unos 5 mm. de largo por 4 mm de ancho, es seco, drupáceo, con cuatro aristas terminadas en cortos agujones. En la Sierra central la fructificación normalmente ocurre entre junio y septiembre (Pretell et al, 1985).

SEMILLAS: En muchos lugares de la Sierra no se encuentran semillas viables en los frutos debido a la dicotomía y polinización anemófila del género, por lo que ello ocurre principalmente en árboles aislados. En tales condiciones sólo se consigue semilla viable en bosques de cierta extensión, que por lo demás son ya bastante escasos en la Sierra –por ejemplo, en el Departamento de Puno y partes de la Cordillera Blanca (Ancash).

Para *P. incana* en Puno se tiene un promedio de 80,000 semillas por Kilo, con un 2 a 4 % de germinación, siendo su recolección entre abril y junio. Por su tamaño y color las semillas se confunden fácilmente con las impurezas y fragmentos de la nuez,

por lo que es un tanto difícil determinar la pureza (Pretell et al, 1985).

FORMA DE PROPAGACIÓN: La queñua se propaga mayormente en forma vegetativa (esquejes, acodos) alcanzando en vivero un 75% de rendimiento (en platabandas a raíz desnuda en bolsas). También se propaga por semillas, pero con bajo éxito reproductivo (Arcos, 2004).

FENOFASES

Foliación: La información referente a la foliación del queñual se encuentra dada según las épocas del año en las cuales hay la mayor caída de las hojas, que en las tres fuentes es de un 50% ya que las hojas del queñual no son caducifolias en su totalidad. De acuerdo a esto podemos decir que la foliación se presenta durante los meses de octubre a mayo (Arcos, 2004).

Floración: La floración se presenta en los meses de setiembre a febrero (Arcos, 2004).

Fructificación: Los frutos son infértiles la misma que se presenta durante los meses de setiembre a febrero (Arcos, 2004).

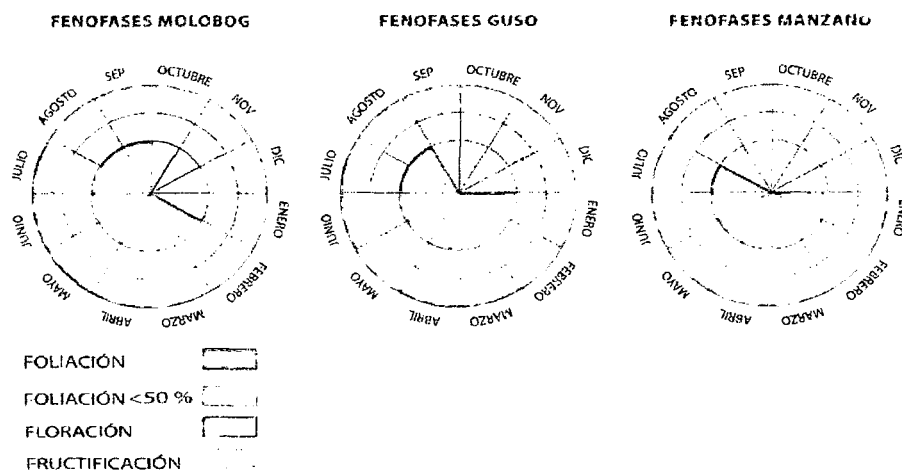


Gráfico 03: Fenofase del queñua

Fuente: (Arcos, 2004).

PROPAGACIÓN

A. Métodos vegetativos (asexuales)

Debido a la ausencia de semillas viables en la mayor parte de la Sierra, la forma de reproducción más común de la queñua es por vía vegetativa o asexual. En la Sierra se practican tres métodos: por esquejes o ramillas, por estacas convencionales o por acodos (Cabala, 1973)

1. **Esquejes:** De los tres métodos el más confiable y recomendable para propagar el género *Polylepis*, es por medio de ramillas o esquejes, que algunos también llaman estacas apicales. Razones: el prendimiento es alto cuando la técnica se aplica correctamente, y porque no se afecta tanto a los árboles "semilleros" cuando de los mismos solamente se toman ramillas. Además, está la ventaja de un menor riesgo de entrada (al árbol) de patógenos por heridas de menor tamaño. De otra parte, el desarrollo de los plantones es más rápido. La técnica de propagación de la queñua por esquejes es principalmente el resultado de investigaciones realizadas por personal de INFOR en la Estación Experimental Forestal – Huancayo y comprobadas en la E.E.F. de Huaraz.

Para lograr buenos resultados hay que buscar que las ramillas tengan por lo menos tres raíces preformadas-especie de chichones o protuberancias. Se les busca debajo de la corteza y en el sector inferior de la rama donde están acumulados los rabillos o pecíolos de hojas muertas.

Según la experiencia en la Sierra, el mejor material vegetativo se obtiene de árboles viejos y aislados, y en mayor cantidad de aquellos que disponen de buena humedad –orilla de ríos o en quebradas. Tanto para el caso de esquejes o ramillas y de estacas convencionales, el mayor prendimiento se obtiene de material recolectado una vez que las lluvias se han establecido (diciembre por ejemplo, para Cusco). Ello probablemente se debe a que la zona generatriz o cambium es más activa en verano y se tiene mayor humedad (Pretell et al, 1985).

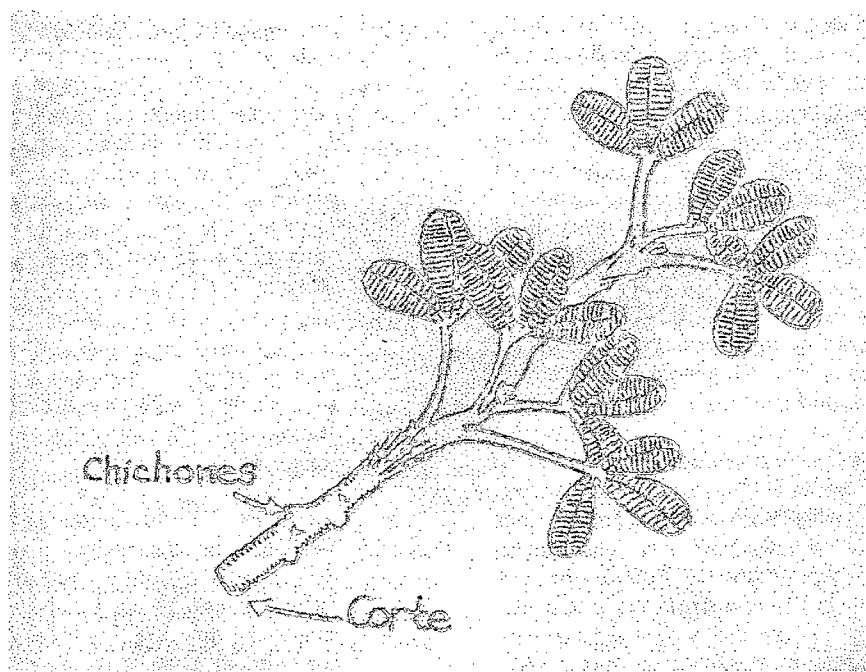


Gráfico 05: Propagación de la Queñua por esquejes.

Fuente: (Pretell et al, 1985)

Los esquejes, de unos ocho a doce cm., de largo, se cortan lo más cerca posible de la rama principal. El corte debe hacerse limpio y sin rasgaduras utilizando tijeras de podar bien afiladas. Una vez cortados los esquejes hay que

protegerlos del sol y del viento, manteniéndonoslos húmedos, por ejemplo en una balde de plástico. En esta forma se pueden guardar hasta 24 horas sin que afecte su prendimiento.

Los esquejes se "siembran" o ponen en bolsas de plástico (preferiblemente de 15 x 20 cm. o más) o en platabandas a 30 x 30 cm., utilizando un repicador normal para hacer el hoyo en el cual deben quedar enterrados todos los chichones.

La convivencia o no de eliminar parte del follaje de los esquejes de queñua antes de su repique, todavía no está bien definida en la Sierra. Así por ejemplo, hay quienes recomiendan eliminar entre un 30 a 50% de las hojas, dejando las más tiernas. En cambio, según experimentos recientes, (Casanova et al, 1985) en Cusco, el prendimiento es mejor -15 a 50% - en esquejes a los cuales no se les ha quitado follaje; lo mismo se ha observado en el Vivero de Ccaytupampa (Cusco). Ello probablemente se debe a que las hojas son la fuente más importante de hormonas y carbohidratos que las raíces necesitan para su desarrollo.

Durante los primeros quince días de "sembradas" las ramillas se deben regar solamente con regadera y nunca por inundación. Por otra parte, aproximadamente durante las primeras cinco semanas hay que proteger el material con tinglado, cuidando de mantener siempre la mezcla húmeda.

La mezcla para el embolsado debe ser de textura suelta y con una buena proporción de materia orgánica descompuesta – aproximadamente un 35% -que permite mantener un adecuado nivel de agua. Así, experimentalmente, en Huayllapampa- Cusco (Casanova, et al, 1985) las mezclas que mejores resultados han dado son las siguientes: tierra negra más tierra agrícola (1:1) y tierra negra, más turba, más arena (1:1:1).

Durante la etapa de prendimiento de los esquejes algunas hojas mueren y caen, mientras que las yemas desarrollan en forma vigorosa. Al poco tiempo (dos o tres días) de la “siembra”, las raíces preformadas sanas comienzan a brotar con vigor, mientras que las dañadas durante la recolección y el transporte se secan. Procediendo en forma correcta, es común, tanto en el caso de “siembra” en bolsas como en platabandas, lograr un prendimiento de 75 – 80%.

Aproximadamente un mes después de la “siembra” de los esquejes conviene eliminar aquellos que no han prendido. Debido a que las raíces de la queñua son muy delicadas y quebradizas (como fideos sancochados) hay que deshierbar con frecuencia, a fin de no dañarlas al arrancar maleza crecida. Durante toda la etapa de crecimiento en vivero se debe regar con frecuencia, ya que la queñua necesita bastante humedad.

En el caso de plantones en platabandas –con crecimiento más rápido que en recipientes –una vez que han alcanzado 30 cm. de altura, hay que hacer una poda de raíz

aproximadamente cada dos meses. Para ello se usa una lampa recta bien afilada que se introduce verticalmente en los cuatro lados de cada planta con el objeto de propiciar la formación de una buena masa radicular con pan de tierra que permita una proporción 2:1 de parte aérea:raíz. Debido al trauma que significa la poda, hay que regar antes y después de la misma, siendo preferible hacerlo al atardecer. En esta forma, en Concepción (3,300 m.s.n.m. – Junín) se ha logrado tener plantones de un metro en 12 meses. En el caso de esquejes en bolsa hay que removerlas periódicamente cuando las raíces comienzan a traspasarlas. Por tener raíces muy delicadas, el *Polylepis* no tolera que se le plante a raíz desnuda.

En el departamento de Junín, para sitios relativamente favorables, la experiencia ha mostrado que los plantones deben tener al plantarlos un mínimo de 50 cm. de tallo. En cambio, para sitios muy fríos (con heladas fuertes) es necesario trabajar con plantones con pan de tierra y de un metro o más, que requieren de 12 a 24 meses en vivero – según sean las condiciones climáticas del mismo. Así por ejemplo, en la localidad de Chicche, a 3,900 m.s.n.m., con plantones de este tipo, de 1.30 m. en promedio y de 18 meses de edad (producidos a 3,300 m.s.n.m.), se ha tenido un 100% de prendimiento, con alturas de 2.20 m. a los dos años de plantados; el promedio de ramas por plantón aumentó en dicho lapso de 3 a 8, lo que indica un buen vigor. (Pretell et al, 1985).

2. Estacas convencionales: Un segundo método de propagación del género *Polylepis* es por estacas convencionales, plantadas directamente en el campo definitivo. Sólo funciona en sitios con buenos suelos y adecuada humedad, es decir, donde las condiciones son favorables al prendimiento de las estacas. Otro factor limitante es la regular cantidad de árboles necesarios para obtener las estacas, así como el daño y considerable reducción del follaje.

Lo más recomendable es obtener las estacas de ramas leñosas pero no muy viejas. Los cortes deben ser limpios y sin rasgaduras, de preferencia con sierra de podar para reducir al mínimo el daño a los árboles "semilleros". En Cajamarca se ha observado que la mejor época para la recolección de las estacas es entre los meses de noviembre a febrero (plena época de lluvias), que es cuando las raíces preformadas son más notorias en los entrenudos. En cambio, en el caso de Huancavelica, se reporta que no hay diferencia durante todo el año.

El tamaño de estaca recomendable es de unos 30 cm. de largo y de aproximadamente 1.5 a 2.0 cm. de grueso. Las estacas deben incluir tres o más entrenudos. Se les puede guardar en aguas sin problema hasta 48 horas. El hoyo se prepara en igual forma que en caso de un planton: a) limpieza de la vegetación en un plato de un metro cuadrado, y b) remoción total de un volumen de tierra de 40 x 40 x 40 cm. La estaca se entierra aproximadamente hasta la mitad

de su longitud y en el centro del hoyo. Algunos recomiendan que la estaca quede algo inclinada, aunque no es clara la ventaja fisiológica de tal práctica.

Hay poca información sobre el prendimiento de estacas convencionales de *Polylepis*. Un caso exitoso (90 %) es en Porción (Cajamarca) por el CICAFOR; con características óptimas de sitio: suelos profundos de origen volcánico y bastante humedad – tanto edáfica como atmosférica. En la Sierra menos favorables, lógicamente cabe esperar un prendimiento mucho menor. Como por ley está prohibido cortar el género, en principio, no se debería promover su propagación en gran escala por estacas convencionales. Como ya se vió, es más fácil hacerlo por esquejes o ramillas. (Pretell et al, 1985).

3. **Acodos:** El acodo es una forma natural de propagación asexual que tienen ciertas especies. Algunos les llaman hijuelos. Resulta cuando una rama, sin desprenderse de la planta, se pone en contacto con el suelo y echa raíces. Desde luego, el hombre puede propiciar la formación de acodos imitando a la naturaleza: doblando una rama baja y enterrándola parcialmente (parte A, Figura), o amontonando tierra alrededor del fuste y cubriendo una parte de las ramas que salen a nivel del suelo (parte B, Figura). Este método de propagar la queñua por sus obvias limitaciones, sólo puede usarse en pequeña escala (Arostegui y Sato, 1968).

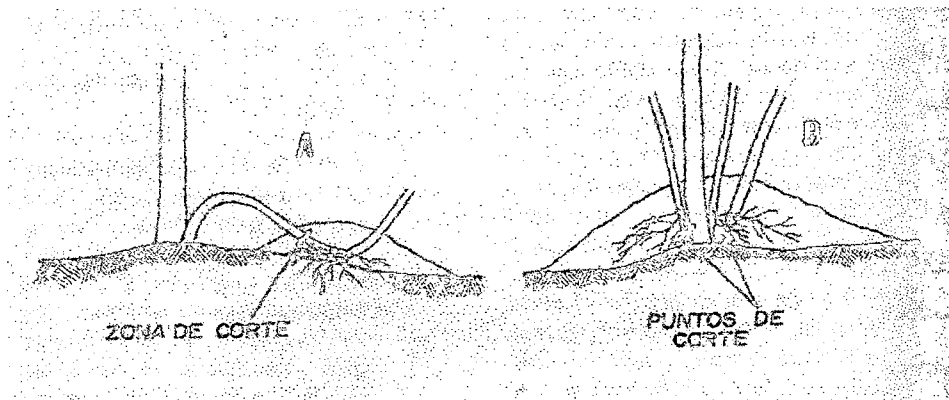


Gráfico 06: Propagación por acodos

Fuente: (Pretel et al, 1985)

B. Métodos sexuales.

1. **Semillas:** Hasta donde se tiene conocimiento, Puno es la única parte en la Sierra donde se ha trabajado, aunque en escala muy limitada, en la propagación de la queñua (*P. incana*) por semilla. Por lo tanto, la información que se da a continuación procede de dicho Departamento. Para la recolección de la semilla se necesitan tres personas: dos para sostener una manta de 3 x 3 m. (con varillas en dos de sus costados) al pie del árbol semillero, y uno que suba a sacudir las ramas para que caiga la semilla. La semilla cae con bastantes impurezas y para limpiarlas hay que secarla al sol durante unos 15 días. Luego se le pisa para destrozarse las impurezas mediante una zaranda suficientemente fina. Produciendo en esta forma, de cinco kilos de material recolectado se obtiene un kilo de semilla con aproximadamente 100,000 semillas. Su capacidad germinativa es baja: entre 2 a 4 %. Recomendaciones importantes: a) debido a que algunos árboles llegan a tener

prácticamente todas sus semillas vanas, se recomienda verificar por corte antes de la recolección, el porcentaje (en un mínimo de 20 por árbol) de semillas vacías con el objeto de decidir si la misma se justifica, y b) No usar semilla de un solo árbol, sino mezclar de varios.

En el Vivero de Ayaviri (a 3,900 m.s.n.m.) se ha utilizado un sustrato que contiene cinco partes de tierra arenosa, dos partes de estiércol de oveja y una parte de ceniza. La semilla se siembra al voleo con una densidad de 50 gr/m^2 , tapándola ligeramente con un sustrato fino y después con una capa de paja (3 cm. de espesor) antes de regar con regadera de ducha fina. Es necesario mantener el sustrato húmedo hasta que emerjan las plántulas, lo cual comienza a los 30 – 40 días, no siendo uniforme. Aproximadamente a los 50 días de haber hecho la siembra se comienza a ralea la paja que cubre el almácigo, y se termina de quitar en el término de 10 días. Hasta ahora sólo se ha logrado una densidad de 150 – 400 plántulas por metro cuadrado de almácigo.

El repique se hace alrededor de tres meses después de almácigar, cuando la plántulas tienen 4 – 5 cm, y dos pares de hojas, y su raíz principal unos 6 cm. de largo y varias raíces secundarias. En Ayaviri, a los 10 meses de repicada la queñua, alcanza 25 – 30 cm. de altura que es el tamaño utilizado hasta ahora en Puno para plantar (Arostegui y Sato, 1968).

2. Brinzales: Aunque no es usual, cabe mencionar una cuarta forma de obtener plantones de queñua: mediante la extracción cuidadosa de brinzales, es decir, plantas procedentes de semillas que ha germinado de manera natural al pie o alrededor de árboles maduros. En otras palabras, trátase de regeneración natural.

En el departamenteo de Ancash, donde la regeneración natural de la queñua es buena, se ha tendido éxito aceptable poniendo en bolsas de plástico a brinzales de 8 – 10 cm. de altura. Al parecer, los plantones producidos en esta forma crecen mucho más lentamente que los producidos por esquejes, por lo que su justificación es dudosa.

En fecha reciente en Puno se ha tenido éxito razonable procediendo de la siguiente manera: extracción de brinzales de 2 – 4 cm. de altura, que de preferencia se mantiene en paquetes (por ejemplo de 25) envueltos en papel periódico mojado, o si no directamente en aserrín húmedo. En ambos casos, los recipientes deberán tener drenaje para permitir la salida de excedente del agua del riego diario. De esta manera, y siempre bajo sombra, las plantas aguantan por lo menos una semana sin daño alguno. Procediendo en esta forma se han obtenido hasta 50 plantones (repicados en bolsa) por árbol del bosque natural. Su crecimiento inicial es igual al de plantones producidos en almácigo (Arostegui y Sato, 1968).

PLANTACIÓN

En base a su capacidad de resistir temperaturas bastante frías, el género *Polylepis* es uno de los pocos árboles de la sierra que crecen en las partes altas. Desde luego tiene su límite, que hay que respetar. En general, no conviene plantar material producido en vivero a más de 300 m. arriba de la altitud de aquél, debido al riesgo que se corre de que los plántones no toleren el fuerte cambio en temperatura.

Cuando se trata de establecer plantaciones de queñua en condiciones climáticas extremas, como lo es por encima de los 3,800 m.s.n.m. en gran parte de la Sierra, hay que utilizar plántones grandes para lograr una aceptable supervivencia.

Así por ejemplo, en Junín el Plan MERIS, en la campaña 1980-81 utilizó (escala reducida) a 6,900 m.s.n.m. plántones de 90 a 140 cm. producidos en camas estaqueras, de dos años de edad. La raíz de estos plántones fue podada mensualmente a partir del sexto mes de prendimiento. Se les llevó al campo con pan de tierra de 25 x 25 x 25 cm. y plantó sobre montículos de tierra. Su prendimiento al año fue de 100%, con crecimiento relativamente lento (unos 30 cm. por año), pero con muchos brotes vigorosos. A los cuatro años miden entre 2 a 2.5 m. de altura. En cambio, en una plantación hecha en el mismo lugar un años después, con plántones de 20 - 30 cm. criados en bolsa, apenas hubo un prendimiento del 10%, además de un desarrollo muy lento.

Al igual que la mayoría de las especies forestales en la Sierra, para tener éxito en la queñua, también hay que preparar adecuadamente el sitio. Los hoyos deben ser, de por lo menos 40

x 40 x 40 cm. en zonas con fuerte competencia de pasto es necesario limpiar un "plato" de un metro cuadrado para cada plantón. Así por ejemplo, en Puno se ha observado que el deshierbe es indispensable durante los dos primeros años a fin de obtener un crecimiento aceptable. Además, por ser la queñua palatable al ganado y de lento crecimiento, es indispensable proteger en forma efectiva a la plantación del pastoreo durante los primeros años –hasta que los árboles alcancen unos 3 metros de altura como mínimo.

Debido a que, como se ha señalado, la raíz del *Polylepis* es muy delicada y quebradiza, no se le puede propagar a raíz desnuda, sino solamente en bolsa o con pan de tierra. Se ha reportado que con cualquier daño a la base del tallo el arbolito muere, por lo cual se destaca la importancia que tiene una cuidadosa manipulación durante todo el proceso, es decir, desde su transporte hasta su puesta en el campo definitivo.

Esto sabido que la queñua generalmente tiene un crecimiento lento, variando desde luego según el clima, la calidad de suelo y la humedad. Hay quienes consideran que la queñua necesita de 160 a 200 años para alcanzar un DAP de 50 cm. a continuación se refieren algunos ejemplos de crecimiento.

a) En unas 10 hectáreas de plantaciones establecidas en el Departamento de Puno se ha observado un crecimiento anual promedio en altura (para los dos primeros años) de 25 cm., aumentando después a 30 cm. por año. En la misma región, árboles de queñua con protección de pared y en linderos de

chacras con buenos suelos, tienen el doble de crecimiento de aquellos plantados en campo abierto.

b) En plantaciones con brinzales en el Parque Nacional Huascarán (Ancahs), el crecimiento anual en altura es de sólo 10 cm. y con bastante ramificación. Igualmente en Junín se ha observado que el *Polylepis* no crece mucho en altura (por ejemplo, 10 cm. en un año a 4,260 m.s.n.m.), pero produce una buena cantidad de biomasa en sus ramas – lo que es conveniente desde el punto de vista de producción de leña y de protección en cortinas rompevientos.

c) En Porcón (Cajamarca) en condiciones muy favorables de suelo y humedad, en una plantación de 20 has. de queñua por estacas convencionales en surcos a nivel –para formar bancales en terrenos de cultivo- tienen crecimiento máximo de 2 m. de altura en tres años.

d) En Puno, en algunos ensayos con nitrógeno mineral, se observó un incremento de 50% en el crecimiento del *Polylepis*.

En general la queñua no rebrota, aunque, al parecer el fuego favorece dicho proceso. (Tapia, 1975).

Cuadro 09: Registros de altitudes mínimas, máximas y rango de mayor concentración de poblaciones de *Polylepis*.

ESPECIE	ALTITUD (m.s.n.m)		
	MINI	MAXI	MAYOR CONCENTRACIÓN
<i>Polylepis incana</i>	2000	4200	3400 – 3900
<i>Polylepis racemosa</i>	3600	4600	3600 – 3950
<i>Polylepis serica</i>	3400	4800	3500 – 3900
<i>Polylepis weberbaueri</i>	2000	4800	4000 – 4800

Elaborado a partir de los registros de (Simpson, 1979), (Smith, 1985), (Fjeldsa, 1987), (Frimer y moller, 1989) del presente estudio.

1.12. DENDROMETRÍA Y ESTRUCTURA DE LOS QUEÑUALES

Los queñuales son conocidos por su lento crecimiento, mala forma y alturas y diámetros nada impresionantes. Sin embargo, en el transcurso del trabajo de campo se encontraron algunos datos poco concordantes con esa idea. Así, en una escuela de Lampa, un árbol de queñua que –según los lugareños- tenía 68 años al ser cortado presentó un diámetro a la altura del pecho de 57 cm y altura de 12 m según la medición de las trozas encontradas.

Tratando de minimizar las cantidades, se calculó el volumen del árbol como si fuera un cono de 12 m de alto y 57 cm de diámetro en la base.

$$V (\text{cono}) = \frac{1}{3} \pi r^2 h = \frac{1}{12} \pi d^2 h$$

$$\text{de donde } v = \frac{1}{12} \times 3.14 \times (0.57)^2 \times 12 = 1.02 \text{ m}^3$$

El árbol de la escuela de Lampa tenía fuste recto y ramas recién a los seis metros de altura, oponiéndose a la forma de casi todos los árboles espontáneos con ramificación cercana al suelo y fuste sinuoso. Luego, surge la duda de si estas formas retorcidas y ramificadas son espontáneas o producto de daños al ápice, sean por efectos naturales (heladas, ramoneo de fauna silvestre, barrenadores, etc) y/o producto de actividades humanas. Un árbol bien cuidado como el de esta escuela podría mejorar su forma y expectativas maderables.

En un estudio preliminar (Aróstegui y Sato, 1968) informan que la madera de *Polylepis* es fácil de trabajar al cepillado y al aserrado, de buen comportamiento al torneado y lijado pero si se quiere utilizar para parquet genera hasta 80% de desperdicios por la forma retorcida del tronco, así como por defectos durante el secado, debido a las tensiones producidas por las sinuosidades del tronco, Comparándolas con otras maderas, los autores citados tampoco recomiendan su uso en mangos de herramientas por su baja resistencia a la dureza, tenacidad y mal comportamiento al secado. Esto por cierto no es impedimento alguno para ser utilizado excelentemente para las construcciones de las herramientas y otros artículos domésticos rurales y artesanías.

Barreda (1981) estimó en 160 a 200 años el tiempo necesario para que el árbol alcance 50 cm de diámetro, aunque

no se menciona el método de cálculo. (Zárate, 1982) dice que los anillos de crecimiento son indistinguibles. Si la información presentada sobre el árbol de Lampa es correcta se necesitaron sólo 68 años para sobrepasar los 50 cm. Aunque tiene mucho que ver con la calidad de sitio, bien vale la pena no tener siempre la pesimista idea de bajos rendimientos con las queñuas.

Datos compilados por (Pretell et al, 1985) dan a conocer que los crecimientos en altura más comunes están entre 10 a 30 cm/año; con adición de N mineral el crecimiento puede incrementarse en un 50% o en 100% con paredes de protección. Asimismo, se lograron crecimientos de 1 m/año con podas de raíces pero en suelos de platabandas. Si bien el árbol crece lentamente, estos datos sugieren que un manejo silvicultural adecuado aceleraría el desarrollo de *Polylepis*.

1.13. ANTECEDENTES SOBRE LA SITUACIÓN Y CONSERVACIÓN DE LOS BOSQUES DE *POLYLEPIS*.

1.13.1. Estudios botánicos

Desde las primeras referencias sobre los "Quenuales", dado por Juan López en su obra "Geografía y descripción universal de Indias", (Herrera, 1943) *Polylepis* ha sido motivo de temprana y permanente preocupación botánica.

Es una excursión realizada por Hipólito Ruiz y José Pavón por la provincia de Tarma (actual departamento de Junín), tuvieron la oportunidad de examinar en 1979 el árbol conocido en la localidad por "Quinhuar" o "Quinuar" con el que crearon el

género *Polylepis*. H. R. da al espécimen de este árbol el nombre de *Polylepis emarginata* que posteriormente fue descrito por Ruiz y Pavón bajo el nombre de *Polylepis racemosa*.

En la primera mitad del siglo XIX las investigaciones de los botánicos Humboldt, Bonpland y Kunth añadieron a la especie en referencia otras dos muy importantes: *Polylepis incana* y el *Polylepis villosa* (*Polylepis racemosa*) reconocidos por (Herrera, 1943) como endémicos en nuestro territorio.

En la Flora del Perú, (Macbride, 1938) se citan las siguientes especies: *Polylepis multijuga*, *Polylepis serrata*, *Polylepis albicans*, *Polylepis subsericans*, *Polylepis tarapacana*, *Polylepis weberbaueri*, *Polylepis racemosa*, *Polylepis regulosa*, *Polylepis villosa*, *Polylepis incana*, *Polylepis tomentella* y *Polylepis subquinquefolia*.

Son importantes también las contribuciones de (Weberbaueri, 1945) y (Cerrate, 1979). Pero no es sin hasta la monografía del género realizada por (Simpson, 1979) que se alcanza una visión completa, obra tan valiosa como fue la de Bitter en su época (1911).

Se debe destacar también el estudio de la Flora de Parque Nacional Huascarán (Smith, 1985) en la cual se incluyen 4 especies de *Polylepis*.

1.13.2. Importancia de la queñua.

Un listado de usos dados al género *Polylepis* es presentado por (Castañeda, 1984).

Entre los usos determinados para las diversas especies se mencionan (Reynel y Felipe – Morales, 1987).

- Cortinas de vegetación contra las heladas.
- Estabilizadores de cárcavas y riberas para la protección de áreas agrícolas.
- Bosquetes en las cabeceras de cuenca para la protección de áreas agrícolas.
- Bosquetes de especies nativas con soto bosque como forraje.
- Árboles para protección y cobijo del ganado.
- Como medicina tradicional para combatir inflamaciones de la garganta, amigdalitis y resfriados.
- Usos en zanjas de infiltración y terrazas de formación lenta.

1.13.3. Usos y beneficios de la queñua como especie forestal andina.

Nº	Color	<i>Polylepis sp.</i>
1		Madera para construcción
2		Artesanía en general
3		Cabos de herramienta
4		Durmientes para vías férreas
5		Varas largas (tablones)
6		Leña
7		Carbón
8		Ornamental
9		Postes para cercas
10		Sombra para el ganado
11		Rompevientos
12		Protección de cuencas hidrográficas

Fuente: Desarrollo forestal campesino. Quito – Ecuador, 2006

Por ser uno de los pocos árboles que crecen en las partes altas de la Sierra, la queñua tiene gran importancia como combustible: leña y carbón de alta calidad. También en el establecimiento de cercos vivos y cortinas rompevientos para protección del ganado,

cultivos y el hombre mismo. Aporta una buena cantidad de hojarasca y ritidoma (corteza externa) ambas de fácil descomposición, lo que hace al género un eficiente mejorador de suelo. Por ello, constituye una alternativa viable en sistemas agroforestales y silvopastoriles de las regiones alto-andinas.

Por su distribución natural en quebradas, el *Polylepis* es un género importante en el control de la erosión, protección de cuencas hidrográficas y, con hábitat para la fauna silvestre.

La madera de queñua es dura, pesada y de color rojizo. Se usa en la fabricación de instrumentos de labranza (Chaquitaclla, partes del arado, yugos, combas, etc.), en artesanías como cucharones, cucharas, platos, y en juguetería. También en la construcción de viviendas rústicas.

Debido a que la madera es resistente a la pudrición bajo condiciones de humedad la queñua es muy usada para postes de cercos, parantes de chozas y en galerías de minas. Cuando la especie tiene buen número de ramificaciones rectas, se le aprovecha para varas – que son muy apreciadas.

Debido a su alta densidad, la madera de queñua es muy apreciada como leña, además de servir para elaborar un carbón de muy buena calidad.

La corteza interna (de color blanquecino) machacada y en infusión, se emplea en algunos lugares para curar resfriados, dolor de garganta, amigdalitis. También para teñir lana de color beige. Las ramas y las hojas se usan para curtir pieles.

En medicina folklorica, las hojas de queñua hervidas junto con hojas de quishuar se emplean para el tratamiento de dolores

reumáticos: se toma la infusión o se usa para lavar la parte afectada. Se repite varios días la toma de agua y el baño.

El genero *Polylepis* es muy difundido como planta ornamental en plazuelas y patios de casa. Junto con *Buddleia coriacea* (*C'colle negro*) (Prettel, Ocaña, Jon y Barahona, 1985).

1.14. DESAPARICIÓN DE LOS BOSQUES DE QUEÑUA

Los ejemplos de bosques que se convirtieron en pastizales o sabanas, producto principalmente de tala y quema practicada por el hombre para procurarse más lugares de cultivo y pastoreo se van acumulando alrededor del mundo. El paisaje alto andino se enmarca dentro de estas discutidas tesis. Los extensos pajonales que dominan el paisaje alto andinos no serían característica prístina.

Según (Guillet, 1985) hay ahora más aceptación de parte de ecólogos y geógrafos por la tesis de que los Andes Centrales estaban cubiertos de bosques antes de la expansión humana. Los ecólogos que toman la posición de la existencia de bosques aborígenes más grandes son generalmente seguidores del método Holdridge que se basa en datos de precipitación y temperatura para predecir determinadas formaciones vegetales. En la perspectiva de la escuela de Holdridge, dadas las condiciones climáticas de los Andes Centrales, una gran parte de la Sierra hubiera estado cubierta de bosques en tiempos pasados; tales áreas incluyen la cuenca del lago Titicaca y muchas otras secciones de los valles y punas de la Sierra.

(Brandbyge et al, 1986) muestran fotografías de una región andina ecuatoriana anteriormente poblada de bosques y hoy convertida en páramo (Las munas, Provincia de Tungurahua). Por su parte (White, 1982), citado por (Guillet, 1985), suministra datos que muestran que el mosaico de vegetación de la alta puna andina, que consiste en estepas, prados alfombrados y pajonales, es el resultado de la actividad humana: en muchos casos esa vegetación ha reemplazado a los bosques.

Estudios botánicos recientes en el Ecuador muestran que los páramos de los Andes del norte estuvieron una vez dominados, entre otros tipos de vegetación, por bosques de *Polylepis* sobre el límite de la verdadera vegetación alpina. Las pasturas pueden haber ocurrido localmente como un estado sucesional después de erupciones volcánicas. La actual amplia ocurrencia de pasturas y vegetación de *Espeletia* aparentemente es el resultado del roso, tala para leña y pastoreo por muchos siglos. La Gaard, citado por (Fjeldsa, 1988).

1.15. DISPOSICIONES LEGALES RELACIONADAS CON LA VEDA DE GÉNEROS LEÑOSOS Y CARBONERO

- Decreto Supremo N° 532 del 29 de mayo de 1943
 - Decreto Supremo N° 1014-73-AG del 31 de octubre de 1973
- (Yall, 1992)

1.16. LEGISLACIÓN APLICADA A LOS BOSQUES DE POLYLEPIS

No son documentos únicos ni relativamente recientes los mandatos legales intentando frenar el uso de carbón o leña de géneros con poblaciones en peligro de desaparición (*Polylepis sp.*, *Azorella sp.*, *Prosopis sp.*). Una pequeña colección de estas disposiciones se presenta en el punto 1.15.; ninguna de ellas ha tenido el efecto deseado. En resumen, las causas del fracaso de disposiciones legales serían la inadecuada difusión, fallas en el control del cumplimiento y falta de estudios básicos para abordar el problema y adecuar la legislación.

Las disposiciones legales deberían encargar a las dependencias forestales la difusión a las comunidades campesinas en cuya jurisdicción hay queñuales. Este es seguramente un proceso lento pero más efectivo que el dar por entendido que todas las personas en el Perú leen el diario oficial. Las comunidades campesinas necesitan sentirse amparadas para defender sus recursos contra foráneos que explotan o mandan explotar sus queñuales. Algunos campesinos de Lampa, por ejemplo, saben que la tala de queñuas está prohibida, pero desconocen qué hacer y en qué documento legal apoyarse para formular una denuncia a la Policía o aún contra ella. Por ello las dependencias forestales deberían, además de difundir los dispositivos legales, informar del procedimiento de denuncia ante varias instancias.

Los municipios también deberían tener una ardua labor con los consumidores del carbón y los carboneros. Las disposiciones legales deberían prohibir no solo la tala de árboles sino la

elaboración y comercialización del carbón. Sin embargo, la ley no debe prohibir "todo uso"; la utilización de productos de los bosques con fines medicinales o rituales debería estar permitida.

La nueva legislación deberá prestar especial atención a los arrieros. Ellos han sido históricamente los dinamizadores de una de las más delicadas económicas en el área de estudio, y por ende del Perú. El arriero visita periódicamente aquellos caseríos que no cuentan con vías de fácil acceso y se encarga de proveer al caserío de bienes de consumo.

Prohibir el arrieraje de leña sin previo estudio podría traer funestas consecuencias para algunos de los caseríos, ya que la recolección de leña es parte del circuito de arriero. Sería conveniente elaborar un registro de los arrieros actuales y comenzar a estudiar sin demora si es más conveniente compensar económicamente parte del circuito que ahora haría sin leña, o si es posible permitirle el uso de base de cuotas mínimas, diámetros mínimos de corta de ramas, prohibir el uso de ciertas herramientas y algunas prácticas dañinas a los queñuales. Otra posibilidad sería sustituir la leña por otros combustibles.

Los escasos conocimientos actuales muestran que no es sólo a los árboles de *Polylepis* a los que hay que proteger; ellos se encuentran relacionados con fauna y flora particulares. Con más estudios, el perfeccionamiento de la legislación llevará promulgar decretos a favor de los queñuales como ecosistemas, antes que sólo como una agrupación de árboles. Tampoco podrá olvidarse que en el campo florístico, además de las queñuas existen otras especies por las cuales preocuparse. La siguiente

es una escueta lista de los géneros andinos afectados por que quemas o por extracción leñera: *Puya sp.*, *Azorella sp.*, (casi extinta en área de estudio), *Balbisia sp.* (sólo en vertiente pacífica de la Cordillera Occidental Sur), *Parastrephia lepidophylla*, *Ribes brachybotrys*, *Displostephium tovari* y *Satureja boliviana*.

En toda la Sierra, los combustibles naturales renovables (herbáceas, arbustivas y árboles leñeros, además de estiércol de ganado) son pésimamente utilizados. Por tanto, la legislación no solo debería prohibir su maltrato, sino alentar el estudio del problema y promover el uso de recursos alternativos.

CAPITULO II

MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. SELECCIÓN DE LAS ÁREAS DE ESTUDIO

Las áreas de estudio comprenden parte de los Andes Centrales, de accidentada fisiografía, lo que determina una gradiente ecológica que va desde la estepa – Montano Sub Tropical según las zonas de vida de (Holdrige, 1982). De ecología compleja, aunque con notable presencia de estructura granítica.

Estas áreas han sido definidos debido a la concentración de especies de *Polylepis* que son relictos muy importantes.

Todo inventario general inicia con las actividades de gabinete. En esta etapa se recopiló información para establecer el plan de trabajo a seguir en los 3 bosques de queñua. El trabajo de recopilación de datos se realizó durante los años 2006 al 2008, al termino de este años se procesó toda esta información.

2.2. CARACTERÍSTICAS DE LAS ZONAS DE ESTUDIO

Localidad

: Accomarca

Distrito	: Accomarca
Provincia	: Vilcashuaman
Departamento	: Ayacucho
Capital	: Accomarca
Superficie provincial (Km ²)	: 82,43
Jurisdicción Administrativa	: Administración Técnica Forestal y de Fauna Silvestre – Sierra Central Sede Ayacucho.

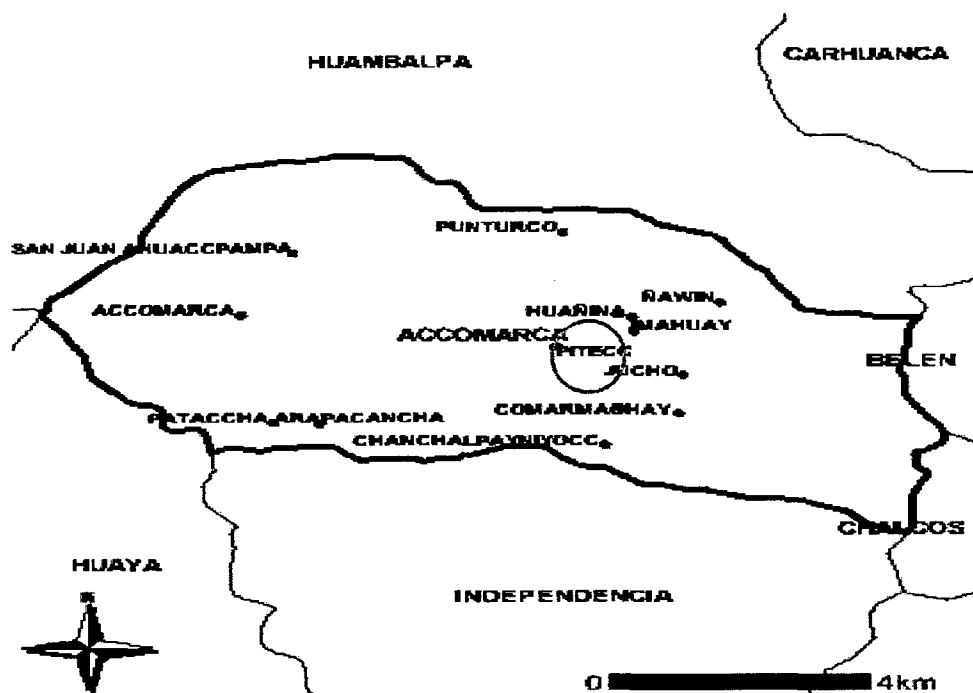


Gráfico 07: Mapa de la ubicación del área de estudio Accomarca – Vilcashuamán

Fuente: (INEI, 2007)

Localidad	: Checcyacc
Distrito	: Vilcanchos
Provincia	: Víctor Fajardo
Departamento	: Ayacucho

Departamento : Ayacucho
 Superficie provincial (Km²) : 791,01



Gráfico 09: Mapa de la ubicación del área de estudio Achaccmarca – Cangallo

Fuente: INEI (2007)

2.3. METODOLOGÍA

(Mackay, 1964), indica que en plantaciones o bosques de magnitudes considerables es importante hacer evaluaciones al 100%, no obstante se trabaja solo con una parte de la población

llamada muestra para luego inferir al bosque en conjunto y agrega que el uso de la inferencia es una necesidad inevitable en los inventarios forestales y define a la inferencia estadística como el método en que conociendo los valores numéricos de las características de lo singular es posible estimar los valores numéricos de las características de lo general.

2.3.1. ESTIMACIÓN DEL TAMAÑO DE LA MUESTRA

El tamaño de la muestra está compuesto por la suma de las áreas de todas las unidades elementales que integran la muestra, el área de estas unidades varía considerablemente de acuerdo con el tipo de bosque y los objetivos del muestreo, de esta forma las muestras pueden ser desde unidades tan pequeñas como de 100 m² o tan grandes como de 10,000 m² o más a razón del tipo de información que se requiere y de las características propias de la población que es el motivo del muestreo.

De acuerdo a estos conceptos, las unidades pequeñas son más aptas para bosques homogéneos y las unidades grandes para bosques heterogéneos.

La definición estadística de la muestra es lo siguiente: la muestra es parte representativa de un agregado mayor, con lo cual, pueden hacerse inferencias correctas acerca de valores de la población. En inventarios forestales, generalmente la muestra es una superficie areal, que debe cumplir las dos condiciones antes mencionadas:

Primera condición

- a) Diferencias entre valores reales de la población y valores medidos de la muestra.
- b) Diferencias entre los valores de la muestra y de los valores que tendría la población en caso de ser totalmente medida.

Segunda condición

- a) Que la selección sea un proceso inconsciente.
- b) Que inconveniencias individuales no sean sustituidas por conveniencias personales.
- c) Que todas las unidades sean iguales, es decir, que tengan el mismo tamaño.

Con las indicaciones de (Carrera y Tineo, 1994) para iniciar este estudio fue necesario en primer lugar determinar la extensión ocupada del bosque de Queñua. Se proporcionó una metodología para tomar decisiones respecto a una población, siguiendo el razonamiento derivado de la evidencia de datos numéricos observados en una muestra de población.

Lo que más nos interesa en un muestreo aparte de la media es su exactitud. Sabemos que cada media estimada en base a un muestreo tiene un error estadístico, el cual tenemos que calcular también.

Tenemos que recordar que todas las fórmulas estadísticas están basadas en el concepto de selección al azar. El error estándar, en este caso no deberá ser mayor al 20% del área basal de las especies inventariadas a una probabilidad de 95%.

Por lo tanto para nuestro caso como no se tenía ningún conocimiento sobre la variabilidad del bosque, se realizó un

muestreo piloto utilizando parcelas de tamaño previamente definidos (para el caso de los tres bosques se utilizó parcelas de 1000 m^2).

Para lo cual en 5 parcelas pilotos de 1000 m^2 , se midió sus volúmenes de madera ($\text{m}^3/\text{parcela}$), con lo cual se calculó el volumen medio de madera, el error relativo (E), y los límites de la media poblacional con una confianza de 95%.

Con esta información se calcula la variancia, la desviación estándar, hasta llegar al coeficiente de variación, que es el valor que se necesita para calcular el número de parcelas a muestrear (tamaño de muestra).

2.3.2. NÚMERO Y UNIDADES DE MUESTREO

Las muestras están formadas por dos variables que son: las unidades de muestreo y el número de muestreo.

Las unidades de muestreo son los valores de las características de un elemento de la población o de un grupo de ellos. Para nuestro caso se estableció parcelas rectangulares de $20 \text{ m} \times 50\text{m}$, este caso se ajusta por la densidad arbórea, posibilitando medir en cada parcela un promedio de 15 a 20 individuos. Es importante que el tamaño de las parcelas no debe variar en el mismo inventario.

En vez de parcelas rectangulares teóricamente se podría aplicar cuadrados o círculos pero no conviene en el bosque denso por la mala visibilidad y la dificultad de definir sus perímetros.

El número de unidades de muestreo es la cantidad de unidades que conforman la muestra. Es así que, cuando se habla de tamaño de muestra se entiende como el total del número de unidades de muestreo de un tamaño determinado, formando el conjunto de estas unidades una fracción específica de la población.

Generalmente, las fórmulas para determinar el tamaño de la muestra, unen estas dos variables en una sola, quedando a criterio o preferencia del investigador, el determinar si las unidades van a ser grandes y pocas ó pequeñas y numerosas.

Las dos posibilidades anteriores tienen fundamentos teóricos; en la primera, se considera que cuanto más grandes sean las unidades, dentro de cada una de ellas va a existir mayor variabilidad entre las unidades de muestreo; y la segunda, considerada que cuanto más pequeñas sean las unidades, se puede escoger mayor número de ellas y, en consecuencia, el número de grados de libertad es alto y se pueden obtener resultados con un bajo error de muestreo.

Parece haber acuerdo general entre los ecólogos que la parcela de forma rectangular es la más eficiente que las cuadradas y circulares. Por ello en el presente estudio se decidió por las parcelas rectangulares.

Puesto que en el presente estudio se evaluaron parcelas de una sola especie, la curva del área-especie no sirve para definir el tamaño de la parcela. Después de previo ensayo, se determinó que el tamaño adecuado de la parcela era de 20m de ancho por 50m de longitud, es decir $1,000 \text{ m}^2$ (0.1 Ha). El tamaño de la

parcela obedece entonces más a las posibilidades reales de trabajo en el campo que a una determinación bioestadística. Al respecto se debe mencionar que en un estudio de evaluación de biomasa en Puno (Siltanén y Col, 1987), similar al presente, se levantaron parcelas rectangulares variadas entre 200 y 900 m², por lo que la parcela de 1,000 m² estaría dentro de un tamaño apto y sería útil para estudios comparativos entre parcelas.

Dado el caso que los bosques de queñua son homogéneos, cuya ocurrencia son lugares de laderas con fuertes pendientes y algunos sobre el curso de los ríos con curvas sinuosas, se toma en cuenta los conceptos anteriormente mencionados. Por lo tanto para que nuestra muestra sea representativa y guarde un equilibrio entre estas dos variables (tamaño y número) se consideró para los tres bosques lo siguiente:

- Tamaño de la unidad muestral = 1,000 m² (20 m x 50 m)
- Unidades muestrales = según los datos del volumen m³ /parcela del inventario piloto.

2.3.3. DISTRIBUCIÓN DE LAS PARCELAS

Para nuestro caso la distribución fue sistemática en transectos a cada 50 metros lineales, proyectando sobre el plano del bosque a estudiar, tal como se muestra en la figura 11 cuando esta posesionado el bosque en ladera o también cuando la ocurrencia del bosque es sobre el curso de río guardando equidistancia con el río para evitar efectos de borde, tal como se muestra en la gráfico 12

2.3.4. PERSONAL DE CAMPO PARA EL INVENTARIO

En el inventario forestal de queñua participó, una cuadrilla formada por el siguiente personal:

Jefe de cuadrilla. Encargado del grupo de trabajo y responsable de la localización y toma de datos en las parcelas de muestreo.

Asistente del jefe. Técnico encargado de la ubicación con GPS, orientación y demarcación de las parcelas.

Baquiano. Persona conocedora de las especies forestales; es el responsable de identificar las especies dentro de las parcelas y medir los diámetros a 1,30 m de altura. Junto con el jefe de la cuadrilla, selecciona el deseable sobresaliente durante el muestreo diagnóstico, realiza el conteo de queñuas y la evaluación de los productos no maderables.

Brecheros. Encargados de abrir las brechas para demarcar las parcelas en donde se tomarán los datos del inventario y del muestreo diagnóstico; apoyan en la instalación o habilitación de los campamentos.

Para garantizar la eficiencia y efectividad de las cuadrillas, hubo una etapa de validación, estandarización de criterios e interpretación de las variables a registrar en los formularios de campo.

2.3.5. LEVANTAMIENTO DE LA PARCELA.

Se realizó un trabajo preliminar de reconocimiento de la zona. Una vez definidos los lugares, las parcelas fueron ubicadas siguiendo los siguientes criterios:

- Determinación de la ubicación y tendido de la cuerda.

- Para tal caso las parcelas fueron ubicadas siguiendo los criterios que se exponen:
 - En bosquetes mayores al tamaño de la parcela, ésta fue ubicada en la parte céntrica a fin de evitar los efectos de borde.
 - En bosquetes de distribución longitudinal (a lo largo de un río), en el curso medio.

Para el levantamiento se necesitó sólo 2 personas. El asistente amarra la cuerda en el punto "0" en la parte baja y luego lleva la cuerda en forma recta hasta el punto "20 m" y "50 m" y lo amarra, inmediatamente regresa al punto "0 m" para ponerse a disposición del responsable en el proceso de toma de datos. Mientras el asistente procede al tendido de la cuerda el responsable realiza la caracterización de la parcela en el campo. Luego se comienza con las mediciones, primero hacia uno de los lados de la franja y se regresa por el otro (en forma de "U" invertida). Al llegar al punto "20 m", el asistente desata la cuerda y lo deja tendida a fin de poder enrollarlo desde el punto "0 m" una vez culminado el trabajo. El trabajo en forma de "U" invertida se justifica por cuanto si se presenta condiciones climatológicas adversas el trabajo se podía interrumpirse considerando un solo lado de la franja.

2.3.6. CARACTERÍSTICAS DE LAS PARCELAS EN EL CAMPO.

En cada parcela numerada se tomará la siguiente información: característica poblacional y la dendrografía.

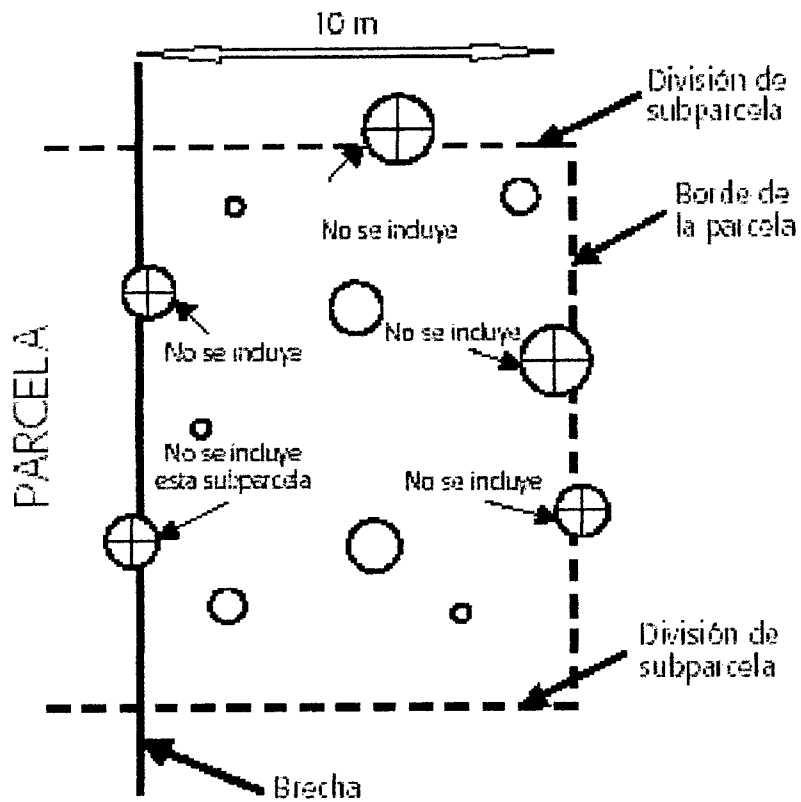


Gráfico 10: Consideración de árboles sobre la brecha y borde de la parcela. Adaptado de ANEPET (1991)

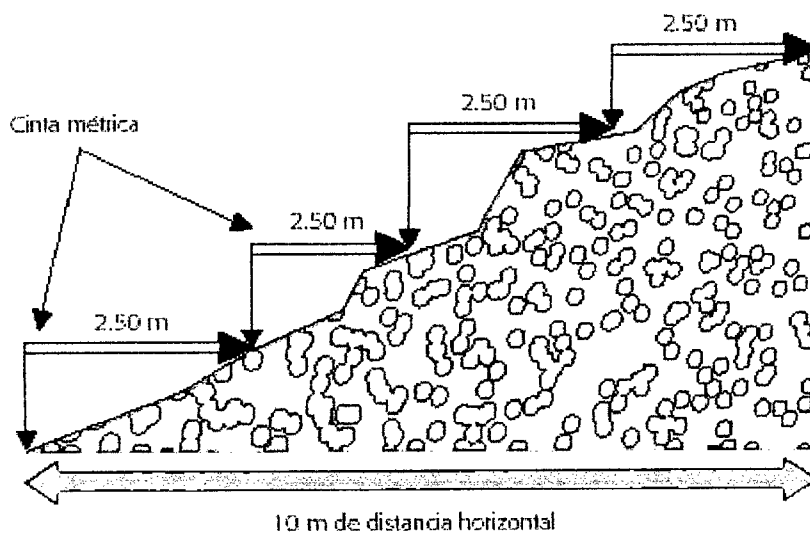
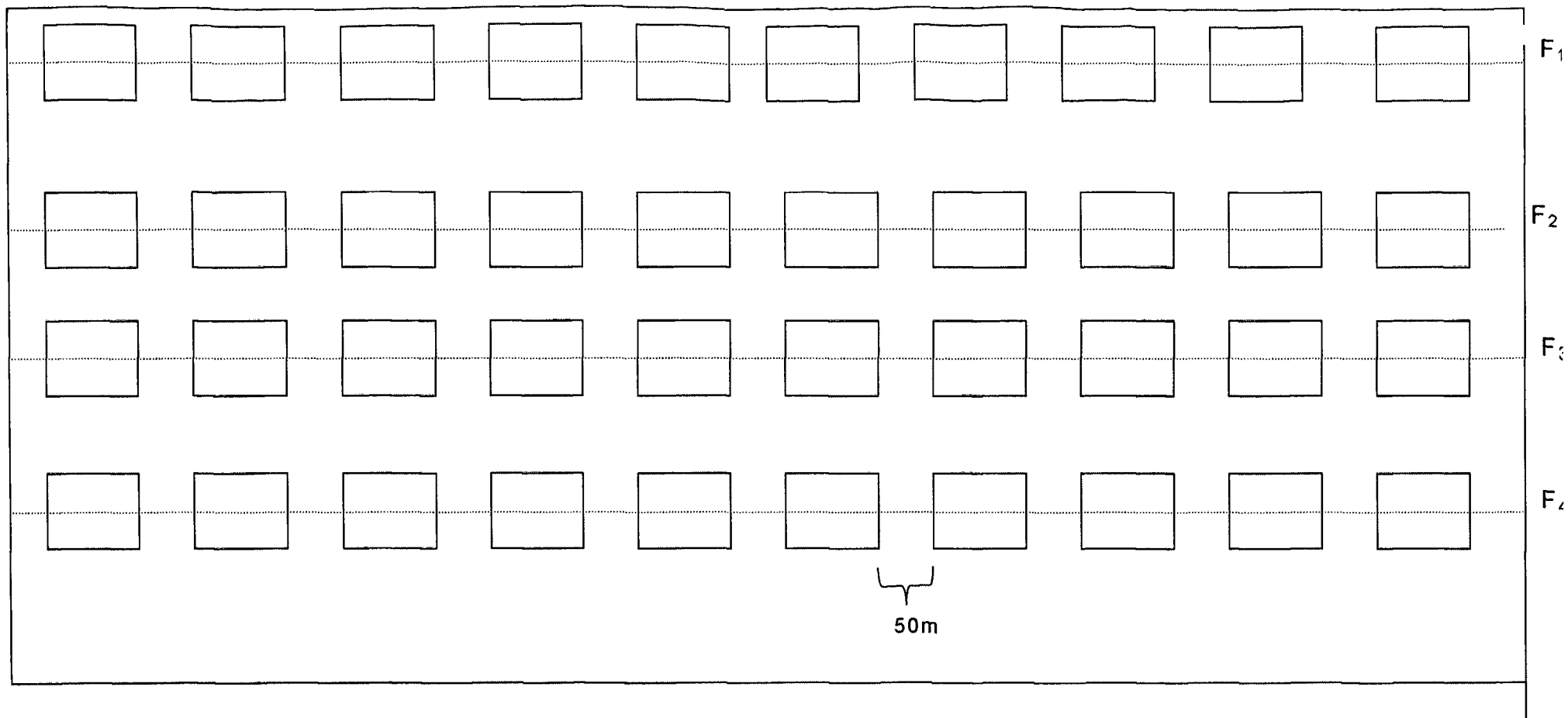


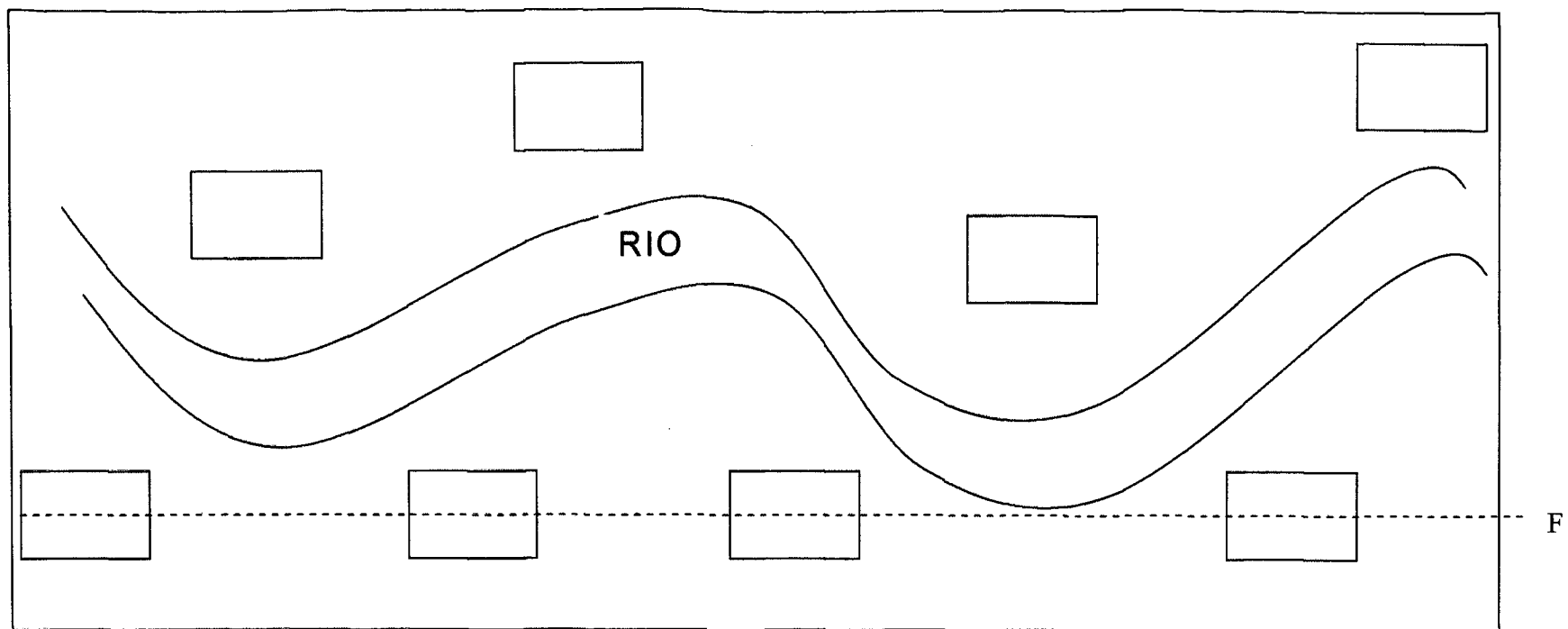
Gráfico 11: Forma de corregir una pendiente en terrenos inclinados



— = Faja o transecto

□ = Parcela (1,000 m²)

Gráfico 12: Croquis del área de muestreo



- = Faja o transecto
- = Parcela (1,000 m²)

Gráfico 13: Croquis del área de muestreo

2.4. DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA

2.4.1. FACTORES FISIAGRÁFICOS

2.4.1.1. UBICACIÓN DEL BOSQUE DE QUEÑUA: Los tres bosques fueron ubicados en las coordenadas UTM., con la ayuda del GPS (Geoposicionador satelital), con la cual se determina la ubicación exacta del bosque de queñua.

El Sistema de Coordenadas Universal Transversal de Mercator (En ingles *Universal Transverse Mercator*, UTM) es un sistema de coordenadas basado en la proyección geográfica transversa de Mercator, que se construye como la proyección de Mercator normal, pero en vez de hacerla tangente al Ecuador, se la hace tangente a un meridiano. A diferencia del sistema de coordenadas tradicional, expresadas en longitud y latitud, las magnitudes en el sistema UTM se expresan en metros únicamente al nivel del mar que es la base de la proyección del elipsoide de referencia.

http://es.wikipedia.org/wiki/Coordenadas_UTM

2.4.1.2. ACCESIBILIDAD AL BOSQUE: Medios de accesibilidad, distancia y tiempo de recorrido del lugar conocido más cercano hacia el bosque de queñua.

2.4.1.3. AREA OCUPADA DEL BOSQUE DE QUEÑUA: Para la determinación del área ocupada de los 3 bosques de queñua, se recorrió todo el perímetro del bosque en la cual con la ayuda del GPS, se registraron los puntos delimitantes, los cuales fueron anotados en una libreta de campo; que luego se

proceso con el programa Arc View dándonos el resultado de la extensión del bosque.

2.4.1.4. ALTITUD DEL BOSQUE: Para este caso se tomó valores mínimos y máximos de altitud del bosque de queñua.

2.4.1.5. PENDIENTE DEL BOSQUE: Aspectos relacionados al drenaje del agua. (CONAF, 1985).

- **Excesivo.** Suelos arenosos (porosos) o laderas pronunciadas que permiten un rápido escurrimiento del agua; suelos resecos.
- **Bueno.** Suelos cuya estructura física o pendiente moderada permiten un escurrimiento del agua en pocas horas.
- **Pobre.** Suelos con alto porcentaje de arcilla, nivel del agua cerca de la superficie y pendientes suaves o planas que impiden el escurrimiento por varios días.
- **Nulo o anegado.** Suelo con el nivel de agua a ras o por encima, durante períodos de varias semanas a meses. El color del suelo generalmente es gris.

2.4.1.6. EXPOSICIÓN DEL BOSQUE: Se tomo como referencia la exposición del bosque de queñua con respecto a los rayos solares.

2.4.1.7. VERTIENTE: Distribución del bosque de queñua en la vertiente Occidental u oriental.

2.4.1.8. FORMACIONES FISIAGRÁFICAS: En base a las observaciones, se identificó las formaciones fisiográficas o combinaciones de ellas en las que es posible encontrar los bosques de queñua.

- **Cerros con afloramientos rocosos:** Estos sistemas montañosos pueden tener gran parte de su superficie con cubierta vegetal de pastos y otras rastreras características de los altos Andes. Sin embargo, los lugares con afloramientos rocosos son los únicos donde es posible encontrar árboles de *Polylepis*. En estos, los bosques cumple a perfección la proporción directa: a mayor superficie de afloramientos, mayor superficie de bosque. Estos cerros pueden presentarse aislados o en sistemas cordilleranos (gráfico 14)

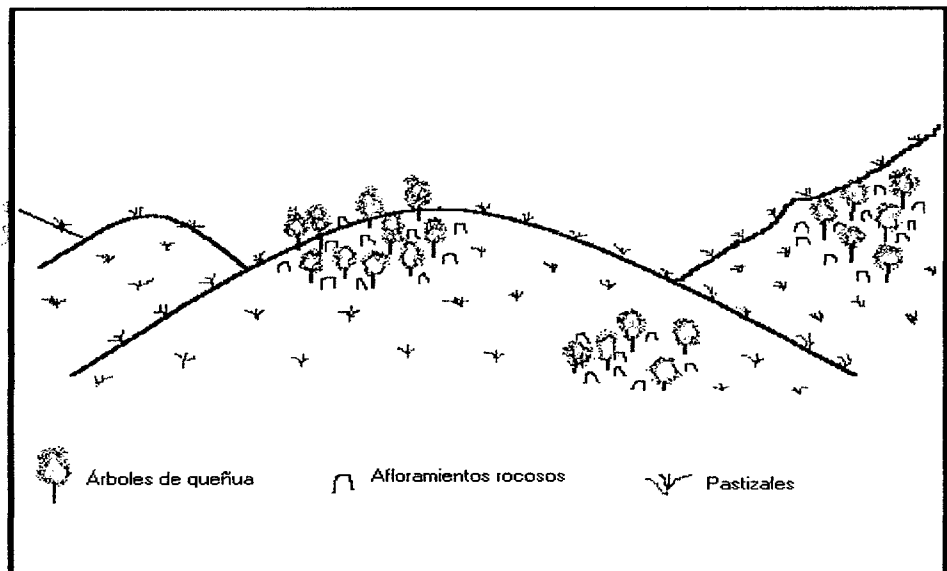


Gráfico 14 : Cerros con afloramientos rocosos.

Fuente: Elaboración propia

- **Valles glaciares o valles en “U”:** En este tipo de accidente geográfico, los árboles tienden a ubicarse en ambas laderas del valle glaciar, aprovechado hasta los últimos intersticios dejados por las fisuras rocosas desde las partes medias de las laderas hasta los suelos más profundos de la base del vallé; sin embargo, no llegan a establecerse en la sección aplanada cuyo suelo está dominado por gramíneas. (gráfico 15)

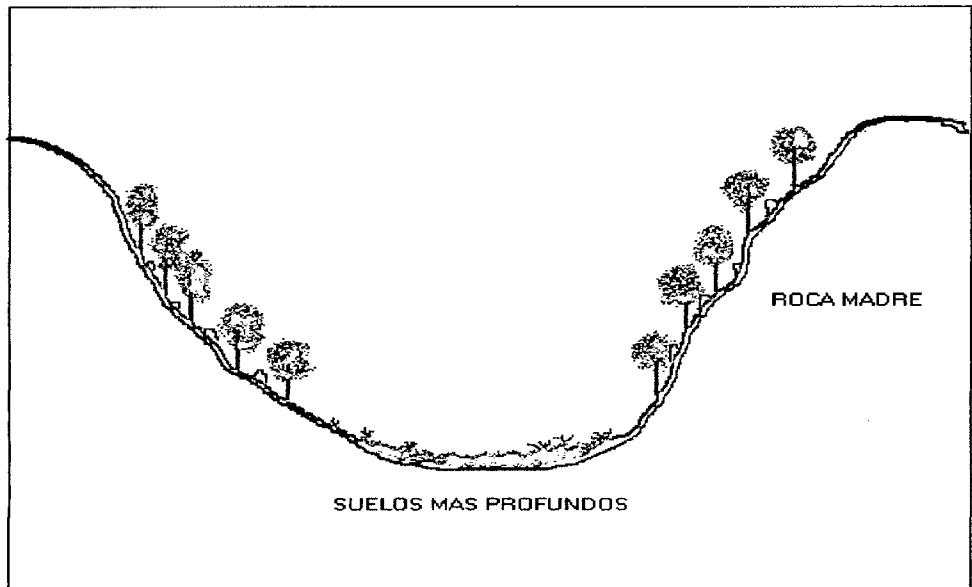


Gráfico 15: Valle Glaciar

Fuente: elaboración propia

- **Cerros con acantilados:** En este caso, el acantilado puede constituirse en la misma elevación, formando una meseta o aparecer dentro de la configuración de un cerro más grande como una terraza estructural. Los materiales acumulados al pie del acantilado forman pendientes con abundante

pedregosidad (derrubios), donde pueden desarrollarse bosques de *Polylepis*.

2.4.1.9. BOSQUES CON O SIN INFLUENCIA DE PRESENCIA CERCANA DE MASAS DE AGUA:

- Bosque de ladera tipo I: sin influencia directa de las masas cercanas de agua..
- Bosques de ladera tipo II: bosques ubicados en laderas con influencia de masas cercanas de agua como ríos, quebradas o lagunas.
- Bosques ribereños tipo I: bosques ubicados en las márgenes de ríos o quebradas y que no tienen contacto directo con las aguas. La evaluación se realizará en dirección perpendicular al curso de las aguas.
- Bosques ribereños de tipo II: bosques ubicados en el mismo cause o curso de las aguas y que eventualmente tienen contacto con los cuerpos de agua. La evaluación se realizará en dirección paralela al curso de las aguas.

Para la determinación se tomó en conocimiento el esquema siguiente:

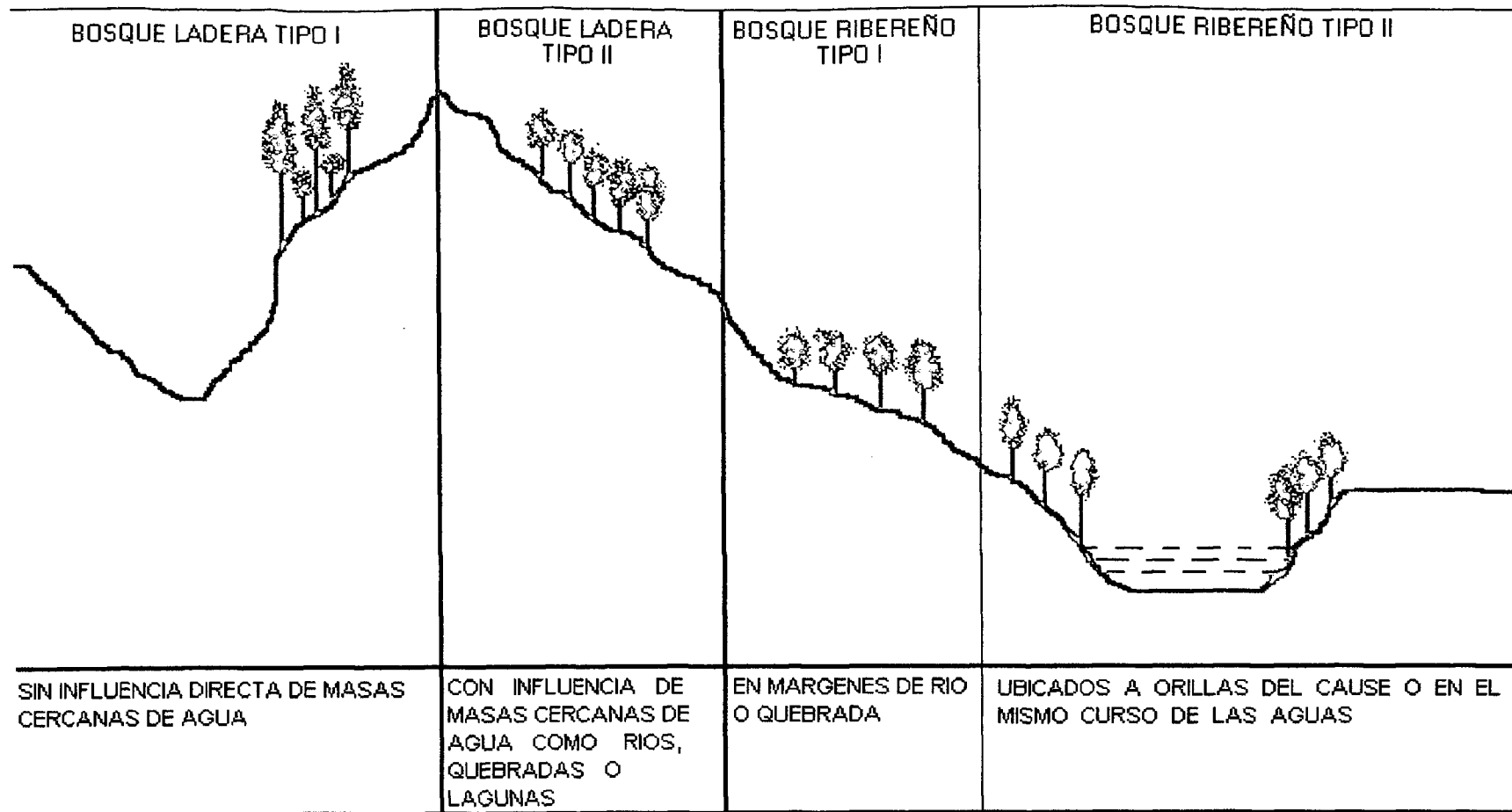


Gráfico 16: Presentación esquemática de distribución de la vegetación según la influencia de presencia de masas de agua.

2.5. SITUACIÓN ACTUAL DEL QUEÑUAL (*Polylepis sp*)

Población es una comunidad de individuos de la misma especie que se cruzan libremente entre si, formando así un fondo genético particular, separado de los demás de la misma especie que habitan en otras regiones.

Se define situación actual de las poblaciones al estado en que se encuentran, al momento de la evaluación, los bosques y relictos dentro de su ámbito de ocurrencia, como consecuencia de su distribución natural o antropogénica. Esto implica la caracterización fisiográfica, fisionómica y estructural entre los bosques y las poblaciones humanas como factor de contracción de las poblaciones vegetales que conlleva a una grado de amenaza o como factor de expansión a través de las plantaciones.

Quiere decir entonces que la definición de situación actual lleva implícita la idea de la determinación del grado o estado de conservación de las especies. La UICN ha desarrollado un sistema que categoriza el estado de conservación de las especies (Lucas, 1987) y son los siguientes:

- **Extinguidas en su distribución natural:** se considera que una especie está extinguida de su distribución natural cuando no ha sido localizada a lo menos durante los pasados 50 años.
- **En peligro:** se refiere aquellas especies de las que existe un escaso número de ejemplares en la naturaleza y cuya existencia está seriamente amenazada si los factores causales continúan operando.

Se incluyan especies cuyos números se han reducido a un nivel crítico o cuyo hábitat se ha reducido tan drásticamente que se hallan en riesgo inminente de extinción.

- **Vulnerables:** son aquellas especies que podrían pasar a la categoría “en peligro” en el futuro próximo, si las causas de disminución continúan operando.

Se incluyen especies cuyas poblaciones están decreciendo por sobre explotación, destrucción intensiva del hábitat u otros disturbios del medio ambiente.

- **Raras:** Se refiere a especies que aparentemente siempre han sido escasas, que están en los últimos estados de su extinción natural, a especies con distribución muy restringida, con pocas defensas y escaso poder de adaptación.

- **Insuficientemente conocidas:** se refiere a especies que se supone en alguna de las categorías anteriores, pero cuyo estado se definirá de acuerdo a futuras investigaciones.

- **Fuera de peligro:** se refiere a especies que presentan un estado de conservación satisfactorio o a aquellas que estuvieron en una de las categorías anteriores, pero que en la actualidad están relativamente seguras debido a las efectivas medidas de conservación que se han tomado.

En la práctica las categorías “En Peligro” y “Vulnerable” pueden incluir, temporalmente, a especies cuyas poblaciones están empezando a recuperarse como resultado de una medida de conservación tomada, pero cuya recuperación aún es insuficiente como para transferirla a cualquier otra categoría.

La Corporación Nacional Forestal de Chile (1985) ha definido criterios para determinar el estado de conservación de las especies, los mismos que han servido como base para desarrollar la metodología usada en el presente estudio, y que son los siguientes:

- **Criterio histórico:** una especie que, de acuerdo a antecedentes fundados, otrora fue muy abundante y de amplia distribución y que en la actualidad si bien, no puede ser considerada escasa, su rango de distribución y densidad han bajado drásticamente, es una especie con problemas.
- **Criterio de distribución:** una especie es más vulnerable si posee una densidad alta en un rango de distribución pequeño, que una especie de menor densidad pero en un rango de distribución mayor.
- **Criterio de escasez:** una especie escasa en forma natural puede ser considerada con problemas por ese solo hecho, más aún si las poblaciones de la especie decrecen por cualquier causal.
- **Criterio de hábitat:** una especie cuyo hábitat está siendo modificado a consecuencia de acciones humanas impidiendo el normal desarrollo de sus poblaciones, es considerada como una especie con problemas.
- **Criterio no antrópico:** una especie cuyas poblaciones disminuyen por causas no impugnables al hombre, como son: enfermedades, cambios de clima, etc., también es considerada una especie con problemas.

Estos criterios, enriquecidos por aportes conceptuales de (Reynel, 1986), (Linares, 1986) y el (Comité de Plantas Amenazadas de la UICN, 1987) han permitido precisar los parámetros a evaluar a fin de determinar la distribución geográfica y situación actual de las poblaciones de *Polylepis*.

En el cuadro 10 se muestra comparativamente los criterios de la (CONAF, 1985) para determinar el estado de conservación de las especies y los parámetros evaluados en el presente estudio.

La definición de la situación actual de las poblaciones comprende por tanto la evaluación desde el nivel macro (distribución geográfica) hasta el nivel micro (estructura de los bosques) y la medida en que el hombre altera la distribución y estructura de los bosques.

Cuadro 10 : Comparación entre los criterios de la CONAF para determinar el estado de conservación de las especies y los parámetros evaluados en el presente estudio.

Criterio de (CONAF, 1985)	Parámetros evaluados
- Histórico y distribución. - Hábitat	- Distribución geográfica. - a. Caracterización fisiográfica: altitud, pendiente, exposición, vertiente. b. Características de las parcelas: b.1. Cualitativa: cobertura, pedregocidad superficial, tipo de bosque, cercanía a masas de

<ul style="list-style-type: none"> - Antrópico - Efecto no atribuibles al hombre 	<p>agua, regeneración natural, accesibilidad de las parcelas, b.2.</p> <p>Cuantitativa: Volumen, densidad, estructura diamétrica, forma de desarrollo (n° de pies/árbol, ramificación de troncos), extracción de troncos y ramas.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Usos de las especies, factores de reducción de poblaciones, manejo y conservación. - Características bio-física: clima, ecología, geología.
--	--

A continuación se presentan las definiciones de algunos de los más importantes parámetros evaluados:

2.5.1. CARACTERÍSTICA POBLACIONAL

2.5.1.1. ALTURA TOTAL DE LOS ÁRBOLES DE QUEÑUA: Con la finalidad de describir el tipo de bosque según la altura se tomó en cuenta la altura total (del fuste y de la copa).

- Alto : mas de 15 m de altura
- Medio : de 10 a 15 m de altura
- Bajo : 5 a 10 m de altura
- Muy bajo : Menos de 5 metros de altura

2.5.1.2. PORCENTAJE DE COBERTURA: El porcentaje de cobertura, por lo general se refiere a la proporción de un área cubierta

por la proyección vertical de las copas de los árboles a nivel de la superficie del suelo.

La fórmula utilizada para el cálculo de cobertura es:

$$S = \pi a b \quad (a, b > 0)$$

$$\pi = 3.1416$$

a = radio mayor

b = radio menor

Una vez hallada la cobertura vegetal por parcela de 200 m² se sacó el promedio y se llevó a porcentaje.

- Denso: cobertura de copas mayor al 50% del área de la parcela.
- Semidenso: cobertura entre 25 y 50%.
- Ralo: cobertura menor del 25%.
- Faja de plantación. Aquí se incluye la "faja" para diferenciar la densidad de árboles en plantaciones de los bosques distribuidos naturalmente.

2.5.1.3. PEDREGOSIDAD SUPERFICIAL: Se refiere a la presencia, cantidad y forma de las piedras o rocas que se encuentran expuestas sobre los suelos en donde se desarrollan las comunidades vegetales, para caracterizarlos el grado de pedregosidad de los bosques de *Polylepis* e intentar explicar su ocurrencia.

Para tal evaluación se procedió de la siguiente manera, dentro de 1 m² se evaluó juntando las piedras

superficiales y midiendo el área que ocupa en 1 m² y luego se llevó a porcentaje por unidad de parcela.

Preferencia por suelos pedregosos.

- Alto: presencia de fragmentos rocosos superficiales en más del 60% del área de la parcela.
- Medio: entre 40 y 60%.
- Bajo: menor del 40%.

2.5.1.4. TIPO DE SUELO: No se conocen estudios de suelos en los bosques de *Polylepis sp*, por el momento se puede proponer algunas afirmaciones. Las queñuas se encuentran en las series de suelos de origen residual; es decir formados in situ, de origen volcánico y de buen drenaje (Siltanen et al, 1987). El origen de estas series es variable pero mayormente volcánico. Para determinar el contenido de materia orgánica del suelo se muestreó y se colectó en las parcelas de los 3 bosques en estudio para luego ser llevado al laboratorio para su posterior análisis y determinar el porcentaje de materia orgánica contenida en dichos bosques.

2.5.1.5. PROFUNDIDAD DE SUELO: Se evaluó utilizando el profundímetro, que consiste en una herramienta cacera hecha de metal en forma de cruz que tiene punta en el extremo y en los otros, dos mangos para apisonar con el cuerpo y luego con la wincha medir la profundidad que tiene el suelo. Luego se realizó los cálculos respectivos para saber si la profundidad

del suelo es o no determinante para la presencia de bosques de *Polylepis*.

2.5.1.6. REGENERACIÓN NATURAL: Conjunto de procesos mediante los cuales el bosque consigue establecerse por métodos propios.

Se determina mediante la cobertura de ocupación de arbolillos menores a 10 cm de diámetro y árboles muertos debido a criterios de efecto antrópico (factor humano) y criterios de efectos no atribuidos al hombre (factor natural).

- **Abundante:** cobertura de ocupación de arbolillos menores a 10 cm de diámetro mayor del 50% del área de la parcela.
- **Regular:** cobertura entre el 25 y 50%.
- **Escasa:** cobertura menor del 25%.

2.5.1.7. EFETO DE MUERTE EN LOS QUEÑUALES

- **Criterio de efectos antrópicos:** Interrelación de las poblaciones humanas con las poblaciones de *Polylepis* a través de los usos, factores antropogénicos de reducción de las poblaciones y actividades de manejo y conservación.

- **Criterio de efecto no atribuible al hombre:** Mediante la investigación se determinaron los factores biológicos o intrínsecos y los factores medio ambientales o extrínsecos, que por causas no impugnables al hombre, producen la disminución de las poblaciones de las especies estudiadas.

Estado de intervención del bosque

1. Natural sin señales de intervención.
2. Natural con poca intervención (aprovechamiento de recursos especialmente maderables; un árbol cortado).
3. Natural con señales de madereo (dos o más árboles cortados y/o caminos de extracción).
4. Natural con señales de incendio.
5. Natural socolado o descombrado.
6. No hay bosque.

2.5.2. EVALUACIÓN DENDROGRÁFICA

Viene a ser la descripción o tratado de los árboles; para ello establece un sistema de datos basado en el conteo y estudio de los anillos de crecimiento anual de los troncos de los árboles. El estudio de estos anillos proporciona, así mismo, datos paleoclimáticos.

<http://ciencia.glosario.net/agricultura/dendrografia-11011.html>

- 2.5.2.1. MEDICIÓN DASOMÉTRICA:** La altura total (h) y el diámetro a 1.30 m (d.a.p.) de una especie arbórea, son dos variables correlacionadas entre sí y esas relaciones pueden ser analizadas por modelos matemático-estadísticos. Esta correlación permite una economía muy importante en la práctica pues posibilita, midiendo solamente el diámetro, estimar la altura de un árbol, sin necesidad de medirla.

Para la medición de diámetros y longitudes de troncos, así como la altura de los árboles y control del ancho de la franja.

Los diámetros fueron diferenciados como sigue:

D.A.P: para fustes mayores a 1.30 m de longitud.

db: diámetro basal medido a 10 cm del suelo para árboles con bifurcación antes de 1.30 m.

2.5.2.2. VOLUMEN: El volumen mediante inferencia estadística es expresada en m^3 / ha.

2.5.2.3. DENSIDAD: Al igual que el volumen mediante inferencia es expresada en números de árboles / ha.

2.5.2.4. EXTRACCIÓN DE ÁRBOLES: Información adicional sobre la extracción de árboles, puesto que ya no son medibles.

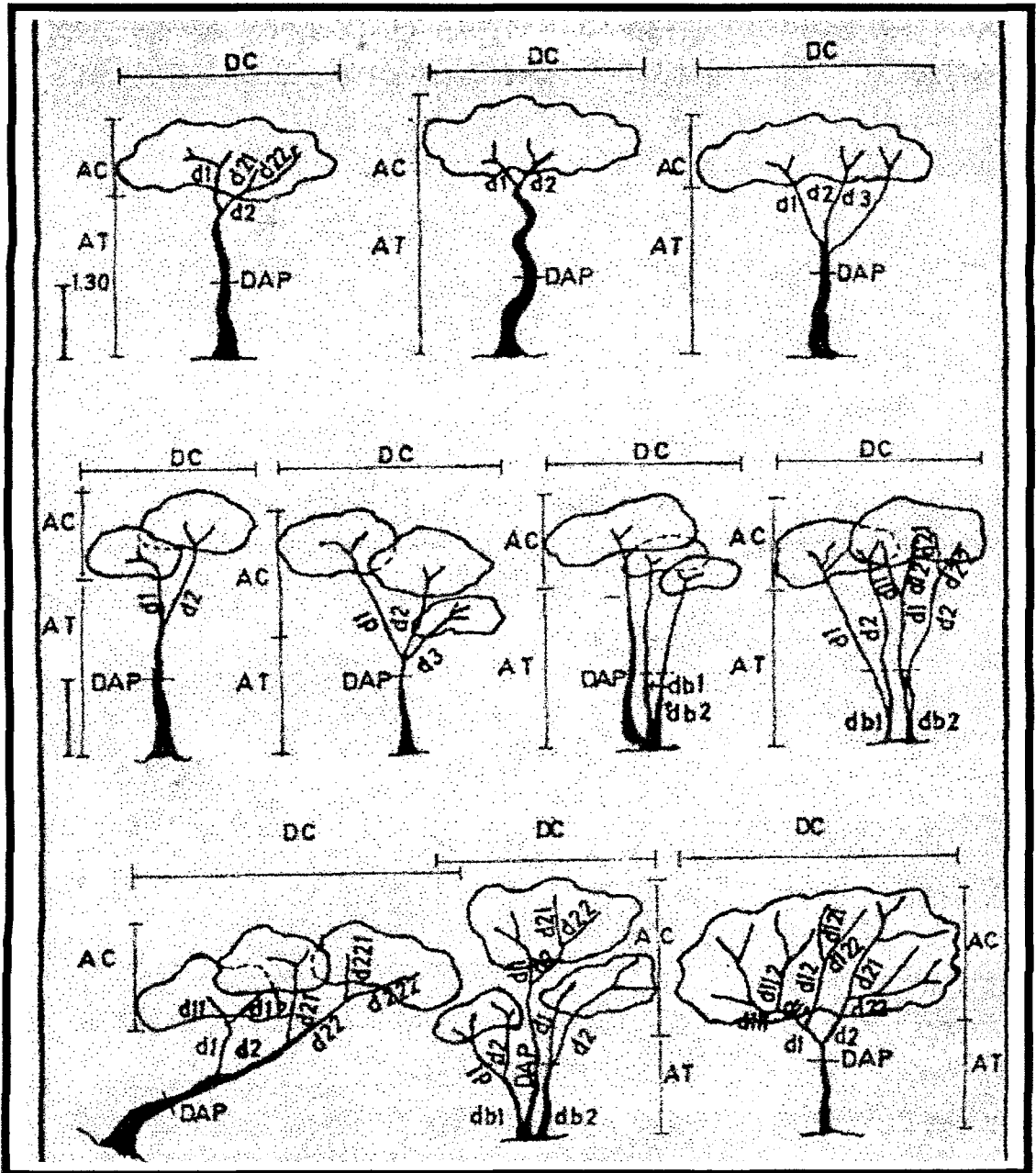


Gráfico 17: Diversos casos de medición de parámetros del árbol

Fuente: (Arce, 1992)

DC = diámetro de copa

AC = altura de copa

AT = altura de tronco

dn = divisiones de ramificación

2.6. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA: Para la descripción de las muestras botánicas se dio especial énfasis en las estructuras morfológicas foliares vegetativas. Para cada especie identificada se realizó el dibujo de la ramita terminal a partir de las características más frecuentes y representativas.

2.6.1. CLAVE PRÁCTICA DE IDENTIFICACIÓN DE ESPECIES EN EL CAMPO

a. Trifolidas:

Foliolos obovados, bordes crenados, ápices obtusos, bases atenuadas. Haz de color verde amarillento en individuos jóvenes y de color verde oscuro cuando adultos; envés de color verde nilo ligeramente oscuro, opacos. De menos de 2 cm de longitud. Preferentemente ubicada en laderas cercanas a masas de agua. La mayor concentración poblacional se ubica entre los 3500 y 3900 msnm.

Polylepis incana

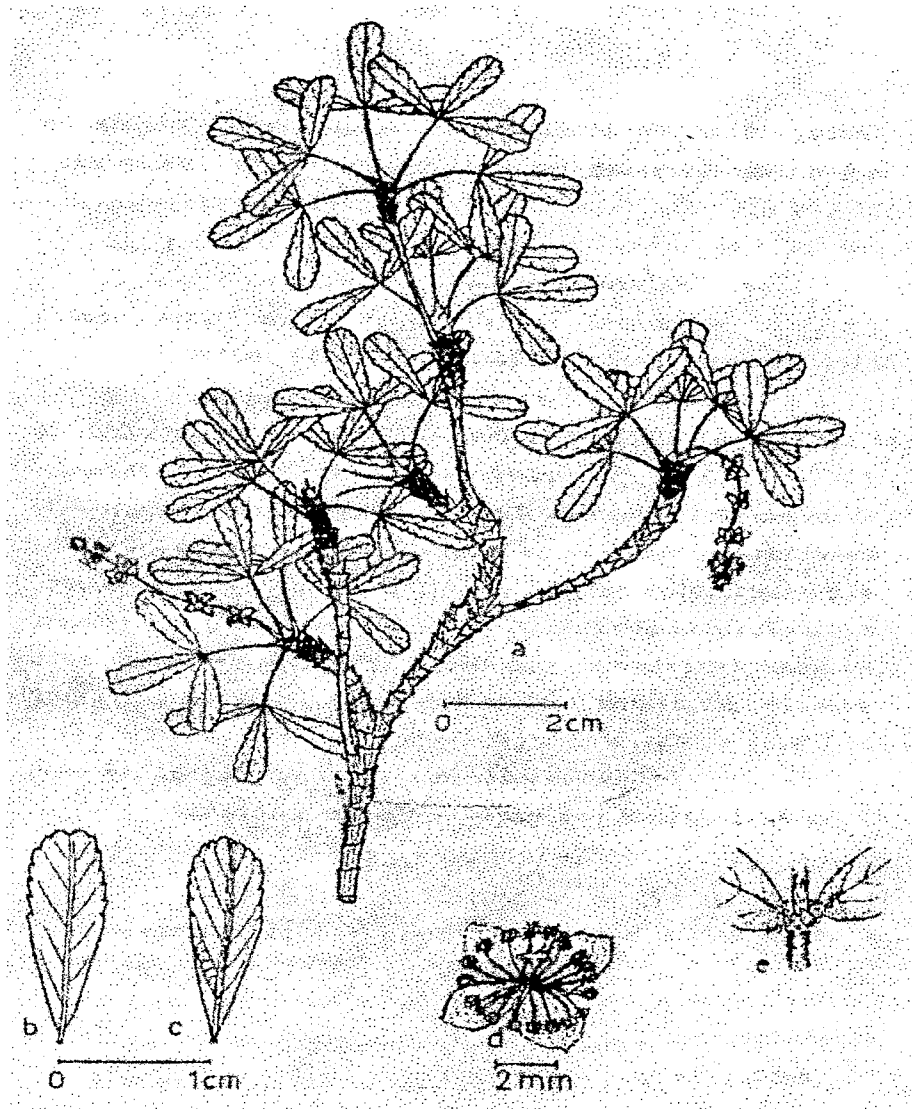


Gráfico 18 *Polylepis incana* H.B.K

Fuente: (Arce, 1992)

a) Rama terminal con hojas e inflorescencia; b) Foliolo visto por el haz; c) Foliolo visto por el envés; d) Aumento de una flor; e) Detalle de la inserción de los foliolos vista por el haz.

b. Foliolos grandes con dimensiones medias de 4 cm de longitud y 1.8 cm de diámetro. Foliolos obovados o elípticos, irregularmente crenados, ápice suave o profundamente emarginado, base atenuada o asimétrica,

haz de color verde esmeralda claro, superficie algo opaca con pelos esparcidos, envés pubescente y la inflorescencia generalmente largos.

Preferencia ubicada en medios ribereños, entre los 3500 y 3900 m.s.n.m.

Polylepis racemosa.

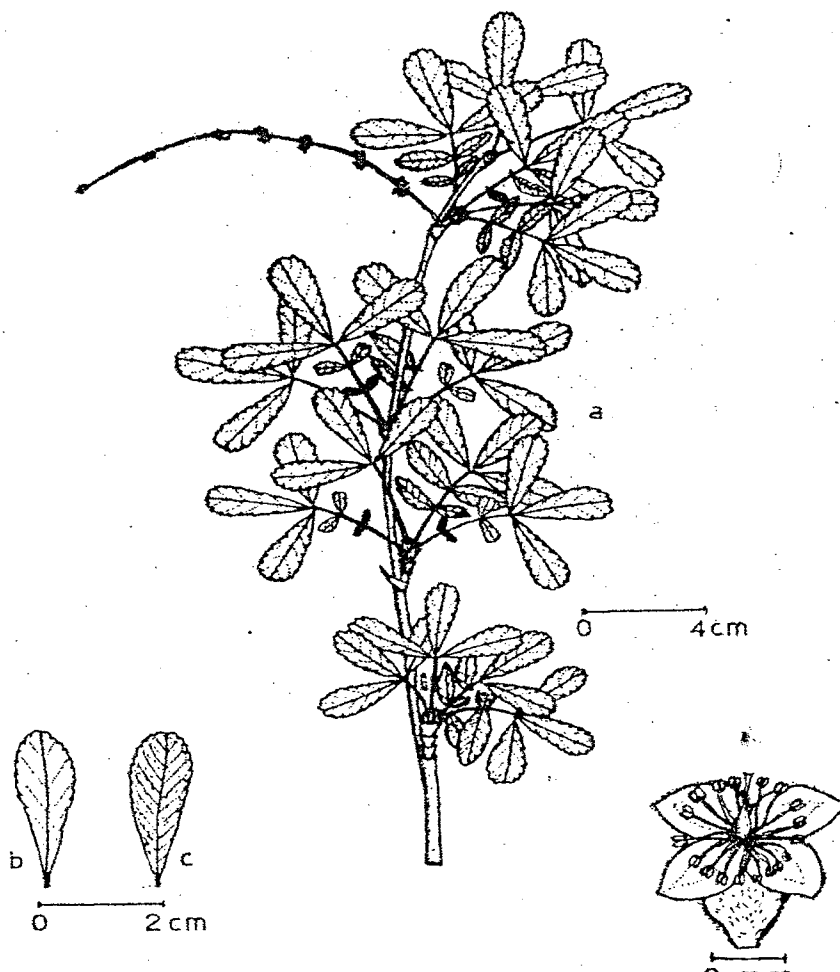


Gráfico 19: *Polylepis racemosa*

Fuente: (Arce, 1992)

a) Rama terminal con hojas; b) Foliolo visto por el haz; c) Foliolo visto por el envés.

c. Foliolos pequeños de menos de 2 cm de longitud y 1 cm, de ancho.

Haz de color verde oscuro brillante, envés blanquecino, opaco, con lanosidad crespada. Foliolos oblongos o elípticos de borde entero, ápice emarginado, base asimétrica. Corteza papirácea de color crema oscura típica aunque también las hay de color rojizo. Se ubica sobre pedregales en laderas cercanas a masas de agua, preferentemente entre los 4000 y 4800 m.s.n.m. Presenta acodos naturales. *Polylepis weberbaueri*

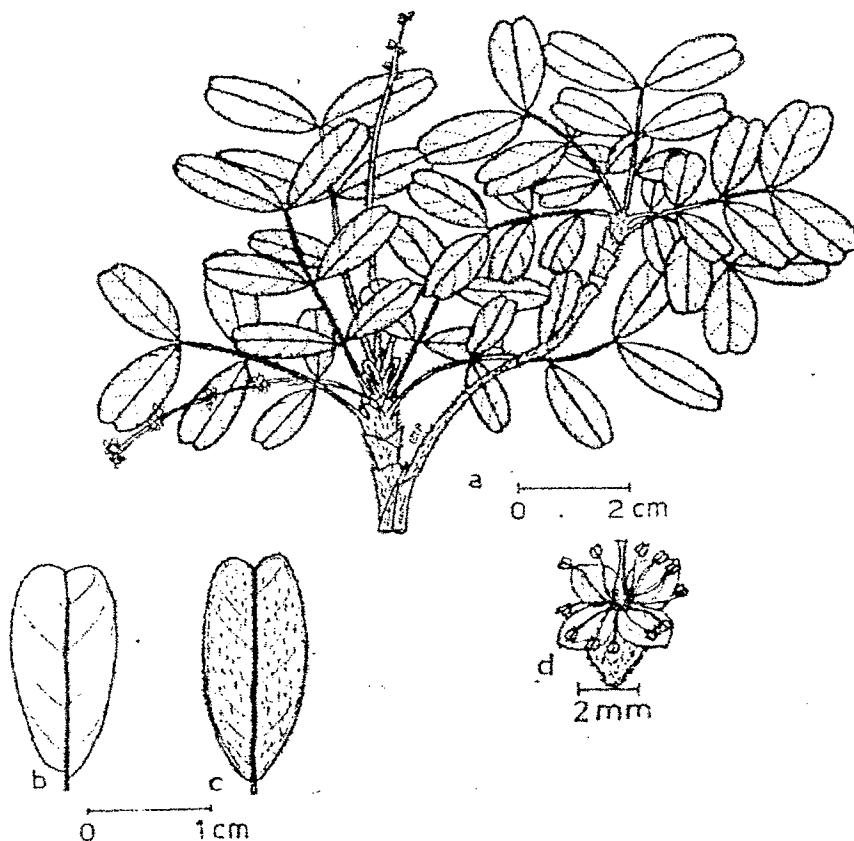


Gráfico 20: *Polylepis weberbaueri*

Fuente: (Arce, 1992)

- a) Rama con hojas e inflorescencia; b) Foliolo visto por el haz;
b) Foliolo visto por el envés; d) Aumento de una flor.

2.7. FASE DE GABINETE

Procesamiento y análisis de toda la información anteriormente obtenida.

2.7.1. CUBICACIÓN DE ÁRBOLES: Para la cubicación de los árboles se parte de la premisa que todo el árbol es aprovechable para fines energéticos por lo tanto el volumen del total del árbol vendría a ser la sumatoria de todos los volúmenes de cilindros.

La formula utilizada para el cálculo de volumen es:

$$V = \pi \times r^2 \times L \times f$$

Donde:

V : volumen en m³

π : 3.1416

r : radio del diámetro en m

L : longitud en m

F : factor de forma

El factor de forma empleado fue de f: 0.6278872 valor obtenido de dividir el volumen real del árbol entre el volumen del cilindro para cada una de los árboles medidos.

2.8. MATERIALES Y EQUIPO EMPLEADO

2.8.1. Equipo de campo

- GPS
- Altimetro
- Brújula
- Binoculares

- Eclímetro
- Cámara fotográfica
- Hipsometro
- Forcípula.
- Profundímetro
- Tijera de podar
- Rafia
- Clavos de 10 pulgadas
- Wincha
- Libreta de campo

2.8.2. Equipo de colección:

- Fichas de colección
- bolsas de plástico de diferentes tamaños
- soguillas
- cuchillo de campo
- papel periódico
- prensa

2.8.3. Equipo para acampar:

- Tienda de campaña
- Bolsa de dormir
- Linterna, etc.

2.8.4. Material publicado:

Mapas de las zonas de colección, mapa ecológico, mapa climático, geológico y de la capacidad de uso mayor de los suelos

del Perú, mapas de carreteras y servicios, claves taxonómicas de *Polylepis*, información meteorológico y descripciones florísticas.

Material de oficina

Equipo de dibujo

Equipo de laboratorio:

Microscopio estereoscopio

CAPITULO III

RESULTADOS Y DISCUSIONES

3.1. DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA

3.1.1. FACTORES FISIOGRAFICOS

3.1.1.1. UBICACIÓN DE LOS BOSQUE DE QUEÑUA EN ESTUDIO

Los bosques de queñua de las provincias de Cangallo, Fajardo, Vilcashuamán del departamento de Ayacucho fueron ubicados en las coordenadas UTM, con la ayuda del GPS, la carta nacional y el software Arc View. Las figuras 20, 21 y 22 correspondientes a los mapas de ubicación, éstas se encuentran en distintas escalas, considerando a la población más cercana para dar referencia a la accesibilidad a éstas.

A) Coordenada U.T.M. del bosque natural de queñua (*Polylepis sp*) en Accomarca tomados en el campo

DATUM : América del Sur ' 56

ZONA : 18

CUADRANTE : "28 o"

UBICACIÓN : 622,957.33 E 8'474,631.94 N

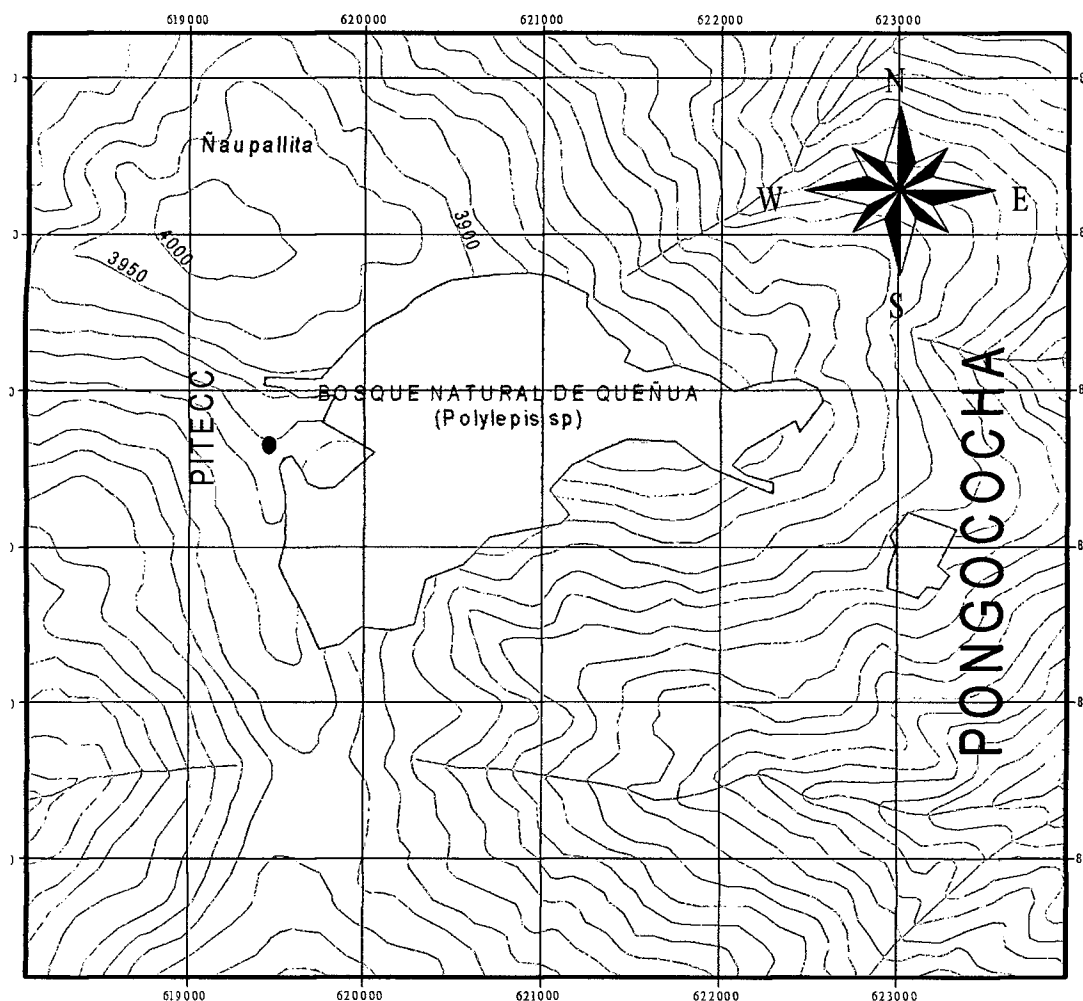


Gráfico 21: Bosque de Accomarca

**B) Coordenada U.T.M. del bosque natural de queñua
(*Polylepis sp*) de Checcyacc tomados en el campo**

DATUM : América del Sur ' 56

ZONA : 18

CUADRANTE : "28 n"

UBICACIÓN : 533,895 E 8'492,697 N

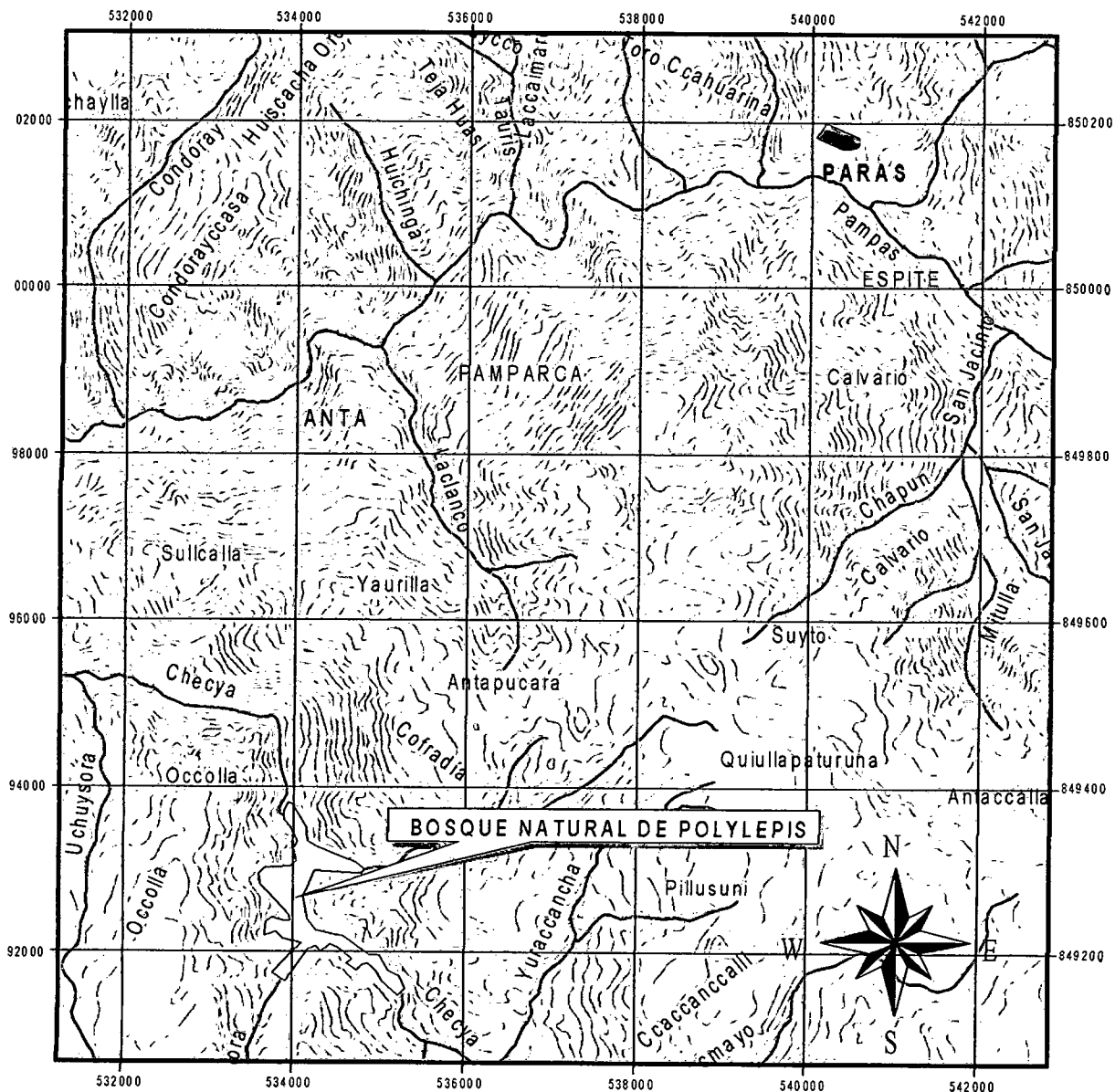


Gráfico 22: Bosque de Checcyacc

C) Coordenada U.T.M. del bosque natural de queñua (*Polylepis sp*) de Achacmarca tomados en el campo

DATUM : América del Sur ' 56

ZONA : 18

CUADRANTE : "27 n"

UBICACIÓN:

b1: 533,571 E	8'509,451 N
b2: 532,976 E	8'509,080 N
b3: 533,402 E	8'510,239 N
b4: 533218 E	8'510,910 N

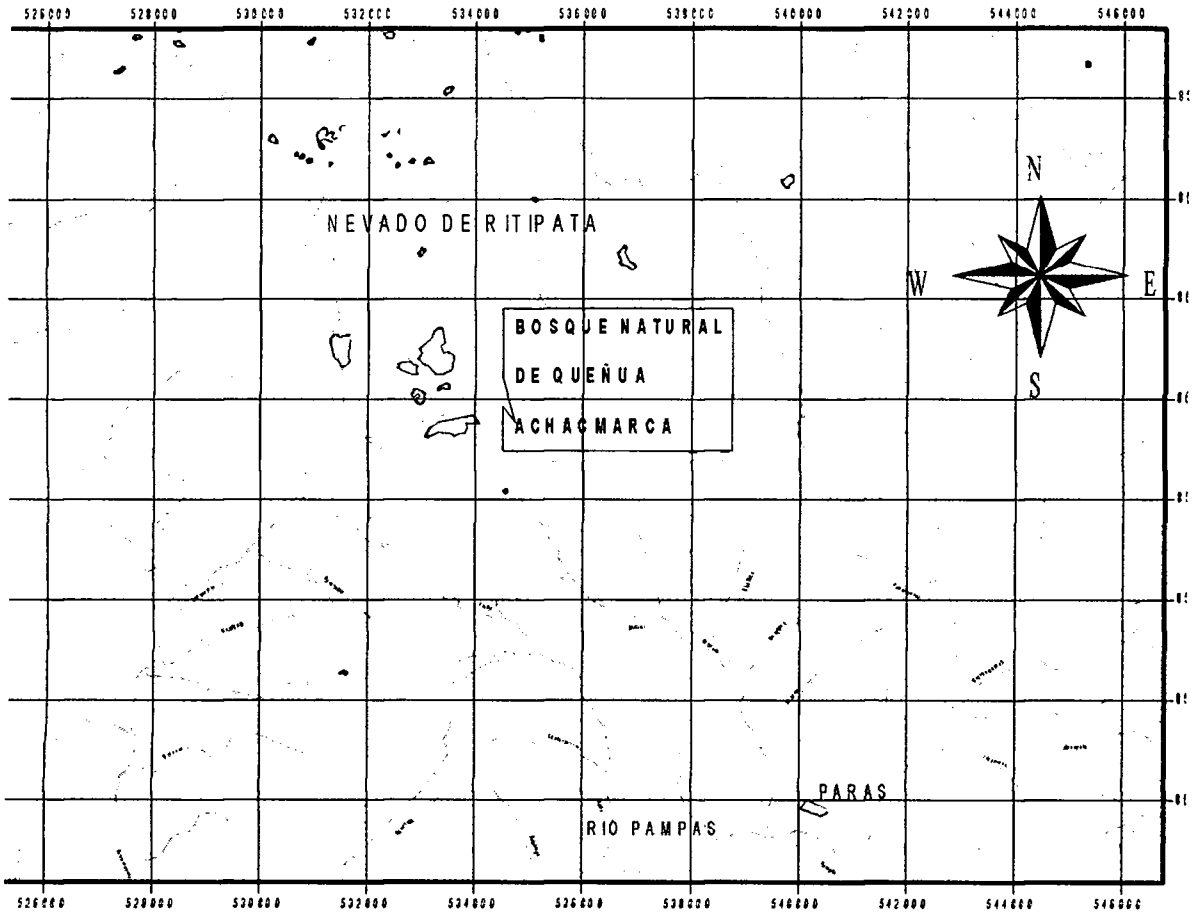


Gráfico 23: Bosque de Achacmarca

Podemos señalar que los bosques de *Polylepis* se caracterizan por formar pequeñas áreas o parches donde su dominancia o exclusividad es evidente, concordando al respecto con lo expresado en

<http://es.wikipedia.org/wiki/Polylepis>

Así mismo (Hueck, 1978) y (Simpson, 1979), alude que bosques de mayor o menor extensión son mencionados casi para toda el área andina del Perú preferentemente el sector medio sur.

3.1.1.2. ACCESIBILIDAD A LOS BOSQUES DE QUEÑUA EN ESTUDIO

A) BOSQUE NATURAL DE ACCOMARCA

El bosque de queñua de Accomarca se encuentra ubicado en la vía Ayacucho – Vilcashuaman a 160 Km. Aproximadamente. La distancia y tiempo de recorrido es 30 a 35 minutos en motocicleta desde el poblado de Vilcashuamán al bosque de queñua. Es importante resaltar también que la carretera atraviesa por el medio del bosque de queñua. Asimismo, uno de los caseríos más cercanos es la comunidad Pitecc distante a 10 minutos de caminata del bosque.

B) BOSQUE NATURAL DE CHECCYACC

Para llegar al bosque de Checcyacc se va por la Vía los Libertadores Wari, aproximadamente 86 Km. De ahí se desvía hacia el centro poblado de Paras por una trocha carrozable aproximadamente 54 Km. Luego se cruza el río pampas para llegar al Centro Poblado Menor de Espite. De ahí se empieza la travesía al bosque de Checcyacc por camino de herradura durante 9 horas aproximadamente.

C) BOSQUE NATURAL DE ACHACCMARCA

Igualmente para llegar al bosque natural de Achacmarca se va por la Vía Los liberadores Wari, aproximadamente en el Km 86 se desvía, por una trocha carrozable, hasta llegar a las alturas del nevado Ritipata en la que se encuentra un desvío hacia el centro poblado de Qarwaccocco; a mitad de camino se encuentra la laguna de Yanacocha y el bosque natural de Achacmarca; aproximadamente son 5 horas y media en camioneta desde la ciudad de Ayacucho.

3.1.1.3. AREA OCUPADA POR LOS BOSQUES DE QUEÑUA EN ESTUDIO

D) BOSQUE NATURAL DE QUEÑUA DE ACCOMARCCA

El bosque natural de Queñua de Accomarca ocupa un área de 139 hectáreas con un perímetro de 7,274.22 metros lineales.

E) BOSQUE NATURAL DE QUEÑUA DE CHECCYACC

Mientras que el bosque natural de Queñua de Checcyacc ocupa un área de 94 hectáreas con un perímetro de 9,805.72 metros lineales.

F) BOSQUE NATURAL DE QUENUAL DE ACHACCMARCA

El bosque de Achacmarca, tiene la particularidad de estar fraccionado en rodales dispersos en la zona. Estas fueron medidas y los resultados fueron los siguientes:

	Área	Perímetro
b1:	22.5 ha	2,561.29 m
b2:	4.8 ha	1,045.10 m

b3: 2.1 ha 664.50 m

b4: 36.0 ha 2,662.14 m

El área total del bosque de Achacmarca es de 65.5 ha.

3.1.1.4. ALTITUD DE LOS BOSQUES DE QUEÑUA EN ESTUDIO

Los valores mínimos y máximos de altitud en los bosques en estudio de las provincias de Vilcashuaman, Fajardo y Cangallo son bastante amplios, pero existe una clara diferenciación en preferencia de ocupación altitudinal.

A partir de los datos registrados al momento de realizar el areado de los bosques se obtuvo la siguiente información:

A) BOSQUE NATURAL DE QUEÑUA DE ACCOMARCA

El límite inferior registrado para el bosque de Accomarca es de 3627 m.s.n.m. y el límite superior es de 3900 m.s.n.m.

B) BOSQUE NATURAL DE QUENUA DE CHECCYACC

Para el caso del bosque de Checcyacc la concentración ocurre entre los 3659 m.s.n.m. a 3884 m.s.n.m.

C) BOSQUE NATURAL DE QUEÑUA DE ACHACCMARCA

El bosque de Achacmarca ocupa un rango desde 4597 m.s.n.m. a 4843 m.s.n.m.

Aun cuando (Simpson, 1979) asegura que la diferenciación específica se ha dado en forma horizontal antes que vertical, los resultados del estudio indican una diferenciación específica por niveles altitudinales. Más colecciones en diferentes localidades del país darán información necesaria para corroborar o cuestionar esta observación.

Estos rangos de altitud encontrados se hallan dentro de los obtenidos por (Pretell y Col, 1985) y (Barreda, 1951) quienes encontraron el bosque de *Polylepis* en un rango altitudinal de ocurrencia entre los 1800 y 4800 m.s.n.m. y 3400 y 4500 m.s.n.m.

Para (Pulgar, 1987) el *Polylepis* está presente en la región Suni (de 3500 a 4000 m.s.n.m.) y de la Puna (de 4000 a 4500 m.s.n.m.).

Los efectos que ejerce la altitud sobre la vegetación son múltiples. Así se tiene que en las especies de *Polylepis* se puede apreciar una reducción de la altura de los árboles, una disminución de la riqueza estructural y de las dimensiones de los folíolos en relación inversa a la altitud. A pesar de las condiciones adversas en la Puna, no hay periodo durante el año en que los *Polylepis*, puedan estar verdaderamente dormantes (algunos son deciduos en tiempos de sequía o épocas de mayores fríos de Julio y Agosto), en vez de ello permanecen activos durante todo el año (Simpson, 1979).

Las condiciones de altura están íntimamente relacionadas con la temperatura, vientos, disponibilidad de agua y en el nivel de conservación de la especie.

Según (Herrera, 1943), (Simpson, 1979), (Brack, 1986), señalan que si se analizan las condiciones climáticas de la Puna y Suni se encuentran hábitats semiáridos con precipitaciones muy variables, con un promedio de precipitación de 200 mm a 500 mm por año, con mayor concentración en el verano; con condiciones diarias de

temperatura de hasta de hasta 30 °C entre el día y la noche, temperaturas nocturnas con frecuencia debajo del punto de congelación: con vientos alisos muy fuertes que contribuyen a enfriar y secar al ambiente; la evaporación es rápida por la falta de presión barométrica.

3.1.1.5. PENDIENTE DE LOS BOSQUES DE QUEÑUA EN ESTUDIO

Se ha determinado que los 3 bosques en estudio se ubican en áreas con pendientes mayores a 40%.

Este aspecto está completamente relacionado con el drenaje y la posibilidad de disponibilidad del agua de las precipitaciones. Puesto que el bosque de Accomarca está ubicado en una ladera; la pendiente de este bosque es casi homogénea con un valor de 40 % de pendiente y un drenaje "Bueno" (suelos cuya estructura física o pendiente moderada permiten un escurrimiento del agua en pocas horas).

La variación de pendiente media encontrada se muestra en la fotografía 07 del anexo.

El bosque de Checcyacc por su ubicación en el curso del río presenta cerros a ambos lados, con pendientes muy altas; tomando un valor promedio de 60 % de pendiente y drenaje "excesivo" (Suelos con laderas pronunciadas que permiten un rápido escurrimiento del agua; suelos resacos). Tal como se muestra en la fotografía 08 del anexo.

Mientras que el bosque de Achacmarca posee un relieve montañoso y con fuertes pendientes, presenta de 45% hasta 70 % de pendiente, estos 4 sub bosques se distribuyen como

un regular mosaico. Tal como se muestra en la Fotografía 09 del anexo.

Por lo expuesto esto quiere decir que los 3 bosques de queñua de Vilcashuaman, Fajardo y Cangallo se encuentran ubicados en áreas con alta pendiente, lo que confirma la preferencia de ubicación de *Polylepis* sobre laderas de altas pendientes y paredes escarpadas.

Algunas parcelas evaluadas sobre pendientes mayores a 70 % acusan la accidentada fisiografía y el inminente riesgo de erosión de estas tierras, de lo que se deduce que los bosques ubicados en estas áreas cumplen importante papel en el control de estas frágiles zonas, además de contribuir a la alimentación de los caudales en los niveles inferiores de la cuenca. Se ha observado que prefiere las laderas, no creciendo bien en tierras planas.

Prácticamente todas las quebradas que surcan sobre la cordillera de los andes pobladas por la especie de *Polylepis* en mayor o menor densidad, juegan un rol importante en el aporte de agua hacia los niveles inferiores.

3.1.1.6. EXPOSICIÓN DE LOS BOSQUES DE QUEÑUA EN ESTUDIO

La orientación de la ladera determina mayor humedad o sequedad del medio y está condicionada por la latitud y la fisiografía. Así, mientras más perpendicular caigan los rayos solares, más intensa será la insolación.

La importancia de la exposición del bosque es por que las plántulas y las semillas deben enfrentar condiciones extremas y más que todo a los cambios bruscos.

El bosque de Accomarca está expuesto a la parte ESTE, prácticamente a la naciente del sol; toda la ladera recibe los rayos solares desde las primeras horas del día. En promedio 8 horas y media.

El bosque de Checycacc tiene la particularidad, por estar en el curso del río y los cerros forman acantilados muy altos desfavoreciendo la llegada de los rayos solares desde las primeras horas del día, que reciben en promedio 7 horas y media de luz.

En el bosque de Achacmarca los 4 sub bosques reciben la radiación solar desde las primeras horas del día en promedio, 7 horas.

3.1.1.7. VERTIENTE

Este factor está muy ligado al punto anterior por lo que se han discutido algunos aspectos.

Por la ubicación del departamento de Ayacucho los 3 bosques en estudio se encuentran ubicados en la vertiente de la cordillera occidental.

(Hueck, 1978), (Simpson, 1979) mencionan que los bosques de queñua principalmente se encuentran sobre la vertiente occidental de la cordillera del Perú.

También cabe mencionar que la ubicación de la vertiente juega papel importante como trampas de humedad, que son concavidades de los sistemas montañosos cuya disposición induce la concentración de la humedad y de las

precipitaciones. Las trampas de humedad explicarían la presencia y la distribución de los bosques de *Polylepis*.

3.1.1.8. FORMACIONES FISIAGRÁFICAS DE LOS BOSQUES DE QUEÑUA EN ESTUDIO

Para el bosque de queñua de Accomarca se pudo reconocer la formación fisiográfica de **“Cerros con afloramientos rocosos”**. Este afloramiento se presenta en la parte alta o cumbre del bosque. Debido a su rusticidad del árbol de queñua es tal que puede llegar a crecer hasta en las grietas de las rocas.

Mientras que en el bosque de queñua de Checcyacc se determinó la formación fisiográfica de **“Valles en U”**, en este tipo de accidente geográfico, los árboles de queñua están ubicados en ambos lados del valle glaciar.

Para el bosque de queñua de Achacmarca se reconoció la formación fisiográfica de **“Cerros con afloramiento rocosos”**. Este afloramiento se presenta en los 4 bosques con un 95% de rocas. Tal como se muestra en la fotografía 04 del anexo.

3.1.1.9. BOSQUES CON O SIN INFLUENCIA DE PRESENCIA CERCANA DE MASAS DE AGUA

El bosque de queñua de Accomarca se presenta como bosque de ladera de tipo I **“sin influencia directa de masas cercanas de agua”**.

Para el bosque de queñua de Checcyacc se presenta como bosque ribereño tipo II “ubicados a orillas del cause y en el curso de las aguas”.

Mientras que en el bosque de queñua de Achacmarca para le bosque B1 es de tipo Bosque ladera tipo II “Con influencia de masas cercanas de agua con puquiales o manantiales” mientras que el B2, B3, B4 presentan bosque ladera de tipo I “sin influencia directa de masas de agua”.

En los tres bosques la cercanía ha sido evaluada en función a dos aspectos: que las masas de agua sean visibles desde las parcelas que se ha evaluado y que aproximadamente se encuentren a una distancia no mayor de medio kilómetro.

La presencia o ausencia de masas de agua en el medio cumplen un rol importante en el aspecto climático por lo que este criterio trata de aclarar las preferencias de hábitat.

CUADRO 11 Resumen de los Factores Fisiográficos de la distribución geográfica de los bosques de queñua.

Departamento	Ayacucho	Ayacucho	Ayacucho
Provincia	Vilcashuamán	Víctor Fajardo	Cangallo
Distrito	Accomarca	Vilcanchos	Paras
Bosque	Accomarca	Checcyacc	Achacmarca
Ubicación	622,957.33 E 8'474,631.94 N	533,895 E 8'492,697 N	b1: 533,571 E 8'509,451 N b2: 532,976 E 8'509,080 N b3: 533,402 E 8'510,239 N b4: 533,218 E 8'510,910 N
Extensión	138.8 Has	94.4 Has	65.5 Has
Altitud (msnm)	3,627– 3,900 m.s.n.m.	3,659– 3,884 m.s.n.m.	4597 – 4843 m.s.n.m.
Pendiente	“Bueno”	“Excesivo”	“Bueno” – “Excesivo”
Exposición	8 horas	7 horas	7 horas
Vertiente	Occidental	Occidental	Occidental
Fisiografía	“Cerros con afloramientos rocosos”	“Valles en U”	“Cerro con afloramientos rocosos”
Presencia de agua	Bosque de ladera tipo I	Bosque ribereño de tipo II	Bosque de ladera tipo II

3.2. SITUACIÓN ACTUAL DE LOS BOSQUES DE QUEÑUA (*Polylepis* sp)

Todas las parcelas evaluadas en el ámbito de estudio de los 3 bosques de las provincias de Vilcashuaman, Fajardo y Cangallo fueron inferenciados estadísticamente y llevadas a la unidad de hectárea.

3.2.1. EVALUACIÓN DENDROGRÁFICA

3.2.1.1. MEDICIÓN DASOMÉTRICA

3.2.1.1.1. VOLUMEN

Existe una alta variación del volumen medio de los 3 bosques en estudio.

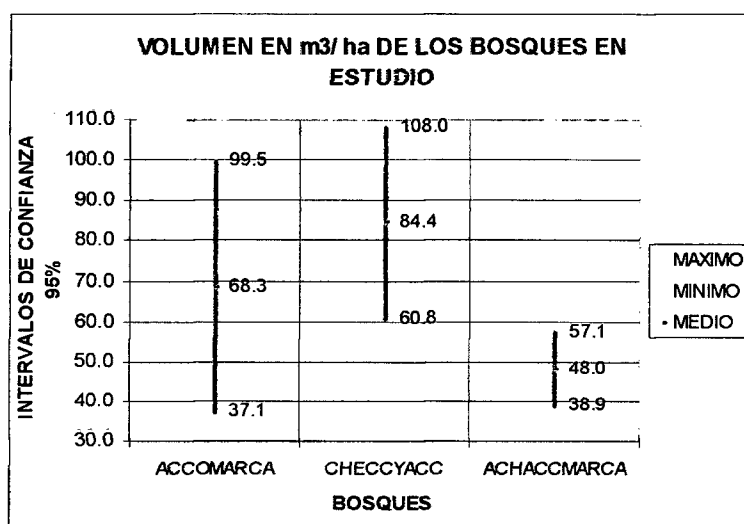


Gráfico 24: Volumen en $m^3 \cdot ha^{-1}$ de los bosques en estudio

En el gráfico 24 se observa que el volumen promedio de madera del bosque de Accomarca es de $68.3 m^3 \cdot ha^{-1}$. Este valor significa que los árboles son de porte mediano, debido a la fuerte presión antropogénica con la extracción de árboles más grandes, por estar más cercano a la ciudad de Vilcas Huamán.

Para el caso del bosque de Checyacc tiene un volumen promedio de $84.4 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ con un intervalo de confianza de 60.8 hasta $108.0 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ esto debido a que este bosque se encuentra en una zona inaccesible lo que permite mantener árboles de mayor tamaño. El bosque de Achacmarca, presenta un volumen promedio de $48.0 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$, pues los árboles son de porte pequeño, debido posiblemente a la influencia del suelo, formada por roca maciza, lo cual no les permite desarrollarse.

Según (Malluex, 1975) citado por (Arce, 1992) *Polylepis* presenta un volumen comprendido entre 20 y $50 \text{ m}^3/\text{ha}$. Estos datos están lejos de los volúmenes dados por (Siltanen y Col, 1987) que para *Polylepis incana* en Lampa, dan variaciones volumétricas entre 107 y $215.9 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$. Esta diferencia se debe a las distintas metodologías empleadas pues mientras el primer autor usa los diámetros y longitudes de los principales troncos y ramas, el segundo ofrece valores de biomasa, más cercanos a la metodología empleada en el presente estudio.

(Montenegro y Malleux, 1966) citados por (Arce, 1992) refieren para el bosque en regeneración volúmenes comprendidos entre $24 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ para la zona de Oyón y $28.78 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ para la localidad de Cochaquillo en el valle de Huaura.

Como es lógico esperar, el volumen está en relación directa con la densidad de árboles y está influenciado por los factores medio ambientales.

De todo lo anterior expuesto se puede concluir que la presencia de nubes, neblinas y masas de agua son los factores

más importantes que influyen en la distribución de los bosques de *Polylepis*, lo que ratifica que el recurso agua es un factor de primer orden a considerar en el establecimiento de plantaciones forestales.

El nivel de pedregosidad superficial también es un factor que interviene en la productividad del bosque, así se aprecia que mayores volúmenes comprenden a bosques con bajo nivel de pedregosidad superficial. En *Polylepis weberbaueri* que está presente en el bosque de Achaccmarca también se cumple esta afirmación, sin embargo los volúmenes medios registrados para bosques de alta pedregosidad superficial son similares al volumen medio de *Polylepis racemosa* presente en el bosque de Checcyacc. Los mismos que se encuentran ubicados en áreas de baja pedregosidad, lo que grafica entonces la importancia de la presencia de rocas en el bosque de Achaccmarca por estar situada a grandes altitudes.

Evaluaciones hechas en los departamentos de Ancash y Lima reportan los siguientes resultados:

ESPECIES	DENSIDAD (arb/ha)	VOLUMEN($m^3 \cdot ha^{-1}$)
<i>Polylepis incana</i>	596,66	42,60
<i>Polylepis racemosa</i>	480,00	73,63
<i>Polylepis sericea</i>	470,00	63,25
<i>Polylepis weberbaueri</i>	797,00	128,51

Fuente: (Arce, 1992)

3.2.1.1.2. DENSIDAD (TOTAL DE ÁRBOLES)

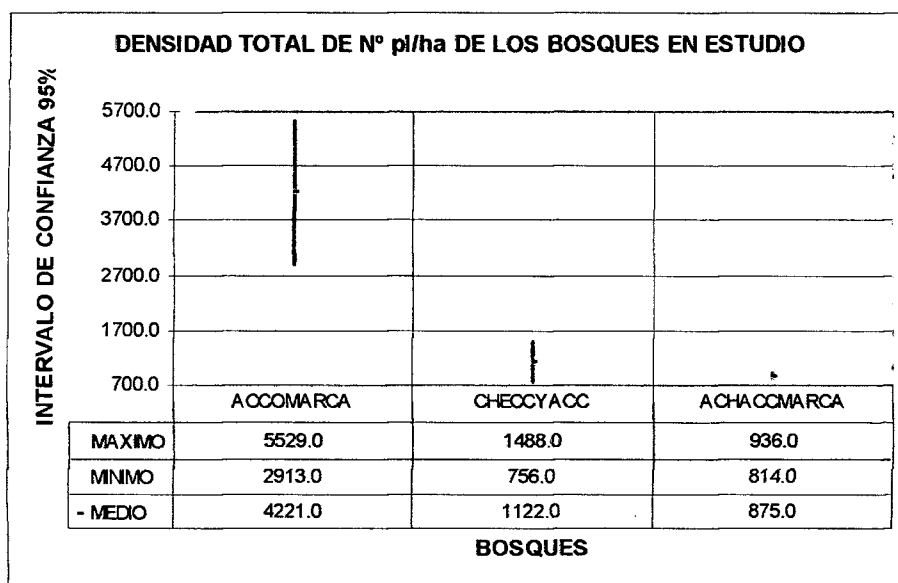


Gráfico 25: Densidad total de Nº de plantas/ha de los bosques en estudio

En el gráfico 25, se observa que el bosque de Accomarca posee la mayor cantidad de plantas entre árboles maderables y arbolillos en regeneración con un promedio 4221 plantas/ha, (390 árboles + 3831 arbolillos en regeneración); este número tan elevado se debe posiblemente a su mejor condición fisiográfica, exposición del sol, y también, por estar ubicado en ladera y con menor cantidad de pedregosidad. Mientras que el bosque de Checcyacc posee 1122 plantas/ha en promedio, (563 árboles + 557 arbolillos en regeneración); teniendo condiciones también favorables para su crecimiento, ya que esta ubicado en un valle glaciar, con presencia de río. Para el caso del bosque de Achacmarca las condiciones para su crecimiento no es favorable por estar sobre roca maciza, además por la presencia de ganado ovino, caprino, camélidos y vacuno, lo cual hace que el promedio

de la densidad sea baja con un promedio de 875 plantas/ha, (567 árboles + 309 arbolillos en regeneración).

Barreda (1951) al estudiar bosques de *Polylepis* en Cajatambo, menciona densidades de 700 árboles/ha en rodales maduros de buena calidad de sitio y 360 árboles/ha en rodales maduros de calidad de sitio superior, con un rango comprendido entre 350 y 800 árboles/Ha.

(Montenegro y Malleux, 1966) citados por (Arce, 1992) encontraron en bosques en regeneración entre 1500 y 2000 arbolillos/Has.

Para (Malleux, 1975) citado por (Arce, 1992) refiere para *Polylepis* una densidad de 500 árboles/ha.

La densidad media hallada para los 3 bosques de *Polylepis* es de 506 árboles/ha. Valor que está comprendido en el rango citado por diversos autores.

La relación número de pie/número de árboles hallados por especie revela que *Polylepis weberbaueri* tiene tendencia al predominio de árboles con un solo fuste (valores cercanos a 1), mientras que *Polylepis incana* y *Polylepis racemosa* muestran una tendencia a alta ramificación o desarrollo arbustivo (valores mayores a 2).

3.2.1.1.3. ARBOLILLOS EN REGENERACIÓN

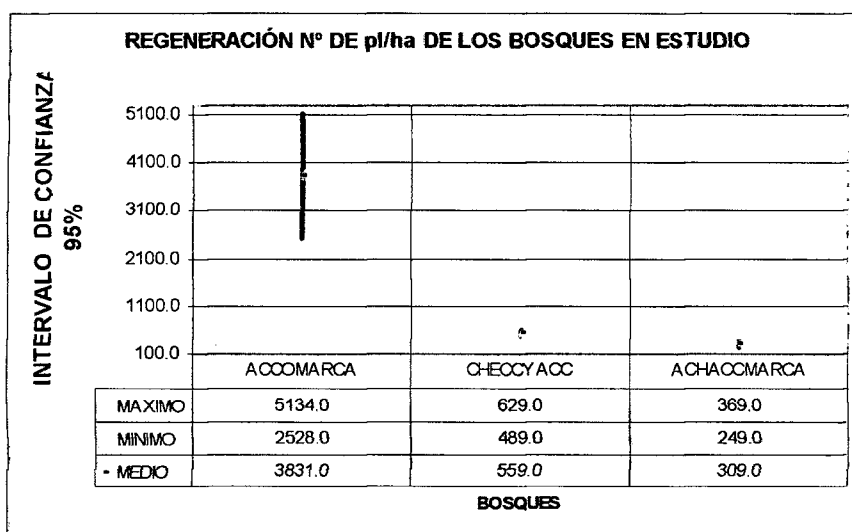


Gráfico 26: Regeneración N° de plantas/ha de los bosques en estudio

En el gráfico 26, se observa que el bosque de Accomarca posee en promedio 3,831 plantas/ha, entre brinzales y arbolillos menores a 10 cm de diámetro a la altura del pecho. Cabe destacar que este bosque soporta mayor extracción de madera por estar cercano a la ciudad de Vilcashuaman, sin embargo posee una mayor resiliencia, que es la capacidad del bosque, de poder resistir una perturbación, con un mayor grado de capacidad de autoorganización y adaptación a la adversidad. Mientras que el bosque de Checcyacc, por estar en una zona inaccesible, esta casi exenta de perturbación, teniendo en promedio 559.0 plantas/ha. En el caso del bosque de Achacmarca, la regeneración es muy limitada por que sus bosques se encuentran sobre roca maciza, teniendo en promedio 309 plantas/ha.

Los bosques de Checcyacc y Achacmarca presentan regeneración natural escasa, debido a la contracción de poblaciones por efectos biológicos.

Este aspecto está relacionado directamente con la estructura diamétrica y la densidad de los árboles. Aquí es importante referir que por la trascendencia de la comprensión de los procesos regenerativos, para definir con mayor propiedad el estado de conservación de los bosques, debió haber recibido una mayor atención en su tratamiento utilizando metodologías cuantitativas antes que las cualitativas realizadas en el presente estudio. Sin embargo esta primera aproximación da pie a trabajos más profundos sobre la regeneración, de ahí su validez.

Es necesario señalar que los relictos de *Polylepis*, desde ya escasos en Q'ëñuacucho (Vinchos), no fueron tomados para el estudio, por estar fuertemente afectado por factores antropogénicos; por tener el agravante que la regeneración natural que presentan es escasísima. Por ello se sugiere en el presente estudio que las municipalidades cumplan su función de preservar la flora local, según la Ley Orgánica de Municipalidades, a través del establecimiento de Reservas Municipales de Flora, categoría de área protegida aquí propuesta, a fin de asegurar la provisión de material vegetativo para programas técnicos de recuperación de poblaciones.

La tecnificación de la actividad ganadera es otra actividad a impulsar a fin de reducir los efectos negativos de la ganadería extensiva sobre la regeneración de los bosques.

Para poder determinar en porcentajes la regeneración natural se entrevisto a algunos expertos tales como el ingeniero Rómulo Solano Ramos, quién considera que un bosque presenta buen estado de regeneración natural cuando en promedio existen 1500 brinzales por hectárea, menores a 10 cm. de diámetro a la altura del pecho. Al realizar los cálculos los resultados fueron los siguientes, tal como se muestra en el gráfico 05:

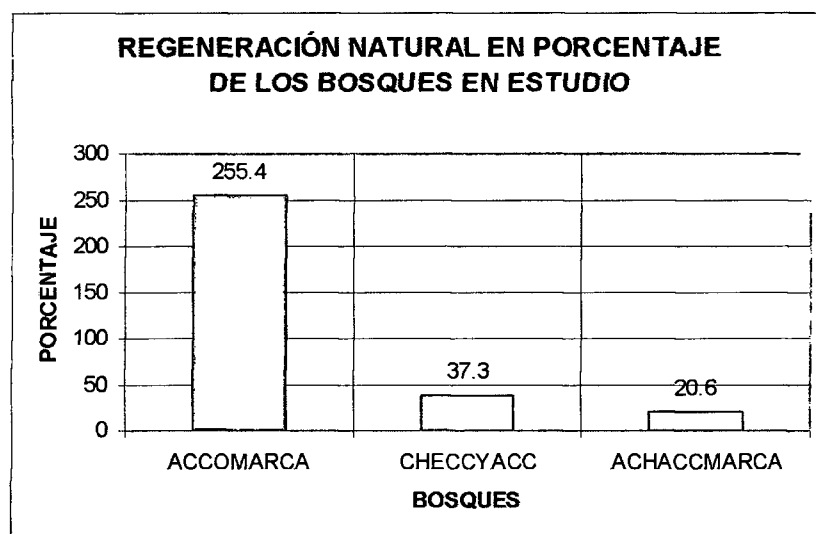


Gráfico 27: Regeneración natural en porcentaje de los bosques en estudio

En el gráfico 27, se observa que el bosque de Accomarca tiene una alta regeneración natural en comparación a los demás bosques, considerada como regeneración natural abundante por tener más del 50%. En el caso de bosque de Checcyacc esta considerada como regeneración natural regular por estar dentro de los valores de 25% a 50%. Mientras que para el bosque de Achacmarca esta considerada como regeneración natural escasa por estar considerada dentro de los valores y menores de 25%.

3.2.1.1.4. ÁRBOLES MADERABLES

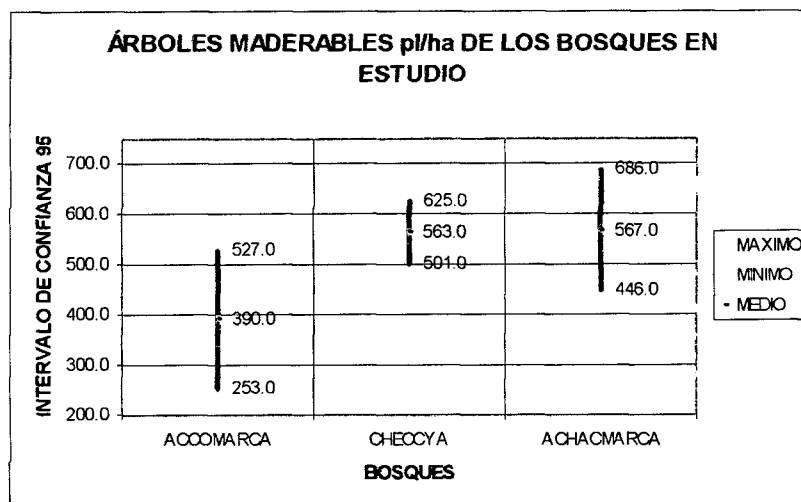


Gráfico 28: Árboles maderables N° plantas/ha de los bosques en estudio

En el gráfico 28, se observa que el bosque de Accomarca contiene en promedio 390 árboles/ha, mayores a 10 cm de diámetro a la altura del pecho, la disminución de los árboles maderables, se ve afectada por la extracción de madera para combustible por su cercanía a la ciudad de Vilcas Huamán. Mientras que el bosque de Checcyacc, posee en promedio 563 plantas/ha de árboles maderables. La ausencia de poblados cercanos permite mantener el desarrollo forestal. De igual modo sucede en el bosque de Achacmarca, que se encuentra lejos de la población permitiendo el crecimiento y desarrollo del bosque de *Polylepis*.

Los resultados muestran el complejo patrón de ramificación de los árboles de *Polylepis*. No obstante, el número de pies libres de ramificación antes de los 2 m es significativo en todas las especies especialmente en *Polylepis weberbaueri*. Aquí el

problema estriba en que un alto porcentaje de estos pies de gran longitud corresponden a árboles retorcidos y con madera tensionada, debido a las difíciles condiciones ambientales en que se desarrollan, por ello que su utilidad como durmientes se ve restringida por estos aspectos.

3.2.1.1.5. ÁRBOLES MUERTOS

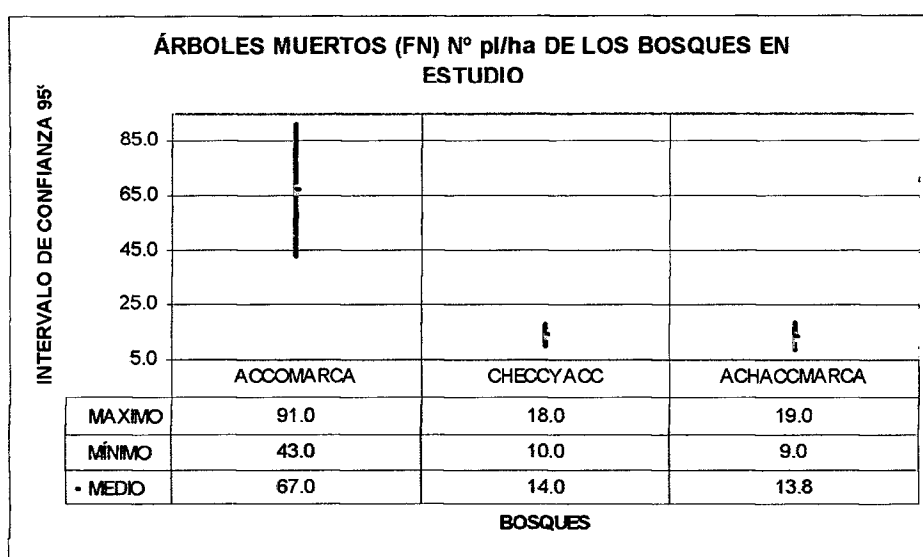


Gráfico 29: Árboles muertos (Factor Natural) N° plantas/ha de los bosques en estudio

En el gráfico 29, se observa que el bosque de Accomarca tiene en promedio de 67 plantas/ha, muertas de manera natural, así como hay una gran respuesta de regeneración natural, también se observó que hay una gran parte de los brinzales que mueren posiblemente a causa de las bajas temperaturas y la escasez de agua. Diferente acción se nota en el bosque de Checcyacc y Achacmarca, como no hay mucha regeneración también hay poca muerte tal como se pudo observar, 14 plantas/ha en el bosque de Checcyacc, esto debido a factores

naturales como la crecida del río tal como se muestra en la fotografía 08 del anexo. También se determinó la muerte por factor natural de 13.8 plantas/ha en promedio en Achacmarca, esto debido a factores climáticos, tal como se muestra en la fotografía 09 del anexo.

Las consideraciones climáticas propuestas aquí (las plántulas de *Polylepis* no resistirían las temperaturas mínimas extremas de la mayoría de las planicies andinas), las edafológicas, que restringen los bosques a sólo ciertas pendientes con características no presentes en suelos de llanuras y las de (Monasterio, 1980) de geología especial para el enclave de *Polylepis*, indican que los bosques no tuvieron que extenderse en todos los Andes y pasturas actuales. La generalización de ocurrencia del género hechas con observaciones sobre pocas o una especie determinada complican el entendimiento del por qué de su aparición fragmentada como el de su enclave.

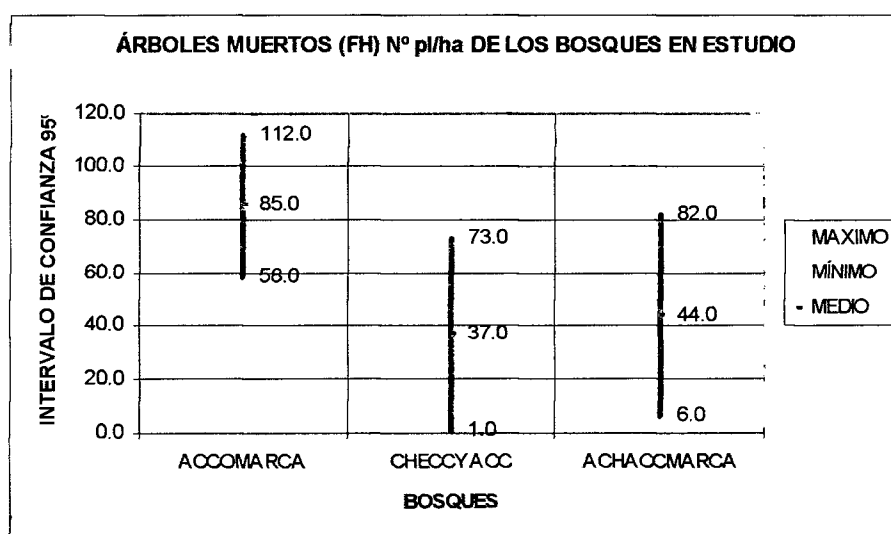


Gráfico 30: Árboles muertos (Factor Humano) N° plantas/ha de los bosques en estudio

En el gráfico 30, el bosque de Accomarca muestra 85 plantas/ha muertas debido a factores humanos, esto se debe a la cercanía de la ciudad de Vilcashuaman cuya población actualmente utiliza como fuente de combustible para el nuevo comercio de venta de pollos a la braza. Mientras que en el bosque de Checcyacc la extracción es mínima, por la lejanía del bosque, solo extraen para las fiestas comunales y afectan al bosque. En el caso del bosque de Achacmarca, la extracción es mediana, pues la población adyacente hace uso como única fuente de combustible, corriendo el riesgo de mayor extracción si la población crece.

Estos datos revelan que existe extracción selectiva de árboles élitos de buen diámetro. El problema radica en que esta extracción se realiza sin ningún criterio de ordenación, creando efectos negativos en la regeneración del bosque.

La extracción de leña, pastoreo y sobre pastoreo con ganado exótico, aclareo de bosques con fines agropecuarios y la quema de árboles y bosques son los principales factores que inciden en la destrucción de los bosques. Estos factores están mayormente relacionados a la alimentación de los campesinos alto andinos y a un nivel mínimo a creencias y costumbres.

3.2.1.2. CARACTERÍSTICA POBLACIONAL

3.2.1.2.1. ALTURA

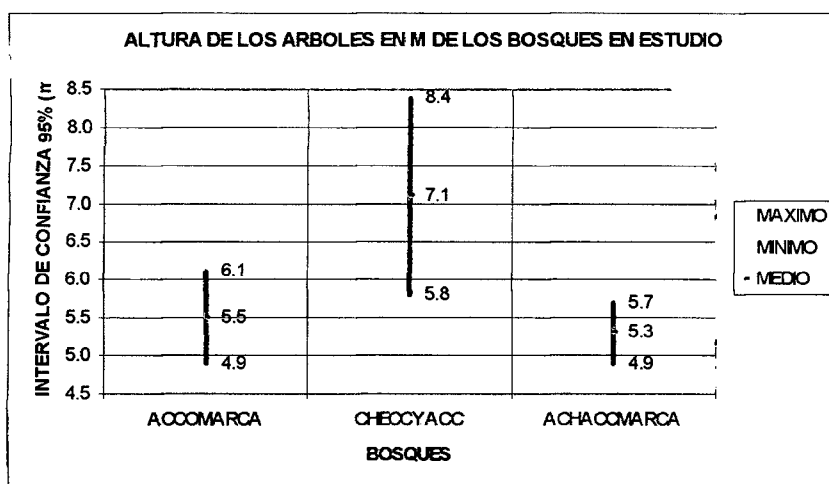


Gráfico 31: Altura de los árboles en m de los bosques en estudio

En el gráfico 31 se observa que la altura de los árboles del bosque de Accomarca es de 5.5 m en promedio, con estas características son muy atractivos como fuentes energéticas y son trasladados y utilizados en la ciudad de Vilcas Huamán. Mientras que en el bosque de Checcyacc los árboles tienen una altura promedio de 7.1 m, debido a que se encuentran en un lugar casi inaccesible, y por lo tanto poco frecuentado por los comuneros de esa zona. En el caso del bosque de Achacmarca, la altura de los árboles en promedio es de 5.3 m, posiblemente debido a su fisiografía, y estar ubicados en una zona altamente rocosas.

Las grandes alturas, altos volúmenes y la rapidez de crecimiento alcanzados por *Polylepis racemosa* abogan por una mayor difusión de esta especie.

3.2.1.2.2. COBERTURA VEGETAL (%) /ha

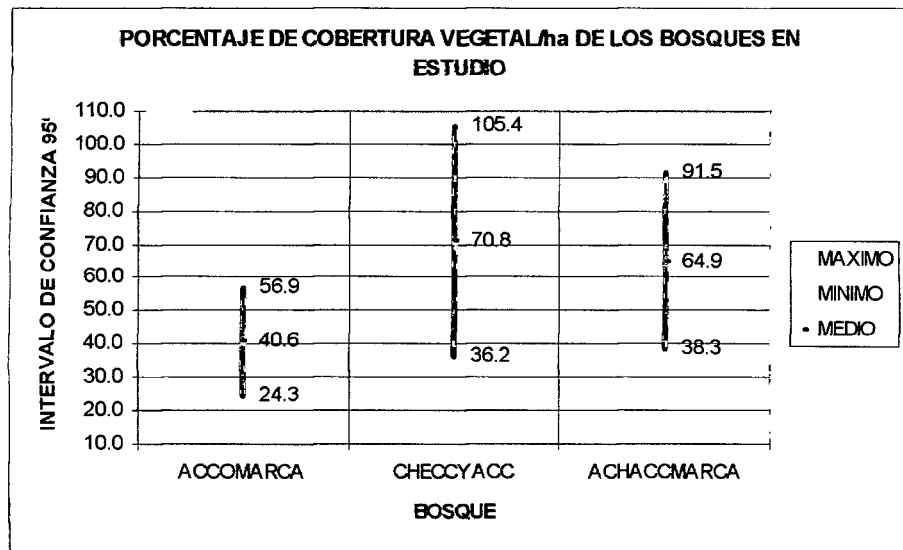


Gráfico 32: Porcentaje de cobertura vegetal/ha de los bosques en estudio

En el gráfico 32 el bosque de Accomarca, presenta un 40.6 % de cobertura promedio por Hectárea, en la fotografía que se muestra en el anexo, pareciera que el bosque fuera muy denso, sin embargo al ingresar al interior del bosque y realizar las respectivas evaluaciones nos dimos con la sorpresa que existen calvas dentro de ella, de forma natural y también como consecuencia del aprovechamiento de los comuneros de la zona. En el Bosque de Checcyacc existe en promedio 70.8 % de cobertura vegetal por hectárea, debido al mayor diámetro de copa de los árboles que tienen relación con el tamaño. En el caso del bosque de Achacmarca, la cobertura vegetal promedio por hectárea es de 64.9%, lo que significa que estos árboles tienen también un buen diámetro de sus copas y por consiguiente una buena cobertura vegetal.

Respecto al porcentaje de cobertura vegetal, se determinó que los bosques de Accomarca, Checcyacc y Achacmarca se encuentran considerados como “densos” por tener mas de 50 % de cobertura con respecto al área.

3.2.1.2.3. PORCENTAJE DE PEDREGOSIDAD SUPERFICIAL

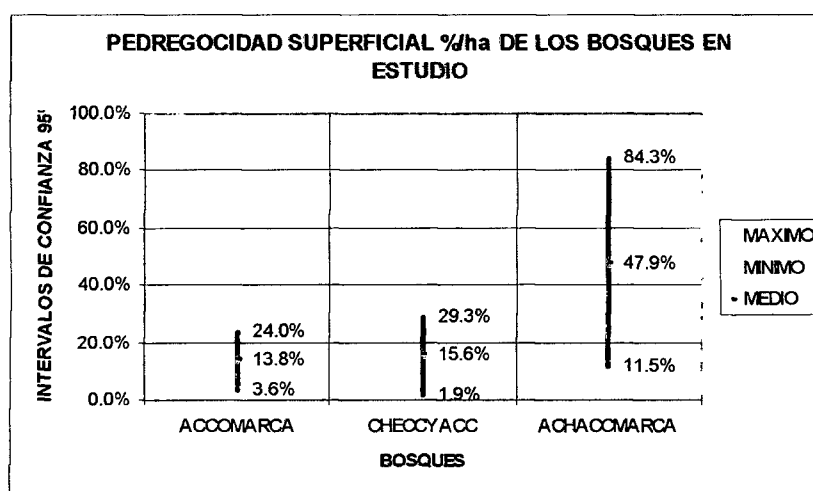


Gráfico 33: Porcentaje de pedregosidad superficial/ha de los bosques en estudio

En el gráfico 33 se muestra que el bosque de Accomarca presenta un valor promedio de 13.8 % de pedregosidad superficial, valor promedio similar al bosque de Checcyacc, pero difiriendo fuertemente con el bosque de Achacmarca que tiene un valor promedio de 47.9%, debido a su ubicación en una zona de roca maciza del cual desprende material rocoso y pedregoso a la superficie del bosque.

Se determinó para este caso que el bosque de Accomarca y Checcyacc poseen un nivel de pedregosidad “bajo” por estar por debajo del valor menor a 40%. Mientras que para el bosque de Achacmarca el nivel de pedregosidad es de “medio” por estar

dentro de los valores de 40 a 60%. Este parámetro es un significativo en el crecimiento y desarrollo de las plántulas de queñua, sin embargo, dada la plasticidad de la especie, notamos la existencia del bosque con serias limitaciones edáficas.

3.2.1.2.4. PROFUNDIDAD DEL SUELO (cm)

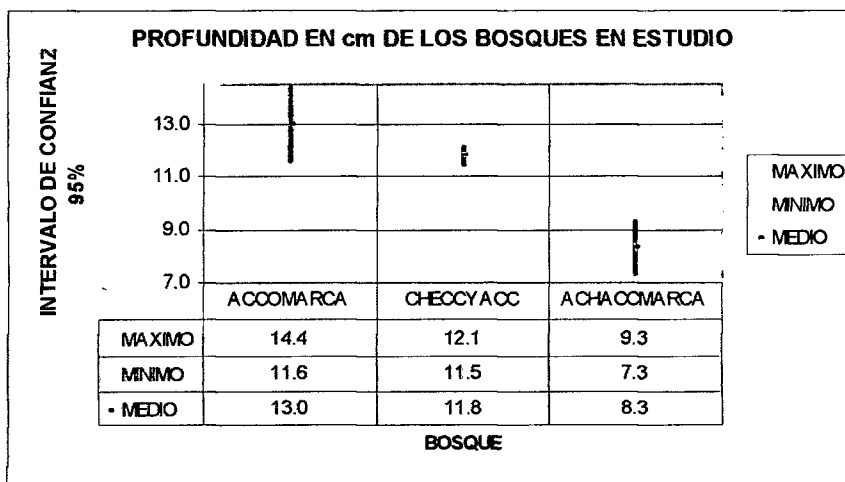


Gráfico 34: Profundidad del suelo en cm de los bosques en estudio

En el gráfico 34 el bosque de Accomarca posee una profundidad promedio de 13.0 cm, mientras que el bosque de Checcyacc posee en promedio 11.8 cm, frente a una diferencia considerable del bosque de Achacmarca que posee 8.3 cm de profundidad, comparándolas con las anteriores, la profundidad menor se debe posiblemente a que el bosque de Achacmarca se ha establecido en un terreno altamente rocoso.

En conclusión para los 3 bosques en estudio los suelos son superficiales. La profundidad del suelo no es determinante para la presencia de bosques de *Polylepis*, aunque si influye en su productividad.

3.2.1.2.5. TIPO DE SUELO

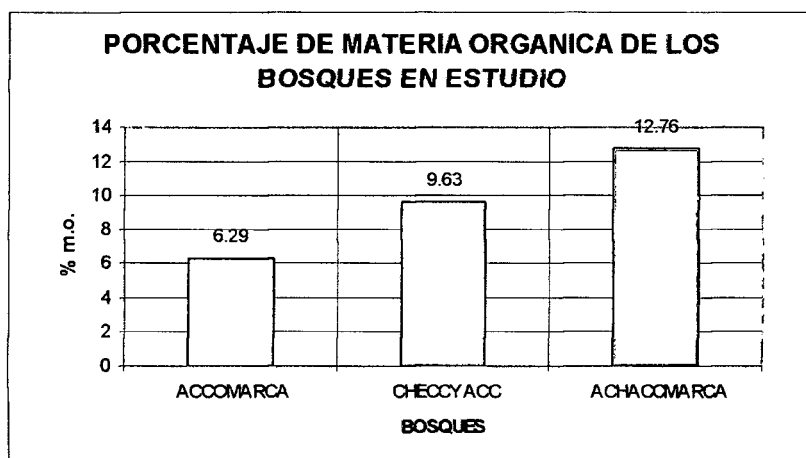


Gráfico 35: Porcentaje de materia orgánica en el suelo de los bosques en estudio

En el gráfico 35, se observa un incremento del porcentaje de materia orgánica en relación con la altitud de los bosques de queñua en estudio, tal como se verifica las altitudes para el bosque de Accomarca que está entre los 3627 a 3900 m.s.n.m., posee 6.3 % de materia orgánica; el bosque de Checcyacc que esta entre los 3659 a 3884 m.s.n.m., ostenta 9.6 % de materia orgánica; y el bosque de Achacmarca que se sitúa entre los 4597 a 4843 con 12.8 % de materia orgánica.

(Cabala, 1973) citado por (Arce, 1992) al estudiarlos suelos forestales del sector de Cara Cara, al norte de la ciudad de Lampa y contiguos al área de estudio, determinó lo siguiente:
El contenido de materia orgánica en el suelo forestal fluctúa entre 6% y 32% y pH entre 5.0.

(Siltanen et al, 1987) evaluando la producción de biomasa en función al suelo en rodales de *Polylepis incana* en Lampa, encontraron lo siguiente:

- a) Las queñuas se encuentran en las series de suelos de origen residual; es decir formadas in situ (ONERN, 1965). El origen de estas series es variables pero mayormente volcánico, también mencionan que estos suelos contienen materiales como arenisca/lutita y arenisca.
- b) Existe una correlación entre la fertilidad del horizonte A del suelo y la producción de biomasa. Esto podría ser consecuencia de las raíces superficiales de las queñuas; sin embargo, la correlación no es muy clara en tres de los bosques estudiados.

(Urcuhuaranga, 1989) opina respecto al punto a) que según sus observaciones, los suelos de queñuales pueden ser de origen glacial (morrenas), residual (areniscas y coluvio aluviales de material volcánico y sedimentario, pero no necesariamente suelos volcánicos.

3.3. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA

La identificación botánica de las especies que ocurren en el ámbito de estudio no ha sido complicada puesto que se presentan caracteres morfológicos muy distintivos. Sin embargo, en el caso de *Polylepis incana* y *Polylepis racemosa* determinados especímenes son muy similares a primera impresión ya que ambas especies pertenecen al Complejo Incana.

Las diferencias sustanciales entre ambas especies son:

- a. *Polylepis racemosa* posee foliolos más grandes que *Polylepis incana*.

b. *Polylepis racemosa* presenta envés densamente piloso, mientras que *Polylepis incana* presenta una menor pilosidad en incluso a veces glabrescente.

Polylepis racemosa posee de 1 a 3 pares de folíolos mientras que *Polylepis incana* es invariablemente trifoliada.

Los ejemplares colectados fueron depositados en una prensa de tornillo artesanal, luego colocados en un herbario forestal. En el ámbito de estudio de las tres provincias se registraron las siguientes especies de *Polylepis*:

BOSQUE DE ACCOMARCA

En el bosque de Accomarca se determinó la presencia de *Polylepis incana*, que posee corteza papirácea de color cobrizo claro brillante con pequeñas láminas dispuestas en forma apretada.

La mayor concentración poblacional se ubica entre los 3500 y 3900 msnm.



Foto 01: Rama Terminal con hojas (*Polylepis incana*)

DESCRIPCIÓN DE HOJAS: Trifoliadas, cartaceas, abovadas, crenadas, ápice obtusos, base atenuada, has de color verde amarillento en individuos jóvenes y de color verde oscuro cuando adultos, aparentemente sin pelos, envés de color verde nilo ligeramente oscuro, opacos, con pelos apretados y exudación resinosa, con un penachito de pelos en la inserción de los foliolos, 18mm de longitud y 7 mm. de ancho, raquis de 2 cm. de longitud, con pelos esparcidos.

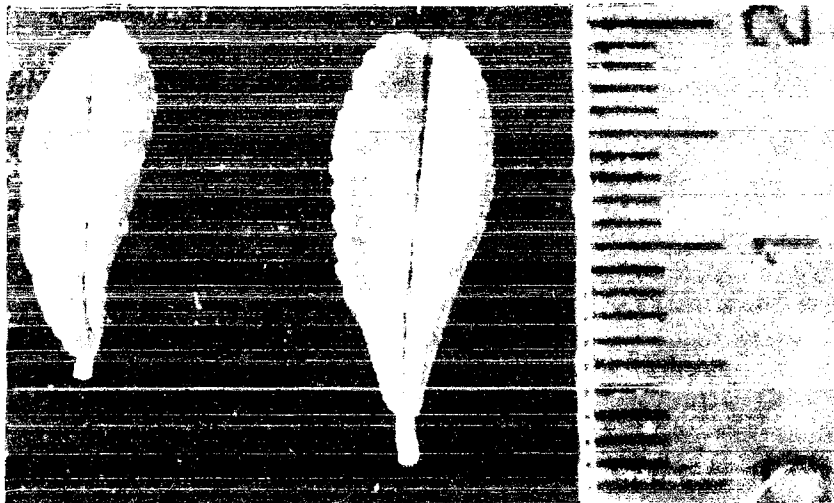


Foto 02: Foliolo visto por el haz (*Polylepis incana*)

BOSQUE DE CHECCYACC

Para el caso del bosque de Checcyacc se determinó la presencia de *Polylepis racemosa* en la que la corteza de los individuos adultos presenta retidoma subcoriáceo, las laminillas solo se aprecian en los individuos jóvenes de color rojizo o crema oscuro.

Preferentemente ubicada en medios ribereños, entre los 3500 y 3900 msnm.



Foto 03: Rama terminal con hojas (*Polylepis racemosa*)

DESCRIPCIÓN DE HOJAS: Imparipinada, de 2 a 3 pares de folíolos cartáceos, abovados o elípticos de color verde esmeralda, claro, superficie algo opaca con pelos esparcidos, envés pubescente, con pelos rectos y exudación resinosa con un penacho de pelos en la inserción de los folíolos, 26 mm de longitud y 9 mm de ancho, siendo los folíolos más grande dentro de las especies estudiadas. Raquis largo de 5 a más cm. de longitud con pelos esparcidos. La inflorescencia se presenta como péndulos largos con escasas flores.

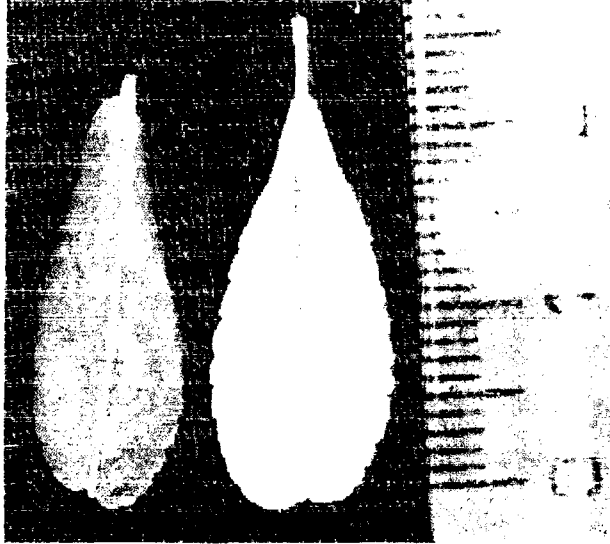


Foto 04: Foliolo visto por el haz y envés (*Polylepis racemosa*)

BOSQUE DE ACHACCMARCA

Mientras que para el caso del bosque de Achacmarca se determinó la presencia de *Polylepis weberbaueri*, la que presenta corteza papirácea de color crema oscuro típico aunque también las hay de color rojizo.

Se ubican sobre pedregales en laderas cercanas a masas de agua, preferentemente entre los 4000 y 4800.



Foto 05: Rama Terminal con hojas (*Polylepis weberbaueri*)

DESCRIPCIÓN DE HOJAS: Imparipinada, de 2 a 4 pares de folíolos, comúnmente 3, subcoriáceas; oblongos o elípticos, borde entero, ápice emarginado, base asimétrica, haz de color verde oscuro, brillantes, glabrescentes a simple vista, envés blanquecino, opaco, con lanocidad crespa, 11 mm de longitud y 7 mm de ancho, existen especímenes con folíolos muy pequeños en

esta especie, ráquis de 3 cm de longitud, pubescente. Inflorescencia pedunculares, cortas de unos 5 cm de longitud con escasas flores apretadas.

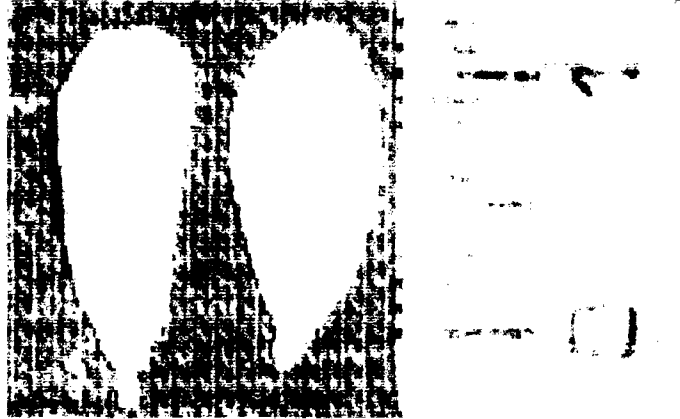


Foto 06 Foliolo visto por el haz y envés (*Polylepis weberbaueri*)

Puede existir variabilidad morfológica, básicamente en la pilosidad y número de foliolos, tanto entre foliolos de plántulas y foliolos adultos e incluso entre foliolos de individuos adultos, sin embargo los patrones generales anotados anteriormente se mantienen. Así por ejemplo hay especímenes de *Polylepis sericea* de hasta 5 pares de foliolos o especímenes de *Polylepis weberbaueri* con foliolos muy pequeños menores de 1 cm de longitud.

En razón a que las especies son fácilmente diferenciables a partir de estructuras vegetativas no se ha insistido en una diferenciación de las estructuras reproductivas de las tratadas.

Con diferentes niveles de intensidad de floración, se han encontrado flores desde octubre a febrero, coincidente con la época normal de lluvias (aunque en el período 2006 – 2007 se

registró una fuerte sequía en la sierra peruana). Eventualmente se registraron flores hasta mayo, pero en la mayoría de los casos se observó sólo el perianto. En ningún caso se observó frutos.

Lo que sí es necesario mencionar que para una misma localidad, para la misma especie y el mismo día de colección se observó individuos con flores cuando están ubicados en las cercanías de fuentes de agua, tal es el caso de los bosques de Checcyacc y Achacmarca, mientras que los individuos ubicados sobre las laderas como el bosque de Accomarca, carecían totalmente de ellas.

3.4. DISCUSIÓN GENERAL

CUADRO 12 Resumen de la situación actual de los bosques de queñua en estudio

DESCRIPCIÓN	ACCOMARCA	CHECCYACC	ACHACCMARCA
Volumen (m ³ /ha)	68.3	84.4	48.0
Densidad (pl/ha)	4221.0	1122.0	875.0
Regeneración (pl/ha)	3831.0	559.0	309.0
Regeneración (%)	255.4	37.3	20.6
Árboles maderables (pl/ha)	390.0	563.0	567.0
Muerte F.N. (pl/ha)	67.0	14.0	13.8
Muerte F.H. (pl/ha)	85.0	37.0	44.0
Altura (m)	5.5	7.1	5.3
Cobertura vegetal (%)	40.6	70.8	64.9
Pedregocidad superficial (%)	13.8	15.6	47.9
Profundidad del suelo (cm)	13.0	11.8	8.3
Materia orgánica	6.29	9.63	12.76
Descripción botánica	<i>P. incana</i>	<i>P. racemosa</i>	<i>P. weberbaueri</i>

La distribución actual de los *Polylepis* evidencia que las poblaciones antiguamente ocupaban áreas más grandes de las que hoy sólo se aprecian reducidas concentraciones boscosas. Si se analiza a la distribución actual en Sudamérica de *Polylepis racemosa* y *Polylepis incana* se aprecia que se ubican a lo largo de la Cordillera de los Andes desde Venezuela hasta Bolivia habiendo sido colonizados a partir de Perú y Ecuador, por tanto debería haber una continuidad y que pone de manifiesto el exterminio de la vegetación en grandes áreas.

Los registros actuales con que se disponen revelan un rango muy amplio de ocupación altitudinal de las especies que van desde los 2000 hasta los 4800 msnm, sin embargo si existen diferencias en cuanto a los rangos de mayor concentración de poblaciones según las especies. Así se pueden diferenciar dos estratos muy marcados, el primero formado por *Polylepis incana*, *Polylepis racemosa* entre 3500 y 3900 msnm y el segundo formado por *Polylepis weberbaueri* entre los 4500 y 4850 msnm. Estos resultados indicarían que existiría diferenciación específica a nivel vertical, en contraposición a lo que afirma (Simpson, 1979), pero habría que tomarlo sólo referencialmente. Así, el autor arriba mencionado, registra dos localidades de colección de *Polylepis weberbaueri* en altitudes inferiores a los 3950 m; Huambos (Cajamarca) citado por (Arce, 1992) con 3120 msnm. Esto podría sugerir que no necesariamente entre los 4000 y 4800 msnm se encuentra el rango altitudinal "natural" de distribución sino que como producto de la presión humana la especie se ha visto obligada a retirarse hasta los lugares más inhóspitos de la

puna. Si en condiciones climáticas hostiles *Polylepis weberbaueri* muestra un desarrollo vigoroso, con un regular volumen y tendencia a formar gran porcentaje de fuste recto, era de esperar que hacia altitudes inferiores el nivel de productividad no descendiera y más bien constituyera excelente atractivo para su uso como leña.

La distribución altitudinal actual de *Polylepis weberbaueri* constituye una ventaja para su protección, una garantía para asegurar su función cobertora en las partes altas de las cuencas y la presencia de oasis de vegetación arbórea en medio de la puna estepiaria.

El bosque de *Polylepis* de Accomarca de la provincia de Vilcashuamán, deberá ser declarado como zona de reserva en primera instancia y luego como un bosque regional con opciones para el manejo de las poblaciones. En igual forma los relictos de *Polylepis* de Checcyacc y Achacmarca de las provincias de Fajardo y Cangallo, deberían ser declarados intangibles por las respectivas administraciones municipales a fin de asegurar para un plazo próximo la presencia de material vegetativo para propagación.

No obstante que (Fjeldsa, 1991) piensa que la distribución de los *Polylepis* se debe a otros factores antes que a la tolerancia ecológica, los resultados del estudio indican claramente la influencia del factor hídrico en la distribución actual de las poblaciones, es decir a la exposición de humedad atmosférica, presencia cercana de masas de agua y al agua de drenaje, lo que suple el predominante régimen semiseco de las precipitaciones.

- Protección de hecho a través del establecimiento y control.

En lo que respecta a los tres bosques estudiados las directivas de las comunidades campesinas podrían impulsar la organización del sistema de manejo propuesto. Los centros de desarrollo rural de la Dirección Regional Agraria y las micro regiones podrían apoyar en la labor de capacitación y establecimiento.

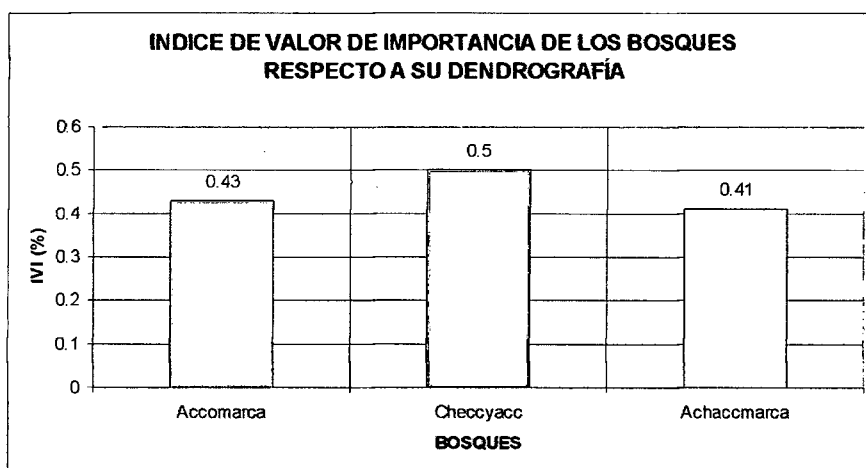


Gráfico 36: Índice de valor de importancia de los bosques en estudio respecto a su dendrografía

En el gráfico 36, el bosque de Checcyacc tiene una mejor estructura dendrográfica frente al bosque de Accomarca y el bosque de Achacmarca, para esta comparación se utilizó los datos de porcentajes de volumen, altura, cobertura vegetal y número de plantas maderables y las características diamétricas.

Ya se ha señalado la importancia de la presencia de nubes y neblinas en la distribución de bosques de *Polylepis*, por estar representadas por árboles élite que poseen la estructura "tipo red"

En igual forma se ha visto que las rocas cumplen un rol en morigerar las condiciones térmicas además que contribuyen a la captación de humedad atmosférica, como lo sugiere la abundante presencia de musgos sobre las superficies de rocas expuestas a las nieblas.

La extracción de leña es uno de los factores que más contribuye a la disminución de bosques, sin embargo no se debe dejar de mencionar que el sobre pastoreo es uno de los más serios factores que atentan contra la renovación de los bosques dado el carácter extensivo de la ganadería que afecta la regeneración natural. Se insiste entonces que a la conservación de los recursos genéticos forestales de los Andes no puede estar desligada en programas de desarrollo integral.

Entre las medidas específicas de manejo a establecer se propone:

- Definir la clasificación de todas las áreas boscosas y de relictos de acuerdo al nivel de alteración, extensión, biodiversidad, topografía, condiciones edáficas e hídricas. Así se distinguirá áreas de producción y áreas de absoluta protección.
- Áreas de producción: cuyo objetivo será la recuperación de los bosques y posterior aprovechamiento sostenido.
- Áreas de protección: de intangibilidad irrestricta. Principalmente ubicados en terrenos de altas pendientes con riesgos de erosión, así como bosques jóvenes conformados por árboles menores a 10 cm de diámetro.
- Protección legal.

que conforman los diversos estratos de la vegetación y intervienen en una mayor eficiencia de la captación de la humedad atmosférica, adicionando consecuentemente la disponibilidad de agua. De otro lado, el valor de la importancia de la estructura dendrográfica, radica en que los grandes árboles aprovisionan mejores semillas.

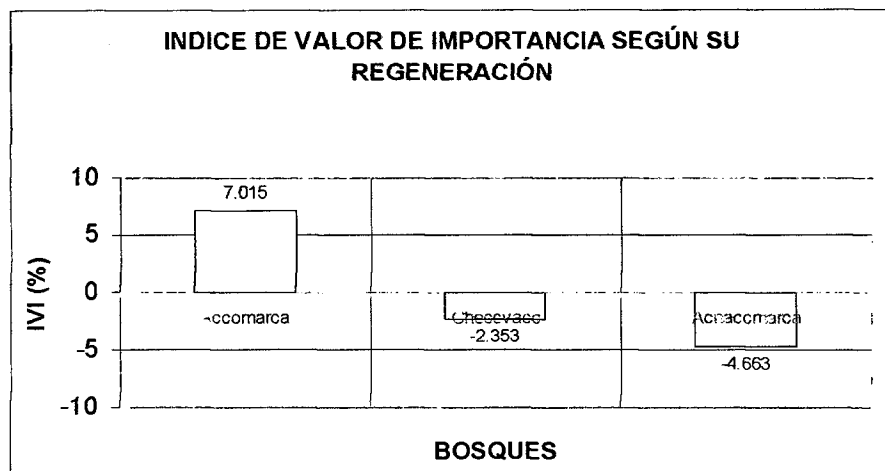


Gráfico 37: Índice de valor de importancia según su regeneración

Para la elaboración del gráfico 37 se tomo datos de número de plantas menores a 10 cm a la altura del pecho, como plantas en regeneración, y se también se tomó los datos de numero de plantas muertas por factor natural y factor humano.

En el gráfico 15, el bosque de Accomarca tiene mayor capacidad de regeneración natural, pese a que también hay mayor muerte por factor humano y muerte por factor natural, este bosque tiene mayor capacidad de absorber las continuas perturbaciones y continuar con el proceso de regeneración. El bosque de Checcyacc, es vulnerable, la muerte debido al factor natural y

humano, podrían afectar definitivamente en su regeneración puesto que este bosque no ha sido tan afectado en comparación con el bosque de Accomarca. El bosque de Achacmarca, se encuentra por debajo de la línea de regeneración natural, su estructura fisiográfica no le permite desarrollarse, puesto que está instalada casi gran parte del bosque en roca viva.

Los ejemplos de bosques que se convirtieron en pastizales o sabanas, producto principalmente de la tala y la quema practicada por el hombre para procurarse más lugares de cultivo y pastoreo y de la regeneración negativa de los bosques de queñua, se van acumulando alrededor del mundo. El paisaje alto andino se enmarca dentro de estas discutidas tesis. Los extensos pajonales que dominan el paisaje alto andino no serían característica prístina.

Según (Guillet, 1985) citado por (Arce, 1992) hay ahora más aceptación de parte de los ecólogos y geógrafos por la tesis de que los Andes Centrales estaban cubiertos de bosques antes de la expansión humana. Los ecólogos que toman la posición de la existencia de bosques aborígenes más grandes son generalmente seguidores del método Holdridge que se basa en datos de precipitación y temperatura para predecir determinadas formaciones vegetales. En la perspectiva de la escuela Holdridge, dadas las condiciones climáticas de los Andes Centrales, una gran parte de la Sierra hubiera estado cubierta de bosques en tiempos pasados; tales áreas incluyen la cuenca del lago Titicaca y muchas otras secciones de los valles y punas de la Sierra.

3.5. DISCUSIÓN ACERCA DE LA METODOLOGÍA

Los criterios de la (CONAF, 1985) para determinar el estado de conservación de las especies constituyeron una buena base para desarrollar una metodología que se ajuste a la finalidad del estudio cual es alcanzar una primera aproximación al conocimiento de la situación actual de las poblaciones de *Polylepis*, con los objetivos de permitir ubicar áreas críticas, identificar especies críticas, proveer información ecológica y silvicultural básica que permita el establecimiento y manejo de las poblaciones, ofrecer alternativas para optimizar el uso de las especies y desarrollar estrategias de conservación conducente a un manejo racional del recurso.

El cumplimiento de estos objetivos, desde ya muy amplio, exigía una metodología que define la situación de las poblaciones dentro de un contexto bio-físico, el estudio de la estructura (organización interna de la vegetación) y sus interrelaciones con las poblaciones humanas a fin de tener un diagnóstico que permita obtener información para decisiones de manejo.

La caracterización bio-física se determinó a partir de un proceso inductivo de ubicación de los bosques en la carta nacional e información del INEI, los resultados obtenidos cumplen con dar una idea muy amplia de los requerimientos ecológicos de *Polylepis*.

Seria deseable continuar con esta práctica de definición del ambiente en donde se desarrollan las poblaciones vegetales pero utilizando en futuros trabajos.

Una segunda etapa consistió en la caracterización de las parcelas con el propósito de tener una idea más específica de las condiciones particulares del medio donde se desarrollaban los bosques.

El primer problema afrontado fue definir las características de las parcelas. La información obtenida en la etapa de reconocimiento fue muy valiosa para diseñar la investigación. Así por ejemplo, se observó que existían un bosque con distribución longitudinal siguiendo el curso del río, caso del bosque de Checcyacc, diversa densidad y estructura de ramificación de los árboles, adicionando a las difíciles condiciones de accesibilidad y de tiempo (atmosférico) para el trabajo en las parcelas, exigían un tamaño de parcela que permita a la comunidad expresarse como tal, para este caso se tomo la metodología de una guía práctica que fue diseñado en Nicaragua por (Carrera y Tineo, 1984). Por todo lo expresado se determinó que el tamaño de la parcela debería ser de 20 m de ancho y 50 m de longitud, obedeciendo más a razones reales de trabajo en el campo que a una determinación bio-estadística. Para el estudio de cuantificación de biomasa de *Polylepis incana* en Puno, (Siltanén y colaboradores, 1987) citado por (Arce, 1992) utilizaron parcelas rectangulares variadas de 200 a 900 m² por lo que la parcela utilizada estaría dentro de un rango medio y tendría validez para estudios comparativos.

Los lugares y cantidad de parcelas evaluadas fueron definidos en función a la variabilidad del bosque, para lo cual se realizó un muestreo piloto utilizando parcelas de tamaño

previamente definidos, el desarrollo de esta metodología y los resultados se encuentra en el anexo.

No obstante todos los inconvenientes mencionados, los resultados obtenidos son de gran validez especialmente en lo que respecta a ubicación, accesibilidad, área ocupada, altitud, pendiente, exposición, vertiente, formaciones fisiográficas, presencia de masas de agua, estos resultados deben ser tomados con reserva porque están influenciados por las facilidades de evaluación antes que a una distribución real en el campo.

Los otros parámetros evaluados (Altura de los árboles, porcentaje de cobertura vegetal, pedregosidad superficial, tipo de suelo, profundidad, regeneración natural, efectos de muerte, evaluación dendrográfica y la descripción botánica hallada en cada bosque), cumplen con la finalidad de caracterizar a la comunidad.

En lo que respecta a la regeneración natural la información obtenida es genérica y será necesario desarrollar metodologías más específicas. Para ello se sugiere que se considere como regeneración natural a la plantas con diámetros menores a 10 cm. de diámetro a la altura del pecho y plantas cuya sumatoria simple de sus tallos principales sean menores a 10 cm.

En cuanto se refiere a la información cuantitativa, los resultados de volúmenes requieren discusión. Aparentemente, los resultados obtenidos son bastante bajos, pero no son sino reflejo de la metodología empleada, muy similar a estudios de cuantificación de biomasa (Siltanen y col. 1987). El autor mencionado refiere rangos volumétricos de 107 – 215 m³/ha.

No se ha insistido en un mayor tratamiento estadístico de los valores volumétricos obtenidos, porque aún será necesario un mayor afinamiento en la metodología general, no obstante, es necesario señalar que los resultados obtenidos responden muy bien a lo observado en el campo y a los efectos de la influencia hídrica y presencia de pedregosidad superficial.

El tratamiento del nivel de intervención humana sobre los bosques, a través de la evaluación de troncos y ramas cortadas, es adecuado y permite tener una buena idea de la medida en la que están siendo afectados los bosques.

En general se puede afirmar que la metodología empleada cumple con los objetivos del estudio y por tanto los resultados son totalmente válidos como herramientas de manejo. Será importante definir más categorías de evaluación para cada parámetro cualitativo e introducir nuevos conceptos como tamaño medio de las rocas superficiales, longitud de pendiente, dispersión, etc.

Así mismo se deberá profundizar el estudio de la estructura de la vegetación a través del conocimiento de la organización horizontal y vertical.

En cuanto al tratamiento cuantitativo se deberá dar especial énfasis al estudio de la regeneración natural y la estructura diamétrica. Será importante también medir la profundidad efectiva de los suelos y realizar análisis físico-químico de los suelos y aguas.

CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

1. Las poblaciones del género de *Polylepis* están confinadas a los Andes sub tropical. Su distribución geográfica se sustenta en las muestras botánicas recolectadas.
2. Los bosques en estudio se componen de tres especies de *Polylepis*: *P. incana*, *P. racemosa* y *P. weberbaueri*. La estructura diamétrica hallada aseguraría la continuidad de estos bosques dada su alta proporción de individuos con buenas características dendrográficas. Sin embargo, el nivel de regeneración natural es preocupantemente por la escasez en los bosques de Checcyacc y Achaccmarca.
3. El nivel de regeneración natural para el caso del bosque natural de queñua de Accomarca es ABUNDANTE, mientras que para los

bosques de Checcyacc y Achacmarca son DEFICIENTES; pese a que la población viva representa un 37.3 y 20.6 % respectivamente.

4. El volumen medio hallado en los bosques Accomarca, Checcyacc y Achacmarca fue de 68.3, 84.4 y 48.0 m³.ha⁻¹, y guarda estrecha relación con la densidad de árboles/ha.
5. Existen dos rangos altitudinales de mayor concentración poblacional de especies. Así *Polylepis incana*, *Polylepis racemosa* se ubican preferentemente entre los 3600 a 3900 msnm, mientras que *Polylepis weberbaueri* se concentran entre los 4500 a 4850 msnm.
6. Se han identificado tres formaciones fisiográficas o la combinación de ellas donde se encuentra el bosque de Achacmarca;
 - a) Cerros con laderas pronunciadas y parte de ellas con acantilados, para el bosque de Checcyacc
 - b) Valles glaciares o valles en "U" y
 - c) Para el bosque de Achacmarca cerros con afloramientos rocosos.
7. El factor hídrico o presencia cercana de masas de agua es el factor ecológico más importante que intervienen en la distribución y productividad de los bosques de *Polylepis*.

8. La temperatura, exposición, la pendiente y la pedregosidad superficial son factores que condicionan la ocurrencia de los bosques de *Polylepis*
9. La profundidad del suelo no es determinante para la presencia de bosques de *Polylepis*, aunque si influye en su productividad.
10. No existe una correlación entre el porcentaje de materia orgánica del suelo y la producción de biomasa. Pero si existe correlación positiva entre el porcentaje de materia orgánica y la altitud en la que se encuentran situadas los bosques de queñua.
11. La ramificación de los árboles de *Polylepis* se inicia antes de los 2 metros en todas las especies, especialmente en *Polylepis weberbaueri*.
12. Los principales factores que inciden en la devastación de bosques son: extracción para leña, el sobre pastoreo con ganado introducido, aclareo de bosques con fines agropecuarios y quema de árboles y bosques.

4.2. RECOMENDACIONES

1. Propiciar la urgente declaración como Zonas Reservadas a las poblaciones de *Polylepis* ubicadas en Checcyacc y Achaccmarca.
2. Profundizar estudios de estructura diamétrica y regeneración natural con el objetivo de alcanzar una mejor comprensión de la dinámica del bosque.
3. Realizar estudios botánicos más detallados, para determinar las múltiples variantes morfológicas y sus posibles hibridaciones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1.- Arce, R. 1992 Geographic distribution and actual situation of *Polylepis* in Ancash and Lima's departments. Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima (Peru). Tesis de la Escuela de Post-Grado. Especialidad en Recursos Forestales.
- 2.- Arcos, F. 2004 Calendario fenológico. Recolección de semillas y frutos. Ed. Ecuador, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo ESPOCH. Facultad de Recursos Naturales FRN.
- 3.- Arostegui, A. y Sato, A. 1968. Estudio preliminar sobre algunas propiedades físico-mecánicas de la madera del Quinual (*Polylepis sp*). Lima, Universidad Nacional Agraria La Molina, Instituto de Investigaciones Forestales, 7 p.
- 4.- Barreda, A. 1951 Los bosques de quinual en la Cordillera Occidental de la Provincia de Cajatambo. Oficina Nacional de Evaluación de Recursos Naturales, Ed. Lima, Universidad Agraria La Molina/Ministerio de Agricultura 9 p.
- 5.- Bitter, G 1911 Revision der Gattung *Polylepis*. Bot. Jahrb. Svst. pp 564-656.
- 6.- Brack, A. 1986 Ecología de un país Complejo. En: Gran Geografía del Perú. Naturaleza y Hombre. Volumen II,

- ManferJuan Mejía Baca, Barcelona, España. Pp. 175-319.
- 7.- Brandbyge, J.; Hola-Nielsen, L. 1986. Reforestation of the high Andes with local species. Reports from the Botanical Institute, University of Aarhus. 114 p.
 - 8.- Cabala, H. 1973. Estudio forestal preliminar de los bosques de queñua de la Provincia de Lampa del Departamento de Puno. Universidad Nacional Técnica del Altiplano, Tesis Ing. Agrónomo. Puno, 40 p.
 - 9.- Cain, A y Castro M. 1959. Manual of vegetational analysis. Método de recolección y área mínima.
 - 10.- Cantero, J. ; Blanco, C. 1987 El límite austral de *Polylepis australis* Bitter (Tabaquillo) en la Republica Argentina. Parodiana (Arg.) 5(1): 65 – 71.
 - 11.- Casanova, J., et al. 1985. Resultados de experimentos sobre propagación de aliso, c'olles blanco y negro, quisuar, queñua y chachacomo en Huayllapampa, Cusco. Lima. Proyecto FAO/Holanda/INFOR, (Segundo borrador). 38 p.
 - 12.- Castañeda, A. 1984. Propagación comparativa de 3 niveles de la rama (Quinoa – Pasco). Tesis Ing. Forestal. Universidad Nacional del Centro. Huancayo. 110 p.
 - 13.- Cardenas, M. 1989. Manual de plantas económicas de Bolivia. 2nd ed. Los Amigos del Libro, La Paz.
 - 14.- Carrera, F y Tineo, A. 1994. Curso de inventarios forestales en bosques secos. Granada, Nicaragua

- 15.- Cerrate, 1979. Flora silvestre de los Andes Centrales del Perú: Un estudio en la zona de Quilcas – Junín. Revista Peruana de Biología. Departamento de Etnobotánica y Botánica Económica. Museo de Historia Natural. Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- 16.- CONAF, 1985 “Antecedentes para el Uso Publico de las Áreas Silvestres Protegidas del Estado en la Séptima Región”, Corporación Nacional Forestal-Oficina Regional del Maule-Unidad de Gestión del Patrimonio Silvestre, Talca Chile. (Centro Documentación CONAF).
- 17.- Charles B. 1998 Plantaciones Agroforestales. Cartilla 2. Quito – Ecuador.
- 18.- Chavarri, L. 1989. Propagación por estacas de *Vedrela fisrillis vell* y *Polylepis racemosa* R y P. Cajamarca. CICAFOR. Nota técnica N° 13 35p.
- 19.- Cubas, R. 1988. Quinoal: un árbol milagroso para conquistar la puna. En Agronoticias N° p. 40 – 41.
- 20.- Fjeldsa, J. 1987. Birds of relict forest in the high Andes of Perú and Bolivia. Technical report from *Polylepis* expedition of the zoological Museum, 1987, with some preliminary suggestions for habitat preservation. Zoological Museum University of Copenhagen. Dinamarca, 80 p.
- 21.- Frimer, O. y S. Moller. 1989. The status of *Polylepis* forests and their avifauna in Cordillera Blanca, Perú. Technical

- report from and inventory in 1988, with suggestions for conservation management zoological Museum University of Copenhagen. Dinamarca, 58 p.
- 22.- Guillet, D. 1985. Hacia una historia socio-económica de los bosques en los Andes Centrales del Perú. Boletín de Lima (Perú) 7 (38): 79 – 84.
- 23.- Herrera, F. 1943. Sinopsis de las especies del género *Polylepis* (la Queñua). Boletín del Museo de Historia Natural. UNMS. 1 (26 -27): 219 -228.
- 24.- Holdridge. L. 1982. Ecología basada en zonas de vida. San José. Costa Rica IICA. 216 p.
- 25.- Hueck, K. 1960. Los bosques de *Polylepis serica* en los Andes venezolanos. Boletín N° 6. Instituto Forestal Latinoamericano de Investigación y Capacitación. Mérida – Venezuela, 33 p.
- 26.- Macbride, J. 1938. Flora of Perú. Field Museum of Natural History. Chicago, P: 1090 - 1095
- 27.- Mackay, E. 1987. Dasometría teórica y técnica de las mediciones forestales. Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes. Madrid – España.
28. Malleux, J. 1975. Mapa forestal del Perú (Memoria explicativa). Universidad Nacional Agraria La Molina. Departamento de Manejo Forestal. Lima. 161 p.
- 29.- Monasterio, M. 1980. Las formaciones vegetales de los páramos de Venezuela; Estudios ecológicos en los paramos

- andinos. Editorial Universidad de los Andes, Mérida, Venezuela. 157 p.
30. ONERN. 1965 Programa de inventario y evaluación de los recursos naturales del departamento de Puno: Sector Prioridad I. 5 vols.
- 31.- Pretell, J. 1985 Apuntes sobre la deforestación en la sierra del Perú. En el árbol en la sociedad andina. Ansión. J, Ministerio de Agricultura / FAO. Lima. 120 p.
- 32.- Pretell, J. Ocaña, D. Jon, R. y E. Barahona, 1985. Apuntes sobre algunas especies forestales nativas de la sierra peruana. Proyecto FAO/Holanda/INFOR. Lima 120 p.
- 33.- Pulgar J. 1987. Geografía del Perú. Las 8 regiones naturales 9a. ed. PEISA. Lima, 244 p.
- 34.- Reynel, C. 1988. Plantas para leña en el Suroccidente de Puno., Proyecto Arbolandino. Lima 165 p.
- 35.- Romoleroux K. 1996. Rosaceae. En: G. Harling & L. Andersson (eds). Flora of Ecuador 56: 1-152.
- 36.- Siltanen, M. y Col. 1987. Evaluación de producción de biomasa en función al suelo en cinco rodales de *Polylepis incana*. Proyecto Arbolandino. Puno. 30 p.
- 37.- Simpson, B. 1979. A revisión of the genus *Polylepis* (Rosaceae: Sanguisorbeae). Washington. Smithsonian Intitution Press. 62 p. Smithsonian contribution to botany N 43 p.
- 38.- Simpson, B. B. 1986. Speciation and specialization of *Polylepis* in the Andes. pp. 304-316 En: F. Vuillemier & M. Monasterio (eds). High Altitude Tropical

Biogeography. Oxford University Press, Nueva York.

- 39.- Schmidt-Lebuhn AN, Kumarb M, Kessler M. 2006. Una valoración de la estructura de la población genética de dos especies de *Polylepis* el Ruiz & Pav. (Rosaceae) en los Andes chilenos. Flora 201, 317-325 p.
- 40.- Smith, A. 1976-1977. Establishment of seedlings of *Polylepis serica* in the Paramo (Alpine) zone of the Venezuelan Andes. Bartonia N° 45: 73 – 78.
- 41.- Tapia, R. 1975. Estratificación forestal de los relictos de queñua del Distrito de Nuñoa-Provincia de Melgar, Departamento de Puno. In Seminario sobre Conservación de Flora y Fauna. Puno 4 p.
- 42.- Urcuhuaranga, F. 1989. Dirección de Suelos, ONERN. Comunicación personal.
- 43.- Venero, J. y H de Macedo, 1983. Relictos de bosques en la puna del Perú. Edith. Los pinos N° 38 año 5. En Boletín de Lima. p 19 – 26.
- 44.- Velásquez, A. 1988. Evaluación forestal de los bosques naturales del género *Polylepis* (queñuas o lampayas) de la provincia de Lampa, departamento de Puno. Universidad Nacional San Antonio Abad, Cusco.
- 45.- Weberbauer, A. 1945. El mundo vegetal de los Andes peruanos. Ministerio de Agricultura. EEA de la Molina. Lima, 776 p.
- 46.- Yall, E. 1992. Distribución de *Polylepis* en el Sur de Puno. Edit. Publiflor. s. e. Puno. 138 p.

- 47.- Zarate, R. H. 1982. Estudio anatómico de *Caesalpinea tinetorea* H.B.K, *Polylepis villosa* H.B.K., *Prunus capuli* Cav. y *Schinus molle* L. Zona del Valle del Mantaro. Tesis Ing. Forestal. Universidad Nacional del Centro del Perú. Huancayo
- 48.- <http://es.wikipedia.org/wiki/Que%C3%B1ual>
- 49.- http://www.pnud.bo/biodiversidadtdps/proyecto/docum_peru/21.12%20P1.pdf
- 50.- http://www.aqualtiplano.net/bases/plantas/listanomcient_prin.htm
- 51.- http://es.wikipedia.org/wiki/Coordenadas_UTM
- 52.- <http://es.wikipedia.org/wiki/Polylepis>
- 53.- <http://ciencia.glosario.net/agricultura/dendrografia-11011.html>
- 54.- dasometria@ceres.agro.unlp.edu.ar

ANEXO

DETERMINACIÓN DEL TAMAÑO DE MUESTRA

A) BOSQUE NATURAL DE ACCOMARCA

En este caso el criterio que se tomo en cuenta, fue que el bosque natural de Accomarca lo dividimos en estratos, debido a que por parte de este bosque atraviesa una carretera, la cual influye en la variabilidad del volumen de madera.

Cuando bosque se presenta muy irregular, con el fin de reducir el error, es conveniente dividir al bosque en estratos. Para este objeto se planteó el siguiente procedimiento. **“Distribución de la muestra entre estratos”**

Para el tamaño de la muestra se utilizó la formula siguiente:

$$n = \frac{t^2(Pse)^2}{E^2 + t^2(Pse)^2 / N}$$

Donde:

$(Pse)^2$ = Variancia de la población estratificada que debe ser expresada en porcentaje.

$$Pse(\%) = \frac{Pse}{V} \times 100$$

Se calculó previamente la desviación estándar de cada estrato y su proporción al área total; la suma de estos productos dará la desviación estándar común (Pse).

El bosque natural de Accomarca tiene una extensión de 138.79 hectáreas la cual se dividió en tres estratos, considerando su posición fisiográfica en:

Terraza alta = 20.14 ha

Terraza media = 32.61 ha

Terraza baja = 86.04 ha

En siguiente figura se muestra la división en estratos o transectos del bosque natural de Accomarca.

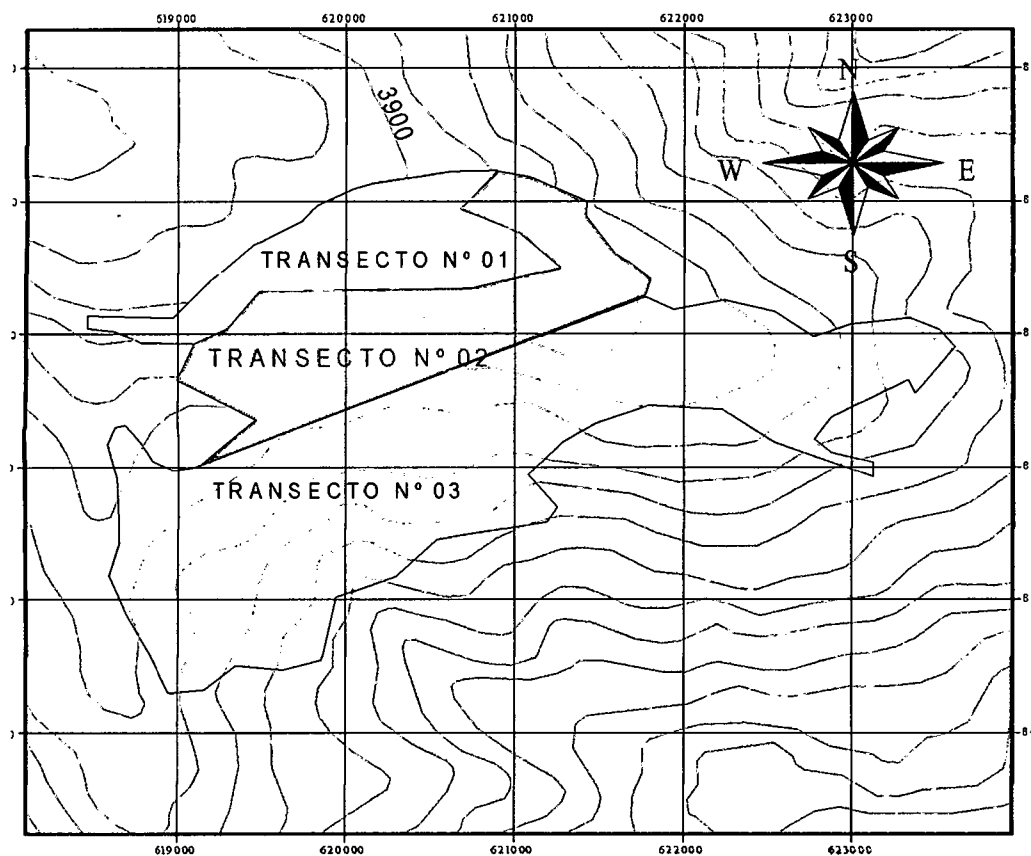


Gráfico 38: División del bosque para determinar el tamaño de muestra.

Para conocer su variabilidad y calcular el tamaño de la muestra (n), se realizó un muestreo piloto en cada estrato cuyos datos se muestran en el cuadro 13.

CUADRO 13: Muestreo piloto por estrato del bosque de Accomarca

N° de parcelas	ESTRATOS		
	A (m ³)	B (m ³)	C (m ³)
01	0.30	5.90	5.10
02	3.60	4.00	11.20
03	15.40	0.80	10.00
04	13.10	6.50	15.60
05	2.80	1.20	13.20
$\sum X_i$	35.2	18.4	55.1
X_i	7.0	3.7	11.0
S_i	6.7	2.6	3.9

Proporción de los estratos (P_i) con respecto al área total:

Estrato A: $P_1 = a_1/A = 20.14/138.79 = 0.15$

Estrato B: $P_2 = a_2/A = 32.61/138.79 = 0.23$

Estrato C: $P_3 = a_3/A = 86.04/138.79 = \underline{0.62}$

Total = 1.00

Ahora calculamos la desviación estándar común (P_{se})

Estrato	S_i	P_i	$S_i \times P_i$
A	6.70	0.15	0.978
B	2.60	0.23	0.615
C	3.90	0.62	2.438
		P_{se}	4.031

El error permisible, 20% (está dado en porcentaje), también el P_{se} debe estar en (%). Para ello obtenemos el promedio general.

Estrato	Xi	Pi	Xi x Pi
A	7.0	0.15	1.022
B	3.7	0.23	0.865
C	11.0	0.62	6.832
Volumen medio (V)			8.718

La desviación estándar de la población estratificada será:

$$Pse(\%) = \frac{Pse * 100}{V} = \frac{4.031 * 100}{8.718} = 46.24 \%$$

Ahora aplicamos la formula para 4 gl y 0.05 de confiabilidad.

$$n = \frac{t^2(Pse)^2}{E^2 + t^2(Pse)^2 / N} = \frac{2.776^2(46.24)^2}{20^2 + 2.776^2(46.24)^2 / 138.79} = 31.77 = 32$$

El valor de N = 1387.9

N = nº total de parcelas en el bosque = A/a

$$N = \frac{138.79 * 10,000m^2 / ha}{1,000m^2} = 1,387.9$$

Luego, se calcula con 18 grados de libertad, que es el valor que queda entre 32 y 4.

$$n = \frac{2.101^2(46.24)^2}{20^2 + 2.101^2(46.24)^2 / 138.79} = 20.17 = 20$$

En este último caso se tiene que el número de "n" similares, quedando por lo tanto en 20 el número de muestras a implantarse en el bosque:

Las 20 parcelas debemos distribuirlas para cada uno de los estratos de la forma siguiente:

Estrato A: $n_1 = n(P1S1)Pse = 20(0.978)/4.031 = 4.9$

Estrato B: $n_2 = n(P2S2)Pse = 20(0.615)/4.031 = 3.1$

Estrato C: $n_3 = n(P3S3)Pse = 20(2.438)/4.031 = 12.2$

Por lo tanto:

Estrato alto = 20.14 ha n = 5

Estrato medio = 32.61 ha n = 3

Estrato bajo = 86.04 ha n = 12

Es muy importante observar esta diferencia, lo que ayuda a confirmar que el número de parcelas a muestrear no depende del tamaño del bosque sino de su variabilidad. El estrato A, a pesar de tener el área más pequeña en relación al estrato B requirió de más parcelas para ser muestreados.

B) BOSQUE NATURAL DE CHECCYACC

Se trata de un bosque de 94.36 Hectáreas, en el cual en número de parcelas puede guardar una intensidad aproximada del 0.5 %. El número de parcelas se calcula con la fórmula siguiente.

$$n_1 = \frac{\text{Superficie total del bosque (A)}}{\text{Superficie de la parcela (a)}} * \text{Intensidad (I)}$$

La superficie del bosque en m^2 es:

$$94.36 \text{ Ha } (10,000 \text{ m}^2/\text{Ha}) = 943,558 \text{ m}^2$$

$$\text{El área de cada parcela es de } 20\text{m } (50\text{m}) = 1,000 \text{ m}^2$$

Luego:

$$n_1 = \frac{943,558}{1,000} * \frac{0.5}{100} = 4.7 \text{ parcelas}$$

En siguiente gráfico se muestra la sinuosidad del bosque natural de Checcyacc.

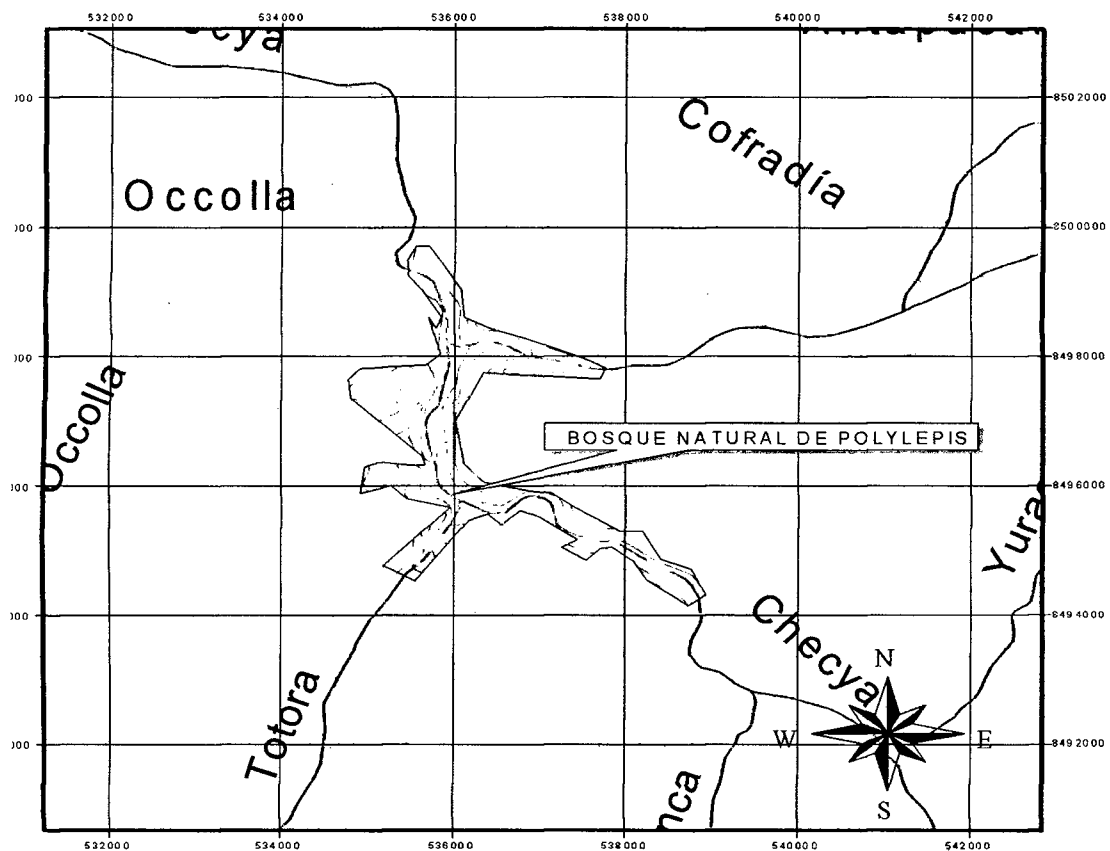


Gráfico 39: Bosque natural de *Polylepsis* de Checcyacc

Al realizar el inventario piloto, se obtuvo los resultados siguientes:

CUADRO 14 Muestro piloto del bosque de Checcyacc

Nº parcela (a = 1000 m ²)	Volumen (V) m ³ / parcela	V ²
1	15	225
2	17	289
3	10	100
4	19	361
5	23	529
Suma (∑)	84	1,504

$$V = 18m^3$$

Con esta información se calculó la variancia, la desviación estándar, hasta llegar al coeficiente de variación, que es el valor que se

necesita para calcular el número de parcelas a muestrear (tamaño de muestra).

Calculo del número de muestras (n) para muestreo al azar.

Con los datos de volumen, obtenidos en cada una de las parcelas del muestreo piloto, se realizó el cálculo de:

a. Variancia:

$$S^2 = \frac{\sum V^2 - (\sum V)^2 / n}{n-1} = \frac{1,504 - (84)^2 / 5}{5-1} = 23.2$$

b. Desviación estándar:

$$S = \sqrt{S^2} = \sqrt{23.2} = 4.82$$

c. Coeficiente de variabilidad:

$$CV = \frac{S}{V} * 100 = \frac{4.82}{16.8} * 100 = 28.7\%$$

Con el valor del CV, se aplicó la fórmula para determinar n. El valor de "t" se obtiene de la tabla respectiva, con n-1 grados de libertad y con 95% de probabilidad.

La formula a utilizar es la siguiente:

$$n = \frac{t^2(CV)^2}{E^2 + t^2(CV)^2 / N} = \frac{(2.776)^2 * (28.7)^2}{20^2 + (2.776)^2 * 28.7^2 / 472} = 15.3$$

Donde:

E = error permisible = 20%

N = nº total de parcelas en el bosque = A/a

$$N = \frac{471,779}{1,000} = 472$$

La fracción $t^2(CV)^2 / N$, en el denominador de la fórmula anterior, es despreciable; si lo eliminamos, la fórmula quedaría como:

$$n = \frac{t^2(CV)^2}{E^2} = \frac{(2.776)^2 * (28.7)^2}{20^2} = 15.8 = 16$$

C) BOSQUE NATURAL DE ACHACCMARCA

Para el siguiente caso encontramos el bosque disperso en 4 sub bosques, los cuales compartían las mismas altitudes, para lo cual utilizamos otro método el cual se toma en cuenta el área de cada sub bosque y se determinó un número de muestras proporcionales a su área, denominándose “distribución proporcional de la muestra por sub bosque” En este caso el procedimiento es igual al anterior, variando únicamente en el reparto de la muestra por sub bosque. Se tuvo en cuenta la homogeneidad y la poca variación genética del bosque. Tal como se muestra en el gráfico 40

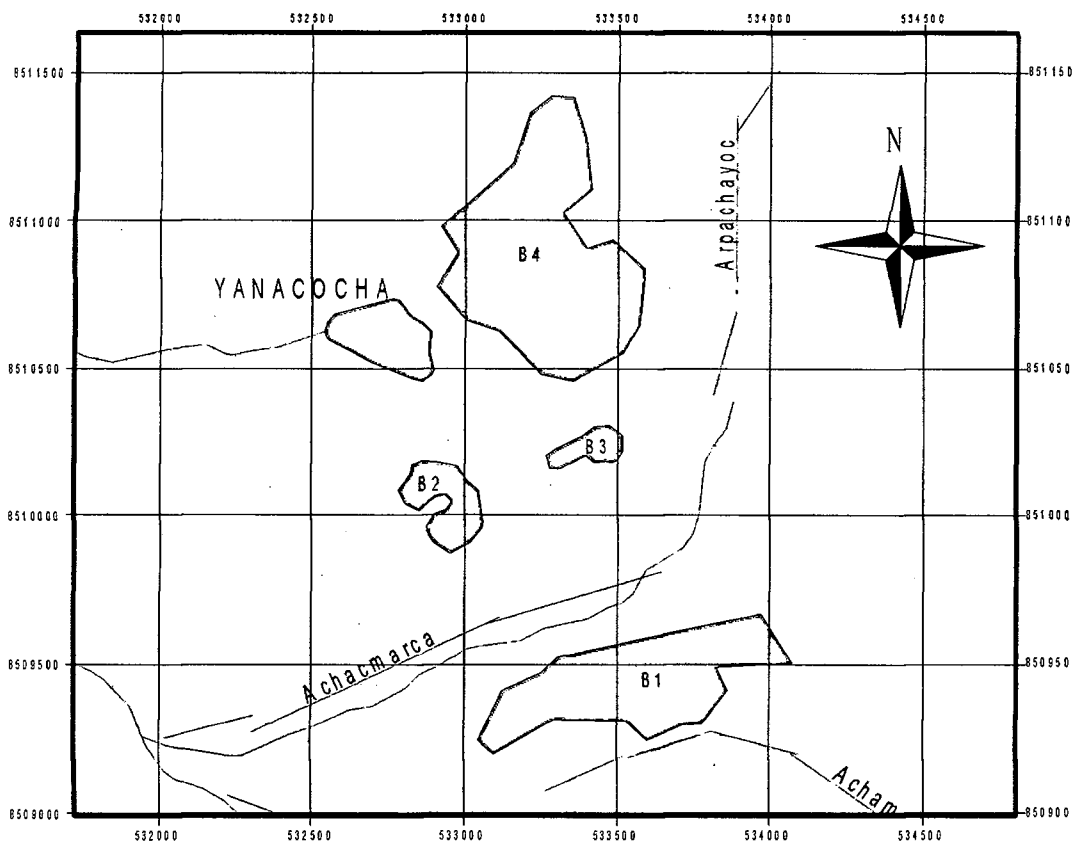


Gráfico 40: Bosque de Achacmarca

Considerando su posición geográfica de los sub bosques se realizó el areado de los mismos, dándonos los siguientes resultados:

$$b1 = 22.52 \text{ ha}$$

$$b2 = 4.82 \text{ ha}$$

$$b3 = 2.13 \text{ ha}$$

$$b4 = 36.03 \text{ ha}$$

El área total del bosque es de 65.5 Has. Y para conocer su variabilidad y calcular el tamaño de la muestra (n), se realizó un muestreo piloto en cada sub bosque. Se obtuvieron los siguientes datos.

CUADRO 15 Muestreo piloto de los sub bosques de Achaccmarca

N° PARCELA	BOSQUETES			
	b1	b2	b3	b4
01	5.3	4.4	2.1	1.6
02	5.9	2.8	2.8	7.4
03	3.6	7.6	5.8	5.1
04	6.7	4.3	4.2	3.7
05	3.6	3.7	2.4	6.2
Sumatoria	25.1	22.8	17.3	24
Promedio	5.02	4.56	3.16	4.8
D. Standar	1.39	1.81	1.54	2.25

Proporción de los estratos (Pi) con respecto al área total:

$$\text{Bosque b1: } P1 = b1/A = 22.52/65.50 = 0.34$$

$$\text{Bosque b2: } P2 = b2/A = 4.82/65.50 = 0.07$$

Bosque b3: $P_3 = b_3/A = 2.13/65.50 = 0.03$

Bosque b4: $P_4 = b_4/A = 36.03/65.50 = \underline{0.55}$

1.00

Ahora, calculamos la desviación estándar común (Pse)

Sub Bosque	Si	Pi	Si * Pi
b1	1.39	0.34	0.48
b2	1.81	0.07	0.13
b3	1.54	0.03	0.05
b4	2.25	0.55	1.24
Pse			1.90

El error permisible, 20% (ésta dado en porcentaje), También el Pse debe estar en (%). Para ello obtenemos el promedio general.

Sub Bosque	Xi	Pi	Xi * Pi
b1	5.02	0.34	1.73
b2	4.56	0.07	0.34
b3	3.46	0.03	0.11
b4	4.80	0.55	2.64
Volumen medio	(V)		4.81

La desviación estándar de los sub bosques será:

$$Pse(\%) = \frac{Pse * 100}{V} = \frac{1.90 * 100}{4.81} = 39.44 \%$$

Ahora aplicamos la formula para 4 gl y 0.05 de confiabilidad.

$$n = \frac{t^2(Pse)^2}{E^2 + t^2(Pse)^2 / N} = \frac{2.776^2(39.44)^2}{20^2 + 2.776^2(39.44)^2 / 655} = 48. = 48$$

El valor de N = 655

N = nº total de parcelas en el bosque = A/a

$$N = \frac{65.50 * 10,000m^2 / ha}{1,000m^2} = 655$$

Luego, se calcula con 26 grados de libertad, que es el valor que queda entre 48 y 4.

$$n = \frac{2.055^2(39.44)^2}{20^2 + 2.055^2(39.44)^2 / 655} = 16$$

En este último caso se tiene que el número de "n" similares, quedando por lo tanto en 16 el número de muestras a implantarse en el bosque:

Las 16 parcelas debemos distribuirlas para cada uno de los sub bosques de la forma siguiente:

$$\text{Bosque b1: } n_1 = n(P_1) = 16(0.34) = 5.5$$

$$\text{Bosque b2: } n_2 = n(P_2) = 16(0.07) = 1.2$$

$$\text{Bosque b3: } n_3 = n(P_3) = 16(0.03) = 0.9$$

$$\text{Bosque b4: } n_4 = n(P_4) = 16(0.55) = 8.4$$

Por lo tanto:

$$\text{Bosque b1: } 22.52 \text{ ha} \quad n = 6$$

$$\text{Bosque b2: } 4.82 \text{ ha} \quad n = 1$$

$$\text{Bosque b3: } 2.13 \text{ ha} \quad n = 1$$

$$\text{Bosque b4: } 36.03 \text{ ha} \quad n = 8$$

Es muy importante observar esta diferencia, lo que ayuda a confirmar que el número de parcelas a muestrear no depende del tamaño del bosque sino de su variabilidad. El estrato A, a pesar

de tener el área más pequeña en relación al estrato B requirió de más parcelas para ser muestreados.

1. DETERMINACIÓN DEL VOLUMEN DE LOS BOSQUES EN ESTUDIO

BOSQUE DE ACCOMARCA

Utilizando el tamaño de muestra, para cada estrato, recomendado en el cálculo anterior, se realizó el inventario del bosque de Accomarca, y los resultados son los siguientes:

CUADRO 16 Datos obtenidos del muestreo por estratos del bosque de Accomarca

ESTRAT	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	Ni	ni
A	0.3	3.6	13.1	4.5	0.0								201.4	5
B	11.2	10.0	6.5										326.1	3
C	0.0	4.9	5.5	2.8	4.0	0.9	0.8	10.1	23.4	25.1	0.0	1.2	860.4	12

A continuación se construyó un cuadro para simplificar los cálculos. Este es el siguiente:

CUADRO 17 Simplificación de cálculos del bosque de Accomarca

ESTRAT	P_i	X_i	S_i	$P_i X_i$	$P_i S_i$	$P_i S_i^2$
A	0.15	4.3	5.302	0.6450	0.7954	4.217
B	0.23	9.23	2.442	2.1237	0.5617	1.372
C	0.62	6.56	8.762	4.0662	5.4322	47.595
Suma (Σ)				6.8348	6.7892	53.1839

El volumen medio de madera para todo el bosque es:

$$X = \sum P_i X_i$$

$$X = 6.8348$$

El error estándar

$$S_v = \sqrt{\frac{(\sum P_i S_i)^2}{n} - \frac{\sum P_i S_i^2}{N}}$$

$$S_v = \sqrt{\frac{(6.8348)^2}{20} - \frac{53.1839}{1387.9}}$$

$$S_v = 1.4900$$

Los límites de confianza del promedio para una confianza de 95%.

$$Ic(\mu) = X \pm t_{(0.05, 19gl)}(S_x)$$

$$\mu = 6.8348 \pm 2.093(1.4900)$$

$$\mu = 6.8348 \pm 2.093(1.4900)$$

$$\mu = (6.8348 \pm 3.12) m^3 / parcela \text{ ó}$$

$$\mu = (6.8348 \pm 3.12) * 10$$

$$\mu = (68.348 \pm 31.2) m^3 \cdot ha^{-1}$$

$$\mu = (37.1 ; 99.5) m^3 \cdot ha^{-1}$$

BOSQUE DE CHECCYACC

Utilizando el tamaño de muestra recomendado en el cálculo anterior, se realizó el inventario del bosque de Checcyacc y los resultados fueron los siguientes:

15.0 7.7 12.8 10.1 5.6 8.0 4.7 2.7 15.9

12.2 11.6 1.6 11.2 4.8 7.9 3.3

$n = 16$ $N = 472$ $\sum V = 135.1$ $\sum V^2 = 1435.43$

$$\bar{V} = 8.44$$

a) Cálculo de la desviación estándar (S)

$$S = \sqrt{\frac{\sum V^2 - (\sum V)^2 / n}{n-1}} = \sqrt{\frac{1435.43 - (135.1)^2 / 16}{16-1}} = 4.43$$

b) Cálculo del error estándar (Sx)

$$S_x = S / \sqrt{n} = 4.43 / \sqrt{16} = 1.1075$$

c) Cálculo del coeficiente de variabilidad (CV)

$$CV = S * \frac{100}{\bar{V}} = 4.43 * \frac{100}{8.44} = 52.49$$

d) Cálculo del error (E)

$$E = CV * t / \sqrt{n} = 52.49 * 2.131 / \sqrt{16} = 27.96$$

**e) Estimación del volumen promedio de madera por parcela,
con 95% de probabilidad.**

$$\begin{aligned} &= V \pm t * S_x \\ &= 8.44 \pm 2.131 * 1.1075 \\ &= 8.44 \pm 2.36 \\ &= 6.08 ; 10.80 m^3 / parcela \end{aligned}$$

**f) Estimación del volumen promedio de madera por hectárea,
con 95% de probabilidad.**

$$\begin{aligned} &= (8.44 \pm 2.36) 10 \\ &= 84.4 \pm 23.6 \\ &= 60.8 ; 108.0 m^3 . ha^{-1} \end{aligned}$$

BOSQUE DE ACHACCMARCA

Para el siguiente caso para operar los datos no se puede hacer de forma estratificada por que en dos de los sub bosques hay solo una parcela que se tomo datos, lo cual limita el análisis porque no

se puede determinar la desviación estándar de población con un solo dato, por lo tanto procesaremos los datos como si fuera un bosque entero sin estratificación. A continuación se presenta los siguientes datos:

2.4 4.8 6.7 7.3 5.5 5.2 4.7 2.1 7.4
6.3 6.3 3.1 3.4 3.4 4.8 2.9

$$n = 16 \quad N = 655 \quad \sum V = 76.3 \quad \sum V^2 = 409.1 \quad \bar{V} = 4.8$$

g) Cálculo de la desviación estándar (S)

$$S = \sqrt{\frac{\sum V^2 - (\sum V)^2 / n}{n - 1}} = \sqrt{\frac{409.1 - (76.3)^2 / 16}{16 - 1}} = 1.7$$

h) Cálculo del error estándar (S_x)

$$S_x = S / \sqrt{n} = 1.7 / \sqrt{16} = 0.425$$

i) Cálculo del coeficiente de variabilidad (CV)

$$CV = S * \frac{100}{\bar{V}} = 1.7 * \frac{100}{4.8} = 35.4$$

j) Cálculo del error (E)

$$E = CV * t / \sqrt{n} = 35.4 * 2.131 / \sqrt{16} = 18.9$$

k) Estimación del volumen promedio de madera por parcela, con 95% de probabilidad.

$$\begin{aligned} &= \bar{V} \pm t * S_x \\ &= 4.8 \pm 2.131 * 0.425 \\ &= 4.8 \pm 0.91 \\ &= 3.9 ; 5.7m^3 / parcela \end{aligned}$$

l) Estimación del volumen promedio de madera por hectárea, con 95% de probabilidad.

$$= (4.8 \pm 0.91)10$$

$$= 48 \pm 9.1$$

$$= 38.9 ; 57.1 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$$

CUADRO 18 : Coordenadas U.T.M. del bosque natural de Queñua (*Polylepis sp*) de Accomarca
Datos tomados en campo

Estrato 01

"Punto"	"X"	"Y"
1	622,379	8,474,661
2	622,257	8,474,666
3	622,194	8,474,700
4	622,128	8,474,705
5	622,128	8,474,742
6	622,328	8,474,737
7	622,417	8,474,848
8	622,511	8,474,952
9	622,629	8,475,020
10	622,667	8,475,066
11	622,747	8,475,119
12	622,792	8,475,136
13	622,975	8,475,166
14	623,087	8,475,170
15	623,056	8,475,124
16	623,000	8,475,049
17	623,137	8,474,993
18	623,234	8,474,887
19	623,012	8,474,821
20	622,516	8,474,802

Estrato 02

"Punto"	"X"	"Y"
1	622,374	8,474,293
2	622,523	8,474,438
3	622,341	8,474,555
4	623,056	8,475,124
5	623,000	8,475,049
6	623,137	8,474,993
7	623,234	8,474,887
8	623,012	8,474,821

9	622,516	8,474,802
10	623,087	8,475,170
11	623,157	8,475,156
12	623,290	8,475,082
13	623,283	8,475,036
14	623,358	8,474,926
15	623,402	8,474,892
16	623,439	8,474,852
17	623,425	8,474,806

Estrato 03

"Punto"	"X"	"Y"
1	623,425	8,474,806
2	623,498	8,474,768
3	623,612	8,474,790
4	623,729	8,474,754
5	623,816	8,474,680
6	623,911	8,474,718
7	624,042	8,474,736
8	624,113	8,474,704
9	624,137	8,474,650
10	624,086	8,474,572
11	824,105	8,474,544
12	624,053	8,474,521
13	624,040	8,474,559
14	623,860	8,474,448
15	623,812	8,474,378
16	623,863	8,474,340
17	623,955	8,474,312
18	623,960	8,474,273
19	923,860	8,474,284
20	923,731	8,474,320
21	623,730	8,474,373
22	623,611	8,474,475
23	623,435	8,474,491
24	623,314	8,474,432
25	623,238	8,474,380
26	623,149	8,474,274
27	623,220	8,474,184
28	623,200	8,474,146
29	622,944	8,474,092
30	622,844	8,473,982
31	622,706	8,473,914
32	622,673	8,473,736
33	622,589	8,473,706
34	622,478	8,473,718
35	622,405	8,473,648
36	622,329	8,473,633

37	622,283	8,473,742
38	622,224	8,473,864
39	622,180	8,473,982
40	622,209	8,474,074
41	622,202	8,474,266
42	622,178	8,474,370
43	622,195	8,474,414
44	622,221	8,474,422
45	622,257	8,474,370
46	622,281	8,474,314
47	622,325	8,474,287
48	622,374	8,474,293

**CUADRO 19 : Coordenadas U.T.M. del bosque natural de
Queñua (*Polylepis sp*) de Checcyacc
Datos tomados en campo**

"PUNTO"	"X"	"Y"
1	533,746	8,493,709
2	533,714	8,493,561
3	533,662	8,493,632
4	533,759	8,493,253
5	533,746	8,493,047
6	533,206	8,493,202
7	533,174	8,493,009
8	533,714	8,492,347
9	533,302	8,492,418
10	533,277	8,492,148
11	533,469	8,492,231
12	533,553	8,492,096
13	533,797	8,492,058
14	533,733	8,491,942
15	533,893	8,491,936
16	534,016	8,491,987
17	534,093	8,491,929
18	534,208	8,492,077
19	534,253	8,492,006
20	534,536	8,491,756
21	534,440	8,491,711
22	534,600	8,491,595
23	534,748	8,491,769
24	534,902	8,491,640
25	534,870	8,491,570
26	535,179	8,491,229

27	535,429	8,491,377
28	535,140	8,491,981
29	535,031	8,491,962
30	534,587	8,492,366
31	534,330	8,492,341
32	534,247	8,492,964
33	534,658	8,493,054
34	534,497	8,493,195
35	534,208	8,493,253
36	534,112	8,493,504
37	534,234	8,493,542
38	534,183	8,493,921
39	533,977	8,494,281
40	533,861	8,494,345

CUADRO 20 : Coordenadas U.T.M. del bosque natural de Queñua (*Polylepis sp*) de Achacmarca
Datos tomados en campo

Estrato A

"PUNTO"	"X"	"Y"
1	534077	8509506
2	533862	8509410
3	533777	8509299
4	533717	8509293
5	533600	8509244
6	533529	8509308
7	533296	8509312
8	533097	8509201
9	533049	8509248
10	533124	8509410
11	533252	8509471
12	533304	8509519
13	533582	8509584
14	533829	8509488
15	533972	8509667

Estrato B

"PUNTO"	"X"	"Y"
1	532956	8509872
2	533019	8509907
3	533055	8509955
4	533062	8509978
5	533054	8510018
6	533049	8510051
7	533047	8510085

8	533008	8510118
9	532976	8510167
10	532913	8510181
11	532857	8510186
12	532830	8510173
13	532824	8510142
14	532813	8510122
15	532787	8510084
16	532807	8510037
17	532855	8510016
18	532886	8510046
19	532903	8510062
20	532938	8510070
21	532958	8510045
22	532940	8510021
23	532905	8510004
24	532877	8509966
25	532881	8509936
26	532901	8509910

Estrato C

"PUNTO"	"X"	"Y"
1	533464	8510187
2	533486	8510181
3	533502	8510191
4	533516	8510218
5	533515	8510272
6	533477	8510304
7	533427	8510302
8	533385	8510267
9	533300	8510227
10	533268	8510202
11	533280	8510159
12	533315	8510156
13	533396	8510203
14	533426	8510183

Estrato D

"PUNTO"	"X"	"Y"
1	533358	8510462
2	533518	8510553
3	533572	8510644
4	533594	8510840
5	533486	8510933
6	533402	8510911
7	533324	8511029
8	533415	8511105
9	533402	8511277
10	533356	8511414
11	533285	8511419
12	533213	8511363

13	533155	8511196
14	533966	8511157
15	532926	8510982
16	532978	8510894
17	532907	8510779
18	533007	8510668
19	533113	8510624
20	533250	8510485

Cuadro 21: Cuadro resumen por parcelas de los datos tomados en campo del bosque de Accomarca

N° de parcela (1000 m2)	Volumen m3	Cobertura vegetal (%)	Profundidad cm	Piedras superf. ocupadas (%/m2)	Total de árboles	N° de arb. en regeneración	N° de arb maderables	N° de Muertos		Altura promedio de arbol/parcela
								F. Natural	F. Humano	
1	0.3	8.4	10.1	1.44	620	615	5	3	0.0	7
2	3.6	21.5	14.5	4.00	490	460	30	3	10.0	5.2
3	13.1	55.1	14.0	9.00	185	120	65	6	12.5	6.3
4	4.5	27.3	11.3	0.00	765	735	30	11	12.5	6
5	0.0	0.0	10.6	0.00	32	32	0	0	0.0	
6	11.2	57.1	18.9	0.00	225	160	65	10	2.5	5.2
7	10.0	70.7	9.0	25.00	655	595	60	10	10.0	6
8	6.5	56.5	13.4	9.00	310	245	65	2	15.0	5.3
9	0.0	0.0	14.1	4.00	765	765	0	16	10.0	
10	4.9	46.6	17.7	1.00	200	140	60	8	10.0	4.5
11	5.5	44.3	7.9	49.00	100	70	30	6	10.0	6.25
12	2.8	39.3	13.2	25.00	420	360	60	4	2.5	4.4
13	4.0	58.2	13.7	1.69	55	0	55	2	7.5	6
14	0.9	6.3	11.9	1.21	380	375	5	4	2.5	3
15	0.8	5.5	13.7	4.00	320	315	5	16	15.0	2.5
16	10.1	79.8	12.4	4.00	320	245	75	16	15.0	6
17	23.4	120.3	17.2	64.00	735	655	80	1	5.0	7
18	25.1	99.7	10.2	69.00	1105	1035	70	2	10.0	7.4
19	0.0	0.0	9.1	2.25	300	300	0	4	0.0	
20	1.2	14.4	17.0	1.44	460	440	20	10	20.0	5.25

Cuadro 22: Cuadro resumen por parcelas de los datos tomados en campo del bosque de Checcyacc

N° de parcela (1000 m ²)	Volumen m ³ /1000	Cobertura vegetal (%)	Profundidad cm	Piedras superf. ocupadas (%/m ²)	Total de árboles	N° de arb. en regeneración	N° de arb maderables	N° de Muertos		Altura promedio de arbol/parcela
								F. Natural	F. Humano	
1	15.0	62.3	11.4	2.25	115	75	40	2	3.0	8.5
2	7.7	66.5	11.7	1.69	100	55	45	0	2.0	7.9
3	12.8	64.7	11.3	12.25	95	45	50	1	5.0	10.7
4	10.1	83.0	11.4	10.89	165	80	85	3	0.0	6.1
5	5.6	61.6	13.1	16.00	115	65	50	0	6.0	7.4
6	8.0	33.4	11.9	7.29	50	30	20	4	3.0	9.0
7	4.7	51.3	10.8	9.61	155	115	40	1	1.0	7.1
8	2.7	107.3	11.2	12.25	180	90	90	1	4.0	5.3
9	15.9	90.6	11.3	8.41	75	15	60	3	6.0	7.5
10	12.2	64.4	12.9	84.82	75	20	55	0	3.0	6.4
11	11.6	128.7	12.8	9.61	205	115	90	1	5.0	6.7
12	1.6	18.7	10.7	1.69	35	15	20	3	4.0	5.9
13	11.2	87.8	11.5	7.29	100	35	65	0	3.0	7.0
14	4.8	58.7	14.2	18.49	70	15	55	0	0.0	5.8
15	7.9	112.9	12.2	39.69	155	60	95	1	9.0	6.2
16	3.3	41.2	10.2	7.84	105	65	40	2	5.0	6.2

Cuadro 23: Cuadro resumen por parcelas de los datos tomados en campo del bosque de Achaccmarca

N° de parcela (1000 m2)	Volumen m3/1000	Cobertura Vegetal (%)	Profundidad cm	Piedras superf. ocupadas (%/m2)	Total de árboles	N° de arb. en regeneración	N° de arb maderables	N° de Muertos		Altura promedio de arbol/parcela
								F. Natural	F. Humano	
1	2.4	54.3	4.3	81.00	70	30	40	2	4.0	5.6
2	4.8	54.1	3.9	90.00	70	25	45	0	3.0	5.9
3	6.7	82.6	4.1	86.00	130	75	55	1	6.0	5.4
4	7.3	83.8	10.6	9.00	90	20	70	3	0.0	5.2
5	5.5	59.2	8.7	21.00	80	30	50	0	7.0	5.5
6	5.2	50.1	12.8	17.00	65	30	35	4	9.0	5.8
7	4.7	54.9	7.4	74.00	90	40	50	1	1.0	5.1
8	2.1	64.0	13.8	28.00	140	70	70	1	5.0	4.5
9	7.4	74.5	12.4	14.00	85	25	60	3	7.0	5.9
10	6.3	50.9	6.9	84.00	75	20	55	0	4.0	5.5
11	6.3	73.3	8.3	100.00	105	30	75	1	6.0	4.9
12	3.1	32.4	8.9	2.00	50	15	35	3	5.0	4.8
13	3.4	72.3	8.9	12.00	95	30	65	0	4.0	5.1
14	3.4	66.2	8.0	55.00	95	20	75	0	0.0	4.8
15	4.8	124.7	9.7	3.00	120	25	95	1	5.0	5.0
16	2.9	40.8	4.8	90.00	40	10	30	2	5.0	5.3

CUADRO 24: Estadísticos de la densidad de árboles por parcela de los bosques en estudio

ESTADÍSTICOS	BOSQUE DE ACCOMARCA	BOSQUE DE CHECCYACC	BOSQUE DE ACHACCMARCA
Media	422.1	112.2	87.5
Desviación estándar	279.48	48.10	27.1
Coefficiente de variación	66.21	42.87	31.0
Error estándar	62.49	17.18	2.9
Limite de confianza	130.8	36.6	6.1
Intervalo de confianza	291.3 ; 552.9	75.6 ; 148.8	81.4 ; 93.6
Error de muestreo relativo	30.99	32.63	6.97

CUADRO 25: Estadísticos de la regeneración de los bosques en estudio

ESTADÍSTICOS	BOSQUE DE ACCOMARCA	BOSQUE DE CHECCYACC	BOSQUE DE ACHACCMARCA
Media	383.1	55.90	30.9
Desviación estándar	278.4	33.48	17.7
Coefficiente de variación	72.7	59.85	57.3
Error estándar	62.3	3.27	2.8
Limite de confianza	130.3	7.00	6.0
Intervalo de confianza	252.8 ; 513.4	48.9 ; 62.9	24.9 ; 36.9
Error de muestreo relativo	34.0	12.45	19.3

CUADRO 26: Estadísticos N° de pl/Ha de árboles maderables de los bosques en estudio

ESTADÍSTICOS	BOSQUE DE ACCOMARCA	BOSQUE DE CHECCYACC	BOSQUE DE ACHACCMARCA
Media	39.0	56.3	56.7
Desviación estándar	29.2	23.6	17.8
Coefficiente de variación	74.8	41.9	31.41
Error estándar	6.5	2.9	5.62
Limite de confianza	13.7	6.2	12.0
Intervalo de confianza	25.3 ; 52.7	50.1 ; 62.5	44.6 ; 68.6
Error de muestreo relativo	35.0	11.1	21.2

CUADRO 27: Estadísticos N° de árboles muertos por factores naturales de los bosques en estudio

ESTADÍSTICOS	BOSQUE DE ACCOMARCA		BOSQUE DE CHECCYACC		BOSQUE DE ACHACCMARCA	
	F. N.	F. H.	F. N.	F. H.	F. N.	F. H.
Media	6.7	8.5	1.4	3.7	1.38	4.4
Desviación estándar	5.2	5.8	1.31	2.36	1.31	2.5
Coeficiente de variación	77.0	68.4	95.29	63.96	95.3	56.4
Error estándar	1.2	1.3	0.21	1.67	0.24	1.8
Limite de confianza	2.4	2.7	0.4	3.6	0.5	3.8
Intervalo de confianza	4.3;9.1	5.8;11.2	1.0;1.8	0.1 ; 7.3	0.9 ; 1.9	0.6 ; 8.2
Error de muestreo relativo	36.1	32.0	32.11	96.38	21.2	37.1

CUADRO 28: Estadísticos de la altura de los árboles de los bosques en estudio

ESTADÍSTICOS	BOSQUE DE ACCOMARCA	BOSQUE DE CHECCYACC	BOSQUE DE ACHACCMARCA
Media	5.5	7.1	5.3
Desviación estándar	1.3	1.39	0.43
Coeficiente de variación	24.1	19.58	8.1
Error estándar	0.3	0.62	0.2
Limite de confianza	0.6	1.3	0.4
Intervalo de confianza	4.9 ; 6.1	5.8 ; 8.4	4.9 ; 5.7
Error de muestreo relativo	11.29	18.66	7.7

CUADRO 29: Estadísticos del porcentaje de cobertura vegetal de los bosques en estudio

ESTADÍSTICOS	BOSQUE DE ACCOMARCA	BOSQUE DE CHECCYACC	BOSQUE DE ACHACCMARCA
Media	46.6	70.8	64.9
Desviación estándar	34.8	29.51	21.4
Coeficiente de variación	85.1	41.67	33.0
Error estándar	7.8	16.26	12.5
Limite de confianza	16.3	34.6	26.6
Intervalo de confianza	24.3 ; 56.9	36.2 ; 105.4	38.3 ; 91.5
Error de muestreo relativo	40.16	48.92	41.1

CUADRO 30: Estadísticos del porcentaje de pedregocidad superficial de los bosques en estudio

ESTADÍSTICOS	BOSQUE DE ACCOMARCA	BOSQUE DE CHECCYACC	BOSQUE DE ACHACCMARCA
Media	13.8	15.6	47.9
Desviación estándar	21.7	20.51	37.4
Coefficiente de variación	158.0	131.25	78.1
Error estándar	4.9	6.4	17.1
Limite de confianza	10.2	13.7	36.4
Intervalo de confianza	3.6 ; 24.0	1.9;29.3	11.5;84.3
Error de muestreo relativo	73.93	87.6	76.0

CUADRO 31: Estadísticos de la profundidad del suelo en cm. de los bosques en estudio

ESTADÍSTICOS	BOSQUE DE ACCOMARCA	BOSQUE DE CHECCYACC	BOSQUE DE ACHACCMARCA
Media	13.0	11.8	8.3
Desviación estándar	3.08	1.0	3.1
Coefficiente de variación	23.7	8.7	37.1
Error estándar	0.69	0.2	0.5
Limite de confianza	1.4	0.3	1.0
Intervalo de confianza	11.6 ; 14.4	11.5;12.1	7.3;9.3
Error de muestreo relativo	11.1	2.9	12.4

CUADRO 32: Estadísticos del porcentaje de materia orgánica del suelo de los bosques en estudio

ESTADÍSTICOS	BOSQUE DE ACCOMARCA (%)	BOSQUE DE CHECCYACC (%)	BOSQUE DE ACHACCMARCA (%)
% Materia Orgánica	6.29	9.63	12.76



FOTO 07: Bosque natural de Queñua de Accomarca – Vilcas Huamán



FOTO 08: Bosque natural de Queñua de Checcyacc - Fajardo



FOTO 09: Bosque natural de Queñua de Achaccmarca – Cangallo.

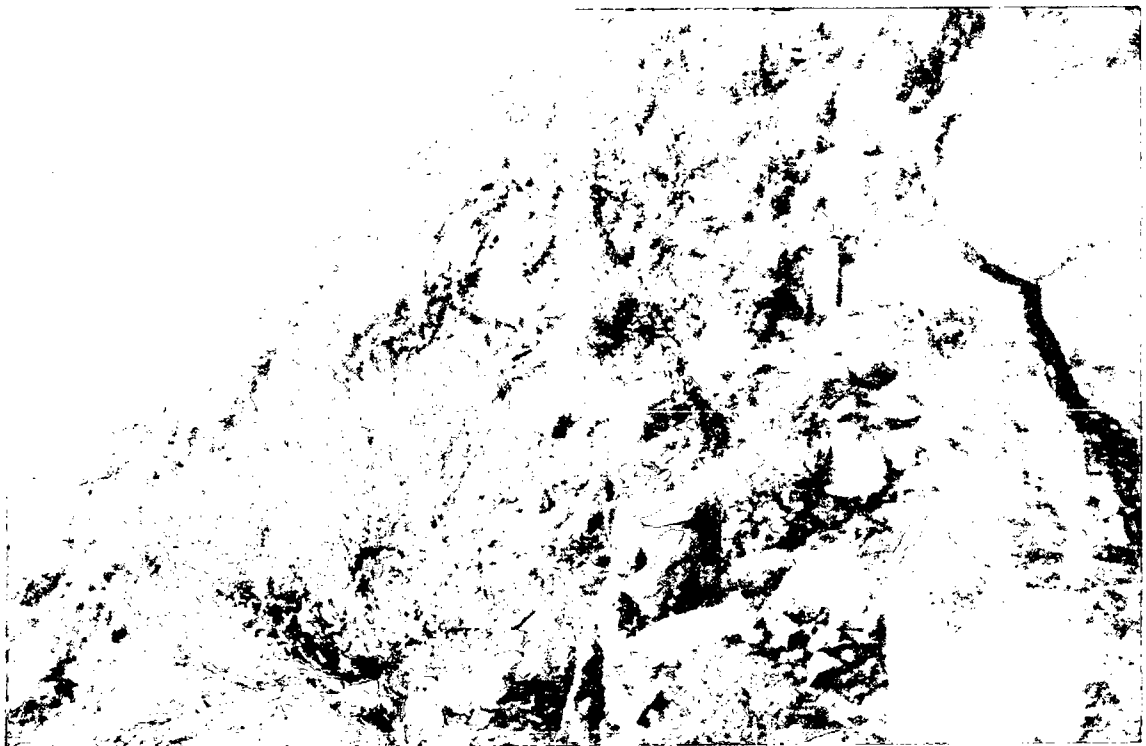


FOTO 10: Bosque natural de Queñua con afloramiento rocosos – Achaccmarca.

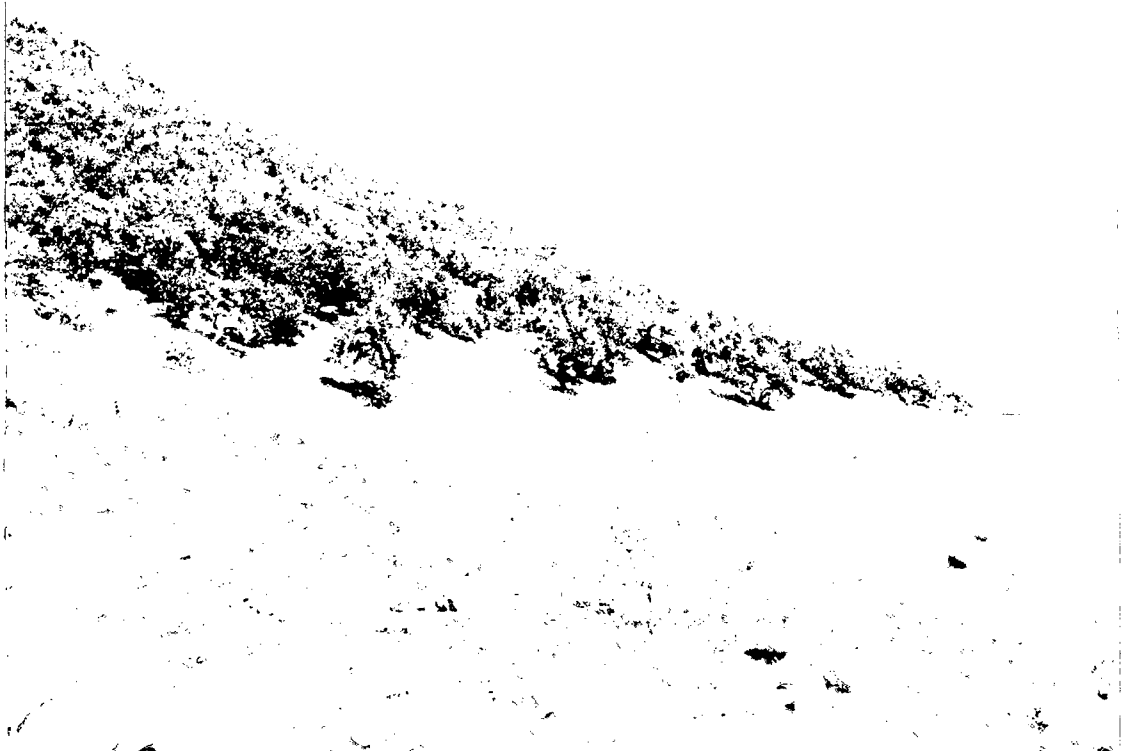


FOTO 11: Con influencia de masas cercanas de agua con puquiales o manantiales, bosque de Achacmarca



FOTO 12: Brigada de apoyo (INRENA) bosque de Achacmarca



FOTO 13: Medición de los árboles de Queñua, bosque de Checcyacc

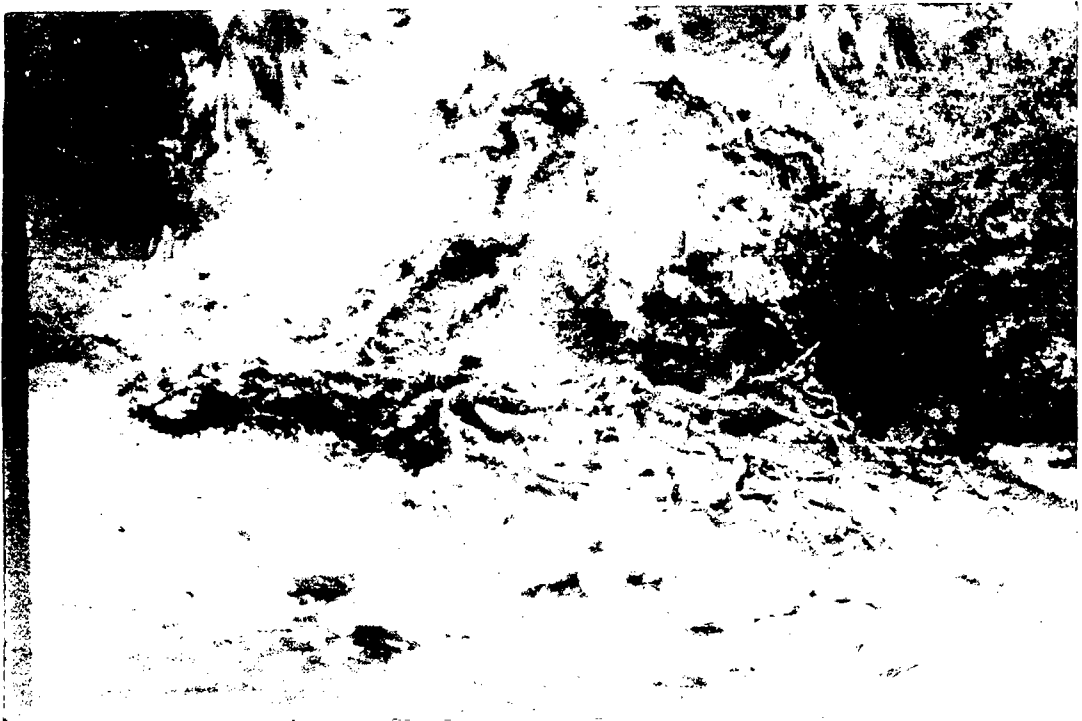


FOTO 14: Muerte de los árboles factor natural, bosque de Checcyacc

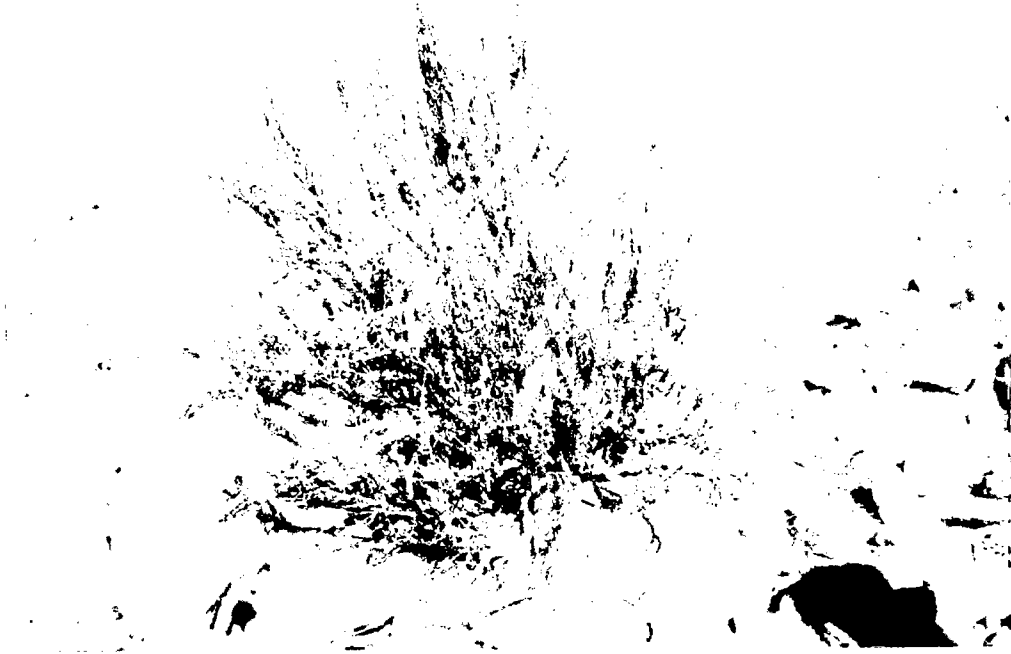


FOTO 15: Muerte de los árboles factor natural, bosque de Achaccmarca



FOTO 16: Ubicación de coordenadas UTM del bosque de Achaccmarca con GPS