

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN - TACNA

ESCUELA DE POSGRADO

Maestría en Gestión Ambiental y Desarrollo Sostenible

**ESTADO ACTUAL DEL BOSQUE DE POLYLEPIS Y SU
EFICIENCIA EN LA CAPTURA DE CO₂ EN LA
PROVINCIA TARATA, DEPARTAMENTO
DE TACNA**

TESIS

PRESENTADA POR:

BLGO. MBLGO. LUIS FORTUNATO MORALES ARANIBAR

**Para optar el Grado Académico de
MAESTRO EN CIENCIAS (*MAGISTER SCIENTIAE*) CON MENCIÓN
EN GESTIÓN AMBIENTAL Y DESARROLLO SOSTENIBLE**

TACNA – PERÚ

2014

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN – TACNA
ESCUELA DE POSGRADO

MAESTRÍA EN GESTIÓN AMBIENTAL Y DESARROLLO SOSTENIBLE

**ESTADO ACTUAL DEL BOSQUE DE POLYLEPIS Y SU
EFICIENCIA EN LA CAPTURA DE CO₂ EN LA
PROVINCIA TARATA, DEPARTAMENTO
DE TACNA**

Tesis sustentada y aprobada el 31 de Marzo del 2014; estando el jurado calificador integrado por:

PRESIDENTE :


.....
Dra. Rina María Álvarez Becerra

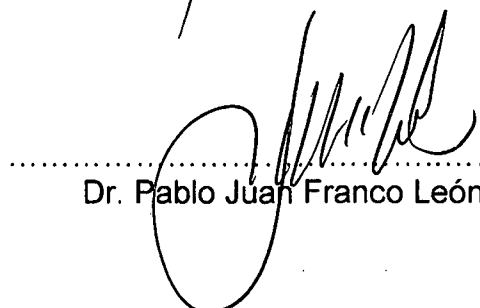
SECRETARIO :


.....
Mgr. Virgilio Simón Vildoso Gonzales

MIEMBRO :


.....
M.Sc. Nathaniel Mario Linarez Gutiérrez

ASESOR :


.....
Dr. Pablo Juan Franco León

DEDICATORIA

A mi padre, un gran amigo que me enseñó mucho.

A mi madre una hermosa mujer que me enseñó a meditar y a reír.

A mis hermanos **Joaquín, Carlos y Julia**, que con sus bromas y sonrisas aprendí a entender la vida de una manera diferente.

Al Profesor, amigo y mentor Ramón Vera Roalcaba quien me enseñó a prever y ejecutar los hechos de una manera real y objetiva.

A mi amigo el Profesor Rudy Escobedo Silva, que me enseñó a ver las cosas más insignificantes con mucha minuciosidad y atención.

AGRADECIMIENTO

A la Virgen de Copacabana y a la señorita Sonia por todos los cuidados que tuvo conmigo.

Al Profesor Asesor de la tesis Juan Pablo Franco León, gracias por el apoyo brindado en el presente trabajo.

Al Profesor Co-Asesor Giovanni Aragón Alvarado por ayudar a enrumbarme al camino de las zonas altoandinas.

A los profesores Felipe Yony Gómez Cáceres y Enrique Mamani Aguilar por su comprensión, ayuda y consejos.

A todos mis amigos que una de otra manera me alentaron a culminar este trabajo.

CONTENIDO

	Pág.
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO	iv
RESUMEN	xiii
ABSTRACT	xiv
INTRODUCCIÓN	1

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción del problema	4
1.1.1. Antecedentes del Problema	6
1.1.2. Problemática de la investigación	13
1.2. Formulación del problema	18
1.3. Justificación e Importancia de la Investigación	19
1.4. Delimitación del problema	21
1.5. Objetivos	22
1.5.1. Objetivo General	22
1.5.2. Objetivos Específicos.....	22
1.6. Hipótesis	23

1.6.1. Hipótesis Específicas	23
------------------------------------	----

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Bosque de Polylepis	24
2.2. Ecología de las Especies de Polylepis	34
2.3. Vegetación de los Bosques de Polylepis	37
2.4. Principales Amenazas Actuales	40
2.4.1. Contexto Antropológico	40
2.4.2. Minería	43
2.4.3. Utensilios y Herramientas	45
2.4.4. Uso Medicinal	46
2.4.5. Estado de Conservación	47
2.5. Fijación del Bióxido de Carbono	48
2.5.1. El Ciclo del Carbono	50
2.5.2. Flujo y Almacén de Carbono en Ecosistemas Forestales.....	54
2.5.3. Valorización de los Recursos Naturales	55
2.5.4. Bienes y Servicios Ambientales	58
2.5.5. Valor Económico Total	60
2.5.6. Los Bosques y el Cambio Climático	60
2.5.6.1. El Efecto Invernadero	60

CAPÍTULO III
MARCO METODOLÓGICO

3.1. Información General de la Zona de Estudio	62
3.2. Tipo de investigación	62
3.3. Diseño	63
3.4. Método de muestreo	64
3.5. Clasificación de las Variables	64
3.5.1. Variables Según Hipótesis Específicas	65
3.6. Operacionalización de Variables	66
3.7. Definición de Términos	66
3.7.1. Estado Actual del Bosque de Polylepis	66
3.7.2. Carbono Almacenado	67
3.7.3. Dióxido de Carbono	67
3.8. Técnicas de recolección de datos	67
3.8.1. Estructura y densidad poblacional	67
3.8.1.1. Forma y delimitación de la parcela	67
3.8.1.2. Densidad Poblacional... ..	68
3.8.1.3. Estructura Poblacional	68
3.8.1.3.1. Diámetro del árbol	68
3.8.1.3.2. Altura del árbol	69
3.8.1.3.3. Conteo de latizales y brinzales	69

3.8.2. Composición florística.....	69
3.8.2.1. Flora acompañante.....	69
3.8.3. Impactos del bosque.....	70
3.8.3.1. Amenazas.....	70
3.8.4. Metodología para la estimación de la concentración de carbono en la biomasa aérea de los árboles.....	70
3.8.4.1. Biomasa aérea.....	70
3.9. Procesamiento y análisis de datos.....	72

CAPÍTULO IV

RESULTADOS

Análisis de Estructura Poblacional.....	74
Análisis de la Densidad Poblacional.....	90
Análisis de la Composición Florística.....	92
Análisis del Estado Actual de las Influencias Antrópicas.....	95
Análisis de Absorción de CO.....	98

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN

DISCUSIÓN.....	99
----------------	----

CONCLUSIONES	109
RECOMENDACIONES	111
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	112
ANEXOS	126

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Promedio de la Altura (en metros) de los árboles de <i>Polylepis rugulosa</i> (Queñoa) Provincia de Tarata, 2012 - 2013	74
Tabla 2 Análisis de Varianza (ANOVA) de la Altura del Árbol de <i>Polylepis rugulosa</i> (Queñoa) Provincia Tarata, 2012-2013.....	76
Tabla 3 Promedio del Diámetro a la Altura del Pecho (DAP) en metros de los Árboles de <i>Polylepis rugulosa</i> (Queñoa) Provincia de Tarata, 2012-2013	79
Tabla 4 Análisis de Varianza (ANOVA) del Diámetro a la Altura del Pecho de <i>Polylepis rugulosa</i> (Queñoa) Provincia Tarata, 2012 - 2013	81
Tabla 5 Promedio de la Regeneración Natural de <i>Polylepis rugulosa</i> en la Provincia de Tarata 2012-2013.....	84
Tabla 6 Promedio de la Regeneración Natural de <i>Polylepis rugulosa</i> Por Zona en la Provincia de Tarata 2012 – 2013.....	87
Tabla 7 Flora Acompañante de los Bosque de <i>Polylepis rugulosa</i> en la Provincia de Tarata 2012-2013.....	92
Tabla 8 Estado Actual de las Influencias Antrópicas de los Bosque de <i>Polylepis rugulosa</i> en la Provincia de Tarata 2012-2013	95

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ciclo del Carbono.....	51
Figura 2 Diagrama Simplificado de los Flujos y Almacenes de Carbono en un Ecosistema Forestal	55
Figura 3 Promedio de Altura del Árbol (en metros) de <i>Polylepis rugulosa</i> por Zona, prov. Tarata 2012-2013.....	78
Figura 4 Promedio del Diámetro a la Altura (metros) del Pecho (DAP) de <i>Polylepis rugulosa</i> por Zona, Prov. Tarata 2012-2013.....	83
Figura 5 Promedio de la Regeneración Natural de <i>Polylepis rugulosa</i> en la Provincia de Tarata 2012-2013.....	85
Figura 6 Georeferenciación de la Regeneración Natural de <i>Polylepis rugulosa</i> en la Provincia de Tarata 2012 - 2013.....	86
Figura 7 Promedio de la Regeneración Natural de <i>Polylepis rugulosa</i> por Zona en la Provincia de Tarata 2012 - 2013.....	89
Figura 8 Georeferenciación densidad poblacional del bosque de <i>Polylepis rugulosa</i> en la Provincia de Tarata 2012 - 2013.....	90

Figura 9 Flora Acompañante de los Bosque de <i>Polylepis rugulosa</i> en la Provincia de Tarata 2012-2013	94
Figura 10 Estado Actual de las Influencias Antrópicas de los Bosque de <i>Polylepis rugulosa</i> en la Provincia de Tarata 2012 - 2013.....	96
Figura 11 Georeferenciación del Estado Actual de las Influencias Antrópicas de los Bosque de <i>Polylepis rugulosa</i> en la Provincia de Tarata 2012-2013	97

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar las poblaciones actuales de *Polylepis* y su eficiencia en la captura de CO₂ en la Provincia de Tarata (Susapaya, Estique Pueblo, Tarucachi, Sitajara, Ticaco y Tarata). Se establecieron parcelas de 25 x 20 m. (0,1 ha.); ubicado al azar con la ayuda de estacas, rafia y brújula; luego se levanto información del estado actual para luego calcular su eficiencia de captura de CO₂. En una área de 453 km²; la capacidad de captación de CO₂ es de 31 387,6 Tn de CO₂/ha/año; las densidades poblaciones son variables siendo el distrito de Tarucachi la mayor densidad poblacional con 2,48 Ind/ha, y Estique con 0,28 Ind / ha con la menor densidad. La regeneración natural predomina los latizales con 116 individuos (50,2 %) y con menor cantidad los individuos adultos con 28 individuos (12,2 %). La flora acompañante se evidenciaron a ***Azorella compacta***, ***Baccharis tricuneata***, ***Parastrephia quadrangularis***, ***Pycnophyllum molle***, ***Stipa ichu*** y ***Festuca orthophylla***. El estado actual de las Influencias Antrópicas se encuentra categorizada como intacta teniendo un porcentaje de 93,3%.

ABSTRACT

This research aimed to evaluate the current populations of *Polylepis* and efficiency in capturing CO₂ in the Province of Tarata (Susapaya , Estique Pueblo , Tarucachi , Sitajara , Ticaco and Tarata) . Plots of 25 x 20 m were established. (0,1 ha.) located at random with the help of sticks, raffia and compass ; then current status information and then calculate their CO₂ capture efficiency rose. In an area of 453 km²; the CO₂ uptake capacity is 31 387,6 tons of CO₂/ha/year; population densities are variables being District Tarucachi the highest population density with 2,48 Ind/ha/ and Estique with 0,28 Ind / ha with the lowest density . Natural regeneration predominates saplings with 116 individuals (50,2 %) and fewer adult individuals with 28 individuals (12,2 %). The accompanying flora were evident ***Azorella compact*** , ***Baccharis tricuneata*** , ***Parastrephia quadrangularis*** , ***Pycnophyllum molle*** , **bunch grass *Stipa*** and ***Festuca orthophylla*** . The current state of Anthropogenic Influences intact is categorized as having a percentage of 93,3 %.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación titulada **“ESTADO ACTUAL DEL BOSQUE DE POLYLEPIS Y SU EFICIENCIA EN LA CAPTURA DE CO₂ EN LA PROVINCIA TARATA, DEPARTAMENTO DE TACNA”**. Es un estudio descriptivo de los bosques de Polylepis (Queñoas) para conocer en que situación se encuentran Actualmente estos bosques, saber su estructura población y densidad, su flora acompañante además de determinar cual es su eficiencia de captura de CO₂.

Capítulo I: Se plantea el problema de investigación, dentro de la cual se reflexiono sobre la situación actual en que estos bosques se encuentran ya que son únicos en el mundo.

El problema no solo es local sino nacional e internacional ya que este tipo de ecosistemas cada vez se encuentran en estado avanzado de deforestación y su importancia en el ambiente es trascendental; si alguna vez este tipo de ecosistemas se perdiera no solo afectaría a todas las poblaciones existentes dentro de ellos (aves, mamífero y reptiles), sino que ocurría una serie de problemas como el cambio climático, la erosión

de los suelos, etc.; estudios anteriores demuestran que estos bosques son muy vulnerables a perderse y que los pobladores aledaños y gente que viene de otra localidad han depredado y siguen depredando sin sostenibilidad, sin pensar en los problemas que van a causar en un futuro. De acuerdo a todos estos argumentos se planteó lo siguiente: El planteamiento y formulación del problema, justificación, limitaciones, antecedentes y objetivos.

Capítulo II: Contiene el marco teórico, donde se revisaron varios libros, trabajos de investigación, revistas, resúmenes; se visitó otros países todo esto para poder tener el sustento necesario para la investigación además de seguir la secuencia y conceptos básicos con los que demostraremos el presente trabajo de investigación.

Capítulo III: Constituido por el marco metodológico y dentro de él las variables, definiciones operacionales, metodología y técnicas e instrumentos de recolección de datos.

Capítulo IV: Se describe los resultados, que viene a ser la tabulación, análisis e interpretación con criterio de juicio y lógico de los datos obtenidos durante la investigación y expresados en cuadros y gráficos de

acuerdo a las variables cuantitativas o cualitativas. También contiene las conclusiones, sugerencias y las referencias bibliográficas, adjuntándose un anexo o los instrumentos utilizados como evidencias del trabajo.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1. Descripción del problema

Los bosques de *Polylepis* representan la vegetación natural de una gran parte de los andes centrales a altitudes entre 3 500 m. a 5 200 m. las especies del género ocupan una gran variedad de hábitats, desde el límite superior de los bosques de neblina hasta los volcanes áridos del Altiplano. Sin embargo, durante milenios las actividades y las necesidades humanas en los Andes han destruido estos bosques, restringiéndolos a hábitats especiales y modificando su composición florística y faunística (Kessler, 2 006).

El bosque como recurso natural representa un activo que genera un amplio fijo de bienes y servicios que van desde los fácilmente valorables asociados con valores de uso directo tales como maderables o no maderables transados o no en el mercado difícilmente valorables asociados con uso indirecto tales como los

bienes de servicios ambientales intangibles muchas veces y para los que no hay mercado.

El Departamento de Tacna es rico pero a la vez pequeño en cantidad de árboles; Estos se encuentran en las Provincias de Tacna, Jorge Basadre, Candarave y Tarata.

Cada vez se observa que son menos las áreas por la constante deforestación que realizan personas sin conciencia ambiental y sobre todo sin entender lo que es un desarrollo sostenible. Como organismos típicos de las zonas alto andinas se desarrolla esta vegetación arbórea leñosa las mismas que se consideran especies endémicas para estas regiones.

Las poblaciones aledañas mantienen su nivel de vida socioeconómica directamente relacionado a la presencia de estos bosques los mismos que se constituyen esenciales para el desarrollo social es decir su calidad de vida esta en relación al que puedan aprovechar del bosque el mismo que les sirve para agro forestación, construcción de vivienda, medicina, etc.

1.1.1. Antecedentes del Problema

Se ha encontrado poca información sobre el género *Polylepis* en el Perú y a nivel mundial la bibliografía es poca, dificultando algunos puntos de la tesis; los trabajos que se estudiaron antes de la tesis se detallan a continuación:

I. “Los Bosques de Queñoales y su Importancia en el Desarrollo Sostenible de las Comunidades de la Provincia de Candarave – Tacna. 2 003”. Blgo. Pablo Juan Franco León.

1) El Bosque de Queñoales de la Provincia de Candarave del Departamento de Tacna está conformada por *P. besseri*, siendo la única especie de dicho género en toda la zona de estudio. Respecto a la cobertura del bosque de queñoales se tiene que en la pendiente de 10-30° tiene una cobertura de 56,4 % en la pendiente 31-60° tiene una cobertura de 62,5 % y en la pendiente 61-90° de inclinación se tiene 54,4 % de cobertura estos porcentajes nos confirma que la cobertura, *P. besseri* es densa.

2) La valoración económica Correspondiente a la valoración de uso directo referido a la extracción de leña; 121 familias, 13 comercializadas leña con un promedio de 4 arrobas, cada arroba de leña contiene aproximadamente contiene 2 kilos y se cotiza en el mercado a 2 nuevos soles. Con respecto al carbón de queñoas, 9 familias lo comercializan, con un costo en el mercado de 3 nuevos soles el kilo, la valoración económica del uso directo estimado es de 15 432 929,23 respecto al uso indirecto se determinó mediante la captura de CO₂, lo que es fundamental para cualquier toma de decisión ambientales, se suma que el valor de S/. 20 159,6; siendo el VET del bosque la suma de S/. 15 423 088,33.

3) la biodiversidad del bosque de *Polyleps besseri*, está controlada por la Biodiversidad Vegetal comprendida por plantas inferiores, representada por las Liquenophytas, Bryophytas, identificando 6 especies. Con respecto a las plantas vasculares, está distribuido en 26 familias, 62 géneros, 83 especies, ubicados en los rangos alitudinales que va desde los 3 800 hasta 4 200 m de altitud. En este grupo de plantas el (5) 6,02 % Pteridophyta (1) 1,21 % son Gnetophyta y el (77)

92,77 % Magnoliophyta. Las familias con mayor número de especies son; Asteraceae (35) 68,86 %, Podaceae (7) 8,43 %, Fabaceae (4) 4,82 %, Cactaceae (3) 3,61 % y Solanaceae (3) 3,61 %.

4) Las comunidades aledañas al bosque de queñoales aprovechan en su mayoría este recurso natural que les brinda el sistema natural, como materiales para su subsistencia; leña vivienda, alimentación y medicina tradicional, por lo que los pobladores cuidan sus bosques permitiendo así un desarrollo sostenible de ella, conllevando a que mejore su calidad de vida.

El bosque de queñoales presente en la Provincia de Candarave se ubican en tres zonas bien marcadas: Matorral Desértico Subalpino Templado Calido, Tundra Húmeda Alpino Templado Calido y Nival Templado Calido. Según Holdridge (1987).

II. "Caracterización Fenotípica de los bosques nativos de Queñoales de la Provincia de Candarave - Tacna. 2 009".

Luis Fortunato Morales Aranibar.

Resumen: "La presente investigación tuvo como objetivo caracterizar fenotípicamente el Género *Polylepis* en el bosque nativo de la Provincia de Candarave-Tacna. El trabajo de campo se realizó por transecto, por cada transecto se eligió a un árbol específico que tenía una ficha con las respectivas características morfológicas de cada árbol. Los resultados cuantitativos obtenidos son, el promedio de la altura del árbol fue de 3,52 m., en el largo del foliolo el promedio fue 1,51 cm.; Si bien es cierto, la clave utilizada para la identificación de *Polylepis* no considera rangos de las siguientes características fenotípicas y que nuestro estudio, demostró valores mínimos, máximos, encontrándose en el ancho del foliolo un promedio de 0,76 cm., con un mínimo de 0,4 y máximo de 2 cm. Y la inflorescencia un promedio de 3,34 cm. con un mínimo de 2,8 y máximo de 3,9 cm. En cuanto al tamaño de la flor, mínimo 0,5 cm. y el máximo de 0,7 cm., con un promedio de 0,59 cm. Respecto a la medición de la vaina estipular. El valor mínimo fue de 0,3 cm., mientras que el valor máximo fue de 0,6 cm. 0,42 cm. los resultados cualitativos son; árboles, con troncos torcidos, corteza delgada y exfoliante, la corteza es de un color marrón rojizo, que se desprenden en pedazos largos. Los

foliolo son trifoliados, imparipinnadas con superficie superior del foliolo fuertemente rugosa; pelos glandulares blancos, el foliolo con el envés densamente lanoso, foliolo ovalados, obovados a circulares, brillantes en el haz, con pelos blanquecinos en el envés; raquis lanoso. Con respecto a las características de las vainas estipulares estas presentan un ápice protuberante y que son densamente lanoso en toda su morfología. La inflorescencia es prácticamente carente de pelos glandulares amarillos cubiertos de pelos blancos. La flor está cubierta de pelos blancos no se ven fácilmente. Los frutos son secos, su fruto es aquenio lanoso, con 2-5 proyecciones planas de forma irregular con varias puntas, cubiertos de pelos blancos. Frutos con varias espinas. Logrando caracterizar fenotípicamente el bosque nativo de *Polylepis* sp. Teniendo como resultado final que la Queñoa existente en la provincia Candarave es identificada como la especie *Polylepis rugulosa*, utilizando como instrumento de validación, la clave por Michael Kessler, Alexander N. Schmidt-Lebuhn (2005).

III. “Estudio del crecimiento de *Polylepis Sericea Wedd.* en el páramo Venezolano. 2 011”. Maribel Colmenares Arteaga.

Existen diferentes hipótesis que tratan de explicar las determinantes del límite de crecimiento arbóreo. Dos de estas hipótesis suponen el efecto de la temperatura sobre el balance de carbono o sobre el crecimiento en sí mismo. El objetivo de este trabajo es estudiar el crecimiento, intercambio de gases y la anatomía en *Polylepis sericea* para determinar si el balance de carbono o las limitaciones de crecimiento influyen en el crecimiento de dicha especie. Para esto se hizo un estudio del crecimiento de individuos de *P. sericea* en las localidades de Mucubají (3 500 m.) y Loma Redonda (4 100 m.) en la Sierra Nevada de Mérida, considerando el alargamiento de las ramas, producción de hojas, estimación de biomasa de ramas y hojas, asimilación de carbono y cambios anatómicos foliares.

Encontramos que la tasa de alargamiento en ramas para Mucubají es de 0,2 cm/mes y para Loma Redonda de 0,1 cm/mes, además tasas de asimilación neta de CO₂ promedio

mayores para Mucubají en ambas estaciones hídricas, de 7,99 $\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ y 12,33 $\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ (época seca y húmeda, respectivamente) en comparación con Loma Redonda, con tasas de asimilación de CO_2 promedio para la época húmeda y seca de 6,92 y 4,93 $\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$, observándose además conductancias estomáticas mayores para Mucubají (96,87 y 68,34 $\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ época húmeda y seca) que para Loma Redonda (44,5 y 40,19 $\mu\text{molm}^{-2}\text{s}^{-1}$ época húmeda y seca). En los cortes anatómicos se observan cambios en la estructura foliar, un mayor número de capas de células de empalizada para Loma Redonda y cutícula engrosada para la estación seca.

Se encontró entonces que la diferencia altitudinal ejerce un efecto negativo sobre la asimilación de CO_2 , presentando una disminución a mayor altitud, las diferencias en el crecimiento de esta especie podrían deberse a este efecto; además los cambios estacionales muestran un efecto en el crecimiento siendo mayor en la estación favorable, los cambios anatómicos indican una adaptación a las condiciones medioambientales para el mantenimiento del crecimiento. Esta especie posee

adaptaciones muy particulares que le permiten conquistar este ambiente extremo. Los resultados obtenidos muestran que el efecto de la altitud sobre la asimilación CO₂ es bien marcado y que este es un factor importante que limita el crecimiento de esta especie.

1.1.2. Problemática de la investigación

El género *Polylepis* Ruiz & Pav. (Rosaceae, Sanguisorbeae) comprende especies de árboles habitables de los altos Andes de Venezuela hacia Argentina central (Kessler, 2005). El número de especies incluidas por diferentes autores varía entre 15 y 33 (Bitter 1911; Simpson 1979; Kessler 1995a). La circunscripción de la taxa en el género es difícil debido a la extensa variabilidad morfológica dentro de poblaciones, limitada variabilidad entre muchas de las especies reconocidas y aparentemente extensa hibridización (Simpson 1979, 1986; Kessler 1995a; Romoleroux 1996; datos no publicados de A.N. Schmidt-Lebuhn, M. Kessler & M. Kumar).

Problemas similares son encontrados en número de otro género de Rosaceae, por ejemplo, la subfamilia Maloideae (Campbell & Dickinson 1990) y el género Acaena (Dawson 1960), que está cercanamente relacionado a *Polylepis*.

La primera revisión taxonómica de *Polylepis* fue preparada por Bitter (1911) quién aplicó un concepto tipológico de especie y reconoció 33 especies, 9 subespecies y 18 variedades, colocando un nombre diferente sobre casi cada único espécimen del herbario disponible a él.

En la segunda revisión del género, Simpson (1979), trabajando con mucho más material del herbario que disponible a Bitter, y basado en la experiencia personal en campo con muchas especies de *Polylepis*, se dio cuenta que muchas de las taxas reconocidas por Bitter representaban variantes de especies morfológicamente variables. Ella por lo tanto redujo el número de especies a 15, pero después (Simpson, 1986) trató a *P. tarapacana* (Phil) como distinto de *P. tomentella* (Wedd) Y mencionó que *P. besseri* (Hieron) como fue definido por ella en 1979 probablemente representó una especie compleja. En una

revisión taxonómica de las especies Bolivianas del género, Kessler (1995a) señaló desenredando la taxa dentro de este complejo, reconociendo 2 especies: *P. besseri* y *P. racemosa* (Ruiz & Pav), con 3 y 2 subespecies respectivamente. La categoría de subespecies fue usada por taxas morfológicamente y geográficamente distintas que fueron unidos por poblaciones intermedias sugiriendo introgresión hibridogénica. Dentro de *P. tomentella*, Kessler (1995a) también reconoció 3 subespecies, en este caso correspondiendo a entidades separadas geográficamente difiriendo primariamente en tamaño. Un más lejano miembro del complejo *P. besseri* del suroeste peruano y el noroeste chileno, *P. rugulosa* (Bitter) fue también reconocido como distinto (Kessler 1995b).

En los 10 años que han pasado desde el estudio de Kessler (1995a, b), mucha información adicional sobre *Polylepis* ha venido a la luz, basado especialmente en colecciones extensas principalmente en Perú y Bolivia, y en análisis moleculares de la mayoría de taxas dentro del género (Kerr 2003; datos no publicados de A.N. Schmidt-Lebuhn, M. Kessler & M. Kumar).

Estos datos sugieren que la hibridización toma lugar entre probablemente todas las especies del género mientras ellos crecen en proximidad geográfica el uno al otro. Esto aplica incluso a especies claramente distintas morfológicamente que fueron colocadas en diferentes grupos de especies por Simpson (1979, 1986). Kerr (2003) también encontró evidencia por hibridización entre *Polylepis* y la hermana del género *Acaena*. Estos resultados nos han apuntado a reevaluar las consecuencias taxonómicas de hibridización en el género. Basado en el concepto biológico de especie (Mayr 1942), Kessler (1995a) colocó poblaciones distintas morfológicamente en una sola especie cuando ellos fueron unidos por poblaciones intermedias "híbridas", pero nuestros datos moleculares mostraron que "subespecies" son genéticamente no cercanas la una a la otra que especies que han sido ambiguamente reconocidas como especies distintas por todos los investigadores que trabajan sobre el género (Bitter 1911; Simpson 1979; Kessler 1995a; Romoleroux 1996). La aplicación rigurosa del concepto biológico de especie dentro de *Polylepis* resultaría en el reconocimiento de probablemente solo una sola especie, un curso insatisfactorio de acción que no

contaría para las diferencias morfológicas conspicuas entre muchas poblaciones y claros modelos biogeográficos. Una alternativa cercana y a la única que favorecemos, es para reconocer poblaciones distintas morfológicamente, biogeográficamente y ecológicamente en la categoría de especie, aunque hay evidencia por hibridización con otra especie. Así el concepto filogenético de especie (Nixon and Wheeler 1990) reconoce poblaciones como especies mientras el intercambio genético con otras poblaciones no inhibe el evolucionario desarrollo independiente de estas poblaciones. (Luckow 1995).

Como resultado de una reevaluación de limitadas especies en *Polylepis*, Kessler 2005, describe una nueva especie y levantamos 5 taxas a la categoría de especie que fueron previamente tratadas con subespecies o variedades o colocadas en sinónimo con otra especie. Esto incrementa el número de especies de *Polylepis* a 26. Teniendo en cuenta los tres nuevos registros del país también aquí reportados, el número de especies reportadas por país ahora es 1 en Venezuela, 3 en Colombia (1 endémica), 7 en Ecuador (2

endémicas), 14 en Perú (3 endémicas), 2 en Chile, y 4 en Argentina (1 endémica). Otras dos poblaciones de Perú también tienen mérito en rango de especies, pero este estudio no tuvo suficiente material de herbario y experiencia en campo para adecuar un juicio a su estatus. Esto incluye (A) una población en el valle de Urumbamba del Cusco que fue colocado en *P. besseri* por Simpson (1979), y (B) grandes piedras de caliza se encuentra en las colinas al norte del Lago Titicaca. El nombre de *P. pallidistigma* Bitter podría ser aplicado a este último taxón, pero sólo se ha visto una fotografía del tipo de material y no las últimas colecciones del tipo de la localidad. Debido a los cambios taxonómicos propuestos por Kessler (1995a, b) significa que la clave de Simpson (1979) es obsoleta.

1.2. Formulación del problema

¿Cuál es el Estado actual del bosque de *Polylepis* y su eficiencia en la captura de CO₂ en la Provincia Tarata, Departamento de Tacna?

1.3. Justificación e Importancia de la Investigación

El bosque es parte de un dominio natural por el cual toda la comunidad de un país se interesa en forma diversa, tal como puede interesarse en la agricultura o de otros sectores de la producción, posiblemente porque siente un derecho sobre él. Todo el bosque tiene un significado biológico y económico, el mismo que es aprovechado por todos los sectores sociales que vinculan su economía y calidad de vida en él. Generalmente, los lugareños hacen uso del bosque de manera ilimitada teniendo un desconocimiento total de su valor y uso no pensando en las futuras generaciones.

La mayoría de las especies se encuentran en el rango latitudinal de 3 000 a 3 200 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 1 800 msnm en Cordova, Argentina. La especie registrada a mayor altitud es *P. tomentella* en el volcán Samaja, Bolivia a 5 200 m.s.n.m.

Los bosques de Queñoas no siempre son homogéneos a veces muestran mezclas de árboles de dos especies o se acompañan con

otras especies arbóreas. En un estudio de queñoas realizada en Puno se encontró un bosque compuesto por dos especies de *Polylepis* dando como resultado ***Polylepis Tomentella* y *Polylepis Incana***. (Yallico, 1992).

Durante milenios las actividades humanas en los Andes han destruido a más del 95 % de estos bosques, restringiéndolos a hábitats especiales y modificando su composición florística y faunística. Las extremas condiciones ambientales (temperaturas bajas, periodos secos) en el ámbito de los bosques de *Polylepis* han favorecido en la evolución de especies de plantas con propiedades útiles para el hombre, por ejemplo tubérculos o sustancias químicas. Consecuentemente, más de la mitad de las especies de plantas en estos bosques es utilizada por los habitantes locales, aunque muchas de éstas están en peligro de extinción debido a la destrucción de su hábitat. La conservación y restauración de bosques de *Polylepis* - como parte de un cambio general de los métodos de uso de tierra de los Andes - son imprescindibles para mantener la viabilidad ecosistémica de esta región tan densamente poblada. (Kessler, 2006).

Los bosques de *Polylepis* juegan un papel importante en la conservación de agua y del suelo, poseen una importante biodiversidad aves, algunas endémicas, del mismo modo la vegetación también alberga especies silvestres, estos bosque se encuentran sobre tierras comunales sujetas a una fuerte presión por el uso indiscriminado de los Queñoas.

1.4. Delimitación del problema

El presente trabajo se enmarcó en el área de Recursos Naturales, de la Maestría de Gestión Ambiente y Desarrollo Sostenible. Se realizó en la Provincia de Tarata, Departamento de Tacna, las queñoas se encuentran ubicadas en los distritos de Susapaya, Estique Pueblo, Tarucachi, Sitajara, Ticaco y Tarata. La Provincia de Tarata está situada a los 3 070 m.s.n.m., al norte del Departamento de Tacna, comprendida entre los 70° 01' y 25" de longitud Oeste y 17° 28' y 30" de latitud Sur, con relación al Meridiano de Greenwich y la Línea Ecuatorial, respectivamente.

El presente trabajo de investigación se basa en el estado actual y su eficiencia de captura de CO₂ de los bosques nativos del género *Polylepis* el donde se realizó un muestreo probabilístico de observación directa, de la estructura y densidad del bosque

tomándose los datos de todos sus brinzales y latizales así como el número de individuos; también como la actividad antropogénica del hombre a afectado su estado actual; se estimó su capacidad de captura de CO₂ de la biomasa aérea de la Queñoas; además se tomaron descripciones morfológicas externas de la Queñoa, para poder comprender su fenología del bosque.

1.5. Objetivos de la Investigación

1.5.1. Objetivo General

- Evaluar las poblaciones actuales de *Polylepis* y su eficiencia en la captura de CO₂ en la Provincia de Tarata (Susapaya, Estique Pueblo, Tarucachi, Sitajara, Ticaco y Tarata).

1.5.2. Objetivos Específicos

- Determinar la eficiencia de la captura de CO₂ de los bosques de *Polylepis* en la Provincia de Tarata – Departamento de Tacna.
- Determinar la estructura y densidad poblacional de *Polylepis*.

- Identificar la flora acompañante en los bosques de Polylepis.
- Determinar las principales Impactos que afronta el bosque de Polylepis.

1.6. Hipótesis

El 10 % de la densidad poblacional de Polylepis está en deforestación en la Provincia de Tarata Departamento de Tacna.

1.6.1. Hipótesis Específicas

1.6.1.1. Los bosques de Queñoales albergan una gran biodiversidad de importancia para el desarrollo sostenible dentro de las comunidades aledañas en el Departamento de Tacna.

1.6.1.2. Los bosques de Queñoales alberga una importante flora etnobotánica para los pobladores en el Departamento de Tacna.

1.6.1.3. Los bosques de Queñoales está en un estado avanzado de deforestación.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Los Bosque de Polylepis

Keñue, queñoa, queñua, quinua, kewiña, qiñwa son los nombres que ha adquirido este árbol de las alturas, propio de los Andes cordilleranos y las culturas altoandinas. Aymaras y quechuas son quienes principalmente han coexistido junto a él, y a quienes ha brindado calor, soporte para viviendas, medicina y bienestar, contribuyendo al desarrollo de las familias altoandinas. Cumpliendo también un importante rol en la biodiversidad andina, sobre todo en la formación de comunidades vegetales altamente especializadas para soportar los rigores climáticos del altiplano, en especial con la Azorella compacta o llareta, con las cuales constituye verdaderas asociaciones de supervivencia, los cuales también forman parte vital del hábitat de la fauna existente en la zona y del paisaje andino.

La queñoa de altura se presenta como un paradigma ante nuestro Perú País Forestal, en esta geografía, aparece en grandes alturas, esta única especie arbórea, que soporta las extremas condiciones

climáticas y escasez hídrica. Ante el uso intensivo a que fue sometida esta especie en el pasado, especialmente por actividades extractivas, junto con la baja capacidad de reproducción natural que presenta, hoy se encuentra clasificada como vulnerable.

¿Quién conoce bien o al menos ha oído hablar de la queñoa? ¿Ese increíble “árbol de las alturas”? Me refiero a ese árbol extraordinario que ha desarrollado estrategias asombrosas para reproducirse y crecer en un hábitat tan extremo como es el de las inhóspitas montañas del altiplano Peruano, de escasos suelos fértiles y ubicadas a alturas sobre los cuatro mil metros sobre el nivel del mar. Lo más probable es que muy pocas personas lo hayan visto.

Las condiciones de vida de la queñoa son casi difíciles de creer: entre intensas radiaciones solares, fríos polares y fuertes temporales típicos de las alturas, esta especie de la familia de las Rosáceas, ***Polylepis rugulosa***, consigue formar bosquetes de altura en lugares en que a la mayoría de las especies, vegetales y animales –incluso a las personas–, les resulta difícil respirar.

Resulta difícil de creer que sean árboles y que además se encuentren en buen estado de salud. Un denso follaje verde grisáceo los recubre y deja apenas ver los gruesos troncos retorcidos por la edad y las inclemencias del clima. Son troncos de formas escultóricas, que arraigan a las queñoas firmemente al suelo y les dan acceso a la humedad y a los nutrientes mediante fuertes raíces.

Es un paisaje inspirador. La sombra de una queñoa brinda un lugar fresco y perfumado para descansar luego de haber recorrido planicies, salares y cordilleras. Ese momento de detención es una experiencia única y nos lleva a reflexionar acerca de la importancia de este árbol ancestral que crece tan arriba en las alturas y que todavía no ha sido suficientemente entendido. Tanto la imagen de este hermoso árbol, con su diversidad de formas y especies acompañantes, como su capacidad de proveer oxígeno a esas alturas superiores a los cuatro mil metros, despiertan nuestra ganas de conocerlo más, ya que parece producto de un milagro primigenio.

Los paisajes del altiplano son de colores mágicos. Ante el cielo azul profundo, a veces decorado con densas nubes albas, se evidencia la importancia de la conservación de un medio ambiente puro y sin

perturbaciones como algo benéfico para todos. Cuando los elementos naturales están en armonía, la calidad de la vida se incrementa. Sin embargo, en estos días, prácticamente todo el planeta sufre un deterioro extendido, producido principalmente por la acción del ser humano. Desafortunadamente, el altiplano Peruano no está exento de este impacto y su riqueza de flora y fauna únicas en el mundo requiere de un esfuerzo particularmente intenso para su recuperación. El primer paso fundamental es evitar la tala de maderas nativas. Otro importante paso es el que pueden dar las investigaciones científicas y la aplicación de programas de manejo al medio ambiente, que cumplen un importante rol en la restauración y recuperación de tierras y zonas degradadas. Estas actividades pueden ser realmente promisorias en la medida que se acompañen con un espíritu creativo y de observación rigurosa del medio ambiente.

El nombre científico de la queñoa de la Provincia de Tarata Departamento de Tacna es *Polylepis rugulosa*. Es una angiosperma, dicotiledónea, de la familia de las Rosáceas (Rosaceae), a la que también pertenecen otros árboles nativos de

Perú, como el bollén (*Kageneckia oblonga*) y el frangel u olivillo de cordillera (*Kageneckia angustifolia*).

Al género *Polylepis* pertenecen 24 especies arbóreas únicas de América del Sur, de las cuales 15 han sido descritas como especies andinas y cinco de alta montaña.

La queñoa de altura se distribuye en las regiones altoandinas de la zona altiplánica, por lo que es una especie compartida por Perú, Bolivia y Chile. De ellos, Bolivia es el país que tiene más variedad de *Polylepis*. En Argentina existen varias especies similares a la queñoa de altura, pero, en general, tienden a desarrollarse en climas más favorables, de tipo subtropical.

Entre las especies de su género, la *Polylepis tarapacana* es la que se desarrolla a más altitud en el planeta, llegando a encontrar individuos a 5 200 metros sobre el nivel del mar en los faldeos del volcán Sajama en Bolivia. En aquellos lugares donde existe queñoa, es el único árbol que se presenta, aunque suele compartir el territorio con otras especies emblemáticas de las zonas de altura como la llareta (*Azorella compacta*). La queñoa puede crecer en variados

tipos de suelo, pero habitualmente prefiere los arenosos o francos, pedregosos en superficie y en variadas exposiciones, pero de preferencia soleadas.

En el departamento de Tacna se encuentra la especie **Polylepis rugulosa** en las provincias de Tarata y Candarave teniendo su hábitat exclusivamente en estos pisos andinos, encontrándose ejemplares desde 3 000 hasta 4 200 metros sobre el nivel del mar. (Morales, 2 009)

La queñoa de altura es una especie adaptada al clima frío y seco. Las temperaturas medias en la zona altiplánica fluctúan en torno a los 10 °C, pero la oscilación térmica puede llegar a 33 °C durante el mes de agosto, donde se registran mínimas absolutas de hasta -18 °C. Las temperaturas máximas absolutas en el mes de diciembre se aproximan a los 20 °C. Las precipitaciones son muy escasas y esporádicas, concentradas en el denominado “invierno altiplánico”, temporada que coincide con los meses de verano en Perú (diciembre a marzo, aproximadamente). En este periodo ocurre el 90% de las precipitaciones anuales, que varían de un año a otro desde diez hasta 270 milímetros.

El viento y la alta radiación solar son dos factores adicionales que determinan el comportamiento de esta planta. Gran parte de las características botánicas, morfológicas, anatómicas y fisiológicas de la queñoa son explicadas por los factores ambientales existentes en el hábitat que ocupa.

De hecho, las bajas temperaturas, el fuerte viento imperante en los territorios altos, la baja humedad relativa, la alta radiación solar y la escasa precipitación, explican el pequeño tamaño de la hoja, la separación de ésta en folíolos y su pilosidad o pubescencia, de color grisáceo muchas veces de apariencia platinada y, rara vez, amarilla.

También dan cuenta de estas condiciones extremas una gruesa corteza foliada, similar a una torta de mil hojas, y una fisiología de tolerancia al congelamiento muy especial. Todo esto, ayuda a reducir la pérdida de humedad de la superficie foliar, a reflejar la intensa radiación, a mantener una temperatura más controlada en la superficie de la hoja y captar la escasa humedad relativa en el aire cuando se presenta.

Cada una de las características de la queñoa es el resultado de la adaptación a las difíciles condiciones de crecimiento que presentan las zonas altoandinas. Es un árbol relativamente pequeño, ramificado desde la base, de follaje denso y compacto. Mientras más aislado el ejemplar y expuesto al viento y la radiación solar, más denso es su follaje. Cuando los ejemplares crecen juntos y en fondos de quebrada, suelen tener formas más esbeltas, tendencia a la rectitud y follaje menos denso.

Polylepis rugulosa son árboles, con troncos torcidos, corteza delgada y exfoliante, la corteza es de un color marrón rojizo, que se desprenden en pedazos largos.

Los folíolos para **Polylepis rugulosa** son trifoliados, imparipinnadas con superficie superior del folíolo fuertemente rugosa; pelos glandulares blancos, el folíolos con el envés densamente lanoso, folíolos ovalados, obovados a circulares, verde brillantes en el haz, con pelos blanquecinos en el envés; raquis lanoso. (Morales, 2 009)

Con respecto a las características de las vainas estipulares estas presentan un ápice protuberante y que son densamente lanoso en toda su morfología.

La inflorescencia y la flor esta cubierta de pelos blancos. La flor es de color rojo cereza, es dialipétala; con 3 a 4 pétalos ligeramente ovados a elípticos, flor bisexual, el hipantio esta formado de las partes básicas sépalos, pétalos, y estambre; los pétalos son igual en numero que los sépalos.

Los frutos son secos no se ven fácilmente. Es un fruto aquenio lanoso, con 4 proyecciones planas de forma irregular con espinas de color negro y cubiertos de pelos blancos por todo el fruto. (Morales, 2 009)

Los bosques de Queñoas no siempre son homogéneos, a veces muestran mezclas de árboles de dos especies o se acompañan con otras especies arbóreas. En un estudio realizado en Puno se obtuvieron como resultado a ***Polylepis Tomentella*** y ***Polylepis Incana***, el mayor numero de individuos lo tenia ***Polylepis Tomentella*** con lo que se deducía que este cerro era el limite de distribución de ***Polylepis Incana*** (Yallico, 1 992).

Estudios sobre la fenología son casi inexistentes. Sin embargo, hay reportes de la fenología en comunidades de bosques en el proceso

de floración que pueden preceder de las lluvias. Esta tendencia evidencia el efecto de la forma de vida de las plantas en los patrones fenológicos reproductivos. Muchas especies de plantas coexisten por mecanismos que permiten una estrecha adaptación al hábitat, lo que incluye la distribución de los eventos fenológicos en el tiempo, de tal manera que diferentes formas de vida presentan procesos de floración y fructificación en diferentes períodos. Las formas de vida se presentan como uno de los mecanismos de adaptación al hábitat. De aquí que los patrones fenológicos esten asociados con la frecuencia de las formas de vida en los diferentes hábitats. (Lemus y Ramírez 2 006).

Desde las primeras referencias sobre los Queñoales dado por Juan López en su obra geografía y descripción universal de las indias *Polylepis* ha sido motivo de temprana y permanente preocupación botánica. En la primera mitad del siglo XX las investigaciones de los Botánicos Humboldt, Bonpland y Kunth añadieron a la especie en referencia otras dos importantes especies: ***Polylepis Incana*** y ***Polylepis Villosa*** (*Polylepis Racemosa*) reconocidos por Herrera (1943) como endémicos en nuestro territorio. En la flora del Perú (Macbride, 1 938), se citan las siguientes especies: ***Polylepis***

Multijuga, Polylepis Serrata, Polylepis Albicans, Polylepis Subsericans, polylepis Tarapacana, Polylepis Rugulosa, Polylepis Villosa, Polylepis Incana, polylepis Tomentella y Polylepis Subquinquefolia (Franco, 2 003).

2.2. Ecología de las especies de *Polylepis*

La variabilidad morfológica antes descrita es indicativa de la gran amplitud ecológica de las diferentes especies de *Polylepis* y de los bosques formados por ellas. (Weberbauer 1 945, Simpson 1 986, Kessler 1 995a). En regiones húmedas a lo largo de la vertiente andina oriental y en la vertiente occidental de Ecuador, la línea superior de bosques es naturalmente dominada con varias especies de *Polylepis*, arriba de los bosques de neblina conformados por *Weinmannia*, *Oreopanax*, *Clethra* y *Clusia*, entre otros. La transición entre ambos tipos de bosque se encuentra alrededor de 3 500 m., con una zona intermedia de 100-200 m. de diferencia. (Schmidt-Lebuhn 2 005).

Las especies de *Polylepis* en estos hábitats son los árboles ***P. pauta*** (Ecuador-Bolivia), ***P. sericea*** (Venezuela-Bolivia), ***P. lanuginosa***

(Ecuador), *P. multijuga* (Perú), *P. triacontandra* (Bolivia) y *P. lanata* (Bolivia), mientras que la especie parcialmente arbustiva *P. pepeii* forma la línea superior de bosques a 3 800-4 200 m. en el sur de Perú y Bolivia. En hábitats también húmedos, pero usualmente algo menos expuestos a las lluvias de las vertientes andinas, se encuentran bosques de *P. reticulata* (Ecuador), *P. weberbaueri* (Ecuador-Perú), *P. racemosa* (Perú) y *P. incana* (Ecuador-Perú). Esta última especie también se extiende hacia hábitats algo más secos en los valles interandinos, donde además crecen *P. subsericans* (Perú) y las especies bolivianas *P. besseri*, *P. subtusalbida* y *P. pacensis*. (Kessler, 2 005).

En el Ecuador, que no tiene amplias zonas áridas en los altos Andes (Luteyn 1999), la única especie de *Polylepis* adaptada a estos hábitats es *P. microphylla* en las laderas del Volcán Chimborazo (Romoleroux 1996). En el Perú, por el contrario, se encuentran *P. flavipila* y *P. rugulosa* en la vertiente andina occidental y en Bolivia los valles secos están habitados por *P. tomentella*. En el sur de Bolivia y norte de Argentina, los bosques boliviano-tucumanos subtropicales son habitados por *P. crista-galli* en zonas relativamente áridas y *P. neglecta*, *P. australis* y *P. hieronymi* en

zonas más húmedas, donde coexisten con *Alnus acuminata* y *Podocarpus parlatorei*. *Polylepis hieronymi* es única en el género al ser una especie arbórea pionera, que coloniza áreas abiertas y luego es superada por árboles de mayor porte como *Podocarpus* o *Juglans australis*, mientras que *P. australis* es la única especie del género que es decidua en la época invernal. La especie más estrictamente adaptada a condiciones climáticas desfavorables es *P. tarapacana*, que habita la cordillera volcánica occidental altiplánica a altitudes de 3 900 – 4 400 – 5 000 – 5 200 m desde el sur del Perú hasta el sur de Bolivia en regiones con tan solo 100-500 mm. de precipitación media anual. En el Volcán Sajama 6 420 m., esta especie forma la vegetación leñosa más alta del mundo con algunos ejemplares enanos que llegan hasta los 5 200 m. (Kessler, 2006).

La separación ecológica de las especies de *Polylepis* no es perfecta, y en muchas localidades 2 ó 3 especies de *Polylepis* crecen una al lado de otra, aunque frecuentemente con ligeras diferencias ecológicas, por ejemplo. en relación a la disponibilidad de agua en el suelo o a la exposición a la radiación solar. En estos rodales mixtos, la hibridización entre las especies es muy común. (Kessler, 2006).

2.3. Vegetación de los bosques de *Polylepis*

Aunque por definición las diferentes especies de *Polylepis* son los árboles dominantes en los bosques de *Polylepis*, hay un gran número de especies arbóreas y arbustivas asociadas con ellas (Kessler, 1995a). Este número disminuye desde las zonas más bajas y húmedas hacia aquellas más altas y secas. Tal es el caso que *P. tarapacana* en efecto nunca coexiste con otra especie de árbol y solamente con algunos arbustos como *Baccharis* y *Mutisia*. (Kessler, 2005).

En contraste, en los bosques de neblina los árboles de *Polylepis* se encuentran entremezclados con individuos de *Weinmannia*, *Clethra*, *Escallonia*, *Vallea stipularis*, *Citharexylum*, *Clusia* y *Oreopanax* con un sotobosque con numerosas especies de *Miconia*, *Brachyotum*, *Hesperomeles*, *Solanum*, *Saracha*, *Monnina*, *Berberis*, *Escallonia*, *Verbesina*, *Gynoxys*, *Barnadesia* y varias otras *Asteraceae*.

Incluso especies trepadoras, como *Lochroma*, *Salpichroa* o *Mutisia* pueden ser comunes. En los bosques boliviano-tucumanos del

centro y sur de Bolivia, las especies de *Polylepis* se encuentran en zonas relativamente húmedas con *Podocarpus parlatorei*, *Alnus acuminata*, *Juglans australis*, *Azara salicifolia*, *Ilex sp.*, *Fagara coco*, *Prunus tucumanensis* y *Escallonia millegrana*, mientras que en las zonas más áridas crecen junto a *Lithraea ternifolia*, *Sebastiania brasiliensis*, *Myroxylon peruiferum*, *Schinus spp.*, *Myrica pubescens* y *Dunalia brachyacantha*. En los valles aún más secos, bosques de *P. tomentella* se entremezclan con aquellos de *Prosopis*, *Acacia*, *Schinus* y *Echinopsis*. (Schmidt – Lebuhn 2 005).

Además de las especies leñosas mencionadas arriba, los bosques de *Polylepis* albergan un amplio rango de plantas herbáceas. Ese es el caso sobre todo en las zonas semihúmedas a áridas, donde la estructura relativamente abierta de los bosques permite el desarrollo de una densa cubierta herbácea. Ésta está principalmente constituida por pastos de los géneros *Festuca*, *Calamagrostis*, *Stipa*, *Muhlenbergia* y *Agrostis*. Entre éstos, crecen numerosas compuestas de los géneros *Achyrocline*, *Baccharis*, *Belloa*, *Bidens*, *Conyza*, *Eupatorium*, *Gamochaeta*, *Senecio*, *Stevia*, *Verbesina* y *Werneria*. Otras hierbas o pequeños arbustos se

encuentran en los géneros *Asplenium*, *Bartsia*, *Berberis*, *Calceolaria*, *Gentianella*, *Lepidium*, *Oxalis*, *Plantago*, *Polystichum* y *Sisyrinchium*, entre muchos otros. (Kessler, 2 005).

Estas plantas son menos frecuentes en bosques húmedos, densos y oscuros, donde los pastos están casi totalmente ausentes y los helechos (*Polystichum*, *Asplenium*, entre otros) se vuelven relativamente comunes. Hacia condiciones más áridas, por otro lado, la vegetación herbácea se vuelve más abierta por la falta de agua. (Schmidt-Lebuhn 2 005).

Las plantas epífitas son raras en bosques de *Polylepis*, ya que las condiciones frías y áridas de estos bosques son en general perjudiciales para el desarrollo de estas plantas. Además, la corteza de *Polylepis* se desprende fácilmente, lo que dificulta el establecimiento de epífitas.

Solamente algunos bosques muy húmedos, sobre todo aquellos formados por *P. sericea*, *P. pauta* y *P. lanata*, tienen una buena cobertura epífita, constituida por musgos, bromeliáceas y algunos helechos. (Kessler, 2 006).

2.4. Principales Amenazas Actuales y Potenciales

2.4.1. Contexto Antropológico

La belleza de la queñoa, el verdor de sus hojas y la torcedura de sus ramas han acompañado desde siempre a los habitantes de las zonas más altas de América del Sur, dando testimonio con su forma y estructura de las difíciles condiciones de adaptación al inclemente clima altiplánico.

La evidencia arqueológica indica que esta tierra alta fue ocupada por grupos humanos hace más de once mil años. Fueron cazadores recolectores que transitaban por esa zona y que lograron adaptarse a las duras condiciones de las alturas, llegando a crear complejos y eficientes sistemas productivos y de organización social. Con el tiempo, desarrollaron una agricultura intensiva, un manejo adecuado del ganado camélido, métodos de almacenamiento y conservación de alimentos y vegetales, alfarería y textilería. En todas estas actividades el uso de la queñoa, como el único recurso forestal de la zona altoandina, cumplió una función clave. La madera de la queñoa sirvió como materia prima fundamental para realizar construcciones y herramientas; se

utilizó como combustible para combatir el frío y cocinar los alimentos; sus hojas, raíces y corteza, se utilizaron para curar enfermedades y, también, para teñir lana y fabricar mantas de colores. El uso más intensivo que el hombre ha dado a este árbol a lo largo del tiempo es como combustible, ya que, junto a la llareta, son los únicos recursos locales de origen vegetal que brindan buen poder calorífico. El análisis de los restos de fogones, siempre asociados a los lugares de campamentos o viviendas, ha sido utilizado para medir los asentamientos y movilidad de los grupos humanos.

De esta forma, los vestigios de leña de queñoa han sido claves para reconstruir la historia de ocupación humana del vasto territorio centro-sur andino. Se han encontrado trozos de madera de queñoa en santuarios de altura, por lo que la especie también se ha relacionado con las creencias y tradiciones de las culturas originarias. Relatos de la época hispánica mencionan los bosquetes de queñoa como guarida de pumas, animales venerados por los antiguos habitantes del altiplano. Siendo la queñoa el único árbol leñoso que se encontraba en las zonas altiplánicas, por años se utilizó como

material de construcción esencial. Sus troncos se usaron principalmente para soportar techumbres. En ausencia de clavos, las vigas fueron amarradas con tiras de cuero de camélidos para soportar los pesados techos contruidos con barro y paja, hechos así para aislar del frío, la lluvia y la nieve.

Incluso con las limitaciones que presentan las intrincadas formas de sus troncos, la queñoa ha sido utilizada en vigas de la mayoría de las antiguas iglesias y casas del altiplano. Un ejemplo típico lo presenta la iglesia del pueblo de Isluga (Región de Tarapacá), que data del siglo XVII. También existen evidencias de su uso en múltiples construcciones rehispanicas. Se ha encontrado queñoa en los restos de maderas del tambo de Zapahuira las que corresponderían a la techumbre del mismo (Ugarte, 2 004).

Los tambos eran refugios para quienes transitaban por el "camino real Inca", estaban ubicados estratégicamente en las rutas utilizadas para comunicar los territorios del imperio Inca y en ellos se almacenaban alimentos y agua. A partir de la segunda mitad del siglo XX, con la creación de caminos que

permitieron el tránsito de vehículos motorizados, la queñoa comenzó a ser reemplazada por materiales de construcción traídos de las ciudades.

2.4.2. Minería

La madera y la leña de queñoa se han utilizado tanto a nivel doméstico como industrial. En este último ámbito, durante siglos, en la minería inca y luego también en periodos coloniales, cumplió una función relevante en la fundición de metales, por ejemplo el mineral de plata en Potosí, Bolivia. Hasta hoy es un recurso utilizado en la zona de Charcas (Bolivia), donde mantienen la tradición ancestral de fundición a través de los hornos huayrachinas. La forma de fundición se realiza a través de carbón preparado de la madera de la queñoa y carbón de churqui. Ésta se coloca en la parte superior de la huayrachina y se enciende utilizando pasto ichu (pasto que crece a grandes altitudes). Luego se tapa la huayrachina con una vara de queñoa. Cuando el horno está ardiendo se continúa el proceso añadiendo alternadamente capas de carbón y la mezcla del mineral. La duración de la fundición es de aproximadamente ocho horas, tiempo que

dependerá también de las características climáticas (por ejemplo el viento) (Téreygeol y Castro 2 008).

En el siglo XIX se continúa con el uso de la queñoa en la minería local: La mina de cobre de San Bartolo ubicada en el desierto de Atacama, ha tenido una larga trayectoria ya que ha sido utilizada desde periodos prehispánicos, abandonada después de la Conquista, para ser reutilizada en 1 818. La extracción de este mineral (cobre) fue poco trabajoso, ya que se encontraba en estado nativo (en forma charqui o de varilla). Al existir poco combustible para la fundición de este mineral se utilizó el carbón de queñoa, lo que causó la casi total extinción de esta especie en la segunda región (Aldunate del S. et al. 2 007).

El uso intensivo de la queñoa tiene directa relación con el desarrollo minero de la zona altiplánica. En el siglo XVIII la mina de Huantajaya pudo solventar parte de la decadente economía virreinal peruana, la que había caído por el agotamiento de la gran mina de plata de Potosí. Para el funcionamiento de esta y otras faenas mineras,

específicamente para sus hornos de fundición, se requirieron grandes cantidades de leña. Posteriormente, durante la segunda mitad del siglo XIX, el auge de la extracción de salitre atrajo población de distintos puntos del país. Este crecimiento demográfico hizo aumentar la demanda de productos, entre ellos la leña, parte de la cual consistía en queñoa que comercializaban los habitantes de las zonas altas de la región, utilizándola como “moneda de cambio”.

2.4.3. Utensilios y Herramientas

Además de consumir la queñoa como material de construcción y leña, la madera se utilizó para fabricar diversos utensilios decorativos y utilitarios. Las ramas se usaron en la confección de ikebanas y en la elaboración de herramientas para trabajar la cerámica; la raíz se ha utilizado para tallar figuras y confeccionar artesanías. En Bolivia tanto la corteza, como las ramas y las hojas, se utilizan para curtir el cuero de algunos camélidos como las vicuñas y también para el teñido de lanas.

Algunas crónicas y antiguos escritos mencionan la queñoa y su importancia en la vida cotidiana del antiguo habitante

andino. Y aunque hoy, por las labores tan seguidas que se traen en el cerro, no se halla rastro que hubiese tenido arboleda, cuando lo descubrieron le hallaron muy poblado de unos árboles que llaman quinoa, y de su madera se edificaron las primeras casas de este asiento. Un árbol grande, muy bueno para leña y carbón, La resina que se desprende del tronco o de las ramas se mastica tal cual para fortificar el corazón (Girault 1 987).

2.4.4. Uso Medicinal Tradicional

Aparte de estos usos la queñoa es considerada una planta medicinal, con cuyas hojas y corteza se preparan remedios para diferentes enfermedades. Se han realizado diversos estudios para analizar su composición química y entender los beneficios de su consumo, y se ha concluido que es un eficiente antihipertensivo como consecuencia de su actividad diurética.

Sus hojas y corteza son utilizados por los lugareños en medicina tradicional sobre todo para enfermedades infecciosas de vías respiratorias y otras enfermedades como

hipertensión y diabetes. Se ha reportado previamente que la corteza de esta especie está constituida por una compleja mezcla de ácidos triterpénicos (Daud et al. 2 008).

Las hojas o corteza hervida son usadas para tratar enfermedades del pulmón, reumatismo y diabetes. Su corteza se prepara como infusión como remedio para el corazón, tos y "mal de orines". El cocimiento de la madera se usa para baños y compresas contra los dolores reumáticos y artríticos. El carbón de la madera pulverizado se usa contra la diarrea y la disentería.

2.4.5. Estado de Conservación

En la actualidad los pequeños bosques de queñoa que se ubican en territorio peruano se encuentran protegidos por el decreto supremo N° 43-2 006 especies amenazadas de fauna silvestre, que en su artículo 2 prohíbe la extracción colecta, tenencia, transporte y exportación de todos los especímenes productos o subproductos de la especies amenazadas de flora silvestre detalla en los anexos; dentro de las cuales se encuentra a *Polylepis rugulosa* como especie vulnerable,

evidenciándose que las poblaciones de *Polylesis rugulosa* se encuentran reducidas, "Su distribución geográfica se encuentra limitada (menos de 20 000 m².) el tamaño de la población estimada es menos de 10 000 individuos y el análisis cuantitativo muestra que la probabilidad de extinción en estado silvestre es de por lo menos 10 % dentro de 100 años".

2.5. Fijación de bióxido de carbono

Montoya (1 995), afirma que, a través de la fotosíntesis, la vegetación asimila CO₂ atmosférico, forma carbohidratos y gana volumen. Los bosques del mundo capturan y conservan más carbono que cualquier otro ecosistema terrestre y participan con el 90 % del flujo anual de carbono de la atmósfera y de la superficie de a tierra.

Montoya (1 995) y Ordoñez, (1 999), describen que, con el manejo forestal es posible compensar las crecientes emisiones de CO₂ en dos formas.

a) Creando nuevos reservorios de bióxido de carbono.

Restaurando las áreas degradadas por medio de plantaciones y/o regeneración natural, y por la extracción de madera. En ambos casos se pretende almacenar el carbono a través del crecimiento de árboles y, al extraer la madera, convertirla en productos durables. El carbono acumulado se mantendrá durante la vida útil del producto. Al extraer la madera, la regeneración actuará almacenando carbono por el crecimiento. Los sistemas forestales y agroforestales pueden capturar en sus diferentes almacenes de 80 a 350 toneladas de carbono por hectárea.

b) Protección de bosques y suelos. Con la destrucción del bosque se pueden liberar a la atmósfera de 50 a 400 toneladas de carbono por hectárea. Mencionan que "...Mientras la protección de un área forestal puede inducir a la presión de otra, el manejo integrado de recursos enriquecido con esquemas de evaluación de proyectos son requeridos para validar dicha protección..." , no obstante, los aspectos técnicos pierden su efectividad si no participa la población, es decir, tanto los dueños de los recursos como los que consumen los productos derivados del bosque.

2.5.1. El ciclo del carbono

Ordoñez (1 999), menciona que, este ciclo gira especialmente alrededor del bióxido de carbono, ya que constituye la especie química predominante en la atmósfera.

El ciclo funciona básicamente a través de la fotosíntesis, la respiración, las emisiones por quema de combustibles fósiles y fenómenos naturales como las erupciones volcánicas, en la figura 1, se muestra su representación.

A sí mismo afirma que, el ciclo del carbono es el responsable de la cantidad de CO₂ contenido en la atmósfera, ya que es el mecanismo que equilibra las cantidades de carbono presentes en los diferentes reservorios o almacenes de carbono en el planeta. Como consecuencia se establece todo un balance de carbono a través de procesos fijadores/almacenadores de carbono y otros que a su vez lo emiten.

Oliva y García (1 998), afirman que, en los ecosistemas terrestres, la vía más importante del flujo de carbono atmosférico a la vegetación y el suelo es biológica, por medio de la fotosíntesis y la descomposición, respectivamente. Este

flujo involucra muchos procesos interactuantes, los cuales mantienen el equilibrio dinámico del intercambio de gases atmósfera planta suelo (figura 1). Como se mencionó anteriormente, la deforestación puede afectar este equilibrio dinámico de intercambio de gases, por lo que es muy importante conocer cuáles son los mecanismos que lo controlan.

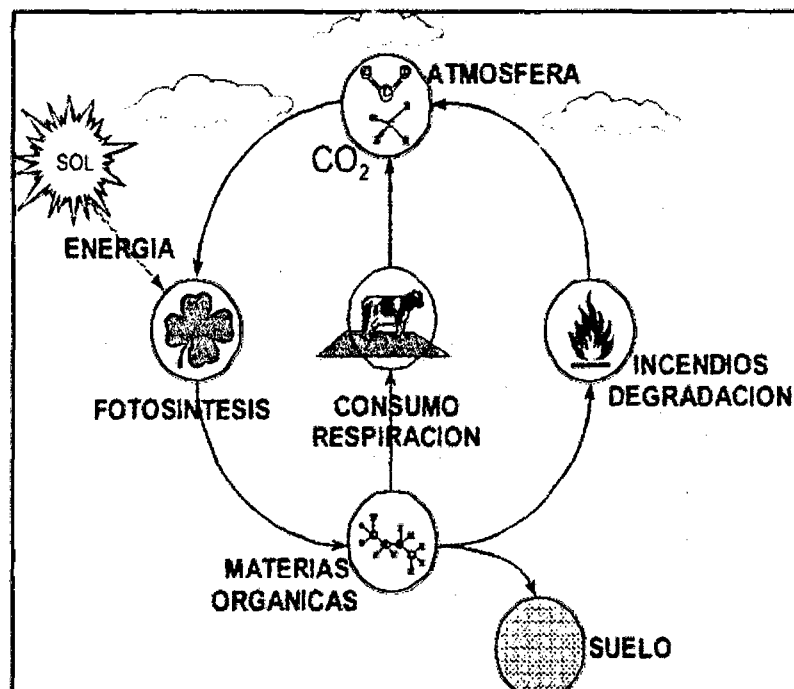


Figura 1. Ciclo del carbono
Fuente Oliva y García-Oliva (1 998)

Oliva y García-Oliva (1 998), mencionan que, la incorporación del C al ciclo biológico se da por medio de la fotosíntesis que produce energía bioquímica para los procesos fisiológicos y de formación de materia biológica (biomasa) a partir del CO₂, energía radiante y nutrientes. El CO₂ es tomado directamente de la atmósfera y su asimilación por la planta es conocida como fotosíntesis gruesa. Pero no todo el CO₂ asimilado es transformado a biomasa, sino que una parte es regresado a la atmósfera por medio de la respiración que se lleva a cabo durante los procesos fisiológicos

Castellanos y col. (1 991), afirman que el carbono fijado por las plantas se transforma en moléculas móviles, que se asignan a las diferentes estructuras de la planta para satisfacer sus demandas fisiológicas y estructurales. Esta asignación determina las rutas por las cuales se dará posteriormente el flujo de C al suelo. Cada especie de planta asignará más o menos C para producir biomasa en la parte aérea o en la parte subterránea. Por ejemplo, la biomasa subterránea en la selva estacional representa entre 40 y 50 % de la biomasa total,

mientras que en el bosque templado y la selva húmeda, la biomasa subterránea representa menos del 15 %.

Oliva y García-Oliva (1998), describen que, la incorporación de C al suelo en los ecosistemas naturales se da por dos vías principales: por el mantillo (capa superficial de materia vegetal) y por la biomasa radicular. La velocidad de la descomposición de este material depende de las poblaciones microbianas del suelo y de las características del material vegetal.

Oliva y García-Oliva (1998), narran que, Cuando el material llega al suelo, primero van a ser descompuestas las formas más sencillas (e.g., carbohidratos) aumentando la actividad microbiana y posteriormente serán degradados los compuestos más complejos con una menor velocidad y actividad microbiana. Esto sugiere que la entrada de C nuevo al mantillo y al suelo es muy importante para mantener activas a las poblaciones microbianas. Esta incorporación de C nuevo es por medio de la vegetación, por lo que la producción y la fenología son otros mecanismos que controlan el flujo de C atmósfera - planta - suelo.

2.5.2. Flujos y almacenes de carbono en ecosistemas forestales

IPCC, (1 995); Lashof y Ahuja, (1990); Mintzer, (1 992) y Dixon y col. (1 994), citan que, el panorama actual del incremento de CO₂ atmosférico y la tendencia a que pueda aumentar más la tasa de emisión neta es desalentador. Sin embargo, afortunadamente es posible reducir dichas emisiones a la atmósfera por medio del ciclo biológico conocido como el ciclo del carbono. Estimar con precisión la dinámica de los flujos netos de carbono entre los bosques y la atmósfera (es decir, el balance emisión-captura) es uno de los problemas abiertos más importantes en la discusión sobre cambio climático.

García-Oliva y Ordóñez (1 999), describen que, esto es resultado, del complejo ciclo biogeoquímico del carbono en los ecosistemas forestales. En efecto los flujos y almacenes de carbono en un ecosistema forestal, donde el follaje, las ramas, las raíces, el tronco, los desechos, los productos y el humus estable son almacenes de carbono, figura (2) mismos que se reincorporarán al ciclo por descomposición y/o quema de la biomasa forestal.

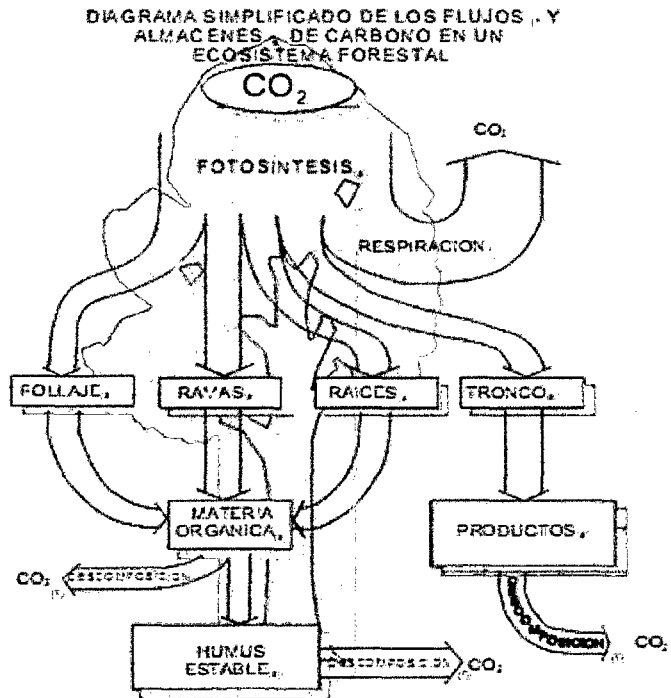


Figura 2. Diagrama Simplificado de los Flujos y Almacenas de Carbono en un Ecosistema Forestal
Fuente. Ordóñez, 1 998

2.5.3. La valoración de los recursos naturales

Scott et al. (1 998), afirma que, los elementos naturales que conforman a un ecosistema (recursos bióticos y abióticos), así como las interacciones que ocurren entre estos procesos ecológicos, constituyen un factor determinante en la formación y establecimiento de cualquier sociedad humana. Cada grupo cultural aprovecha de manera directa como indirecta la gama de funciones ecológicas presentes en su entorno natural

(tomado de Olgúin, 2 001) GEF-UNEP (1 999), cita que, lo que no sólo garantiza su bienestar inmediato, si no que promueve en ellos la creación de una serie de valores al respecto (tomado de Olgúin, 2 001).

Daily (1 997), describe que, La valoración de la naturaleza implica la resolución de temas filosóficos fundamentales respecto al establecimiento de un contexto socio-cultural, la definición de objetivos y de sus preferencias (tomado de Olgúin, 2 001).

Toledo (1 998), menciona que, de esta manera, la caracterización de la biodiversidad y otros servicios en el ambiente no constituye únicamente una propiedad de los sistemas biológicos, sino también de los culturales (tomado de Olgúin, 2 001) Daily (1 997), afirma que, uno de los factores más importantes del deterioro ambiental y pérdida de la biodiversidad actual, ha sido el valor que las sociedades les han asignado a los recursos naturales en términos de su utilidad económica (tomado de Olgúin, 2 001).

Challenger (1998), indica que, de hecho, con la industrialización de las sociedades se consolidó un sistema económico en donde la valoración de los recursos naturales fue subordinada a la producción y consumo masivo de éstos (tomado de Olguín, 2001).

Así mismo describe que, los elementos que han dominado esta visión destacan (tomado de Olguín, 2001):

a) El creer que los recursos naturales son ilimitados. Se refiere a la visión judeocristiana en donde el hombre se considera "amo de la naturaleza". Max Weber (1904), atribuyó esta creencia como base del pensamiento de la economía capitalista (tomado de Olguín, 2001).

b) El perseguir la eficiencia económica sin importar los costos sociales. Este aspecto se relaciona con la eficiencia económica de un proceso de producción. Es decir, se refiere únicamente a los beneficios netos maximizados generados de este proceso, sin distinguir qué personas acumulan los beneficios y por ende

no importa la equidad social (Field, 1 995; tomado de Olgúin, 2 001).

c) El seguir un sistema económico con fallas de mercado. Se refiere a que los costos sociales y ambientales derivados de los procesos de producción no son reflejados en las transacciones monetarias o de mercado (Azqueta, 1994; Belausteguigoitia y soriano, 1 996). Un ejemplo es la calidad ambiental, que por considerarse un bien público y no tener un lugar definido en el mercado, se emplea y degrada sin que por ello exista alguna compensación (Field, 1995; tomado de Olgúin, 2 001).

2.5.4. Bienes y servicios ambientales

Montoya y col.(1 995), indican que desde la celebración de la “Cumbre de la Tierra” en Río de Janeiro (1 992), se enfatizó que a fin de alcanzar la conservación y manejo sostenible de los recursos naturales es necesario generar estructuras internalicen los costos y beneficios de los sistemas de mercado (modificado de Olgúin, 2 001).

Daily y col. (1 996), afirma que en este sentido varios autores han coincidido en incorporar una perspectiva integral económico-ecológica, basada principalmente en los bienes y servicios ambientales (BSA). El reconocimiento de los BSA, además de establecer un valor económico a los beneficios que la naturaleza brinda de forma gratuita, alerta a las sociedades sobre pérdidas de elementos y funciones ecológicas que son sustento de la actividad económica y de su propio bienestar (tomado de Olguín, 2 001)

Constanza y col. (1 997), Scott y col. (1 998), describen que, los BSA son diferentes entre sí, mientras los bienes ambientales son producto de las funciones ecológicas (e. g, alimentos y agua), los servicios son atributos de estas; por ejemplo, ciclaje de nutrientes, formación y retención del suelo, flujo y almacenamiento del agua (tomado de Olguín, 2 001).

Christensen y Franklin (1 997), afirman que, sin embargo ambos dependen de la estructura y diversidad presente en cada ecosistema (tomado de Olguín, 2 001).

Scott et al. (1 998), reafirma que, por lo que la cantidad y calidad de los BSA se pone en peligro al deteriorarse los procesos u otros elementos de base que mantienen las condiciones óptimas de los ecosistemas (tomado de Olgúin, 2 001).

2.5.5. Valor Económico Total

Belausteguigoitia y Soriano (1 996), describen que dependiendo de sí los BSA, son consumidos directamente, de su importancia en el sostenimiento de la vida y de su capacidad para proveer valores éticos y culturales, se han agrupado en 4 clases: valor de uso directo, valor de uso indirecto, valor de opción y valor de existencia Esta clasificación se conoce dentro de la economía ambiental como Valor Económico Total (tomado de Olgúin, 2 001).

2.5.6. Los bosques y el Cambio Climático Global

2.5.6.1. El efecto invernadero

Salati (1 990), determina que, nuestro planeta está rodeado por una delgada capa de gases denominada atmósfera. Esta atmósfera, se compone actualmente por

nitrógeno (78,3 %), oxígeno (21 %), argón (0,3 %), dióxido de carbono (0,03 %) y otros gases en cantidades menores como helio, neón, xenón. Además de estos gases, la atmósfera contiene aerosoles (partículas) en cantidades variables dependiendo de su origen y concentración, y vapor de agua en concentraciones fluctuantes. Este último es responsable de gran parte de los fenómenos meteorológicos.

El efecto invernadero se debe a que ciertos gases en la atmósfera permiten que la mayor parte de la radiación solar incidente penetre hasta la superficie del planeta, mientras que absorben y reemiten parte de la radiación infrarroja que el planeta emite de regreso al espacio exterior. Cuanto mayor es la concentración de los gases de invernadero, menor es la cantidad de radiación infrarroja que el planeta emite libremente al espacio exterior. De esta manera, al aumentar la concentración de gases de invernadero, se incrementa la cantidad de calor atrapado en la atmósfera, dando origen a que se eleve la temperatura superficial del planeta.

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1. Información General de la Zona de Estudio

El presente trabajo se realizó en la Provincia de Tarata, Departamento de Tacna, las queñoas se encuentran ubicadas en los distritos de Susapaya, Estique Pueblo, Tarucachi, Sitajara, Ticaco y Tarata. La Provincia de Tarata está situada a los 3 070 m.s.n.m., al norte del Departamento de Tacna, comprendida entre los 70° 01' y 25" de longitud Oeste y 17° 28' y 30" de latitud Sur, con relación al Meridiano de Greenwich y la Línea Ecuatorial, respectivamente.

3.2. Tipo de Investigación

El presente trabajo de investigación es de tipo básico, que describe una situación en un momento determinado, para lo cual se planteó objetivos en concordancia con las dimensiones establecidas para tal fin.

3.3. Diseño

El diseño es no experimental, es descriptivo, transversal; porque las observaciones se realizaron en condiciones naturales, además los datos fueron recogidos en un solo momento. Se uso como esquema lo siguiente:

M_1	O_1			
		\neq	\neq	\neq
M_2	O_2	$(O_1 = O_2 = O_3 = O_n)$		
		\approx	\approx	\approx
M_3	O_3			
M_n	O_n			

Donde: M_1, M_2, M_3, M_n : Representación de cada una de las muestras.

O_1, O_2, O_3, O_n : Observación recolectadas en cada una de las muestras.

$(O_1, \neq, \neq, =, O_n)$: Indican las comparaciones que se llevan a cabo entre cada una de las muestras pudiendo se estas observaciones iguales ($=$) diferentes (\neq) ó semejantes (\approx) con respecto a la otra. (Charaja, 2 004).

3.4. Método de Muestreo

Se plantearon por cada zona parcelas de 20 x 25 m. (0.1 ha); cada uno fue ubicado al azar en todo el bosque y delimitado con la ayuda de estacas, rafia y brújula.

3.5. Clasificación de las Variables

La variables del estudio según la hipótesis general son:

V.I. Situación actual de los Bosques de Queñoales.

Indicadores

- Densidad poblacional
- Estado de conservación de las especies
- Aprovechamiento económico

V.D. Eficiencia de la captura de CO₂ en el Departamento de Tacna.

Indicadores:

- Ingresos económicos
- Crecimiento población
- Conservación y protección de los bosques de queñoales.

3.5.1. Variables Según Hipótesis Específicas

Los bosques de Queñoales albergan una gran biodiversidad de importancia para el desarrollo sostenible dentro de las comunidades aledañas en el Departamento de Tacna.

V.I. Biodiversidad de los bosques de Queñoales.

V.D. Desarrollo Sostenible de las comunidades dentro del Departamento de Tacna.

Los bosques de Queñoales alberga una importante flora etnobotánica para los pobladores en el Departamento de Tacna.

V.I. Los bosques de Queñoales.

V.D. Importancia etnobotánica.

Los bosques de Queñoales está en un estado avanzado de deforestación.

V.I. Estado avanzado de deforestación

V.D. Los bosques de Queñoales.

3.6. Operacionalización de Variables

MATRIZ DE INDICADORES		
VARIABLE	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Estado actual de los Bosques de Queñoales 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Poblaciones de árboles del genero Polylepis confinadas en los andes de gran utilidad para la sobre vivencia de los campesinos. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Aprovechamiento medicinal ▪ Agroforestación ▪ Ecología ▪ Hábitat ▪ Cobertura vegetal ▪ Usos etnobotánicos ▪ Construcción de viviendas ▪ Distribución altitudinal ▪ Aprovechamiento económico
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Eficiencia de captura de CO₂ 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Uso racional del genero Polylepis conservándolos durante el tiempo para que sean captadores de CO₂ en el Departamento de Tacna 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Crecimiento poblacional ▪ Conservación de los bosques ▪ Actividades económicas

3.7. Definiciones de Términos

3.7.1 Estado actual de los bosques de polylepis

Actualmente están a altitudes por encima de los (3 000-3 500 m), la vegetación de los Andes centrales está dominada por zonas agrícolas, pastizales y zonas arbustivas. Los árboles son escasos y están mayormente representados por especies introducidas de los géneros Eucalyptus y Pinus. Los bosques naturales son aún más raros y están comúnmente restringidos

a localidades especiales, como laderas rocosas o quebradas.
(KESSLER, 2 006).

3.7.2. Carbono almacenado

Se refiere al carbono que está acumulado en determinado ecosistema vegetal (MAGFOR, 2 005).

3.7.3. Dióxido de carbono

Es un gas de efecto de invernadero provocado por el hombre y el segundo mayor responsable del efecto invernadero; Este gas está naturalmente presente en la atmosfera y está formado por dos moléculas de oxígeno y por una molécula de carbono (Rapidel, et al., 1 999; citado por MAGFOR, 2 005).

3.8. Técnicas de Recolección de Datos

3.8.1. Estructura y densidad poblacional

3.8.1.1. Forma y delimitación de las parcelas

Se establecieron por cada zona 1 parcelas de 25 x 20 m. (0,1 ha.); cada uno fue ubicado al azar en todo el bosque y delimitado con la ayuda de estacas, rafia y brújula.

Dentro de estas parcelas se tomaron datos para la determinación de la estructura y densidad poblacional. (MINISTERIO DE AGRICULTURA. Lima. 2 004).

3.8.1.2. Densidad poblacional.

Se procedió al conteo de todos los individuos dentro de cada parcela, así como su ubicación exacta mediante un GPS. (MINISTERIO DE AGRICULTURA. Lima. 2 004).

3.8.1.3. Estructura poblacional

Dentro de las parcelas se hizo una sub parcelas de 0,05 ha para el conteo de brinzales y latizales. (MINISTERIO DE AGRICULTURA. Lima. 2 004).

3.8.1.3.1. Diámetro del árbol

Se midió con una cinta diamétrica el DAP (diámetro a la altura del pecho), a todos los individuos arbóreos con un diámetro mayor o igual a 0,05 m.; medidos a 3 m. de altura siempre en dirección a la pendiente y del lado más cercano al suelo. (MINISTERIO DE AGRICULTURA. Lima. 2 004).

3.8.1.3.2. Altura del árbol.

Para obtener la altura de los árboles; se realizó la estimación directa. Con la ayuda de una cinta metálica; Para el tratamiento de estos datos posteriores. (MINISTERIO DE AGRICULTURA. Lima. 2 004).

3.8.1.3.3. Cuento de Brinzales y Latizales

Para determinar la regeneración natural del bosque se realizó un conteo general de todos los brinzales de Polylepis clasificándolos en un rango de 0 a 30 cm.; y los latizales en un rango de 30 cm. a 1 m. (Gobierno Regional de Tacna 2 009).

3.8.2. Composición florística

3.8.2.1. Flora acompañante.

La recolección de muestras botánicas se efectuó tanto dentro como fuera de las parcelas, teniendo como límite el bosque. Se colectaron 2 ejemplares en estado fértil (flores, frutos) de todas las especies; con la ayuda de una tijera de podar, luego se procedió a etiquetarla y finalmente llevarlas a unas bolsas debidamente rotuladas. Las flores y frutos se recolectaron en

envases de plásticos de rollos de fotografía en el cual se hizo una cama en donde se puso la flor y el fruto. (MINISTERIO DE AGRICULTURA. Lima. 2 004).

3.8.3. Impactos del bosque

3.8.3.1. Amenazas

Para determinar las amenazas y el estado físico se considerara los parámetros: factores antrópicos. No Intervenido (Buen estado físico, hojas vigorosas y no presentan impacto antrópicos), Semi Intervenido (ligeramente dañadas, hay pocas hojas secas), e Intervenido (Quebradas, rotas, secas, quemadas y muertas). (Gobierno Regional de Tacna 2 009).

3.8.4. Metodología para estimación de la concentración de carbono en la biomasa aérea de los árboles:

3.8.4.1. Biomasa Aérea

Para árboles:

Con los individuos seleccionados al azar se prosiguió de la siguiente manera:

1. Se midió el diámetro a la altura del pecho (DAP) con una cinta métrica:
2. Se midió la altura total en metros de cada individuo.
3. Se Calculó el volumen de los árboles:
4. Se convirtieron los diámetros a metros y se aplicó la siguiente fórmula:

$$V = AB H Cf \dots\dots [1]$$

$$AB = \pi/4 D^2 \dots\dots [2]$$

Dónde:

V = Volumen en m³

AB = Área basal en m²

$\pi/4$ = Constante 0,7853

D = Diámetro a la altura del pecho en m.

H = Altura en metros

Cf = Coeficiencia con forma (0,5)

5. Para la Estimación de la concentración de carbono en la biomasa de los árboles:

5.1 Se calculó la biomasa multiplicando el volumen en m³ de cada individuo por el valor de la densidad de la madera.

5.2 Se calculó el contenido de carbono almacenado en la biomasa aérea de los árboles (materia seca por unidad de superficie contenida en el tronco de los árboles), multiplicando la biomasa encontrada por el factor de contenido de carbono (0,45).

5.3. El CO₂ capturado se determinó a partir del factor de conversión 3,66; es decir el Carbono obtenido multiplicado por 3,66. (Técnicas de Monitoreo y Evaluación de Impacto Ambiental, Dr. Antero Vásquez García, Tumbes. 2010)

3.9. Procesamiento y Análisis de Datos

El análisis de información se efectuó en dos momentos: Primero, a partir de los datos obtenidos de la medición *Polylepis rugulosa* se elaboró una base de datos a la cual se realizó el control de calidad antes de procesar la información. El análisis de datos se realizó mediante la aplicación del programa Stata v. 9,0 para Windows (StataCorp LP, Collage Station, Texas, United Status of America).

Segundo, se realizó un análisis descriptivo, donde se calcularon medidas de tendencia central (media aritmética y desviación Estándar) para las mediciones realizadas. Para contrastar y

verificar las hipótesis estadística, con relación a la comparación de las mediciones de la altura del árbol, DAP se utilizó el modelo de análisis de varianza de ANOVA, considerándose para todos los casos una confiabilidad de 99,9 % ($p < 0,01$).

En la presentación de resultados, se utilizó cuadros y gráficos de Caja y líneas, gráficos de intervalo de confianza a fin de poner en evidencia la respuesta al problema.

CAPÍTULO IV
RESULTADOS

Estructura Poblacional

Tabla 1.

Promedio de la altura (en metros) de los árboles de *Polylepis rugulosa* (queñoa) Provincia de Tarata, 2012-2013

Distrito	Zona	Altura del arbusto (metros)				Prueba t	Valor p
		N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media		
Estique	Talabaya Cerro Paquercara	6	1,10	1,28	0,52	2,105	0,089
Sitajara Challaguaya	Cerro Chuñave y huarahuarani	57	1,26	0,78	0,10	12,247	0,000
Susapaya	Cerro Taipesarca	32	1,62	0,50	0,09	18,127	0,000
	Cerro Tancan	49	2,43	0,62	0,09	27,305	0,000
	Cerro Timilla Apacheta	133	1,25	0,54	0,05	26,584	0,000
	Cerro Yocata	16	1,62	0,64	0,16	10,150	0,000
Tarata	Queñoaplaza	11	1,30	0,71	0,21	6,113	0,000
Tarucachi	Quebrada Nuñamayane y cerro Yaurimojo	82	1,29	0,52	0,06	22,716	0,000
Ticaco	Chujovilque	45	1,37	0,63	0,09	14,656	0,000

Fuente: Ficha de recolección de datos

En el tabla 1. Se resalta que los arbustos de *Polylepis rugulosa* de Talabaya cerro Paquercara correspondiente al distrito de Estique tienen

alturas en promedio casi similares a 1,10 m. dado que, presentan una baja variabilidad y que entre los arbustos medidos no se observó diferencia estadística significativa ($P > 0,05$). A diferencia de lo observado en los demás distritos tales como Sitajara Challaguaya, Susapaya, Tarata, Tarucachi y Ticaco que presentaron diferencias estadísticas significativas en el promedio de la altura ($P < 0,05$); lo cual indica que la altura de los arbustos de *Polylepis* son heterogéneos en la mayoría de distritos anteriormente señalados.

Cabe destacar que la Provincia de Tarata es una región muy irregular y las condiciones de *Polylepis rugulosa* en relación a la altura cambian ya que en alguna de ellas solo se encontraron hasta 6 individuos y de ellos solo se encontraron latizales y brinzales siendo de menor tamaño a otras y en otras 133 encontramos brinzales, latizales y adultos siendo estos valores muy variables y se denotan en los estadísticos y es por tal motivo los resultados.

Tabla 2.

Análisis de varianza (Anova) de la altura del árbol de *Polylepis rugulosa* (queñoa) Provincia Tarata, 2012-2013

ANOVA de un factor de la ALTURA DEL ÁRBOL					
	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	58,874	8	7,359	19,672	0,000
Intra-grupos	158,617	424	0,374		
Total	217,491	432			

Fuente: Ficha de recolección de datos

Mediante la prueba de Análisis de Varianza de ANOVA se determinó que si existe diferencia significativa entre los promedios de altura en metros en la Provincia de Tarata en sus distritos estudiados. Para ello se tomó los siguientes criterios:

Regla de decisión: A un nivel de confiabilidad igual a 0,01 con 3 y 416 Grados Libertad, el valor crítico de F a partir de la tabla G (Bioestadística de Wayne W. Daniel) es 3,78. La regla de decisión, entonces, es rechazar H_0 si el valor calculado de R.V. (F) es mayor o igual a 3,78.

Decisión estadística: Debido a que el valor calculado para F , 19,672 es mayor que el valor crítico F , 3,78, se rechaza H_0 (Hipótesis de nulidad).

Conclusión: Ya que se rechaza H_0 se concluye que existe diferencia significativa entre los promedios de altura de los árboles en las zonas (cerros) de los distritos muestreados en la Provincia Tarata. Entonces, estos resultados evidencian que hay variabilidad significativa en la altura de los árboles muestreados ya que en muchos de ellos se encontraron brinzales y latizales y en menor cantidad individuos adultos.

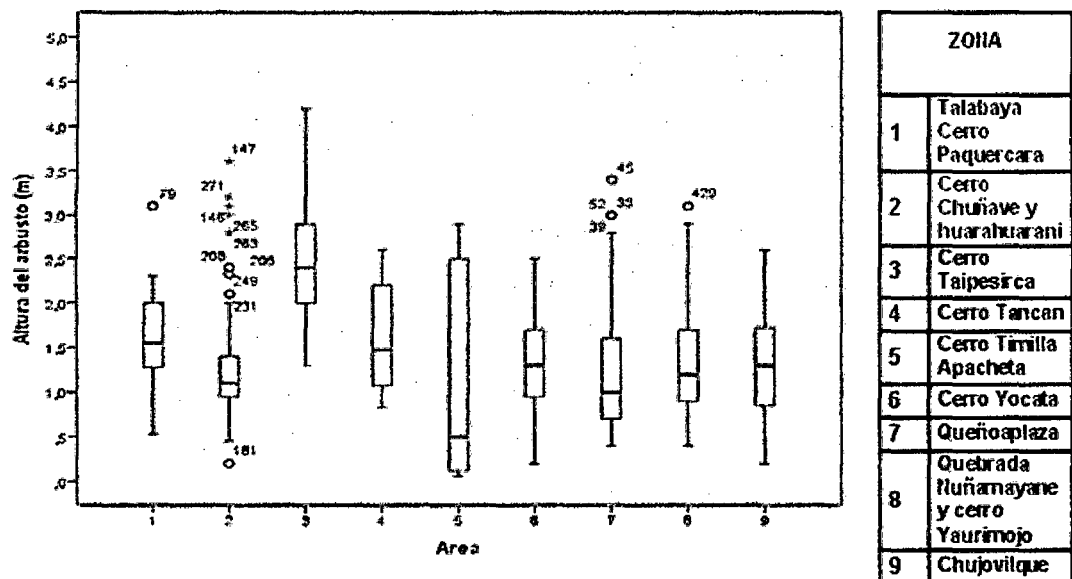


Figura 3. Promedio de altura del árbol (en metros) de *Polylepis rugulosa* por zona, prov. tarata 2012-2013 en metros

Fuente: Ficha de recolección de datos

En la figura 3, por diagrama de cajas, con datos de la tabla 1, mostramos que el promedio de altura del árbol (*Polylepis rugulosa*), no es similar entre las zonas (cerros) de los Distritos de Tarata; se resalta que el Cerro Taipesisirca es mayor que en las zonas muestreadas y a su vez en la zona del Cerro Timilla Apacheta tiene una menor diferencia con respecto a los demás distritos. Evidenciándose que existe diferencia significativa entre las zonas muestreadas.

Tabla 3

Promedio del diámetro a la altura del pecho (DAP) en metros de los árboles de *Polylepis rugulosa* (queñoa) Provincia de Tarata, 2012-2013.

Distrito	Zona	Diámetro de Altura de Pecho (DAP) en metros				Prueba t	Valor p
		N	Media	Desviación típ.	Error típ. de la media		
Estique	Talabaya Cerro Paquercara	6	0,193	0,212	0,087	2,231	0,076
Sitajara Challaguaya	Cerro Chuñave y huarahuarani	58	0,135	0,235	0,031	4,376	0,000
Susapaya	Cerro Taipisirca	32	0,363	0,267	0,047	7,671	0,000
	Cerro Tancan	49	0,802	0,309	0,044	18,156	0,000
	Cerro Timilla Apacheta	134	0,165	0,272	0,024	7,025	0,000
	Cerro Yocata	16	0,475	0,488	0,122	3,895	0,001
Tarata	Queñoaplaza	10	0,350	0,331	0,105	3,346	0,009
Tarucachi	Quebrada Nuñamayane y cerro Yaurimojo	81	0,303	0,500	0,056	5,445	0,000
Ticaco	Chujovilque	45	0,258	0,554	0,083	3,118	0,003

Fuente: Ficha de recolección de datos

En el tabla 3 se evidencia que en Talabaya cerro Paquercara del distrito de Estique tienen un promedio similar de 0,93 m. presentando una baja variabilidad no observándose diferencia, estadística significativa ($P > 0,05$). A diferencia de lo observado en los demás distritos tales como Sitajara Challaguaya, Susapaya, Tarata, Tarucachi y Ticaco que presentaron diferencias estadísticas significativas en el Diámetro a la

Altura del Pecho (DAP) porque ($P < 0,05$); lo cual indica que los arbustos de *Polylepis rugulosa* son heterogéneos en la mayoría de distritos anteriormente señalados.

Estos resultados son normales ya que como se dijo anteriormente la Provincia de Tarata es muy irregular y los datos obtenidos son una muestra de ellos ya que la mayoría de los individuos muestreados son brinzales y latizales y no se pueden medir el DAP por tal motivo es la razón de nuestros resultados obtenidos ya que para poder medirlos tienen que ser adultos mayores a 1,5 m

Tabla 4.

Análisis de varianza (Anova) del diámetro a la altura del pecho de *Polylepis rugulosa* (queñoa) Provincia Tarata, 2012-2013

ANOVA de un factor DAP					
	Suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	17,159	8	2,145	15,580	0,000
Intra-grupos	58,098	422	0,138		
Total	75,257	430			

Fuente: Ficha de recolección de datos

Al igual que la diferencia de la altura del árbol, en el caso del Diámetro la Altura de Pecho se evidenció mediante la prueba de Análisis de Varianza de ANOVA que existe diferencia significativa entre los promedios m. de los Distritos de Tarata. Para ello se tomó los siguientes criterios:

Regla de decisión: A un nivel de confiabilidad igual a 0,01 con 3 y 416 Grados Libertad, el valor crítico de F a partir de la tabla G (Bioestadística de Wayne W. Daniel) es 3,78. La regla de decisión, entonces, es rechazar H_0 si el valor calculado de R.V. (F) es mayor o igual a 3,78.

Decisión estadística: Debido a que el valor calculado para F , 15,580, es mayor que el valor crítico F , 3,78, se rechaza H_0 (Hipótesis de

nulidad) y se acepta la H_1 (Hipótesis alternativa).

Conclusión: Ya que se aceptó H_1 se concluye que existe diferencia significativa entre los promedios del Diámetro a la Altura del Pecho (DAP) de las unidades muestrales en las diferentes Distritos de Tarata. Sin embargo, esta variabilidad se debe a que en algunas zonas hay en mayor proporción brinzales y latizales.

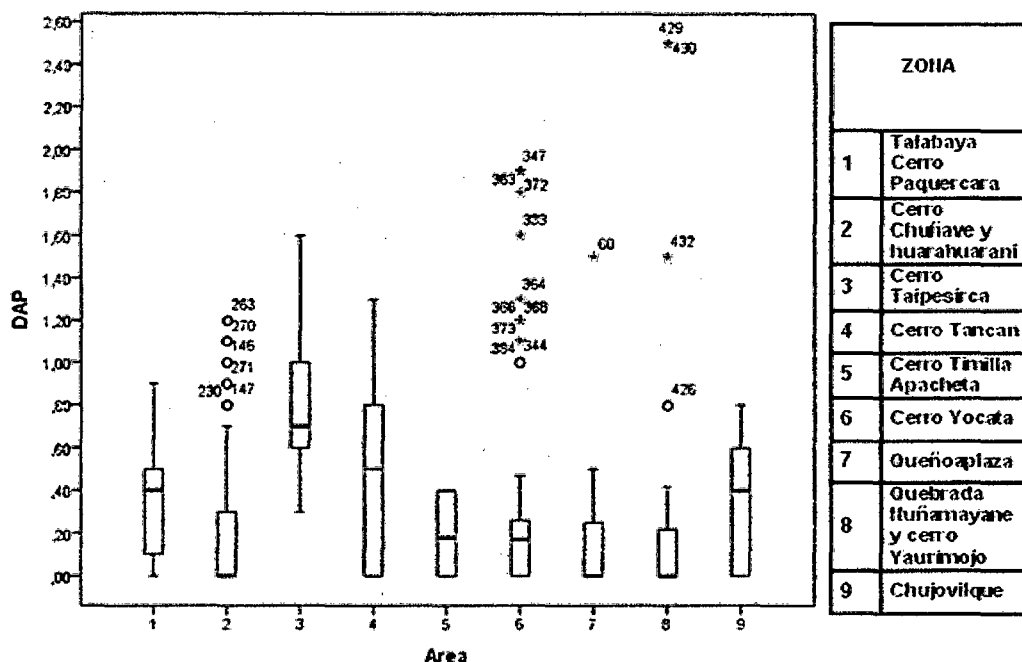


Figura 4. Promedio del diámetro a la altura (metros) del pecho (DAP) de *Polylepis rugulosa* por zona, Prov. Tarata 2012-2013

Fuente: Ficha de recolección de datos

En la figura 4, por diagrama de cajas, con datos de la tabla 3, se evidencio variabilidad significativa entre los diferentes individuos en el distritos de Tarata. Esto se debe a que los individuos para poder medirlos tienen que ser latizales o adultos con una altura mayor a 1,51 m. por debajo de esa altura es imposible medir el DAP, la mayoría de individuos muestreados en la Provincia son brinzales y latizales no pudiéndose medir y es por es la dispersión que se observa en el grafico.

Tabla 5.

Promedio de la regeneración natural de *Polylepis rugulosa* en la Provincia de Tarata 2012-2013

Regeneración natural	Nº individuos	%
Brinzales	87	37,6%
Latizales	116	50,2%
Adultos	28	12,2%
Total	231	100,0%

Fuente: Ficha de recolección de datos

En la tabla 5, Se evidencia que la provincia de Tarata hay predominancia de latizales con 116 individuos (50,2%) seguida de los brinzales con 87 individuos (37,6%) y que en menor cantidad los individuos adultos con 28 individuos (12,2%). Como se observaron los bosques de *Polylepis* en la Provincia de Tarata es muy vulnerable ya que sus poblaciones son jóvenes y pueden perecer con el tiempo, con respecto a los adultos que están en menor proporción y son los reproductores.

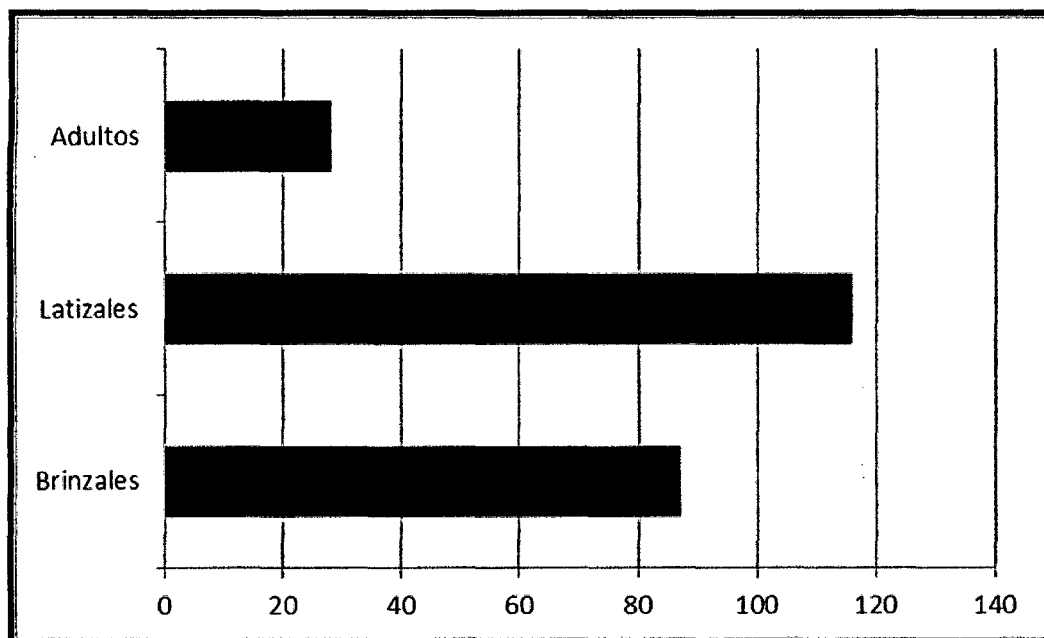


Figura 5. Promedio de la regeneración natural de *Polylepis rugulosa* en la Provincia de Tarata 2012-2013

Fuente: Ficha de recolección de datos

En la figura 5, Se observa que en la provincia de Tarata predominan los latizales; es decir individuos juveniles y muy parecidos con los brinzales que son nuevos individuos, los individuos adultos están menor proporción siendo estos bosques muy probables a desaparecer en el tiempo.

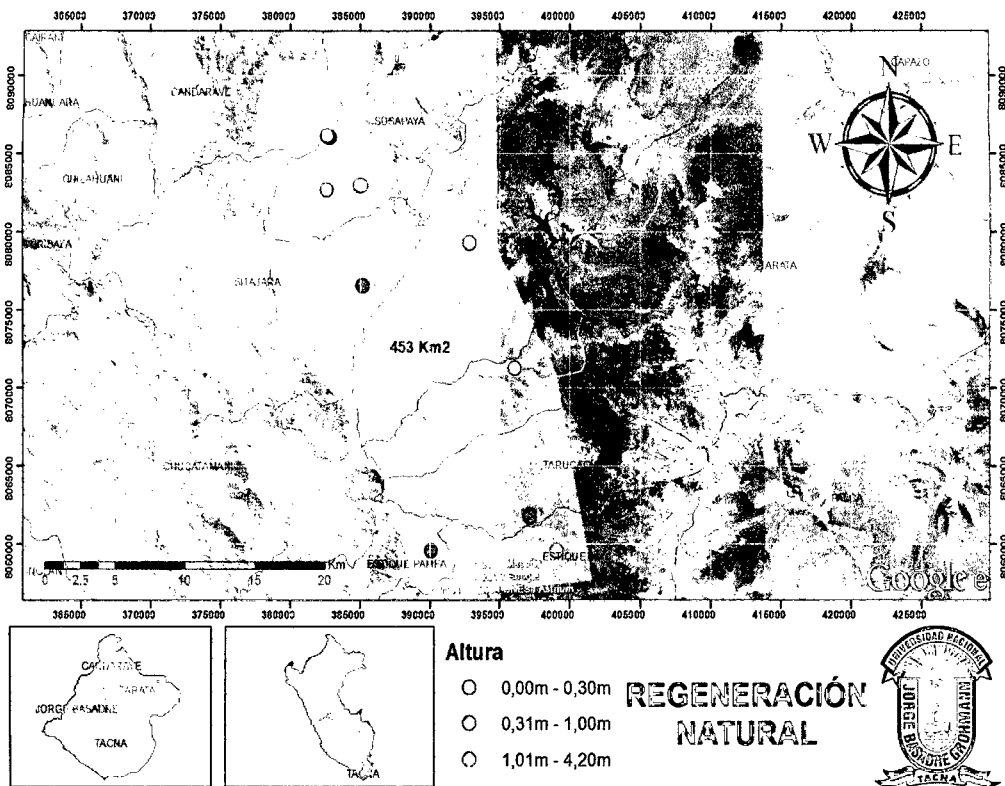


Figura 6. Georeferenciación de la regeneración natural de *Polylepis rugulosa* en la Provincia de Tarata 2012-2013

Fuente: Ficha de recolección de datos

En la figura 6 y gracias al Sistemas de Información Geográfica (SIG) evidenciamos in situ la regeneración natural donde observamos que latizales (color azul) son los que predominan en la Provincia de Tarata seguida de los brinzales (color crema) y en menor porcentaje están los adultos (rojo), datos normales para un ecosistema como el que se ha trabajado.

Tabla 6

Promedio de la regeneración natural de *Polylepis rugulosa* por zona en la Provincia de Tarata 2012-2013

Distrito	Zona	Brinzales		Latizales		Adultos		Total	
		Nº ind.	% Brinzales	Nº ind.	% Latizal	Nº ind	% Adultos	Nº ind	%
Estique	Talabaya Cerro Paquercara	0	0,00	3	1,31	0	0,00	3	1,31
Sitajara Challaguaya	Cerro Chuñave y huarahuarani	17	7,42	5	2,18	1	0,44	23	10,04
Suspaya	Cerro Yocata	0	0,00	8	3,49	2	0,87	10	4,37
	Cerro Timilla Apacheta	18	7,86	28	12,23	2	0,87	48	20,96
	Cerro Tancan	2	0,87	36	15,72	11	4,80	49	21,40
	Cerro Taipésirca	8	3,49	18	7,86	0	0,00	26	11,35
Tarata	Queñoaplaza	0	0,00	6	2,62	0	0,00	6	2,62
Tarucachi	Quebrada Nuñamayane y cerro Yaurimojo	27	11,79	8	3,49	9	3,93	44	19,21
Ticaco	Chujovilque	15	6,55	4	1,75	3	1,31	22	9,61
Total		87	37,99	116	50,66	28	12,23	231	100,87

Fuente: Ficha de recolección de datos

En la siguiente tabla se denotan los resultados por zonas de las diferentes zonas de la Provincia de Tarata en donde observa que la zona Talabaya Cerro Paquercara es la que no se observó brinzales ni adultos solo se evidencio 3 latizales, seguida de la zona Queñoaplaza que al igual al

anterior no se evidenciaron latizales ni brinzales solo 6 individuos adultos; a diferencia del cerro Tancan donde se observó 2 brinzales, 36 latizales y 11 adultos que fue la zona que tuvo mayor predominancia sobre las otras junto con la zona Cerro Timilla Apacheta en donde se denotaron 18 brinzales y 28 latizales y 2 adultos.

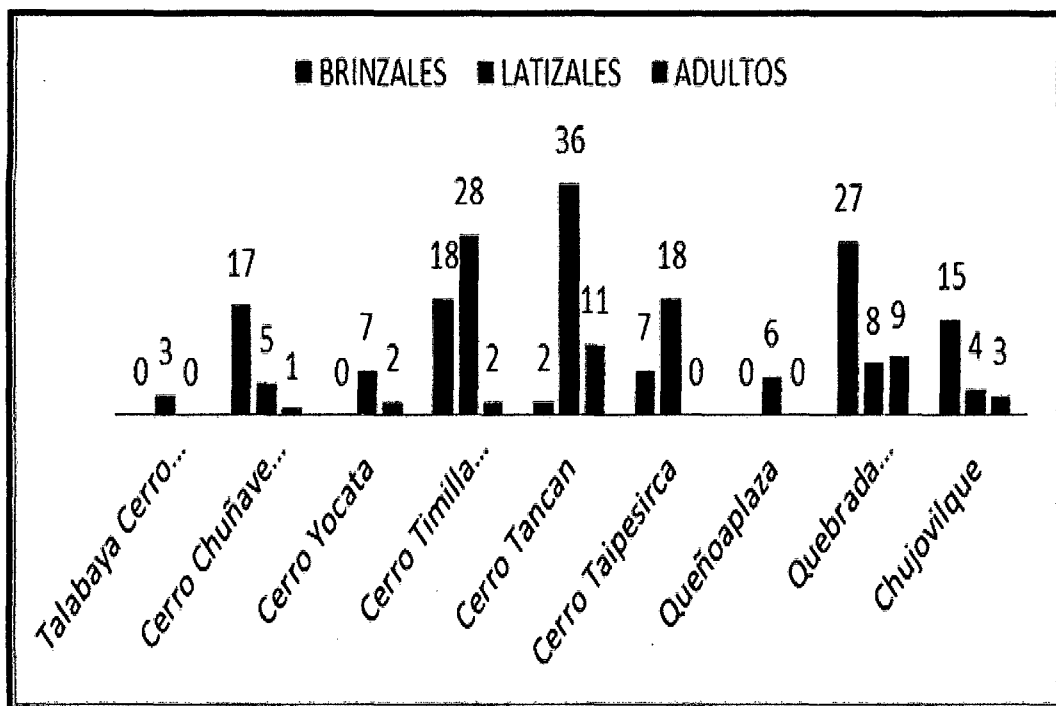


Figura 7. Promedio de la regeneración natural de *Polylepis rugulosa* por zona en la Provincia de Tarata 2012-2013

Fuente: Ficha de recolección de datos

En la figura 7, Se observa que las zonas muestreadas de la Provincia de Tarata es muy variable respecto a la regeneración natural del bosque; en la zona del Cerro Talabaya solo hay tres latizales muy parecido al Queñoaplaza con 6 latizales no habiendo ni brinzales, ni adultos; si comparamos otras zonas como el cerro Tancan evidenciamos una mayor predominancia con 36 latizales, 11 adultos y 2 brinzales muy similar a la zona de Timilla con 18 brinzales 28 latizales y 2 adultos.

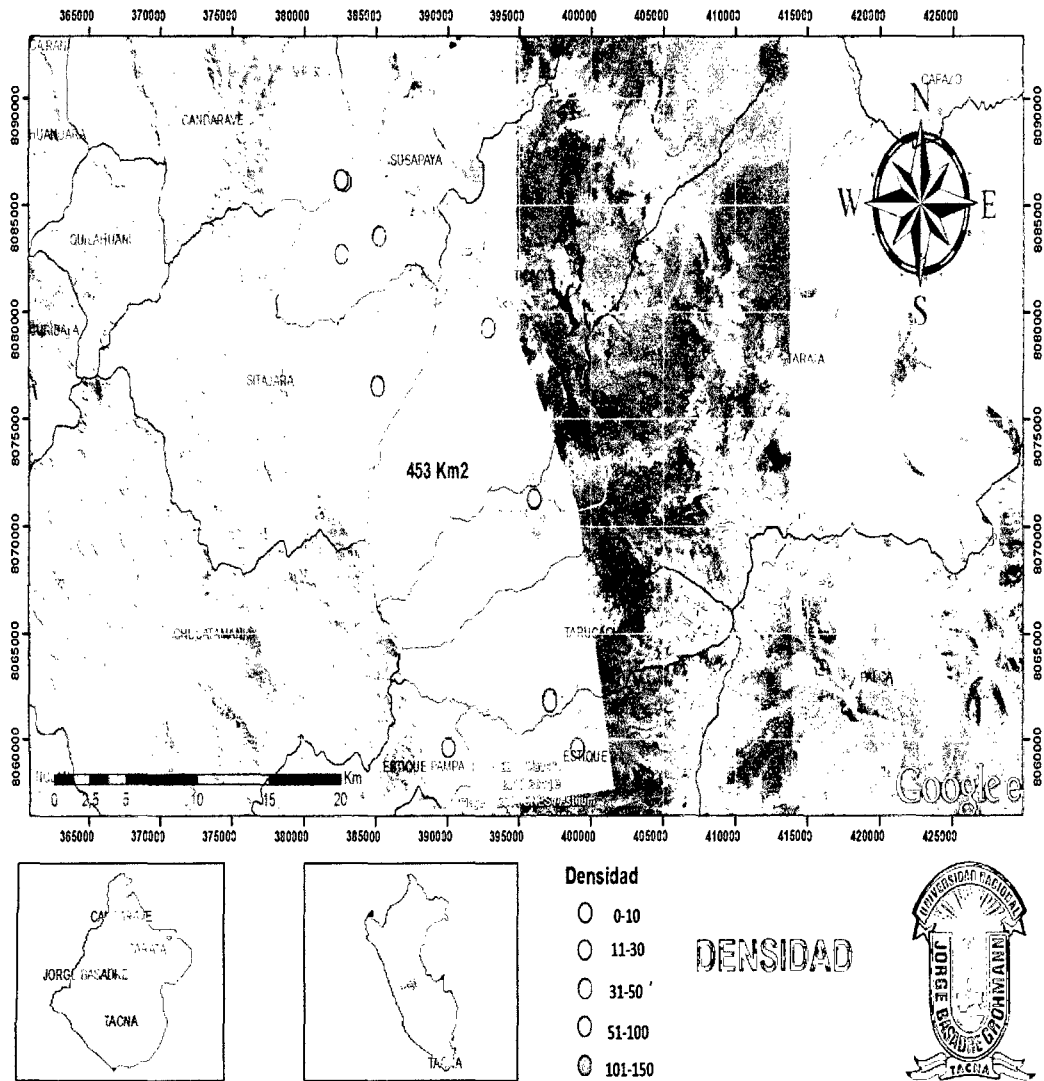


Figura 8. Densidad poblacional del bosque de *Polylepis rugulosa* en la Provincia de Tarata 2012-2013

Fuente: Ficha de recolección de datos

El área muestreada en la Provincia de Tarata Departamento de Tacna fue de 453 km²

Las densidades poblacionales para *Polylepis rugulosa* son variables por cada zona en la Provincia de Tarata; como evidenciamos en el gráfico los distritos que tuvieron mayor densidad son Tarucachi (color lila) con densidad poblacional con 2,48 Ind/ha, seguida muy cerca de Sitajara (color lila) con 2,47 Ind/ha y Susapaya (color azul) con 2,3 Ind /ha; mientras los distritos que tuvieron menor densidad población son Tarata (color crema) con una densidad de 0,53 Ind /ha y Estique (color crema) con 0,28 Ind / ha.

Tabla 7

Flora acompañante de los bosques de *Polylepis rugulosa* en la Provincia de Tarata 2012-2013

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMÚN	Talabaya Cerro Paquercara	Cerro Chuñave y huarahuarani	Cerro Taipiesirca	Cerro Tancan	Cerro Timilla Apacheta	Cerro Yocata	Queñoaplaza	Quebrada Nuñamayane y cerro Yaurimojo	Chujovilque
Apiaceae	<i>Azorella compacta</i>	Yareta	X	X	X	X	X	X	X		X
Asteraceae	<i>Baccharis tricuneata</i>	Tola	X	X		X	X	X	X	X	X
	<i>Baccharis boliviensis</i>	Tolilla							X		
	<i>Chersodoma jodopapa</i>	Tola blanca		X					X		
	<i>Chuquiraga rotundifolia</i>	Guishuara								X	
	<i>Parastrephia quadrangularis</i>	Tola	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	<i>Senecio nutans</i>	Chachacomo					X		X		
	<i>Raoulia rubra</i>								X		
Asteraceae	<i>Werneria sp</i>				X						
Caryophyllaceae	<i>Opuntia ignescens</i>	Pulla-pulla	X	X		X			X		X
	<i>Opuntia soehrensii</i>	Airampo		X		X					
	<i>Pycnophyllum molle</i>		X	X	X	X		X	X	X	X
Ephedraceae	<i>Ephedra sp</i>	Pinko pinko								X	
Fabaceae	<i>Adesmia spinosissima</i>	Kanlla hembra	X	X			X		X	X	
Malvaceae	<i>Nototriche sp</i>			X							
Poaceae	<i>Stipa ichu</i>	Ichu	X			X	X	X	X		X
	<i>Festuca orthophylla</i>		X	X	X	X	X	X	X	X	X
Rosaceae	<i>Tetraglochin cristatum</i>		X							X	
Scrophulariaceae	<i>Barstisia sp</i>		X								
Valerianaceae	<i>Valeriana nivalis</i>							X			

Fuente: Ficha de recolección de datos

La flora acompañante de los bosque de *Polylepis rugulosa* en la provincia de Tarata se evidencian la múltiple interrelación de especies que están en peligro de extinción y conviven con *Polylepis* ya que este le ayuda a conseguir las condiciones adecuadas de vida; entre las especies de mayor relevancia y en pepligro de extinción que se encontraron en las diferentes distritos están *Azorella compacta*, *Baccharis tricuneata*, *Parastrephia quadrangularis*, *Pycnophyllum molle*, *Stipa ichu* y *Festuca orthophylla*; especies que se encontraron en todos los distritos y zonas de estudio, especies que tienen una importancia ambiental y social ya que estas tienen propiedades etnobotánicas importantes para esta zona altoandina.

Se evidenciaron también algunas especies que solo eran endémicas para algunas zonas como son el caso de *Baccharis boliviensis* que solo se encontró en el distrito de Queñoaplaaza; *Chuquiraga rotundifolia* en el distrito de Quebrada Nuñamayane y cerro Yaurimojo y *Barstisia sp*, *Valeriana nivalis* que se encontraron en el distrito de Cerro Yocata.

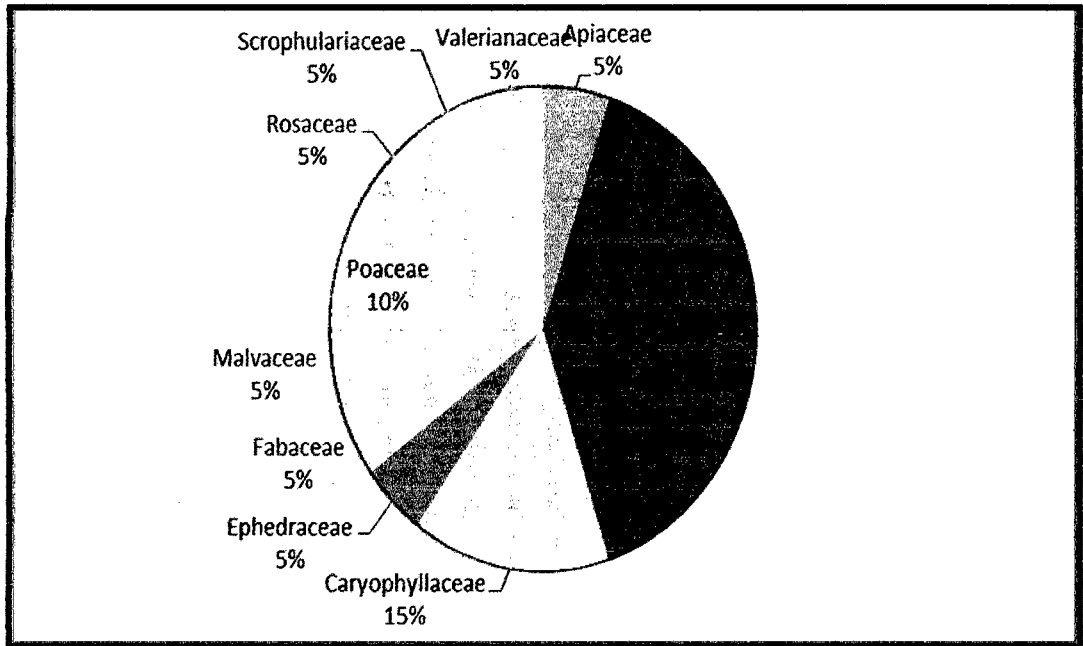


Figura 9. Flora acompañante de los bosque de *Polylepis rugulosa* en la Provincia de Tarata 2012-2013

Fuente: Ficha de recolección de datos

De acuerdo a la tabla 7 evidenciamos un total de 20 especies distribuidas en 10 familias. Las familias con mayor riqueza de especies fueron: Asteraceae y Caryophyllaceae con 40 y 15% de especies respectivamente, y en un 5% las demás familias, en los diferentes bosques de *Polylepis* de la Provincia de Tarata.

Tabla 8.

Estado actual de las influencias antrópicas de los bosque de *Polylepis rugulosa* en la Provincia de Tarata 2012-2013

Influencias antrópicas	Nº individuos	%
Intacta	403	93,3%
Semi intervenida	22	5,3%
Intervenida	6	1,4%
Total	431	100,0%

Fuente: Ficha de recolección de datos

En la tabla 8, Se expresa el porcentaje del análisis descriptivo de la Influencia Antrópicas encontrada en la Provincia de Tarata; la mayoría de los unidades muestréales se encuentra categorizada como intacta teniendo un porcentaje de 93,3%, uno de los motivos de encontrar en mayor proporción la población de Queñoas intactas es que se observo que es un bosque joven es decir se encuentran en mayor cantidad Brinzales y Latizales; ya que para que sean intervenidas la mayoría tendrían que ser adultas, esto para obtener beneficios (leña, carbón) por los pobladores aledaños.

Los porcentajes de la influencia antrópica semi intervenida y la intervenida sumadas nos dan un porcentaje de 6,7%, esto está en relación con los individuos adultos que existen en los bosques de Tarata ya los individuos adultos están en menor proporción y por ende presentan algún grado de impacto antrópico o natural como los son la tala de individuos, quema, sobrepastoreo, plaga o enfermedad.

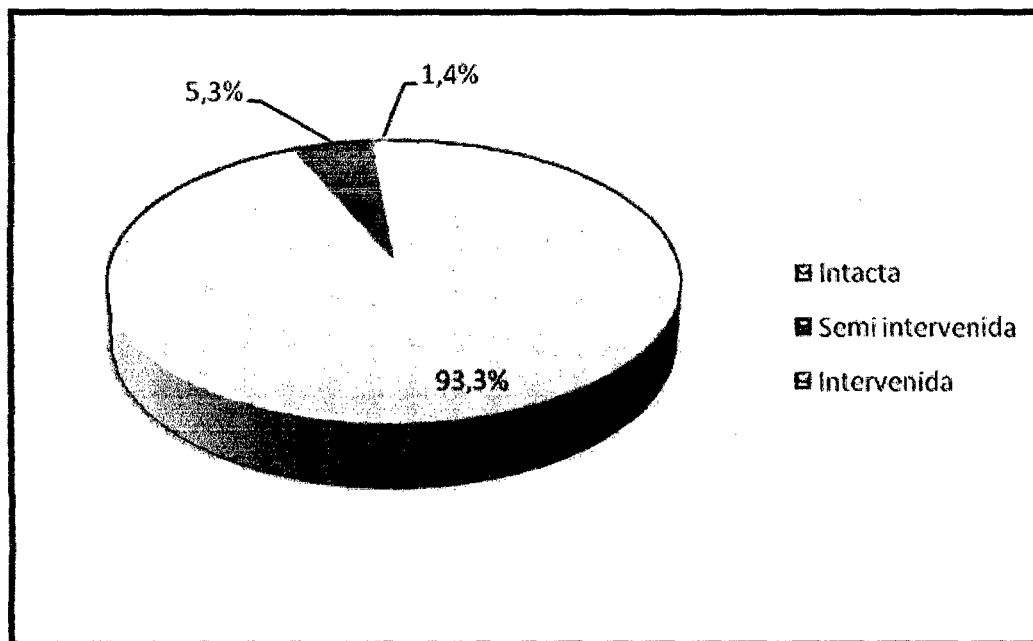


Figura 10. Estado actual de las influencias antrópicas de los bosque de *Polylepis rugulosa* en la Provincia de Tarata 2012-2013

Fuente: Ficha de recolección de datos

En la figura 10, en base a los datos de la tabla 8, se denota que la influencia antrópicas esta en un mayor porcentaje intacta 93,3%, seguida de las semi intervenidas con un 5,3% y 1,4% intervenidas, datos que demuestran que los bosques de Tarata son bosques relativamente jóvenes y necesitan un mayor grado de conservación.

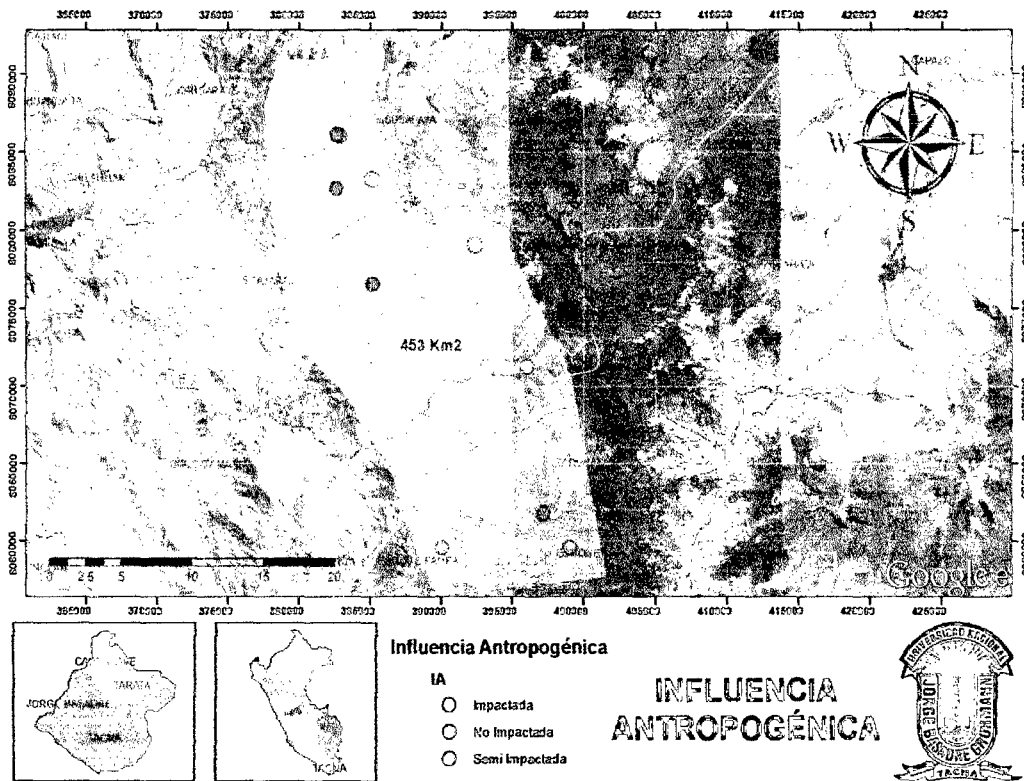


Figura 11. Georeferenciación del estado actual de las influencias antropicas de los bosque de *Polylepis rugulosa* en la Provincia de Tarata 2012-2013

Fuente: Ficha de recolección de datos

Gracias al Sistemas de Información Geográfica (SIG), evidenciamos en el grafico el estado actual de las Queñoas in situ y observamos que la Provincia de Tarata no está Impactada (color azul) teniendo un porcentaje de 93.3%, seguida de las Semi Impactas (color rojo) con 5,3% y con un menor grado las Impactadas (color amarillo) con 1,4 % de impactos antropogenicos respectivamente.

ESTIMACIÓN DE ABSORCIÓN DE CO₂ DE *Polylepis rugulosa* EN LA PROVINCIA DE TARATA 2012-2013

Con estos resultados, que se obtuvieron en el laboratorio para el cálculo de CO₂ en los diferentes distritos de Tarata se obtiene promedio de 31 387,6 Tn de CO₂/ha/año.

Capacidad que tiene este árbol para poder almacenar CO₂ entre sus partes; en especial la de la parte aérea.

Este resultado evidencia la importancia de ambiental que tiene este árbol para poder captar las emisiones de CO₂ y poder contribuir en la difícil tarea de combatir el calentamiento global.

Si esta especie si desapareciera sería fatal para especies que conviven con el además de la fauna que se albergan en ella, y las concentraciones de CO₂ seguirían.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN

En un área total de 453 km²; Nuestro estudio evidenció resultados importantes en cuanto al estado actual de la Queñoa en la zona altoandina de la Provincia Tarata, después de evaluar los resultados de una serie de mediciones de características fenotípicas tanto de variables cuantitativas y cualitativas, llegamos a concluir que la nominación de la especie en las zonas muestreadas es *Polylepis rugulosa*, llegando a esta conclusión por la aplicación de la clave "Taxonomía y Distribución de *Polylepis* (Rosaceae)" por Michael Kessler, Alexander N. Schmidt-Lebuhn (2005).

En lo que respecta al altura de *Polylepis rugulosa* se observó una gran variabilidad y dentro de las parcelas muestreadas estos varían rotundamente y que se encontraron árboles desde 1,10 m. el árbol más pequeño y 2,43 m. el de mayor tamaño y cabe destacar estos resultados son normales porque cada zona de muestreo la altura variaba en muchos casos solo se encontraron brinzales (nuevos individuos) y en otros solo se encontraron latizales (individuos juveniles); además que al hacer el

estudio los resultados sobre la regeneración de la queñoa en mayor porcentaje se encontró los latizales (individuos juveniles), se observo gran variabilidad en todo la zonas muestreadas que es normal porque cada una de ellas es especial por zona; en la ficha de antecedentes descrita por Muñoz & Serra, 2 006 Chile; se han concluido que en bosques de *Polylepis rugulosa* se han encontrado árboles de 3-5 m de alto; otros estudios hechos por Fjeldsa y Kessler 1996, Fjeldsa y Krabbe 1990 en los bosques de *Polylepis rugulosa*, nos describen en uno sus estudios que la altura de estas especies están en promedio de 3 a 10 m. estos resultados nos dan a entender que la Provincia de Tarata es un bosque primario, con un alto grado de naturalidad que nunca ha sido explotado, fragmentado, o influenciado directa o indirectamente por el hombre.

Pero por contacto de lo argumentado anteriormente, los pobladores de la zona nos comentaron que estos en una época anterior tenían una altura superior a la actual y estaban en mayor proporción entonces según esto podemos deducir que estos bosques no serían primarios sino secundarios y en este momento están sufriendo resiliencia (regeneración natural de hace mucho tiempo sobre un bosque antes destruido, significativamente modificado o explotado por el hombre).

Para el caso del Diámetro de la Altura del Pecho (DAP) es muy variable por zonas de muestreo como anteriormente se dijo este tipo de bosque varia ya que hubo mayor cantidad de latizales (individuos jóvenes); el rango del DAP encontrado en las diferentes zonas de muestreo son de 0,135 – 0,802 m.; muchos de ellos no se pudieron medir porque eran brinzales estos son individuos nuevos. Solo se midieron el DAP en individuos adultos mayores 1,5 m. ya que a esta altura se puede medir recién el DAP. Estos resultados están en relaciona con el tamaño de los árboles. Según KESSLER, M. 2006. Bosque de *Polylepis*. Universidad Mayor San Andrés. La Paz- Bolivia los rangos del DAP encontrados para la especie *Polylepis rugulosa* están dentro del rango establecido ya que este tipo de árbol tiene una variabilidad natural se ha evidenciado que este parámetro depende de la zona ya que en algunas de ellas es muy extremo con razón de la otra.

Para la regeneración de los bosque nuestro estudio demostró que la Provincia de Tarata es un bosque joven ya que la proporción entre zonas de estudio varia; de las zonas muestreadas se encontró un total 37,6 % (87 individuos) que son brinzales y 50,2 % (116 individuos) latizales y tan solo el 12,2 % (28 individuos) eran adultos; pero cabe rescatar que en cada zona varia; en la zona de Talabaya Cerro Paquercara y zona

Queñoaplaza no se observó brinzales y adultos solo se evidenciaron 3 latizales, comparándolo con otras zonas como el Cerro Tancan se observó tan solo 2 brinzales, 36 latizales y 11 adultos que fue la zona que tuvo mayor predominancia sobre las otras; Comprender la estructura y composición de los bosques es clave para lograr una adecuada gestión y restauración de estos ecosistemas. Los bosques de esta zona configuran paisajes muy heterogéneos, con una alta diversidad biológica, en los que las alteraciones debidas a las actividades humanas han jugado un papel determinante. Existe una información todavía limitada sobre qué factores han configurado la estructura y composición actual de los bosques, y de cómo las especies encontradas responden al estrés ambiental, particularmente en sus primeras etapas de desarrollo, que pueden ser clave para comprender su dinámica y respuesta ante cambios ambientales.

Una de las bases fundamentales del manejo sostenible de los bosques, es el mantenimiento de la regeneración natural. Esta forma de manejo, requiere que las especies regeneren de forma natural para mantener sus poblaciones y asegurar la futura productividad del bosque (Bawa & Seidler, 1998; Mostacedo & Frederickse.1 999).

Con los resultados obtenidos de la regeneración natural nosotros podemos dar sostenibilidad al bosque ya que estos datos evidencian que este bosque son muy propenso a perderse en el tiempo ya que en su mayor parte son latizales (jóvenes) y brinzales (nuevos individuos), durante el muestreo se ha observado que hay impactos antropogénicos y naturales uno de ellos es que los pobladores llevan a pastar sus vacas y ellas se alimentan de ellas que son una comida ideal para su ganado; otro caso que se ha observado es que los mismo pobladores y el ganado pisan los nuevos individuos (brinzales), estos son puntos que se deben tener en cuenta y evaluar para poder lograr la sostenibilidad de estos bosques ya que en una menor proporción son adultos y estos son los reproductores y mantienen el equilibrio poblacional del bosque.

Las densidades poblacional en el Provincia de Tarata es variables ya que cada zona cuenta con diferencias extremas; uno de los factores que se observó principalmente son los antropogénicos los cuales los pobladores aledaños hacen uso de la misma para leña, utensilios, remedios, construcción y pastoreo de su ganado. Como observamos en los resultados el distrito de Tarucachi tuvo la mayor densidad poblacional con 2,48 Ind/ha, seguida muy cerca de Sitajara con 2,47 Ind/ha y Susapaya con 2,3 Ind /ha, estos resultados están en relación ala cantidad de

individuos que había en las zonas antes nombradas; mientras los distritos que tuvieron menor densidad población son Tarata con una densidad de 0,53 Ind /ha y Estique con 0,28 Ind / ha.; se puede decir que estas tienen una densidad menor a las demás porque quedan cerca a la población y los pobladores hacen uso de ella, como también se observó que los pobladores muchos de ellos construyen su casa y herramientas con queñoas; así también lo utilizan como energía (leña); pobladores aledaños nos comentan que vienen pobladores de otras zonas talan y se llevan las queñoas; otras las queman estas para venderlas como carbón y por la fácil accesibilidad que tienen para esa zona lo son más fácil extraerlas.

En general estos datos son muy importantes ya que nos ayudaran a comprender mejor en qué estado poblacional están las queñoas y poder darles sustentabilidad; como se ha observado hay zonas en las que se necesitan una mayor atención que las otras sin que estas pierdan preferencias ya que son únicos y están en peligro de extinción.

En el Decreto Supremo N° 43-2 006-AG, Aprueban la Categorización de Especies Amenazadas de Flora y Fauna; la especie en estudio aparece en la categoría como vulnerable y entre líneas nos da el tamaño de la

población especificada en 20 000 km² con un tamaño de población de 10 000 individuos, si nosotros con los datos que tenemos hacemos una evaluación estos datos deberían ser actualizados ya que ***Polylepis rugulosa*** debería estar en la categoría de EN PELIGRO ya que en menos de 50 000 km² el tamaño de la población es de 2500 individuos maduros, la cual en nuestro estudio no fue así ya que la mayor población son latizales y brinzales pudiendo perecer con el tiempo y esta categorización para ***Polylepis rugulosa*** en la Provincia de Tarata Departamento de Tacna debería cambiar a EN PELIGRO.

Con respecto a la flora acompañante en los bosque queñoas de Tarata en general se evidencio que por zona muestreada aparecían casi las mismas especies pero otras variaban en 1 o 2 especies, Se registraron en las zonas de muestreo un total de 20 especies distribuidas en 10 familias; Asteraceae y Caryophyllaceae que se encontraron en mayor proporción; también se evidenciaron que solo había especies endémicas para algunas zonas es decir que habia una especie por cada una de ellas como es el caso de ***Baccharis boliviensis***, ***Chuquiraga rotundifolia***, ***Barstisia sp.***, ***Valeriana nivalis***. que solo se encontraron para una zona de muestreo.

La gran variabilidad de flora acompañante dependen de factores físico y químicos que hacen especial a estos ecosistemas para algunas especies, de esta forma estos bosque son de importancia para los pobladores de la zonas que hacen uso de ellas por sus valores etnobotánicos, culturales, etc. (Kessler, M. y Schmidt-Lebuhn, A); estos bosques en su interior albergan especies de importancia ambiental y que están en peligro de extinción como son ***Parastrephia quadrangularis***, ***Festuca orthophylla***, ***Adesmia spinosissima*** y ***Bacharis tricuneata***, especies que se encontraron en todas las zonas de muestreo y que son típicas en estos ecosistemas altoandinos.

Las influencias antrópicas en la Provincia de Tarata evidencian que los bosques no están impactadas por actividades del hombre es decir están Intactos (93,3 %); muy diferente a las Semi Intactas con (5,3 %) y solo el (1,4 %) esta intervenida; estos resultados están en relación a la regeneración del bosque ya que las especies encontradas son juveniles y brinzales siendo estas poco utilizadas por el hombre que ve un negocio en los troncos de los árboles; estos son de importancia económica para la zona alto andina porque la utilizan para utensilios, casas, remedio , entre otros es por eso que se encontró un bosque intacto; muchos de los trabajos expresan en su resultados que la mayor parte de las influencias

antrópicas se dan por la tala indiscriminada de los árboles, quemas y actividad ganadera; algunos lo utilizan para proveer energía a las minas y como uso medicinal, en nuestro caso se evidenciaron talas, quemas, comida para su ganado y en especial el destrozo de los nuevos individuos ya que los caminos de los pobladores pasan por el medio de estos bosques. Otros estudios indican que ciertas épocas del año queman a estos bosque para poder fertilizar las tierras (Yallico, E. 1 992), por el contrario en estudios anteriormente hechos se evidenciaron que los talan y en su lugar ponen a otro tipo de árbol (eucalipto, molle); siendo impactado no solo la queñoas sino la flora acompañante y la fauna que en muchos casos son endémicos para este tipo de bosque y no sobrevivirían otro ecosistema y perecerían en el tiempo (Kessler, M. & P. Dreisch, 1 993).

Los bosques de queñoas en la Provincia de Tarata tienen una eficiencia de la captura de CO₂ de 31 387,6 Tn de CO₂/ha/año, estos resultados evidencian la importancia de mantener estos ecosistemas alto andinos y no dañarlos ya que logran una mayor asimilación de CO₂, comparándolos con otros árboles observamos que captan mayor CO₂; cabe resaltar que la mayor cantidad de árboles son brinzales y latizales esto quiere decir que son bosque jóvenes, que si logran sobrevivir con el tiempo lograrán

una mayor captación de CO₂ y no solo eso también harán otros beneficios ambientales como son la luchar contra la erosión del suelo y la captación de agua en el subsuelo.

En trabajos hechos por (Zamora, Juan. 2 003 México). En el caso del género Abies se observó que es uno de los géneros más importantes ya que presenta la mayor cantidad de carbono almacenado, tomando en cuenta capturan 25 304 tCO₂ en una superficie de 721,5 ha. Y el género Quercus un promedio de 6,58 tCO₂ /ha. A diferencia de nuestros resultados los datos presentados son de individuos adultos y no como el presentado que en su mayoría son brinzales y latizales; si comparamos estos dos genero con lo de la queñoas estos serian superiores ya al ser adultos tendrían una mayor cobertura vegetal y por lo tanto una mayor asimilación de CO₂.

CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos y recorridos un área total de 453 km² en la presente investigación llegamos a las siguientes conclusiones:

Primera

La especie de *Polylepis rugulosa* en los bosques nativos de la Provincia Tarata Departamento de Tacna tienen una eficiencia de la captura de CO₂ de 31 387,6 Tn de CO₂/ha/año.

Segunda

Las densidades poblacionales para *Polylepis rugulosa* en la Provincia de Tarata son; el distrito de Tarucachi tiene una densidad poblacional con 2,48 Ind/ha, Sitajara 2,47 Ind/ha, Susapaya 2,3 Ind /ha, Ticaco 1,02 Ind/ha, Tarata con 0,53 Ind /ha y Estique con 0,28 Ind/ha.

Tercera

La flora acompañante en el bosque de queñoas se registraron un total de 20 especies distribuidas en 10 familias. Las familias con mayor

riqueza de especies fueron: Asteraceae y Caryophyllaceae con 40 y 15% especies, entre las especies de mayor frecuencia se encuentra ***Parastrephia quadrangularis***, ***Festuca orthophylla***, ***Adesmia spinosissima*** y ***Bacharis tricuneata***, también abundan, musgos y líquenes que se hallan adheridos a rocas y árboles de Polylepis.

Cuarta

La Influencia Antrópicas en la Provincia de Tarata son ecosistemas Intactos tienen 93,3% de individuos en condiciones buenas, muy alejados son Semi Intervenidas con un 5,3% y la Intervenida con 1,4%.

RECOMENDACIONES

Primera

Controlar y supervisar las áreas evaluadas de *Polylepis rugulosa* con fines de protección.

Segunda

Implementar estrategias a nivel de municipios para un buen manejo de los bosques de *Polylepis rugulosa*.

Tercera

Promover planes de manejo de *Polylepis rugulosa* mediante su propagación vegetativa.

Cuarta

Priorizar eventos de sensibilización a nivel integral con actividades que conlleven a la conservación de esta especie para un buen desarrollo sostenible.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Argollo, J. otros. (2004). Potencialidad Dendrocronológica de *Polylepis* Tarapacana en los Andes Centrales de Bolivia”, Mendoza, Argentina.

Armesto, J. y otros. (1994). Ecología de los bosques nativos de Chile. Editorial Universitaria.

Azqueta, D. (1994). Valoración de la calidad ambiental. McGraw - Hill/Interamericana de España, S.A.U. Madrid, España.

Azócar, A. (1974). Análisis de las características de diferentes habitats en la formación páramo. Trabajo de ascenso no publicado. Universidad de Los Andes, Mérida.

Barreda, A. (1951). Los bosques de quiñual en la cordillera occidental de la Provincia de Cajatambo (Departamento de Lima). Ministerio de Agricultura. Lima, Perú.

Beaumont, R. y Merenson C. (1999). El Protocolo de Kioto y el Mecanismo para un Desarrollo Limpio: Nuevas posibilidades Para el Sector Forestal de América Latina y el Caribe. Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. Departamento de Montes, FAO, Roma.

Beck, S. y Garcia E. (1991). Flora y vegetación en los diferentes pisos altitudinales. Historia Natural de un Valle de Los Andes: La Paz. Instituto de Ecología, Universidad Mayor de San Andrés, La Paz.

Belausteguioitiaj. C. y Soriano O. (1996). Evaluación económica del medio ambiente y de los recursos naturales.

Braun, J. (1979). Fitosociología. Bases para el Estudio de las Comunidades Vegetales. 3ra Edición. Ed. Blume. Madrid-España.

Bouwman, A. (1994) Direct Emission of Nitrous Oxide from Agricultural Soils (Report No. 773004004, National Institute of Public Health and Environmental protection, Bilthoven, the Netherlands).

Cabido, M. y Acosta A. (1985). Estudio Fitosociológico en bosque de *Polylepis australis* Bitter: ("Tabaquillo") en las sierras de Córdoba. Argentina.

Cáceres, C. (2004). Taxonomía y Usos Tradicionales de las Plantas Medicinales de la Provincia de Candarave. Tacna - Perú.

Calderón, G. (1993). Reproducción de la Queñoa (*Polylepis besseri*). Un reto superado. Chile Forestal.

Campos, A. (2000). Almacenamiento de carbono y conservación de biodiversidad por medio de actividades forestales en el área de conservación, cordillera volcánica - central, Costa Rica, Centro agronómico tropical de investigación y enseñanza (CATIE). Turrialba Costa Rica.

Cárdenas, M. (1989). Manual de plantas económicas de Bolivia. 2da ed. Los Amigos del Libro, La Paz.

Challenger, A. (1998). Utilización y conservación de los ecosistemas terrestres de México. Pasado, presente y futuro. CONABIO-

Instituto de Biología, UNAM- Sierra Madre, México.

Charaja, F. (2004). Investigación científica. Puno – Perú.

Chaves, M. y Arango, N. (1998). Informe nacional sobre el estado de a biodiversidad 1997, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, PNUMA, Ministerio del Medio Ambiente, Bogotá.

Daily, G. (1997). Introduction: what are ecosystem services?. En: G. C Daily (editor). Nature's services. Societal dependence on natural ecosystem. Island Press. Washinton, D.C.

Díaz, J. (1993). Instalación de parcelas muestrales permanentes para el estudio del incremento volumétrico y la dinámica de la regeneración natural de la especie *Polylepis beseri* (kewiña) en la Subcuenca Taquiña. Tesis ETSFOR. UMSS. Cochabamba.

Díaz, L. (2004). La Captura e Carbono y La Gestión Forestal. Instituto Nacional de Investigaciones de tecnología Agraria y Alimentaría. Madrid, España.

- Enrico, L., Funes, G. y Cabido, M. (2004). Regeneration of *Polylepis australis* Bitt. in the mountains of central Argentina. *Forest ecology and Management*.
- FAO. (2002). Capturas de Carbono en los suelos ara un mejor manejo de la tierra. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y La Alimentación (FAO). Roma, Italia.
- FAO. (2000). Sistema de uso de la tierra en los trópicos húmedos y la emisión y secuestro de Dióxido de carbono. Roma
- Fernández, E. (1996). Estudio fitosociológico de los bosques de kewiña (*Polylepis* spp., ROSACEAE) en la cordillera de Cochabamba. Tesis de Licenciatura. Universidad Mayor de San Simón. Cochabamba – Bolivia.
- Field, B. (1995). Economía ambiental: una introducción. c Graw - Hill Interamericano S.A. Colombia.
- Fjeldså, J. y Kessler M. (2004). Conservación de la biodiversidad de los Bosques de *Polylepis* de las tierras altas de Bolivia. Una

contribución al manejo sostenible en los Andes. Editorial FAN. Santa Cruz de la Sierra.

Fragoso, P. (2003). Estimación del contenido y captura potencial de Carbono en especies maderables del predio "Cerro grande", municipio de Tancítaro Michoacán. Tesis de Licenciatura U.M.S.N.H. Michoacán México.

Franco, J. (2003). Importancia del Bosque de Queñoas para el Desarrollo Sostenible de las Comunidades de la Provincia de Candarave", Tacna – Perú.

García y Sánchez. (2009). Estimación de Carbono Contenido en el Bosque Bajo Manejo Forestal del Ejido de Tlamanaco, Estado de México.

Hensen, I. (1994). Estudios ecológicos sobre *Polylepis besseri* Hieron en la Cordillera Oriental Boliviana. La Paz, Bolivia.

Hensen, I. (1995). Estudios Ecológicos y Fenológicos del Género *Polylepis besseri* Hieron en la Cordillera Oriental de Bolivia.

Ecología en Bolivia.

Herrera, F. (1943). Sinopsis de las especies del género *Polylepis* (La Qqueuña). Boletín del Museo de Historia Natural "Javier Prado".

Hosius, A. (1988). Manual del Técnico Forestal. Escuela Técnica Superior Forestal - Misión Forestal Alemana. Cochabamba, Bolivia.

Ibisch, P. (1993). Estudios de la Vegetación como una Contribución a la Caracterización Ecológica de la Provincia Arque, Cochabamba, Bolivia. Ayuda de decisión para la Evaluación de los potenciales del espacio natural y una planificación de un uso de la Tierra adecuada al Ecosistema. Cuaderno Científico N°1. PROSANA – CORDECO – GTZ. Cochabamba, Bolivia.

Kessler, M. (1995). Revalidación de *Polylepis rugulosa* Bitter (Rosaceae). Gayana Bot.

Kessler, M. (1995). The genus *Polylepis* (Rosaceae) in Bolivia. Candollea.

Kessler, M. (2006). Bosque de Polylepis. Universidad Mayor San Andrés.
La Paz- Bolivia.

Kessler, M. y Schmidt-Lebuhn, A. (2005). Taxonomía y Distribución de
Polylepis (Rosaceas), Alemania.

Kessler, M. y DREISCH, P. (1993). Causas e historia de la destrucción
de bosques altoandinos en Bolivia. Ecología en Bolivia.

Kowoll, M. (1993). Antecedentes y caracterización de las poblaciones de
queñoa *Polylepis besseri* Hieron entre Chapiquiña y Tignamar en
la precordillera de la I región. Santiago-Chile.

Mendoza, W. (2005). Especie nueva de *Polylepis* (Rosaceae) de la
cordillera Vilcabamba (Cusco, Perú).

Mendoza, W., A. Cano y R. Vento. (2010). Bosques de *Polylepis* de la
Reserva Nacional de Salinas y Aguada Blanca, Arequipa y
Moquegua, Perú.

Ministerio de Agricultura. (2004). Instituto Nacional de Recursos

Naturales.. Monitoreo de la Biodiversidad. Lima-Perú.

Montoya, G y otros (1995). Desarrollo Forestal Sustentable: Captura de Carbono en las Zonas Tzeltal y Tojolabal del Estado de Chiapas. Instituto Nacional de Ecología, Cuadernos de Trabajo 4. México.

Molina, I. (2002). Almacenamiento de carbono en sistemas silvopastoriles en el municipio de Matiguas, Matagalpa. Tesis. Managua, Nicaragua.

Moya J. (2006). Desarrollo de las primeras cronologías de Queñoa (*Polylepis tarapacana* Phil.) en el Altiplano de la región de Tarapacá, Chile. Tesis Magíster en Ciencias. Valdivia, Chile. Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Austral de Chile.

Navarro, G. (1997). Contribución a la Clasificación Ecológica y Florística de los Bosques de Bolivia. Rev. Boliviana de Ecología y conservación ambiental. Cochabamba, Bolivia.

Navia, J. y Velarde, J. (2002). Prefactividad de captura de carbono para el conjunto predial LaMajada- Cerro Grande Uruapan Michoacán

México.

Lemus, J. (2006). Fenología Reproductiva en Tres Tipos de Vegetación de la Planicie Costera de la Península de Paraguana, Venezuela. Caracas - Venezuela.

León, Y. (1991). Estudio de la vegetación vascular de tres bosques de *Polylepis sericea* Wedd ubicados en la Sierra Nevada de Mérida. Tesis de Licenciatura no publicada. Universidad de los Andes, Mérida.

Lieberman, M. (1986). Microclima y Distribución de *Polylepis tarapacana* en el Parque Nacional del Nevado Sajama, Bolivia.

Libro de Resúmenes. (2006). XI Congreso Nacional de Botánica y I Simposio Nacional de Ecosistemas Altoandinos, Puno - Perú.

Olguín, M. (2001). Incorporación de la captura de carbono como propuesta de manejo forestal integral: Estudio de caso en una comunidad de la Meseta Purépecha. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias, UNAM.

Ordóñez, A. (1999). Estimación de la Captura de Carbono en un Estudio de Caso. Instituto Nacional de Ecología, SEMARNAP. México DF.

Patterson, W. (2004). *Polylepis besseri* Hieron. Part. II Species Descriptions.

Renison, I. y otros. (2004). Anthropogenic soil degradation affects seed Viability in *Polylepis australis* mountain forest of central Argentina. *Forest Ecology and Management*.

Rodríguez, R. y otros. (1983). *Flora Arbórea de Chile*. Universidad de Concepción. Santiago. Chile.

Ruiz, L. y Pavon J. (1974). *Flora Peruviana et Chilensis Prodrumus*. Madrid.

Sandoval, F. (1988). Estructura y diversidad del bosque tropical en el Parque Nacional Carrasco. Tesis de Licenciatura en Biología. UMSS. Cochabamba, Bolivia.

Molina J. y Paiz. (2002). Almacenamiento de carbono en sistemas

silvopastoriles en el municipio de Matiguas, Matagalpa. Tesis.
Managua, Nicaragua.

Segovia M. (2000). Estudios fenéticos de *Polylepis* Ruiz & Pavón en tres
áreas de diversificación en Ecuador.

Servat, P, Mendoza J. y Ochoa J. (2002). Flora y Fauna de cuatro
Bosque de *Polylepis* (Rosaceae) en la Cordillera del Vilcanota,
Cusco - Perú.

Simpson, B. (1979). A Revision Of the Genus *Polylepis* (rosacea:
sanguisorbeaceae). Washington, Smithsonian Institution press.

Smith, A. (1977). Establishment Of Seedlings of *Polylepis Sericea* In The
Paramo (Alpino) Zone Of The Venezuela Andes.

Simpson, B. (1986). Speciation and specialization of *Polylepis* in the
Andes. In: Vuilleumier, F., Monasterio, M. (Eds.), High Altitude
Tropical Biogeography. Oxford University Press, Oxford.

Túllume, M. y otros. (2004). Caracterización del Bosque Nativo de

Queñoas (*Polylepis Besseri*) en las Comunidades de Muylaque –
Sijuaya, San Cristóbal, Moquegua - Perú.

Valla, J. (1999). *Morfología de las Plantas Superiores*. Buenos Aires.

Vargas, I. (1996). *Estructura y composición florística de cuatro sitios en el
parque Nacional "Amboró", Santa Cruz – Bolivia. Tesis de
Grado. Universidad Autónoma Gabriel René Moreno. Santa Cruz,
Bolivia.*

Vargas, M. (2000). *Análisis estructural en bosques de Polylepis besseri
Hieron. Tesis de Licenciatura. Universidad Mayor de San Simón.
Cochabamba, Bolivia.*

Velásquez, A. (1988). *Evaluación Forestal de los Bosques Naturales del
Genero Polylepis (Queñoas o Lampayas) de la Provincia de
Lampa, Departamento de Puno. Universidad Nacional San
Antonio Abad del Cusco, Perú.*

Velarde, J. (2002). *Plan de Manejo Forestal para el Tejido "La Majada",
Mpo., de Periban, Michoacán, México.*

Weberbauer, A. (1945). El mundo vegetal de los Andes peruanos.

Ministerio de Agricultura, Lima.

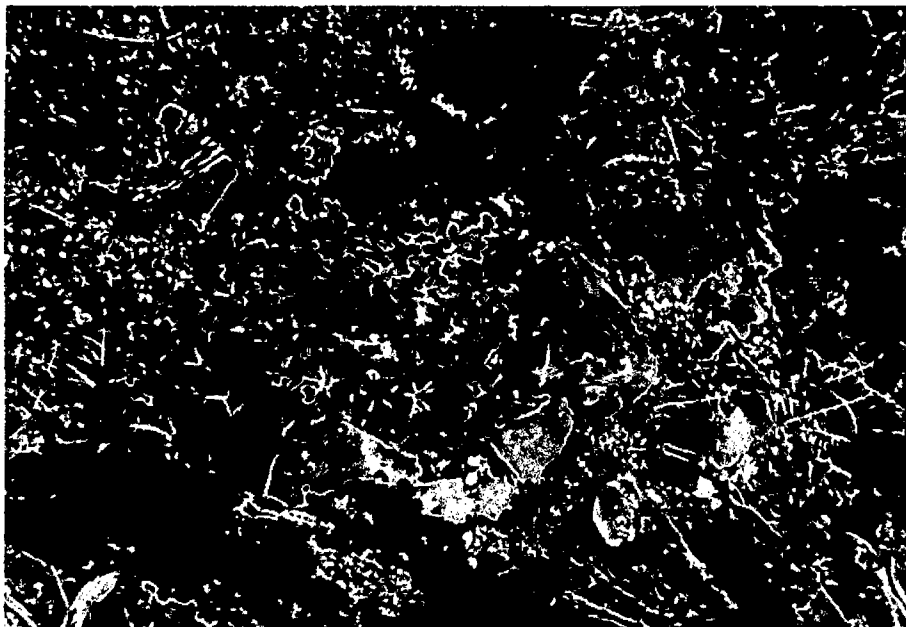
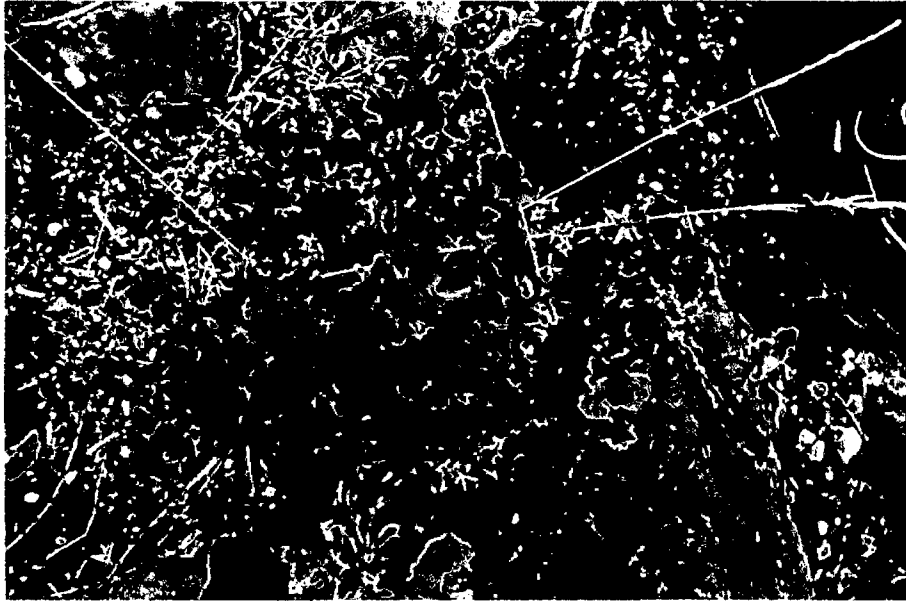
Yallico, E. (1992). Distribución de *Polylepis* en el Sur de Puno, Proyecto

Árbol Andino, Puno – Perú.

ANEXOS

**ESTADO ACTUAL DE *Polylepis rugulosa* EN LA PROVINCIA DE
TARATA DEPARTAMENTO DE TACNA**

BRINZALES (0-0,30 m)



LATIZALES (0,31 - 1 m)



INDIVIDUOS ADULTOS



**IMPACTOS ANTROPOGENICOS DE *Polylepis rugulosa* EN LA
PROVINCIA DE TARATA DEPARTAMENTO DE TACNA**



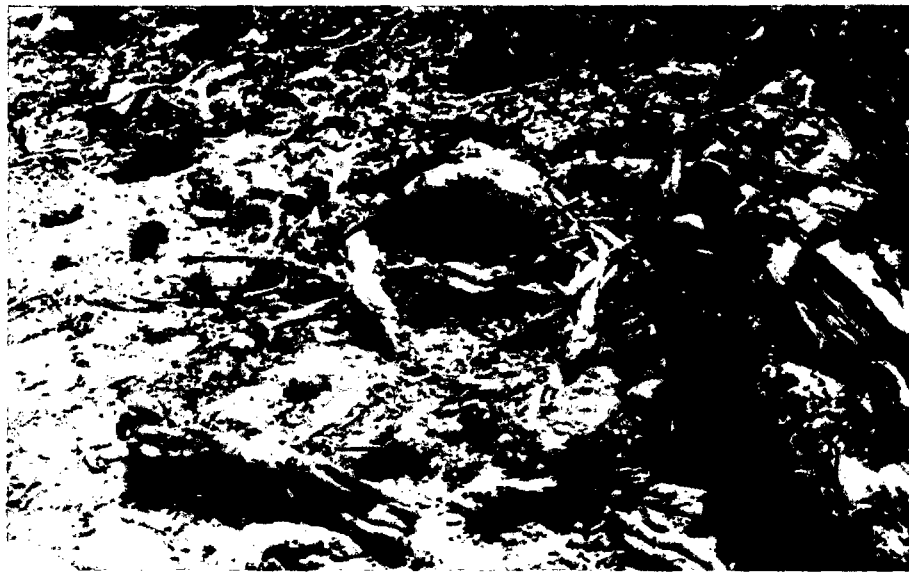
Polylepis rugulosa Talado



Polylepis rugulosa talado y cortado



Polylepis rugulosa quemado



Polylepis rugulosa talado

**FLORA ACOMPAÑANTE DE *Polylepis rugulosa* EN LA PROVINCIA DE
TARATA DEPARTAMENTO DE TACNA**



Festuca orthophylla



Chuquiraga rotundifolia

MUESTREO PARA LA CAPTACIÓN DE CO₂ DE *Polylepis rugulosa* EN LA PROVINCIA DE TARATA DEPARTAMENTO DE TACNA



**PROCESANDO LAS MUESTRAS EN LABORATORIO PARA LA
OBTENCIÓN DE LA BIOMASA**

