

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**



**TRABAJO DIRIGIDO
IDENTIFICACION Y EVALUACIÓN DE ESPECIES ARBÓREAS Y ARBUSTIVAS DE
LA SUB CUENCA KELLUMANI DE LA CIUDAD
DE LA PAZ**

Univ. Egr. JHONNY SANTOS MURGA

La Paz – Bolivia

2011

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS
FACULTAD DE AGRONOMÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**IDENTIFICACION Y EVALUACIÓN DE ESPECIES ARBÓREAS Y ARBUSTIVAS DE
LA SUB CUENCA KELLUMANI DE LA CIUDAD
DE LA PAZ**

*Trabajo Dirigido presentado como requisito parcial
para optar el Título de
Ingeniero Agrónomo*

Univ. Egr. JHONNY SANTOS MURGA

Asesor (es):

Ing. Ramiro A. Mendoza Nogales

Ing. M. Sc G. Mario Copa Mamani

Revisor (es):

Ing. M. Sc Roberto Miranda Casas

Ing. M. Sc Oscar Vidaurre Espinoza

Aprobado

Presidente Tribunal Examinador

**La Paz – Bolivia
2011**

DEDICATORIA

A Dios Todo Poderoso que me dio la oportunidad e iluminó mi decisión de estudiar Agronomía.

Con cariño a mi padres Florentino Santos y Adela Murga, a mis hermanos Jorge, Raúl, a mi esposa Lucy y mis sobrinos.

Sin sus consejos y apoyo esto no hubiera sido posible.

AGRADECIMIENTOS

- A Dios por ir de la mano conmigo en mi desarrollo profesional, personal y ser esa fuerza de motivación para siempre avanzar y crecer.
- A la Universidad Mayor de San Andrés como máxima casa de estudios y formadora de excelentes profesionales.
- A toda mi familia que siempre estuvo pendiente en apoyarme incondicionalmente durante toda la carrera, especialmente a mi mamá y a mi tía Naty.
- A mi esposa por la comprensión, por el amor y el apoyo que me ofrece, a todo emprendimiento que llevo adelante es inspiración constante y en especial el logro de esta meta.
- A mis hermanos: Jorge y Raúl que en todo momento me dieron su apoyo, comprensión y ser parte fundamental en el desarrollo de mis estudios y en el presente trabajo. A mis sobrinos (Sergio, Rodrigo, Denisse, Andrea, Israel, Paola, Alejandro, Tica, Shirley, Estefani) por todo el apoyo, amor que me brindan y son la alegría del mundo
- A Ricardo Gutiérrez Philco (†) que desde el cielo hace fuerza para que seamos felices y Silvia López Vda. de Gutiérrez. A Yesid, Elizabeth, Renzo, Ana, Patricia y Teresa por todo el apoyo y comprensión.
- A los amigos de siempre Henry, Rubén, Roció, Alejandro, Rene, Jhenny, Marisol, Braulio, Mario, Víctor, Isabel quienes siempre fueron un apoyo y a quienes agradezco su amistad.
- Agradecer de manera muy especial a mis Asesores Ing. Ramiro Mendoza Nogales e Ing. Mario Copa Mamani por toda la ayuda que me brindaron en esta etapa y durante la carrera. A los miembros del tribunal revisor Ing. Oscar Vidaurre, Ing. Roberto Miranda por su colaboración, sugerencias y recomendaciones para el logro y consolidación final del presente trabajo. Ing. Teresa Ruiz por su dedicación y apoyo.
- Y el resto de personas que de alguna manera influyeron en la finalización de este trabajo.

Gracias a todos

INDICE GENERAL

CONTENIDO	ii
INDICE DE CUADROS	vi
INDICE DE FIGURAS	vi
INDICE DE MAPAS	vi
INDICE DE FOTOS	vii
INDICE DE ANEXOS	viii

CONTENIDO

	Pág.
I. INTRODUCCION	1
1.1. Planteamiento del problema	3
1.2. Justificación	4
1.3. Objetivos	5
1.4. Metas	6
II. MARCO TEORICO	7
2.1. Contexto normativo	7
2.1.1. Planificación en cuencas hidrográficas	7
2.1.2. Ley del Medio Ambiente 1333	7
2.1.3. Ley Forestal 1700	8
2.1.4. Ley de Municipalidades 2028	8
2.2. Marco conceptual	9
2.2.1. Identificación	11
2.2.2. Concepto de árbol	11
2.2.3. Concepto de arbusto	12
2.2.4. Importancia de los árboles y arbustos	12
2.2.5. Antecedentes trabajos realizados	13
2.2.6. Estudio de la vegetación	15
2.2.7. Composición Florística	15
2.2.8. Frecuencia	16
2.2.9. Abundancia	17
2.2.10. Dominancia	17
2.2.11. Transecto	17
2.2.12. Sistema de información geográfica (SIG)	18
2.2.13. Gradiente térmico	19
III. SECCION DIAGNOSTICA	20
3.1. Materiales y métodos	20
3.1.1. Ubicación de área de estudio	20

	Pág.
3.1.2. Características del lugar.....	21
3.1.3. Materiales.....	23
3.1.4. Metodología	23
3.1.4.1. Procedimiento de trabajo.....	24
1.1. 3.1.4.1.1 Primera Fase.....	24
2.1. 3.1.4.1.2. Segunda Fase.....	25
3.1. 3.1.4.1.3. Tercera Fase.....	28
3.1.4.2. Variables de respuesta	29
IV. Sección PROPOSITIVA.....	30
4.1. Aspectos propositivos del TD.....	30
4.1.1. Procesamiento de datos	31
4.1.2. Determinación del área de estudio	31
4.1.3. Colecta de muestras.....	31
4.1.4. Descripción de la vegetación por pisos ecológicos.....	31
4.2. Análisis de resultados	35
4.2.1. Descripción y características morfológicas de especies identificadas.....	35
4.2.1.1. Familia Asteraceae o Compositae	35
4.2.1.1.1. Braccharis latifolia	36
4.2.1.1.2. Mutisia viciaefolia	37
4.2.1.1.3 Senecio clivicolus.....	38
4.2.1.1.4. Braccharis sp.	39
4.2.1.2. Familia Bignoniaceae.....	40
4.2.1.2.1. Tecoma sp.....	41
4.2.1.3. Familia Caesalpinaceae	41
4.2.1.3.1. Cassia sp.	42
4.2.1.4. Familia Fabaceae	42
4.2.1.4.1. Adesmia miraflorensis.....	43
4.2.1.4.2. Lupinus altimontanus	44
4.2.1.4.3. Spartium junceum	45

	Pág.
4.2.1.5. Familia Lamiaceae.....	46
4.2.1.5.1. Satureja parvifolia	47
4.2.1.5.2. Salvia sp.....	48
4.2.1.6. Familia Scrophulariaceae	48
4.2.1.6.1. Calceolaria sp.	49
4.2.1.7. Familia Polemoniaceae	50
4.2.1.7.1. Cantua buxifolia	50
4.2.1.8. Familia Cupressaceae	51
4.2.1.8.1. Cupressus macrocarpa	52
4.2.1.9. Familia Mimosaceae.....	53
4.2.1.9.1. Acacia retinoides	53
4.2.1.10. Familia Myrtaceae	54
4.2.1.10.1. Eucalyptus globulus	54
4.2.1.11. Familia Pinnaceae	56
4.2.1.11.1. Pinus radiata	56
4.2.1.12. Familia Salicaceae.....	57
4.2.1.12.1 Populus deltoides.....	58
4.2.1.12.2. Populus nigra	59
4.3. Evaluación de variables dendrométricas.....	60
4.4. Evaluación de la composición florística.....	63
4.4.1. Abundancia.....	63
4.4.2. Dominancia.....	66
4.4.3. Frecuencia.....	67
4.4.4. Mapas.....	70
4.4.4.1. Mapa curvas de nivel	70
4.4.4.2. Mapa de gradiente térmico.....	70
4.4.4.3. Mapa de vegetación.....	71
4.4.4.4. Mapa de cobertura vegetal	71

	Pág.
4.4.5. Bases técnicas para la conservación ambiental de la Sub cuenca Kellumani	76
V. Sección CONCLUSIVA	80
5.1. Conclusiones	80
5.2. Recomendaciones	82
VI. BIBLIOGRAFIA	83

INDICE CUADROS

Cuadro 1 Características generales.....	30
Cuadro 2 Resumen datos especies arbustivas.....	61
Cuadro 3 Resumen datos especies arbóreas.....	62
Cuadro 4 Abundancia absoluta – Abundancia relativa.....	65
Cuadro 5 Dominancia absoluta – relativa.....	66
Cuadro 6 Frecuencia absoluta – Frecuencia relativa.....	68

INDICE FIGURAS

Figura 1 Número de familias, géneros y especies.....	63
Figura 2 Familias más abundantes.....	64
Figura 3 Abundancia relativa.....	66
Figura 4 Dominancia relativa.....	67
Figura 5 Frecuencia relativa.....	69

INDICE MAPAS

Mapa de ubicación.....	22
Mapa de curvas de nivel.....	72
Mapa gradiente térmico.....	73
Mapa de cobertura vegetal.....	74
Mapa vegetación arbórea y arbustiva.....	75

INDICE FOTOS

Foto 1 Cultivo de haba	34
Foto 2 Chillca (<i>Braccharis latifolia</i>).....	36
Foto 3 Chinchircoma (<i>Mutisia viciaefolia</i>)	37
Foto 4 Senecio (<i>Senecio clivicolus</i>)	38
Foto 5 Thola (<i>Baccharis sp.</i>)	39
Foto 6 Tecoma (<i>Tecoma sp.</i>)	41
Foto 7 Adesmia (<i>Adesmia miraflorensis</i>)	43
Foto 8 Tarwi silvestre (<i>Lupinus altimontanus</i>)	44
Foto 9 Retama (<i>Spartium junceum</i>)	45
Foto 10 Koa (<i>Satureja parvifolia</i>)	47
Foto 11 Salvia (<i>Salvia sp.</i>)	48
Foto 12 Zapatito de venus (<i>Calceolaria sp.</i>).....	49
Foto 13 Kantuta (<i>Cantua buxifolia</i>)	50
Foto 14 Ciprés (<i>Cupressus macrocarpa</i>)	52
Foto 15 Acacia floribunda (<i>Acacia retinoides</i>)	53
Foto 16 Eucalipto (<i>Eucalyptus globulus</i>)	54
Foto 17 Pino (<i>Pinus radiata</i>)	56
Foto 18 Álamo (<i>Populus deltoides</i>)	58
Foto 19 Álamo negro (<i>Populus nigra</i>)	59
Foto 20 Medición altura árbol	60
Foto 21 Medición altura arbusto	61

ANEXOS

ANEXO 1	Planilla Datos Especies Arbustivas	1
ANEXO 2	Planilla de Datos Especies Arbóreas	2
ANEXO 3	Datos chillca Baccharis latifolia.....	3
ANEXO 4	Datos tarwi silvestre Lupinus altimontanus.....	4
ANEXO 5	Datos thola macho Braccharis sp.....	5
ANEXO 6	Datos thola hembra Braccharis sp.....	6
ANEXO 7	Datos koa Satureja parvifolia.....	6
ANEXO 8	Datos tecoma Tecoma sp.	7
ANEXO 9	Datos chinchircoma Mutisia viciaefolia.....	7
ANEXO 10	Datos zapatito venus Calceolaria sp.	8
ANEXO 11	Datos eucalipto Eucalyptus globulus.....	8
ANEXO 12	Datos kantuta Cantua buxifolia.....	9
ANEXO 13	Datos senecio Senecio clivicolus.....	9
ANEXO 14	Datos retama Spartium junceum.....	10
ANEXO 15	Datos pino Pinus radiata.....	10
ANEXO 16	Datos acacia floribunda Acacia retinoides.....	11
ANEXO 17	Datos adesmia Adesmia sp.	11
ANEXO 18	Datos álamo Populus deltoides.....	12
ANEXO 19	Datos álamo negro Populus nigra	12
ANEXO 20	Datos mutu mutu Cassia ssena.....	13
ANEXO 21	Datos ciprés Cupressus macrocarpa.....	13
ANEXO 22	Datos salvia Salvia sp.	14
ANEXO 23	Acta visita	15

IDENTIFICACION Y EVALUACIÓN DE ESPECIES ARBÓREAS Y ARBUSTIVAS DE LA SUB CUENCA KELLUMANI DE LA CIUDAD DE LA PAZ

RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo identificar y evaluar especies arbóreas y arbustivas en la Sub cuenca Kellumani de la ciudad de La Paz. La cuenca del río Achumani esta subdividida en Inferior y Superior. A la vez la cuenca Inferior se subdivide en cuenca Huayllani y Kellumani en la cual se realizó el estudio.

El área de estudio tiene un total de 20.7 km², el área evaluada es de 2.3 km² en la parte alta de la zona arriba de los 4114 msnm se realizó una descripción general de las especies identificadas debido fundamentalmente a la no presencia de especies arbóreas y escasa en especies arbustivas. Las especies más representativas y las cuales se corrobora con investigadores que realizaron estudios de vegetación en la ciudad de La Paz fueron: *Stipa hans-meyeri* y *Deyuksia vicunarum*, las gramíneas de mayor porte como *Festuca dolichophylla*, *Calamagrostis vicunarum*, *Stipa ichu*, *Azorella biloba*, *Hypochoeris taraxacoides*, *Aciachne acicularis*, *Astragalus arequipensis*, *Senecio spinosus* y *Tetraglochin cristatum*, *Urtica urens*, *Festuca humilior* y *Festuca rigencens*, *Deyeuxia vicunarum* *Deyuksia curvul* y *Eliocharis albibracteata*. Bofedales comunidades vegetales cojinetes *Distichia muscoide* y *Oxychlöe andina*, *Plantago rígida*. En estos cojines se desarrollan también hierbas *Deyuxia rigescens*, *Gentiana sedifolia*, *Werneria apiculata*, *W. spathulata* *W. pigmaea*, *Hypochoeris taraxacoides*, *Oritrophium limnophilum*, *A paludosa*, *Luzula racemosa*, *Scirpus sp.*, *Calamagrostis chrysanth*, *Distichia muscoide*, *Lacchemilla diplophylla*, *Lilaeopsis maclovian*, *Deyeuxia vicunarum*. Vegetación acuática *Elodea potamogeton*, *Isoetes glacialis*, *I. herzogii*, *Myrophyllum quítense*, *Potamogeton filiformis*, *P. pectinatus*, *P. striatus*, *Ruppia filifolia* y *Zannichellia andina*.

La evaluación de especies fue desde los 4114 msnm abajo en la que se realizaron 30 transectos rectangulares (50*2m), 20 transectos en el área rural y 10 en el área urbana. En el área evaluada se identificaron 1670 individuos, 362 árboles y 1308 arbustos, agrupados en 8 órdenes, 12 familias, 17 géneros y 20 especies.

Para la composición florística del área de estudio se determinaron la abundancia, dominancia y frecuencia: abundancia las familias más abundantes fueron la familia Asteraceae con 5 especies, Fabaceae con 3 especies, Salicaceae con 2 especies, Lamiaceae con 2 especies, Myrtaceae 1 especie las anteriores con un número mayor a 30 individuos; mientras las familias Pinaceae, Cupressaceae, Mimosaceae, Caesalpinaceae, Bignoniaceae, Scrophulariaceae y Polemoniaceae con menos de 24 individuos. Las especies más abundantes son la chillca (*Baccharis latifolia*), tarwi silvestre (*Lupinus altimontanus*), eucalipto (*Eucalyptus globulus*) y thola macho (*Braccharis sp.*)

Las familias más dominantes son Salicaceae, Myrtaceae, Fabaceae. Las especies más dominantes son álamo (*Populus deltoides*) y eucalipto (*Eucalyptus globulus*). La composición florística en la zona es homogénea o parecida donde el 100% de las especies se encuentran distribuidos en la Clase I (Lamprecht, 1990). Las especies más frecuentes y comunes son chillca (*Braccharis latifolia*), tarwi silvestre (*Lupinus altimontanus*), thola macho (*Braccharis sp*), eucalipto (*Eucalyptus globulus*), álamo (*Populus deltoides*), acacia floribunda (*Acacia retinoides*), thola hembra (*Braccharis sp*), koa (*Satureja parvifolia*) con un porcentaje superior a 6.1%. Las 12 restantes con porcentajes menores. Las familias más frecuentes Asterceae, Fabaceae,

Se realizaron un total de 5 mapas ubicación de la sub cuenca Kellumani, curvas de nivel, gradiente térmico, cobertura vegetal, vegetación arbórea y arbustiva.

Se propone bases técnicas para el manejo y conservación de la subcuenca Kellumani.

I. INTRODUCCION

Bolivia debido a su topografía variable y su ubicación constituye una región de transición climática, cuenta con una gran variedad de formaciones de vegetaciones y una rica fauna silvestre, con una variada biodiversidad; con elementos de bosque húmedo tropical, subtropical, vegetación andina, sabanas y matorrales (Killen et al.; 1993).

El Municipio de La Paz está estratégicamente situado con respecto al océano Pacífico, a la región del Amazonas y al resto del país y cuenta con una estructura vial de vinculación nacional. Las características topográficas del Área Urbana se caracterizan por una hoyada que distingue a esta ciudad respecto a otras ciudades, donde presenta tres zonas de vegetación muy diferentes: los valles secos, extendiéndose hacia Rio Abajo, donde existe una vegetación xerofítica y cultivos de régimen templado con algunos frutales; las faldas y vertientes de las cuencas, que tienen una vegetación prepuneña o también llamada de cabecera de valle; el altiplano con vegetación de la puna húmeda compuesta por matas de gramíneas arbustos espinosos (tolares) y cojines planos, con la presencia de cultivos andinos. (Dossier Estadístico Municipio de La Paz 2000-2005)

La cuenca de la ciudad de La Paz por sus características, fisiográficas y topográficas accidentadas produce la constante erosión de suelos que ha requerido la continuidad de programas de forestación desde 1974, con la finalidad de controlar la degradación de suelos.

Las áreas de mayor riesgo son las cuencas y microcuencas, cuya función dentro de todo ecosistema es fundamental, ya que mantienen en equilibrio el ciclo hidrológico y las condiciones ecológicas derivadas de él, por lo que deben ser consideradas para todo tipo de planificación. Se debe estudiar los factores que afectan al desarrollo normal de las cuencas, tales como los cambios tanto en vegetación como en el tipo de suelo y el uso que se da a los terrenos, para tener un conocimiento claro del producto de dichos cambios y considerarlos para el manejo o la planificación de conservación de cuencas.

Las condiciones imperantes en el medio urbano provienen de la sustitución de la cubierta vegetal y de la fauna original por elementos que llegan desde otros lugares. El proceso de urbanización provoca la modificación de los regímenes hidrológicos, de los suelos y de las topografías naturales. En un lugar se instalan sistemas artificiales de alumbrado, se reencauzan los ríos, se constituyen sistemas de drenaje, caminos y carreteras, industrias y viviendas.

Uno de los aspectos que lleva a valorizar el uso de los árboles y arbustos en la actualidad, es sin duda los beneficios ecológicos que estos aportan a los agroecosistemas. Los beneficios ecológicos que aportan los árboles podemos señalar la protección del suelo y el mantenimiento de su fertilidad, la moderación del clima, creando microclimas más estables y favorables para el crecimiento de las plantas, regulando el ciclo del agua, especialmente aumentando la humedad, disminuyendo la evapotranspiración de los substratos inferiores y favoreciendo la penetración del agua en el suelo. (Disponible en <http://www.fundacióngondwana.es> 2008)

La vegetación urbana juega un papel importante en las regulaciones ecológicas de los impactos ambientales derivados de la dinámica social y económica en las ciudades. En las ciudades la vegetación tiene un poder de retención de polvo por las hojas variando con la especie y las características morfo-anatómicas de la hoja (superficie expuesta y grado de pilosidad). Se ha puesto mayor énfasis en investigar el rol de la vegetación

como medida de mitigación de la contaminación del aire en las ciudades así como su uso como especies bioindicadoras. (Nowak, 2006)

Desafortunadamente se ha producido una deforestación sin precedentes, eliminando enormes cantidades de diferentes formaciones arbóreas y arbustivas, sin considerar los beneficios que estos aportaban a la estabilidad y productividad de los sistemas e inclusive otros distantes a la conservación de recursos muy importantes y deficitarios en las áreas mediterráneas como el agua, o muy frágiles como el suelo. Las exigencias de la población, a todos los niveles, son los responsables de haber iniciado este proceso de desarborización, en especial en las áreas urbanas.

1.1. Planteamiento del problema

El Municipio de La Paz, en un principio se consolidó sobre los espacios más favorecidos del valle, pero a medida que se fue desarrollando, las áreas construidas fueron paulatinamente desafiando las grandes pendientes y accidentada topografía, es por esa razón que también se le ha llamado “la ciudad de las laderas”. En la actualidad esa gran cantidad de relieves genera una imagen urbana singular.

Sin embargo el proceso de crecimiento acentuado en las últimas décadas por el proceso de migración desde las áreas rurales, ha generado una serie de problemas que se agudizan permanentemente, la ausencia de adecuada planificación en los procesos de crecimiento de la mancha urbana, han resultado en una caótica organización del espacio, agravándose el problema con la ausencia de suficientes espacios libres o áreas verdes.

En la cuenca del valle de La Paz, se han dado constantes fenómenos naturales que han modificado su conformación, la accidentada topografía responde a los procesos erosivos y de arrastre de materiales que se han dado en la formación del valle, y de las diferentes cuencas.

Existen áreas plenamente consolidadas y otras en las cuales la estabilidad de los suelos resulta un problema, por otra parte la vegetación nativa del valle ha cedido su lugar a la paulatina deforestación o a la sustitución por especies foráneas, las que pudieran adaptarse al medio y condiciones de clima.

Además la acción del hombre ha influido en forma determinante en los procesos de degradación ambiental que se hacen evidentes en la contaminación de los cauces de los ríos, la creciente deforestación y consiguiente erosión de suelos en las laderas, y en la contaminación atmosférica cada vez más intensa.

En el siguiente trabajo se evaluarán e identificarán las especies arbóreas y arbustivas en la subcuenca de Kellumani, con el propósito de rescatar especies nativas y trabajar con aquellas especies introducidas ya ambientadas y así contribuir para futuros proyectos de manejo de cuencas .

1.2. Justificación

El Municipio de La Paz actualmente no cuenta con una identificación apropiada de las especies arbóreas y arbustivas específicamente en cada subcuenca, estos antecedentes motivaron a realizar el presente trabajo que pretende realizar la identificación y evaluación, con el propósito de dar una orientación para planes de manejo y mejoramiento de la ciudad.

La reducción acelerada de áreas verdes constituyen la pérdida de la cobertura vegetal y el comienzo de una serie de eventos críticos para el medio ambiente, como: erosión de suelos, modificación de regímenes hidrológicos, deterioro del hábitat, etc. Por lo anterior se han venido realizando programas de forestación en diferentes sectores de la ciudad de La Paz y se debe continuar con estos trabajos para mitigar los eventos señalados, se hace necesario conocer las especies que han sido empleadas en estas zonas para poder ampliar las áreas a ser reforestadas.

El riesgo constante que afecta a los asentamientos humanos en la parte baja de la cuenca por los desbordes de los ríos en la época de lluvias, hacen que se considere una cuenca de alto riesgo, en este sentido se pretende identificar, evaluar las especies arbóreas y arbustivas presentes en la sub cuenca Kellumani, con el propósito de dar una orientación para planes de manejo en proyectos de forestación, conservación de suelos, mejoramiento de la calidad de vida de la población y acompañamiento de las obras hidráulicas de control de erosión de la cuenca.

Es necesario contar con este tipo de estudios, debido fundamentalmente que con el transcurrir del tiempo en la ciudad de La Paz se está realizando una creciente urbanización que hace que estas especies estén desapareciendo y con los proyectos de forestación se pretende mitigar esta afección a la ciudad principalmente con fines de conservación del medio ambiente.

1.3. Objetivos

Objetivo general

Identificar y evaluar las especies arbóreas y arbustivas existentes en la sub cuenca Kellumani utilizando criterios taxonómicos.

Objetivos específicos

- Identificar las especies arbóreas y arbustivas con el uso de claves taxonómicas que posibiliten la identificación en base a características resaltantes.
- Evaluar las características dendrométricas de las especies identificadas.
- Determinar la composición florística de las especies identificadas.
- Elaborar mapas de porcentaje de cobertura vegetal de la cuenca Kellumani con las especies arbóreas y arbustivas identificadas.
- Contribuir a establecer las bases técnicas para la reforestación en la cuenca Kellumani.

1.4. Metas

Especies arbóreas y arbustivas identificadas de la cuenca Kellumani

Estimación de las principales variables dendrométricas de las especies identificadas.

Evaluación de la composición florística basado en la abundancia, frecuencia y dominancia relativa.

Se elaborara mapas: Mapeo de la cobertura vegetal (Según FAO, Metodología LADA). Mapeo de las especies arbóreas y arbustivas. Mapeo del gradiente térmico. Mapeo Curvas de Nivel.

Aporte con principales bases para la conservación ambiental de la Sub cuenca Kellumani

II. MARCO TEORICO

2.1. Contexto normativo

Se debe tomar en cuenta las diferentes Leyes establecidas con respecto a Medio Ambiente, Forestal y Ley de Municipalidades para el siguiente tema de estudio.

2.1.1. Planificación en cuencas hidrográficas

El manejo de cuencas y la protección ambiental como política municipal de gestión integral de riesgos de desastres en la ciudad de La Paz, se constituye en un elemento esencial que tiene como transversal la protección medio ambiental.

El propósito determinar políticas municipales para la gestión de riesgos. Mediante un manejo efectivo e integral de todas las cuencas de la ciudad de La Paz, en este sentido los estudios encarados por la Alcaldía de La Paz en la regulación de causas, son prioridades en la gestión de riesgos.

2.1.2. Ley del Medio Ambiente 1333

Ley de Medio Ambiente 1333, el objetivo fundamental de la presente ley es proteger y conservar el Medio Ambiente sin afectar el desarrollo que requiere el país, procurando mejorar la calidad de vida de la población.

La Ley 1333 tiene por objeto la protección y conservación del Medio Ambiente y los Recursos Naturales regulando las acciones del hombre con relación a la naturaleza y promoviendo el desarrollo sostenible con la finalidad, de mejorar la calidad de vida de la población (Bolivia 1992, Ley 1333)

2.1.3. Ley Forestal 1700

La Ley 1700 tiene por objeto normar la utilización sostenible y la protección de los bosques y tierras forestales en beneficio de las generaciones actuales y futuras, armonizando el interés social, económico y ecológico del país.

Se señala que se debe proteger y rehabilitar las cuencas hidrográficas, prevenir y detener la erosión de la tierra y la degradación de los bosques, praderas, suelos y aguas, y promover la forestación y reforestación.

Promover la investigación forestal y agroforestal, así como su difusión al servicio de los procesos productivos, de conservación y protección de los recursos forestales. Fomentar el conocimiento y promover la formación de conciencia de la población nacional sobre el manejo responsable de las cuencas y sus recursos (Bolivia 1996).

2.1.4. Ley de Municipalidades 2028

Dentro los artículos de la presente ley se toman en cuenta aquellos que son fundamentales para el desarrollo económico y social de la ciudad sin afectar el medio ambiente: Señala que se debe preservar y conservar, en lo que le corresponda, el medio ambiente y los ecosistemas del Municipio, contribuyendo a la ocupación racional del territorio y al aprovechamiento sostenible de los recursos naturales.

Se debe preservar, conservar y contribuir a la protección del medio ambiente y los recursos naturales, fauna silvestre y animales domésticos, ejercer y mantener el equilibrio ecológico y el control de la contaminación en concordancia con las leyes que rigen la materia; cumplir y hacer cumplir las normas especiales nacionales y municipales de uso de suelo, subsuelo, sobresuelo, agua y recursos naturales; sancionar en el marco de sus competencias los daños a la salud pública y al medio ambiente, ocasionados por las actividades industriales, comerciales o económicas de cualquier tipo o naturaleza que se realicen en su jurisdicción. Denunciar y demandar la

reparación de daños y perjuicios cuando provengan de Municipios vecinos; ejecutar planes y programas que permitan eliminar o reducir las causas y efectos de los desastres naturales y provocados por el hombre, mediante el establecimiento de mecanismos financieros, educativos y técnicos que fueran necesarios, así como coordinar con los órganos nacionales que correspondan para dicho efecto; Bienes de Dominio Público corresponde al Gobierno Municipal y son aquellos destinados al uso irrestricto por parte de la comunidad; son inalienables, imprescriptibles e inembargables. Comprenden: calles, aceras, cordones, avenidas, pasos a nivel, puentes, pasarelas, pasajes, caminos vecinales, túneles y demás vías de tránsito; plazas, parques, bosques declarados públicos y otras áreas verdes y espacios destinados al esparcimiento colectivo y a la preservación del patrimonio cultural; ríos hasta veinticinco (25) metros a cada lado del borde de máxima crecida, riachuelos, torrenteras y quebradas, con sus lechos, aires y taludes hasta su coronamiento.

El que destruya, lesione, deteriore, degrade o afecte áreas verdes, de forestación, agrícolas, parques nacionales, cauces de río, o modificara el uso o destino establecido en dichas áreas, sea a través de fraccionamientos, urbanizaciones y la realización de cualquier tipo de construcciones, será sancionado de acuerdo con la Ley y deberá pagar daños y perjuicios al Municipio. (Bolivia 1999, Ley 2028)

2.2. Marco conceptual

Los asentamientos urbanos tienen un impacto sobre el medio natural, que debe ser analizado en su desarrollo histórico, para formular prospectivamente alternativas en busca de un equilibrio ecológico entre lo natural y lo edificado. La Paz por su medio natural, hizo compleja la búsqueda del equilibrio y hasta cierto punto imposible de lograr. Un medio de excepcional paisaje como el nuestro tiene innumerables riesgos naturales que hicieron de su evolución urbana una constante lucha entre el habitante y su medio (Villagómez, 1991).

Para permitir la extensión de la ciudad de La Paz, la Municipalidad ha emprendido desde tiempo atrás programas de aprovechamiento de los fondos de valle de varios ríos y torrentes, que en algunos casos han sido canalizados para ganar tierras urbanizables. Sin embargo, esto ha modificado el régimen hidráulico en muchos casos, formándose olas en aguas altas. Las olas se presentan como mezclas de agua, aire y sedimentos, acompañadas del sonido de piedras rodando por el fondo. En ocasiones la amplitud de las olas ha superado la altura de los muros del canal, provocando desbordes. El agua desbordada se va acumulando aguas abajo, creando un flujo de agua paralelo al canal. Este flujo puede erosionar las fundaciones de los muros laterales y causar inundaciones en las viviendas próximas (Molina et al, 1995).

La sub cuenca Kellumani pertenecientes a la cuenca del río Achumani, un pequeño afluente del río La Paz, debido a la urbanización ha sufrido modificaciones en su curso, estos ríos han depositado sedimentos, formando estados con una distribución granulométrica variada: gravosa en la parte alta y limo – arcillosa en la parte baja. Además, un sector intermedio conformado por estados arenosos y gravosos intercalados y de formas lenticulares.

Los procesos erosivos se desarrollan con intensidad, una vez que la cubierta vegetal desaparece y quedan expuestos los materiales deleznable subyacentes como es el caso de la cuenca Achumani inferior (HAM – GTZ, 1988)

En base a estudios realizados por HAM – GTZ se distinguen tres procesos geomorfológicos principales: remoción de masa, erosión fluvial, pluvial e interna y transporte de sedimentos que están relacionados entre sí y con otros factores como: precipitaciones, temperatura, grado de cobertura vegetal, intensidad y tipo de pastoreo, cultivos y la actividad humana.

Según el trabajo de Beck y García (1991), la vegetación debería estar representada por árboles de anacardiáceas como *Schinopsis* sp y *Schinus* spp; y leguminosas como

Caesalpina spp y Prosopis spp. Sin embargo, en las condiciones actuales la vegetación es predominantemente arbustiva con plantas espinosas y suculentas. Ocasionalmente se encuentran árboles nativos y de poca altura creciendo en planicies y laderas poco inclinadas de todas las colinas bajas.

2.2.1. Identificación

La identificación de especies es una actividad fundamental para poder realizar algunos planes o estrategias que apoyen en la conservación y mejoramiento de especies; con la cual se conoce la vegetación existente y se actualiza información, debido fundamentalmente a las transformaciones producidas en los últimos años.

La identificación o determinación es el proceso por el que podemos llegar a conocer el nombre científico de una planta que no conocemos y que ya ha sido estudiada por botánicos. Para poder realizar la identificación de una planta es necesario que antes haya sido clasificada por un especialista botánico además de haberle dado un nombre científico (nomenclatura).

2.2.2. Concepto de árbol

Los árboles son plantas leñosas de 5 o más metros de altura, con un solo tallo dominante, que soporta la copa y un diámetro mínimo de 7 cm a la altura del pecho (DAP). Sin embargo esta altura es relativa con referencia a especies de regiones del altiplano y valles cuyas alturas son menores (Goitia, 2003)

Los árboles son plantas de tallo leñoso con una altura mínima de 3 a 6 metros. Los tallos se conocen con el nombre de troncos, los cuales no se ramifican hasta una altura considerable del suelo. Para considerarse árbol el tallo debe tener una circunferencia mínima de 30 cm. Se considera árbol cuando una planta tiene un solo tronco o eje principal, y una copa bien definida, formada por tallos secundarios o ramas (Botanical, 2008).

2.2.3. Concepto de arbusto

Los arbustos son plantas leñosas de cierto porte cuando, a diferencia de lo que es propio de un árbol, no se yergue sobre un solo tronco o fuste, sino que se ramifica desde la misma base. Los arbustos pueden tener varios metros de altura. Existe una asociación heterogénea y disetánea de árboles y arbustos en las áreas urbanas que se desarrollan con o sin la intervención humana. (García, 1987)

Un arbusto es un término perteneciente a la horticultura más que a la botánica, se diferencia de un árbol por sus raíces múltiples y altura más baja, generalmente menos de 3 metros de alto. Los arbustos en jardinería son generalmente latifoliados, las coníferas más pequeñas que son clasificadas como árboles de hoja perenne. (Disponible en Wikipedia, 2008)

2.2.4. Importancia de los árboles y arbustos

Los árboles y arbustos juegan un papel muy importante en la protección del medio ambiente, son responsables de proporcionar parte del oxígeno que respiramos y eliminar dióxido de carbono, causante del calentamiento de la atmósfera que conlleva al efecto invernadero, protegen el suelo de la erosión, constituyen elementos primordiales del paisaje. En las zonas urbanas los árboles son capaces de moderar los efectos del sol, la lluvia y el viento (Botanical, 2008).

Arze, (1996). Los árboles y arbustos no sólo son ornamentos de nuestras calles cumplen además importantes funciones en el metabolismo de la ciudad:

- Control climático: Purifican el aire, incrementan la humedad, disminuyen la temperatura, controlan el movimiento del aire, canalizan y dirigen los vientos, crean sombra y sitios de resguardo, despiden olores y aromas agradables.

- Control de la erosión: La estructura de las raíces retiene el suelo. El follaje de los árboles suaviza el impacto de la lluvia y del sol. La hojarasca tiene el mismo beneficio, además contribuye a la conservación de la humedad del suelo y a la formación de una capa de materia orgánica.
- Captación de polvo: la vegetación mejora el saneamiento ambiental, al retener en sus hojas el polvo, como la vegetación de hoja peluda como el tilo, algunas especies como los árboles caducifolios son menos susceptibles al polvo porque renuevan su follaje.
- Control acústico: la vegetación atenúa ruidos y forma una verdadera pantalla acústica.
- Refugio para la avifauna: brindan refugio y alimentación a las aves.
- Valor estético: es el que más se percibe, la vegetación reduce la artificialización de las ciudades suavizando la rigidez de los elementos construidos, tiene efectos positivos sobre el psiquismo y la salud humana. Evita el stress.

2.2.5. Antecedentes trabajos realizados

Para empezar cualquier estudio sobre vegetación se debe hacer un análisis de la flora, esto es, hacer un recuento de las especies presentes en una región. Se cuenta con estudios relativos a las comunidades vegetales de la ciudad de La Paz y de sus alrededores para lo cual se hizo un muestreo en varias zonas pero no se hizo estudios minuciosos en especial zonas que presentan erosión, los datos sobre flora y sobre distribución de las especies son escasos.

Estudios botánicos que se han llevado a cabo en el valle de La Paz García (1987) realizó un reconocimiento, descripción, evaluación florística u estudio ecológico de las comunidades de plantas ruderales en la ciudad de La Paz.

Se realizó un registro de la flora del valle del río Jilusaya, tratando de coleccionar especies indicadoras de zonas aledañas y más tarde Vargas (1992) efectuó un estudio fitosociológico para separar y describir las comunidades de vegetación de la misma zona, a fin de proponer medidas de protección de la cuenca Vargas (1989).

Beck (1991), Beck & García (1991), Lewis (1991), Estensoro (1991), García (1991), Valenzuela (1991) realizaron un destacado estudio de la flora del valle de La Paz que también abarcó otro campo de la biología se trata de un inventario intensivo de flora y una descripción de la vegetación del valle de La Paz.

Sin embargo no se han realizado estudios de la cuantificación de la flora y la vegetación, todos han tenido un carácter descriptivo cualitativo.

Las primeras plantaciones forestales organizadas, se han iniciado en el país en 1930, con *Eucalyptus globulus* en la ciudad de La Paz, bosque de Pura Pura. Sin embargo el progreso ha sido extremadamente lento, ya que las plantaciones realizadas obedecen a propósitos de producción de postes durmientes o leña, cortinas rompe vientos y plantaciones ornamentales (CDF, FAO-PNUD, 1988), citado por (Pari, 1996).

Trabajos realizados en "Control Forestal Cuencas de Ciudad de La Paz" señalan que se tiene una densidad de 2500 individuos por ha (40 por ciento de árboles y 60 por ciento de arbustos) y alcanzan una superficie en años 1990 – 1993 de 1189 has. En las evaluaciones de las plantaciones forestales se llegó a un estimativo de la superficie forestada de 800 – 830 has, con una densidad de 3000 pl/ha, con 23 por ciento de arbustos y 77 por ciento de arbóreas. (Zeballos, 1993).

2.2.6 Estudio de la vegetación

En estudios de la vegetación inicialmente se debe medir la abundancia o el número de individuos presentes, determinando también la especie de cada individuo. Seguidamente se debe realizar la medición directa de variables, como el diámetro y la altura; otras, como el área basal o el volumen, se obtiene de manera indirecta por operaciones matemáticas con base en las variables directas, mientras que un tercer tipo se obtiene mediante procedimientos de muestreo estadístico. (Vallejo et al., 2005)

Con los datos recopilados en estudios de vegetación (conformados por la abundancia, la especie, el diámetro, las coordenadas y las variables demográficas cuando hay más de un censo) se hace el posterior procesamiento de los mismos, conduciendo a la obtención de información de la vegetación y los resultados básicos sobre composición florística, diversidad de un espacio y tiempo determinado (Matteucci & Colma 1982, Prodan et al., 1997, Vallejo et al., 2005); estos estudios son útiles para iniciar otros, tendientes a resolver uno de los debates ambientales más trascendentes en la actualidad en el ámbito mundial.

2.2.7 Composición Florística

La composición florística es el conjunto de especies de organismos que componen el bosque, considerando la diversidad de especies en un ecosistema, la cual se mide por su riqueza (cantidad de especies), representatividad (balance equitativo de las especies) y heterogeneidad (disimilitud entre riqueza y representatividad). El termino composición florística está relacionado a la riqueza y diversidad de las especies, en el sentido ecológico estricto los términos riqueza y diversidad tienen significados muy distintos (Finegan, 1992).

2.2.8. Frecuencia

Frecuencia es una expresión que mide la regularidad de la distribución de cada especie en un área determinada, medida por la probabilidad de encontrar una especie o familia en una unidad muestral o dentro de una subparcela (Matteucci & Colma, 1982)

La frecuencia relativa es el porcentaje de la suma de todas las “ocurrencias” de una especie respecto a la sumatoria de las ocurrencias de todas las especies de la misma comunidad o parcela.

El parámetro de frecuencia da una idea de la presencia o ausencia de una especie, numéricamente es la relación entre el número de muestras que contiene una especie y el número total de muestras expresado en porcentaje. La misma ha sido agrupada en clases numéricas de 1 – 5, puede ser también expresada en rangos de porcentaje entre 1 y 100 (INTA, 1986)

Según Lamprecht (1990) las relaciones de frecuencia se pueden representar en cinco clases:

Clase de Frecuencia	Frecuencia Absoluta
I	1 - 20%
II	21 - 40%
III	41 – 60%
IV	61 - 80%
V	81 – 100%

Las frecuencias dan una primera idea aproximada de la homogeneidad florística. Diagramas con valores altos en las clases de frecuencia IV – V y valores bajos en I – II, indican la existencia de una composición florística homogénea o parecida. Altos valores en clases I – II significan una heterogeneidad florística acentuada (Lamprecht, 1990)

2.2.9. Abundancia

Abundancia, es un parámetro que permite conocer el número de individuos por unidad de área de una especie, familia o clase de planta. Se estima a partir del conteo de individuos de una especie o familia en un área dada (Matteucci & Colma, 1982)

2.2.10. Dominancia

Dominancia es la sección determinada en la superficie de suelo por el haz de proyección horizontal del cuerpo de la planta, lo que equivale al análisis de la proyección horizontal de las copas de los árboles. Sin embargo, resulta difícil determinar dichos valores por la complejidad de estructura, por tanto, se utiliza el área basal de los fustes de los árboles en sustitución de la proyección de las copas, calculando en base a las mediciones del DAP de los fustes (Matteucci & Colma, 1982; Lamprecht, 1990)

1	=	5% o menos de cobertura
2	=	5% - 25% de cobertura
3	=	25% - 50% de cobertura
4	=	50% - 75% de cobertura
5	=	75% - 100% de cobertura

2.2.11 Transecto

La idea básica de este tipo de muestreo es seleccionar una serie de rutas que cubran los diferentes hábitats de la zona de estudio y visitarlas contando los individuos a la vista o sus manifestaciones (reclamos sonoros u otras señales). La longitud de los transectos depende del tipo de hábitat pero suele oscilar entre 100 m y 1 km. La velocidad con que se realiza el censo oscila entre 1 o 2 km/h. (Encarta, 2009)

Matteucci y Colma (1982) definen el transecto como una porción alargada de vegetación. La distancia del transecto varía en función al tipo de bosque por regla general se utiliza diez transectos de $50 * 2 \text{ m}^2$

Mostacedo (1996) menciona que el método del transecto es ampliamente utilizado dada su rapidez de medición y por la gran heterogeneidad de muestreo. Este investigador define al transecto como un rectángulo o parcela situado en un lugar, en cuya superficie se mide ciertos parámetros de un determinado tipo de vegetación. El tamaño del transecto es $2*50 \text{ m}^2$

2.2.12. Sistema de información geográfica (SIG)

El Sistema de Información Geográfica (SIG), es un sistema de información utilizado para ingresar, almacenar, recuperar, manipular, analizar y obtener datos referenciados geográficamente o datos geoespaciales, a fin de brindar apoyo a toma de decisiones sobre planificación de recurso naturales, medio ambiente y otros recursos administrativos.

Los sensores remotos satelitales constituyen una moderna tecnología para obtener imágenes digitales de la superficie del terreno en la región electromagnética del visible, infrarrojo y microondas.

Los datos obtenidos por sensores remotos son claves para los estudios de paisaje, vegetación, una de sus ventajas más relevantes es la capacidad de capturar datos para áreas extensas en un momento determinado. Esta condición es significativa para cartografiar la cobertura vegetal y uso de la tierra (Rodríguez y Rosales 2004)

2.2.13. Gradiente térmico

Se denomina gradiente térmico al número de metros que tiene que subirse en la atmósfera para que la temperatura disminuya un grado. Puede variar según sea la zona geotérmica donde nos encontremos, y según sea la orientación de las laderas o vertientes (vertientes de solana o de umbría, por ejemplo).

También puede indicarse de otra forma señalando el número de grados en que disminuye la temperatura por cada km que aumente la altura sobre el nivel del mar. Este valor es, en promedio de 6,5° por cada 1000 m de altitud, es decir, un grado C de disminución de la temperatura por cada 154 metros de altitud, aproximadamente. En suma, el gradiente térmico es el valor que integra las variaciones de la temperatura con la altitud y es un concepto esencial para entender, a su vez, la estructura y concepto de los pisos térmicos.

III. SECCION DIAGNOSTICA

3.1. Materiales y métodos

3.1.1. Ubicación de área de estudio

El presente trabajo se realizó en el Municipio de La Paz provincia Murillo geográficamente se halla comprendida entre el paralelo 16°28'17" (divisoria de aguas) a 16°30'27" (unión de cuencas) de latitud sur y meridiano de 67°58'74" (divisoria de aguas) a 68°02'55" (unión de cuencas) de longitud oeste, la altura de la región 3637 msnm en la unión de las cuencas a 4945 msnm en la cima de la divisoria de aguas. (Ver mapa de ubicación).

La ciudad de La Paz ocupa un área aproximada de 60 Km², abarcando desde los bordes del altiplano, en el norte y oeste, atravesando la cuenca y extendiéndose hacia los valles fluviales del sud, abarcando pisos altitudinales desde los 4150 m hasta los 3200 msnm. El Municipio actualmente cuenta con 23 distritos.

La cuenca de la ciudad es una unidad territorial formada por un río con sus afluentes y por un área colectora de las aguas en Aranjuez. En la cuenca están recursos naturales básicos para múltiples actividades humanas, como agua, suelo, vegetación y fauna. (HAM-GTZ 1990).

La zona de estudio, se halla al sudeste de la ciudad de La Paz, ubicada en la región morfoestructural de las Cordilleras Oriental y Central. Esta región corresponde a un extenso bloque en la altiplanicie al oeste y al este la zona subandina (Ahlfeld, 1962).

La cuenca del río Achumani esta subdividida en Achumani Inferior y Superior. La cuenca Achumani inferior se subdivide en cuenca Huayllani y Kellumani y presenta tres ríos principales: el río Achumani, cuyo lecho es de 700 m de anchos y en cuya parte final desembocan el río Jilusaya ancho de 80 m y el río Koani con 70 m de ancho (HAM-GTZ 1988)

En su curso, estos ríos han depositado sedimentos, formando estados con una distribución granulométrica variada: gravosa en la parte alta y limo – arcillosa en la parte baja. Además, un sector intermedio conformado por estados arenosos y gravosos intercalados y de formas lenticulares.

Los procesos erosivos se desarrollan con intensidad, una vez que la cubierta vegetal desaparece y quedan expuestos los materiales deleznable subyacentes como es el caso de la cuenca Achumani inferior (HAM – GTZ 1988)

La subcuenca Kellumani tiene una extensión total de 20.7 km², el área evaluada en el presente estudio es de 2.3 km²

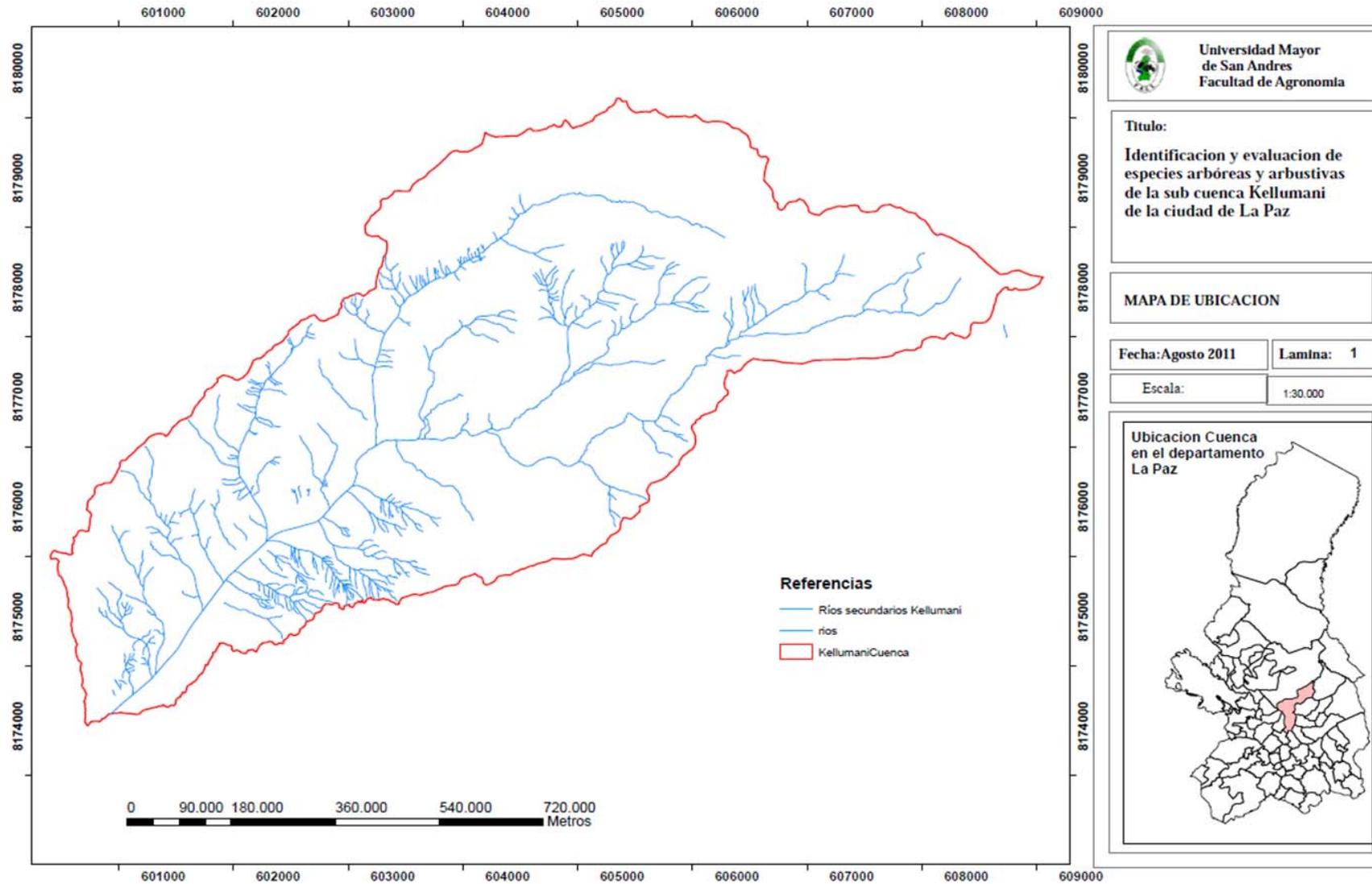
3.1.2. Características del lugar

De acuerdo a la clasificación climática de THORNTH WAITE, la cuenca de la ciudad de La Paz esta íntegramente comprendida en la región sub-húmeda seca con vegetación de pradera y un índice de humedad entre 0° y 20°.

La precipitación pluvial media mensual es de 57,3 mm. siendo los meses de Diciembre, Enero, Febrero y Marzo los más lluviosos con un promedio de 82,35 mm. mientras que en los meses de Mayo, Junio y Julio la precipitación es mínima, con un promedio de 7,1 mm.

La temperatura media ambiente para la ciudad de La Paz es de 12.4° C, con un máximo promedio de 13.9° C en el mes de Noviembre y un mínimo promedio de 10,2° C en el mes de Julio. La humedad relativa media anual es de 45 % y son los meses de Diciembre, Enero y Febrero los que presentan mayor humedad ambiente, con un promedio de 60 %, en tanto que los meses de Mayo, Junio y Julio son los más secos con un promedio de 39 % de humedad relativa.

Identificación y Evaluación de Especies Arbóreas y Arbustivas de la Sub Cuenca Kellumani de la Ciudad de La Paz



Fisiografía y vegetación. Las cotas máximas del Municipio se localizan en los nevados ubicados al Noreste de la ciudad, con alturas que sobrepasan los 5.000 m.s.n.m., descendiendo hasta las zonas bajas en Zongo, específicamente en Villa Concepción y General Pérez, ubicadas en una región de selva húmeda tropical, a una altitud de 1.000m.s.n.m. Existen algunos puntos intermedios como el puente de Lipari, ubicado a 2.800 m.s.n.m.; el centro de la ciudad de La Paz que se encuentra a una altura promedio de 3.600 m.s.n.m.; constituyéndose la cota 4.200 m.s.n.m. en el límite extremo. (Dossier Estadístico Municipio de La Paz 2000-2005)

3.1.3. Materiales

En el presente trabajo se emplearon los siguientes materiales y equipo:

- Huincha, flexómetro, herborizador, alcohol, bolsas de polietileno, cuerda plástica, pala, pico, tijeras de podar, martillo
- Material de escritorio: Hojas Bond, libretas de campo, claves botánicas, planillas de campo, CDs, bolígrafos, marcadores, lápices de cera, papel secante, cinta masquin.
- Equipo: GPS, computadora, cámara fotográfica.
- Material cartográfico, fotografías satelitales, cartas geográficas.

3.1.4. Metodología

La metodología empleada en el presente trabajo tiene carácter descriptivo, cuya finalidad es obtener información tal como se encuentran las especies, forma parte del concepto “no experimental”. Este tipo de estudio se caracteriza por la parte de manipulación deliberada de las variables, esto es que no se hace variar intencionalmente las variables dependientes, si no se observan los fenómenos tal como se dan en su contexto natural para después analizarlas (Hernández et al, 1995)

En la identificación de especies se empleó claves taxonómicas in situ, mientras que en aquellas especies que no pudieron ser identificadas se hizo la recolección de hojas, ramas y corteza para la respectiva identificación y clasificación en el Herbario Nacional.

Para la determinación de características dendrométricas y florísticas se evaluó la altura, diámetro, conteo de especies presentes en el transecto o área a evaluar.

Los actores en el presente trabajo son: El Gobierno Departamental de La Paz, Gobierno Municipal de La Paz, Sub alcaldías de la zona de estudio, EMA VERDE, comunidades originarias, vecinos de la zona perteneciente a la subcuenca. Dentro de los principales roles que cumplen están en especial la protección al medio ambiente con programas de forestación, estudios de suelos, construcción de obras civiles, concienciación del cuidado de la cuenca, etc.

3.1.4.1. Procedimiento de trabajo

El trabajo se realizó en tres etapas principales, la recopilación de información y contacto con autoridades de la zona, toma de datos en campo sistematización de información y la elaboración de mapas.

1.1. 3.1.4.1.1 Primera Fase

En la primera fase del presente trabajo se realizó la recopilación de información secundaria de trabajos relevantes que apoyaron el trabajo para ello se consultó registros, informes, monografías, tesis, internet, publicaciones, etc.

El área de estudio se localizó con la ayuda de una fotografía satelital para identificar la subcuenca donde se realizó la delimitación del área y el muestreo aleatorio para la toma de datos.

Se realizó una reunión con secretario general – sub alcalde– informantes claves (información adicional) del área rural para poner en conocimiento del trabajo que se realizaba y no crear susceptibilidad en la población. Lo anterior debido fundamentalmente que en esta área no se tuvo acceso fácil a la zona de estudio para realizar el trabajo, para lo cual se cuenta con un acta de visita Anexo 23.

2.1. 3.1.4.1.2. Segunda Fase

Una vez localizada el área de estudio se realizó un recorrido de los diferentes lugares de la cuenca con autoridades del lugar para tener una idea clara de la fisiografía, vegetación, topografía y otros aspectos relevantes; se delimito la zona y se procedió a la marcación de transectos dentro de la subcuenca los lugares representativos tanto de especies arbóreas y arbustivas (rectangulares de un área de 2 * 50 metros), para la identificación de especies.

En cada una de los lugares tomados en cuenta para realizar el transecto se tomaron la lectura de especies arbóreas y arbustivas existentes en una planilla elaborada, para luego tomar los puntos de GPS además de tomar fotos de las especies existentes.

En las áreas urbanizadas de la cuenca se hizo el muestreo en las principales calles y avenidas, en las cuales se levantó la misma información realizando la identificación de las especies presentes.

La identificación de especies se la realizó en campo, con la ayuda de claves taxonómicas la cual fue registrada en tablas elaboradas (Anexo 1 y 2), en especies que no pudieron ser identificadas en el momento se hizo la respectiva recolección (hojas, corteza, flores y frutos) en bolsas plásticas para su posterior herborización tradicional, las mismas fueron identificadas en el Herbario Nacional y en algunas se recurrió al apoyo de expertos botánicos de la Facultad de Agronomía.

Para la evaluación dendrometricas de las especies identificadas se evaluaron parámetros que mencionamos a continuación:

- Altura total: fueron estimadas visualmente, consistió en colocar una persona con medidas conocidas debajo del árbol y luego se duplicara, triplicara, etc. el tamaño de la persona hasta llegar a la copa del árbol.
En el caso de árboles no muy altos y arbustos, se midió la altura total comprendida desde la superficie del suelo hasta el ápice de la planta con la ayuda de un flexómetro.
- Diámetro altura pecho: Las mediciones se realizaron con cinta métrica a 1.3 m del suelo medido en la parte central de una troza
- Diámetro de la copa: medición de la sombra proyectada por la copa del árbol en el suelo.
- Área basal: es la sección transversal del tallo o tronco de un árbol a una determinada altura (1,3m) del suelo, se expresa en $m^2 \text{ ha}^{-1}$

$$AB = \frac{\pi}{4} \times (D)^2$$

Dónde: **AB**: área basal absoluta

D: Diámetro a la altura pecho (DAP)

En el área de muestreo en los diferentes transectos a la vez se determinó la composición florística para lo cual se calculó en todas las especies presentes la abundancia, frecuencia y dominancia:

- Abundancia, Mateucci & Colma es el número de individuos de un taxón en un área determinada, para medir la abundancia se utiliza:

$$Ab = \frac{N}{A}$$

N = Número de individuos de un taxón

A= Área determinada

- Abundancia relativa. AR es el número de individuos por unidad de área o la abundancia de un taxón o clase de plantas

$$AR = \left(\frac{\text{Numero de individuos de un taxon}}{\text{Numero total de individuos}} \right) * 100$$

- Frecuencia absoluta FA es la regularidad de distribución de cada especie dentro del terreno se toma como el porcentaje del número de subparcelas en que aparece una especie en relación al total de subparcelas muestreadas:

$$FA = \left(\frac{\text{Número de subparcelas en que aparece la especie}}{\text{Numero total de subparcelas observadas}} \right) * 100 \quad \#$$

#

- Frecuencia Relativa FR se refiere al porcentaje de la frecuencia absoluta de una especie en relación con la suma de las frecuencias absolutas de las especies presentes

$$FR = \left(\frac{\text{Frecuencia absoluta de una especie}}{\text{Total de frecuencias absolutas}} \right) * 100$$

#

#

- Dominancia.- cobertura es normalmente usado para expresar la dominancia pero debido a la complejidad estructural del bosque; se utilizara el área basal de los fustes de los árboles en sustitución de la proyección de las copas y la dominancia se calcula en base a las mediciones del diámetro o la altura de pecho (DAP) de los fustes.

El valor de área basal expresada en m cuadrados (m)² por cada especie será la Dominancia Absoluta DA

$$DA = \left(\frac{\pi}{4} \right) * (DAP)^2 \quad \#$$

#

- Dominancia Relativa DR es la aparición en porcentaje que corresponde a cada especie del área basal total

$$DR = \left(\frac{\text{Dominancia absoluta de cada especie}}{\text{Dominancia absoluta total}} \right) * 100$$

3.1. 3.1.4.1.3. Tercera Fase

La investigación realizada en la sub cuenca Kellumani ha girado en torno a dos ejes: el trabajo de campo y el análisis de resultados en gabinete. El trabajo en el terreno se ha dirigido hacia la identificación y toma de muestras de las especies arbóreas y arbustivas de lugares representativos, enfatizando su incidencia en el lugar.

La información obtenida en campo se complementó con el manejo de la cartografía topográfica base, el análisis de fotografía aérea y el uso de la teledetección, para, finalmente integrarlo todo en un Sistema de Información Geográfica (SIG). Las fuentes utilizadas fueron: Un fragmento de la imagen satelital de La Paz, quick bird obtenida el 10 julio de 2009 e imágenes LANDSAT ETM tomada el mes de junio de 2002; el modelo de elevaciones (MDE) elaborado a partir de la cartografía, escala 1:50.000 del año 1967 elaboradas por el Instituto Geográfico Militar (IGM).

Mediante el uso de las herramientas integradas dentro del paquete, Arc GIS 9.3, se realizó la ortorectificación, georeferenciación y digitalización de los mapas temáticos, y esquemas en papel, se homogeneizaron los sistemas de proyección y finalmente se superpusieron las diferentes capas de información.

El análisis de la imagen se realizó de dos formas: un análisis manual y un análisis asistido por computadora utilizando el SIG. Dada la topografía y la susceptibilidad de los comunarios en algunos casos la toma de medida se tuvo que recurrir a las herramientas del paquete en función del color y de la tonalidad, además de considerar el gradiente altitudinal.

Las unidades de vegetación fueron identificadas en base a los relevamientos de campo realizados en diciembre 2010. En cada unidad de vegetación diferenciada se registraron puntos de control con datos de latitud, longitud y altitud, y se realizó una descripción cualitativa de la vegetación circundante (estratificación, altura y especies dominantes).

Para la elaboración del mapa final, de vegetación, gradiente térmico, y curvas de nivel, se utilizaron como referencia mapas elaborados con anterioridad en la zona: (ver mapas)

3.1.4.2. Variables de respuesta

- Identificación de especies
- Altura total
- Altura fuste
- Diámetro altura pecho
- Diámetro de la copa
- Área basal
- Frecuencia
- Abundancia
- Dominancia

IV. SECCIÓN PROPOSITIVA

4.1. Aspectos propositivos del TD

Para el análisis de la información se elaboró una base de datos, para cada transecto con un área de 100 m² haciendo un total de 3000 m² (0.3 ha). Se efectuó un análisis in situ que se lleva a cabo en datos de un solo inventario.

Se registraron un total de 1670 individuos (especies arbóreas y arbustivas), distribuidos en 8 ordenes, 12 familias, 17 géneros y 20 especies. De las 20 especies identificadas, 6 son especies arbóreas y 14 arbustivas. En el **Cuadro 1** se presenta una descripción resumida de los resultados obtenidos.

Cuadro 1. Características generales

Datos generales	Total
Altitud msnm	3612 - 4114
Coordenadas geográficas UTM	8178067
Coordenadas geográficas UTM	8174374
Número de individuos	1670
Número de árboles	362
Número de arbustos	1308
Número de ordenes	8
Número de familias	12
Número de géneros	17
Número de especies	20
Altura promedio árboles (m)	4.38
Altura promedio arbustos (m)	1.19
Altura máxima árboles (m)	16
Altura mínima de árboles (m)	0.9
Altura máxima arbustos (m)	4
Altura mínima arbustos (m)	0.1
DAP promedio cm	39.51
Área basal m ² /0.3ha	0.87

Fuente: Elaboración propia 2011

4.1.1. Procesamiento de datos

Los datos recolectados en campo se transcribieron en una planilla electrónica EXCEL se uniformizaron todos los nombres comunes y se utilizaron los nombres científicos y familias en base a las nuevas determinaciones. Concluida y depurada la base de datos se efectuó la evaluación cualitativa y cuantitativa.

4.1.2. Determinación del área de estudio

El área de estudio tiene un total de 20.7 km², el área evaluada es de 2.3 km², se realizó la evaluación de 30 transectos; 20 en el área comunitaria o rural y 10 en el área urbanizada (calles principales), cada transecto con una dimensión de 100 m² (50*2), sumando un área evaluada total de 0.3 ha (3000m²).

Se inició el trazado de transectos en la parte alta de la zona desde los 4114 msnm hasta los 3612 msnm, tomándose las coordenadas geográficas con GPS.

4.1.3. Colecta de muestras

Se colectaron todos los individuos identificados como especies diferentes o cuya identificación no fue confiable en campo, el mismo se colocó en bolsas plásticas, para su posterior prensado y secado de acuerdo a las técnicas de herborización tradicionales.

4.1.4. Descripción de la vegetación por pisos ecológicos

A continuación se dará una descripción general de la vegetación del área de estudio la cual se encuentra distribuida por pisos ecológicos. Es así que en los pisos inferiores se pudo encontrar vegetación característica de lo que son las cabeceras de valle, a medida que se asciende va apareciendo especies más resistentes al frío; las últimas especies arbóreas aparecen en la pradera alpina seguida de roca expuesta y sin cobertura.

Cabe señalar que en la actualidad la vegetación ha sido alterada en toda la ciudad de La Paz y pocas veces se muestra indicios del potencial natural, a pesar de ello se observa diferencias de los diferentes pisos altitudinales del área de estudio.

Según Ibisch y Mérida (2003), la zona de estudio se encuentra en la ecoregión de Puna Sureña. Según Navarro y Maldonado (2002) se encuentra en la Provincia Biogeográfica de la Puna Peruana, Sector Biogeográfico Puneño Peruano Meridional, Distrito Biogeográfico del Titicaca y la Cordillera Real. La descripción de la vegetación según estos autores están basados más que nada en el sector Alto Andino y Subnival del Tunari en Cochabamba, por lo que en el presente trabajo se utilizara la descripción de Beck y García (1991), quienes trabajaron en el área y describieron sus particularidades. Según las clasificaciones de estos autores tenemos dos pisos altitudinales Piso Altoandino, Piso Puñeno o de Puna, en los cuales describen la vegetación y flora:

Piso Altoandino (4100 a 4700 msnm)

En este sector la capa de vegetación es discontinua. Se observa una cobertura vegetal de 30 a 80 % en los pajonales y en los bofedales la cobertura es de 80 a 100 %. En este piso la vegetación se ve afectada por el pastoreo de camélidos, bovinos y ovinos (actividad ganadera).

Por observación se realizó la respectiva descripción de la vegetación altoandina: en la cual se tiene pajonales, bofedales, vegetación acuática, y se corrobora con la bibliografía consultada se caracteriza cada una de estas unidades de vegetación. Pajonales empraizados dominan las especies *Stipa hans-meyeri* y *Deyuksia vicunarum*, las gramíneas de mayor porte como *Festuca dolichophylla*, *Calamagrostis vicunarum*, *Stipa ichu*. En el estrato herbáceo se encuentran también *Azorella biloba*, *Hypochoeris taraxacoides*. (Beck y García, 1991)

Se encuentra también especies poco palatables como: *Aciachne acicularis*, *Astragalus arequipensis*, *A. garbancillo*, *Plantago serícea*, *Senecio spinosus* y *Tetraglochin cristatum*, *Urtica urens* entre otros. Se encuentran también cojines laxos de *Pycnophyllum molle*.

Pajonales higrófilos. Estos pajonales son los que están próximos a los bofedales o sobre ellos en las áreas de transición. Son pajonales bajos con aspecto de pradera dominados por las gramíneas *Festuca humilior* y *Festuca rigencens*, de claras preferencias ecológicas por estos ambientes siempre húmedos al igual que, *Deyeuxia vicunarum*, *Deyuksia curvul* y *Eliocharis albibracteata*. (Navarro y Maldonado, 2002).

Bofedales comunidades vegetales de suelos turbosos, saturados de agua. Forman amplios cojines compactos en los que dominan *Distichia muscoide* y *Oxychlöe andina* y según Navarro & Maldonado (2002) *Plantago rígida*. En estos cojines se desarrollan también hierbas pigmeas como *Deyuxia rigescens*, *Gentiana sedifolia*, *Werneria apiculata*, *W. spathulata* *W. pigmaea*, *Hypochoeris taraxacoides*, *Oritrophium limnophilum*, *A. paludosa*, *Luzula racemosa*, *Scirpus sp.*, *Calamagrostis chrysanth*, *Distichia muscoide*, *Lacchemilla diplophylla*, *Lilaeopsis maclovian*, *Deyeuxia vicunarum*. (Estenssoro, 1991).

Vegetación Acuática. Es la vegetación que desarrolla en arroyos de curso lento, en los mismos bofedales. En agua moderadamente profundas se encuentra *Elodea potamogeton*, *Isoetes glacialis*, *I. herzogii*, *Myrophyllum quítense*, *Potamogeton filiformis*, *P. pectinatus*, *P. striatus*, *Ruppia filifolia* y *Zannichellia andina*.

Piso Puneño o de Puna (3500 a 4100 msnm)

Tanto Beck (1991) como Navarro y Maldonado (2002) Determinan que la vegetación clímax de este piso fueron los bosques de *Polylepis*. Es muy probable que el uso intensivo de estos bosques para la extracción de leña y para construcción haya terminado con los mismos. En este piso la cobertura vegetal es mayor, el tipo es de

matorral abierto y los arbustos más comunes son los denominados tholas: *Baccharis incarum*, *Baccharis papillosa*; las chillcas *Baccharis pentlandii*, *B. latifolia*. Otros arbustos son *Viguiera pazensis* (sunchu) y *Satureja boliviana* (muña muña).

En el estrato de las hierbas o herbáceo tenemos a *Gnaphalium cheiranthifolium* (wira wira), *Lupinus altimontanus* (Tarwi silvestre), *Hypochoeris elata* (achicoria), las gramíneas *Stipa ichu* (ichu), *Festuca dolichophylla*, *Bromus catharticus*, *Poa annua*, *Muhlenbergia fastigiata* y *M. peruviana*.

En los lugares más húmedos cercanos a los cursos de agua encontramos pastos grandes de *Cortaderia rudiussculas* (cortaderia).

La Vegetación de Puna se encuentra modificada por la actividad humana, se encuentran cultivos de trigo y cebada, ganado vacuno y extracción de áridos, eucalipto, álamos, pino, ciprés.

En el área de estudio también se realizan actividades agrícolas en pequeñas parcelas con cultivos de papa, haba, cebada, etc.



Foto 1. Cultivo de haba

4.2. Análisis de resultados

A continuación presentamos los resultados obtenidos según los objetivos planteados:

4.2.1. Descripción y características morfológicas de especies identificadas

El presente estudio comprende árboles y arbustos, la descripción, fotografías de las especies identificadas se realizaron en base a claves taxonómicas, ejemplares coleccionados y con la revisión complementaria de profesionales expertos en la materia botánica sistemática.

4.2.1.1. Familia Asteraceae o Compositae

Plantas herbáceas, arbustos y lianas, con pocos árboles verdaderos, a veces con látex o resinas. Hojas alternas u opuestas, a veces muy reducidas, rara vez verticiladas; simples enteras, dentadas hasta profundamente lobuladas. Inflorescencia capítulos (cabezuelas), multiflorados, solitarios o dispuestos en cimas corimbiformes, racemiformes, fascículos, panojas de cimas, cincinos o panoja de cincinos; cada capítulo o filarias herbáceas, coriáceas o escariosas, libres o connadas. Flores marginales conocidas como “flores liguladas”, que pueden presentarse con lígulos tri o pentadentadas en el ápice o ser bilabiadas; las centrales o del disco, llamadas “flores tubulosas” pueden presentar corola gamopétala en forma de un tubo o ser filiformes; ambas presentes en capítulos dimorfos, pero también pueden ser capítulos isomorfos con todas las flores liguladas, bilabiadas ó tubulosas. Fruto aquenio, rara vez drupa; negro hasta diversos tonos de marrón, comprimido, obovoide o fusiforme, liso o con rebordes, costillas, rugosidades (Killen et al, 1993). Como el estudio está enmarcado en la identificación de árboles y arbustos a este grupo pertenecen cinco géneros.

4.2.1.1.1. *Braccharis latifolia*

Nombre común: Chilca, chillca

Arbusto de 1 a 1.5 m alto, densamente ramificado desde la base y con follaje tupido, reconocible por sus hojas trinervadas, resinosas, toscamente aserradas, y sus cabezuelas blanquecinas. Ramitas terminales cilíndricas y lisas, color marrón claro, 3-4 mm diámetro en promedio, nudosas, resinosas, flexibles, glabras. Hojas simples,



Foto: 2 Chillca (*Braccharis latifolia*)

alterna, agrupadas hacia los extremos de las ramitas, oblongo – lanceoladas, (4-) 6-8 cm long. por 1.5-2.5 cm ancho; el ápice agudo al igual que la base; toscamente aserradas, trinervadas, nervación impresa en la haz y en relieve en el envés; láminas y glabras, cartáceas a subcoriáceas, resinosas; pecíolos de 1-1.5 cm long. Inflorescencias en grupos congestionados de cabezuelas homogéneas, aprox. 0.5 cm de diámetro, cortamente pedunculadas, con base brácteas involucrales de 2-4 mm long. Flores un individuo porta cabezuelas con flores hermafroditas y otro, cabezuelas con flores femeninas. Flores hermafroditas de 3-4 mm long., con papus abundante y corola tubular de aprox. 3 mm. Long. con 5 dientes menudos; estambres brevemente exsertos; estigma bífido, exserto. Flores femeninas similares pero desprovistas de estambres y algo más grandes. Frutos aquenios de 4-5 mm long. con papus de color pajizo. (Reynel y León, 1990)

Subarbustos, arbustos, rara vez arboles pequeños, lianas o hierbas perennes, a veces con rizomas o raíces gemíferas; ramas resinosas, en ocasiones con alas caulinares; hojas alternas, opuestas, o reducidas a brácteas inconspícuas. Las Plantas dioicas o poligamodioicas; capítulos con involucro hemisférico, acampanado o cilíndrico, con varias series de filarias imbricadas y escariosas; flores blancas a amarillentas, rara vez

purpurescentes; plantas femeninas con capítulos de flores hermafroditas pero con el ovario no funcional; las corolas tubulosas. Aquenios elipsoides o cilíndricos, costados, con pappus formado por numerosos pelos delgados. (Killen et al, 1993)

Vegeta entre 3400 y 3900 m; es pionera de lugares alterados y usada como medicinal. Florece en otoño, iniciándose la apertura de las flores en abril y conservándose muchas veces; hasta agosto, durante su estado vegetativo debido al contenido de resinas sirve de hospedero para larvas de homópteros.

En el área de estudio se encuentra ampliamente distribuida y constituye una de las pocas especies arbustivas. La protección que puede prestar al suelo radica en la cobertura y la ramificación, además del tamaño de sus hojas que son amortiguadoras de las lluvias torrenciales. En cuanto a la raíz que es del tipo axonomorfo, no es ramificada en la parte superior, pero si es muy profunda, siguiendo un camino sinuoso y ramificándose en la parte terminal, lo que ocupa un mayor volumen de suelo y disgrega el suelo compacto. (Valenzuela, 1993)

4.2.1.1.2. *Mutisia viciaefolia*

Nombre común: Chinchircoma



Foto: 3 Chinchircoma (*Mutisia viciaefolia*)

Arbusto muy ramoso; achaparrado, a veces semi-trepador, de hasta 140 cm alto; ramas levemente flexuosas, estriadas con entrenudos de 1-4 cm. Hojas alternas, pinnaticompuestas, folíolos, 9 a 12 pares, lanceolados, glabros en ambas caras, raquis glabro, lineal de hasta 10 cm terminado en un zarcillo, bífido, de hasta 2 cm.

Capítulos solitarios, largamente pedunculados, provistos de una bráctea lineal. Involucro cilíndrico de 5,5-6 x 8-12cm de diámetro, brácteas involucrales de 2-2.2 cm, color pardo rojizo, imbricadas dispuestas en seis series. Flores dimorfas: las marginales, de color rojo-anaranjado, bilabiado-liguladas, femeninas; las del disco de color amarillo anaranjado, hermafroditas, bilabiado-tubulosas; estambres con anteras unidas; ovario ínfero y estigma bífido. Fruto, un aquenio glabro con papus.

Se desarrolla en laderas de suelos arenoso-pedregosos y arcilloso-pedregosos, también en cauces secos, bordes de caminos o carreteras. (Ruiz, 2011)

4.2.1.1.3 *Senecio clivicolus*

Nombre común: Senecio “Karihua” “Huaycha”



Foto:4 Senecio (*Senecio clivicolus*)

Arbusto de 0.5 a 1 m. de altura, ramoso con ramas costadas y glabras, de color pardo claro, entrenudos de 2-10 cm de longitud; densamente hojoso hasta la inflorescencia. Con hojas alternas sésiles, lineales, agudas en el ápice y atenuadas inferiormente en breve pseudopecíolo, más o menos profundamente aserradas en el margen o casi lobadas con dientes muy agudos de 0.5-5 mm de largo. Capítulos numerosos, radiados, dispuestos en cimas corimbiformes en los extremos de las ramitas; involucro acampanado, caliculado de 6-8 mm de alto por 5-6 mm de diámetro; las bractéolas del cálculo lineares, pocas y cortas, filarías 12-14, oblongo-lanceoladas, agudas y glabras; las flores amarillas, dimorfas las marginales femeninas liguladas, flores del disco numerosas, hermafroditas con corola tubulosa. Aquenios cilíndricos, costados, papus blanco formado por pelos simples, 2-3 seriado (Cabrera, 1985).

Arbusto pequeño o mata, de hasta 1 m de altura en el ámbito, con tallitos erguidos ralos y hojas alargadas, toscamente aserradas, subcoriáceas; es distinguible por sus bonitas cabezuelas de color amarillo. Ramas terminales cilíndricas de 0.4-0.5 mm de diámetro, estriadas, glabras, lustrosas, color verde a violáceo en las partes basales, flexibles, poco lignificadas en las porciones distales. Hojas simples, alternas, oblongo-alargadas a lanceoladas, el ápice agudo, acuminado; la base aguda, decurrente; a veces sésil; tosca e irregularmente aserradas, glabras, enteras. Inflorescencias terminales, en cabezuelas heterógamas, vistosas, de color amarillo vivo, con lígulas bien desarrolladas. Flores marginales femeninas con papus abundante; corola ligulada; la lígula con tres dientes en el ápice. Fruto aquenio. (Reynel, 1988).

Las ramas y hojas de esta planta pueden extenderse y ayudan con la hojarasca a proteger el suelo, contribuyendo a mantener la humedad del mismo evitando la evaporación excesiva. Su profunda raíz axonomorfa, penetra para buscar agua y nutrientes, permitiendo que las raíces secundarias se distribuyan lateralmente y facilitando la entrada de aire y agua al suelo, si bien el sistema radical no es muy denso, las raíces leñosas principales pueden llegar hasta 1.50 m de profundidad en un recorrido sinuoso. (Valenzuela, 1993)

4.2.1.1.4. *Baccharis* sp.

Nombre común: Thola, tola macho, tola hembra



Foto: 5 Thola (*Baccharis* sp)

Arbusto de hasta 1.2 m de altura, muy ramificado y lignificado desde la base, apretado de follaje en las partes terminales y distinguibles por sus hojas pequeñas, coriáceas y muchas veces con tres dientes menudos. Las flores están en cabezuelas blanquecinas y pequeñas. hojas sésiles, oblongo – espatulada 0.6 a 1.2 cm de largo por 0.2

– 0.5 cm de ancho, enteras o frecuentemente con 1 a 2 dientes de cada lado. Capítulos numerosos, solitarios en las axilas de las hojas y en el extremo de las ramillas. La especie es dioica. Flores masculinas de unos 0.7 mm de longitud, el papus y la corola pilosos, ésta con cinco dientes en la parte terminal. Los estambres son 5, con anteras muy alargadas y amarillas cuando frescas. En las flores masculinas el gineceo es reducido (infértil) y el estigma brevemente excerto. Flores femeninas algo más grandes que las masculinas, con el papus glabro, la corola filiforme, raramente pilosa en la parte distal, conteniendo en su interior el gineceo que es excerto. (Paca, et al, 2003)

Arbusto dioico o con capítulos dioicos, ramoso, resinoso de 30-50 cm de altura. Presenta ramas densamente cubiertas de hojas, especialmente en la parte superior asentadas alternadamente (sésiles), oblanceoladas-espátuladas de 6-12 mm de largo por 2-5 mm de ancho, enteras o más frecuentes con 1-2 dientes triangulares a cada lado y solamente con un nervio central. Presenta capítulos numerosos solitarios en las axilas de las hojas y en el extremo de las ramitas con 4-5 series de brácteas involucrales (filarias). Los capítulos femeninos son innumerables con cerdas blancas, cada flor presenta una corola filiforme que es más corta que el estilo; los frutos son aquenios cilindroides, curvados, costados, glabros de 2.2 mm de largo, papus con cerdas, caducos. Mientras, los capítulos masculinos son pseudohermafroditas con ovarios atrofiados, pero tienen estilo y estigma bilobado. Frutos aquenios cilindroides, curvados, costados, glabros, de 2.2 mm de largo, carnosos. (Cabrera, 1978)

4.2.1.2. Familia Bignoniaceae

Árboles, arbustos, frecuentemente lianas, raramente herbáceas. Hojas opuestas palmati-o pinnaticompuestas, algunas veces simples o unifoliadas, los folíolos enteros o aserrados, el folíolo terminal a menudo remplazado por un zarcillo en los géneros de lianas. Inflorescencias paniculadas o racemosas, a veces reducidas a fascículos o una flor solitaria; terminal, axilar o cauliflora. Flores hermafroditas, zigomorfas y vistosas; sépalos 5, unidos formando un tubo con el ápice truncado a lobado; pétalos unidos, formando un tubo usualmente con 5 lóbulos imbricados, campanulado hasta infundibuliforme. Frutos cápsulas bivalvadas, con dehiscencia perpendicular o paralela

al septo, a veces una baya o un pepónide con cáscara dura; semillas planas, frecuentemente aladas. (Killen et al, 1993)

4.2.1.2.1. *Tecoma sp.*

Nombre común: Tecoma – Warijo – Huaroma



Foto: 6 Tecoma (*Tecoma sp.*)

Arbustos o árboles pequeños; hojas trifoliadas o imparipinnadas. Flores en racimos o panículas terminales; corola amarilla hasta anaranjado rojiza, glabra por fuera; estambres con anteras divergentes, el disco cupular y pulvinado; ovario con 2 lóculos, levemente cilíndrico, cubierto por escamas. Fruto una cápsula linear, comprimida paralela al septo, pero dehiscente perpendicularmente, las

valvas dentadas, más o menos glabras; semillas delgadas, con 2 alas membranosas, fuertemente demarcadas del cuerpo de la semilla. (Killen et al, 1993)

4.2.1.3. Familia Caesalpinaceae

Árboles, arbustos, algunas veces lianas y raramente hierbas; plantas a menudo con nódulos radicales fijadores de nitrógeno; a veces con nectarios extraflorales. Hojas alternas; generalmente pinnaticompuestas, paripinnadas o bipinnadas, los folíolos opuestos o alternos, con pulvínulos presentes pero no funcionales, a veces bifoliados, bilobadas o simples. Inflorescencias racimos, panículas, espigas o cimas; terminales o axilares. Flores generalmente hermafroditas, a veces unisexuales; ligeramente zigomorfas, pero papilionoideas, sépalos libres o casi libres, o los dos superiores más o menos connados, imbricados o raramente valvados, o todos unidos formando una cúpula; pétalos libres con prefloración imbricada, el pétalo superior generalmente interno respecto a los dos laterales, el inferior es más pequeño.

Frutos comúnmente secos y dehiscentes por dos suturas (como en las típicas legumbres), pero a veces indehiscentes y entonces drupáceos o samaroides; semilla con un funículo alargado, a veces con arilo, raramente aladas, comúnmente la cubierta dura e impermeable. Ruíz citado por (Killen et al, 1993)

4.2.1.3.1. *Cassia sp.*

Nombre común: Mutu mutu

Árboles, arbustos pequeños; hojas paripinnadas, dispuestas en espiral o dísticas, muy variable en número y tamaño, a veces con glándulas sobre el raquis. Flores en racimos axilares, a veces caulinares, subtendidos por dos bractéolas; sépalos ligeramente unidos en la base; pétalos libres, desiguales, amarillos, rosados o rojos; estambres dorsifijos, curvados sigmoidalmente largos y curvados con dehiscencia introrsa por hendiduras, Legumbre cilíndrica, tetragonal – comprimida, generalmente muy alargada, indehiscente; semillas comprimidas dorso-ventralmente. (Killen et al, 1993)

CEDEFOA (2001) señala que es un arbusto perenne de 2 a 2.5 m. con abundantes ramificaciones, flores amarillas, está distribuida en todas las laderas rocosas, habiéndose observado que el ganado la ramonea ligeramente.

4.2.1.4. Familia Fabaceae

Pertenece a las Leguminosas, árboles, arbustos, lianas o raramente hierbas, a veces espinosos. Hojas alternas, muy raras veces opuestas, bipinnadas o paripinnadas. Folíolos opuestos o subopuestos, raras veces alternos, con bordes enteros. Estípulas presentes, a veces transformadas en espinas o aguijones. Pecíolos y peciólulos pulvinados. Inflorescencias en espigas, racimos o capítulos, axilares o terminales. Flores bisexuales o raramente unisexuales, actinomorfas. Plantas hermafroditas, polígamas y hasta dioicas. Sépalos 4-5, unidos en la base. Pétalos 4-5, unidos en la base y formando un pequeño tubo. Estambres en igual número o a veces el doble en número que los sépalos y los pétalos, anteras pequeñas y con dehiscencia longitudinal. Ovario súpero, estilo 1, estigma 1. Frutos en legumbres o lomentos.

4.2.1.4.1. *Adesmia miraflorensis*

Nombre común: Adesmia - añahuaya

Planta leñosa de 0.5-1 m de altura, plagada de espinas múltiples, con follaje muy menudo y flores amarillas y conspicuas. Ramitas color marrón claro, muy lignificadas, nudosas, tortuosas, y con la corteza agrietada.

En las partes más leñosas hay ritidoma que desprende en placas alargadas, pequeñas. Espinas múltiples, muy

aguzadas, sub-divididas, conformando

racimos espinosos de hasta 4-7 cm longitud, con 6-8 espinas. Hojas pinnadas, muy pequeñas, alternas o conformando grupos fasciculados de 2-4 insertos en nudos también alternos; el ápice emarginado a redondo, la base redonda; el raquis acanalado; foliolos y raquis con pubescencia rala. Hay pequeñas estípulas (1 mm longitud) en la base de las hojas. Inflorescencias en racimos cortos, 1-2 cm longitud, bracteadas; pedúnculo de la inflorescencia muy delgado. Flores amarillas, de 1-1.2 cm longitud sin incluir el pedicelo, éste de 4-5 mm longitud; cáliz cupuliforme, verde, piloso, de unos 5 mm longitud, con 5 dientes lineares en el tercio distal. Corola papilionada; estandarte recorrido por varias líneas de color violeta tenue; androceo conformado por 8 estambres soldados en un tubo con forma de canoa que protege al ovario; uno de ellos libre; pistilo de 1.2 cm longitud. Frutos legumbres (lómenlos) plumoso-pilosos, 1-5 articulados, 2-3 cm longitud, con cáliz persistente. (Reynel, 1988)



Foto: 7 Adesmia (*Adesmia miraflorensis*)

CEDEFOA (2001) indica que es un arbusto espinoso de 1 a 2 metros de altura, con hojas pinnadas de 1 a 2 cm de largo, flores grandes de color amarillo, su fruto es una legumbre con pelos negros. La planta crece en lugares de riachuelos y valles en las quebradas. Presenta dos épocas de floración: noviembre a diciembre y de marzo a abril. Es excelente combustible en estado verde y mucho más en estado seco y es apto para el carbón.

4.2.1.4.2. *Lupinus altimontanus*

Nombre común: Tarwi silvestre



Foto: 8 Tarwi silvestre (*Lupinus altimontanus*)

Sufrútice perenne de 30 a 80 cm de altura, con ramas pubescentes o lanosas. Hojas alternas, arrosetadas en la base, digitadas con 5 – 8 folíolos lanceolados y agudos en el ápice, peciolo largo; estípulas desarrolladas, agudas y adheridas a la base del peciolo. Inflorescencias en racimos terminales y axilares, con brácteas caedizas y bractéolas pequeñas soldadas al cáliz bilabiado.

Flores violáceas con manchas blanquecinas, 5 pétalos de distinto tamaño: estandarte, alas y quilla (forma típica de los papilionáceas). Frutos: vainas comprimidas, ascendentes y rostradas, ligeramente pubescentes con semillas dicotiledóneas.

Se difunde por toda La Paz, entre 3300 a 4200 msnm, creciendo como maleza de fácil dispersión resistente a bajas temperaturas y nos es atacada por otros agentes. Es también una de las pocas especies perennes que protegen al suelo por la proliferación de sus ramas, que crean microambientes que retienen la humedad del suelo y amortiguan la fuerza de las lluvias. El sistema radical es leñoso, no ramificado en la parte superior pero sí en la parte terminal, donde es característico encontrar nódulos bacterianos que contribuyen a la fijación de nitrógeno. (Valenzuela, 1993)

4.2.1.4.3. *Spartium junceum*

Nombre común: Retama

Mata pequeña de unos 50 cm de altura a arbusto de 2 ó más m.; inclusive a veces con porte semi – arbóreo. Tiene numerosos tallos y su ramificación es característica, con ramas erectas, delgadas, de color verde. Su follaje es muy escaso; las flores son vistosas, amarillas y aromáticas. Ramitas terminales: Cilíndricas, aprox. 3-4 mm diámetro. De color verde, muy regulares, glabras, lisas lustrosas.



Foto: 9 Retama (*Spartium junceum*)

Hojas: Simples, opuestas o sub –

opuestas, oblongas, 1.5 cm long. por 4mm ancho en promedio, enteras, con ápice y base agudos. El nervio principal está impreso en la haz y en el relieve en el envés, la nervación secundaria es inconspicua. Láminas glabras o glabrescentes; peciolos muy cortos, aprox. 2mm long.

Inflorescencias: En racimos terminales de unos 12 cm long. o más, bracteados, con las flores hacia el tercio apical. Flores: Hermafroditas, 2.5 – 3 cm long. incluyendo el pedúnculo: cáliz cupuliforme u oblicuó, irregularmente dentado; corola amariposada color amarillo, con 4 pétalos libres. Estambres 10, unidos formando un tubo cerrado; gineceo de unos 2 cm long. con ovario súpero, alargado, pubescente; estilo incurvado y estigma capitado. Frutos: Legumbres de aprox. 4-6 cm., color verduzco a marrón claro, pubescentes en su superficie; portan 15-20 semillas. (Reynel y León, 1990)

4.2.1.5. Familia Lamiaceae

Hierbas o arbustos, rara vez árboles pequeños o de medio tamaño (hasta 18 m), con varios tipos de pelos, generalmente provistos de glándulas epidérmicas cortamente pedunculadas con aceites esenciales característicos (a menudo terpenoides). Hojas: opuestas o algunas veces verticiladas (alternas en Icomum), simples u ocasionalmente pinnaticompuestas; estípulas ausentes.

Flores: en inflorescencias de varios tipos, la mayoría en pequeñas cimas en la axila de brácteas u hojas, formando un verticilastro en cada nudo, con frecuencia reunidas formando un tirso, la cimas axilares a menudo reducidas a una flor y la inflorescencia es esencialmente un racimo. Flores a menudo bracteoladas, perfectas o algunas unisexuales (plantas ginodioicas). Cáliz generalmente persistente, más o menos tubular con 5 dientes o lóbulos, a veces bilabiado. Corola simpétala y generalmente fuertemente irregular, con 5 lóbulos imbricados, la mayoría de las veces bilabiada, ocasionalmente unilabiada, rara vez casi regular, a veces 4-lobulado con un lóbulo débilmente más ancho que los otros y representando dos lóbulos connados.

Androceo: con estambres 4 y didínamos, o 2 y a veces con un par de estaminodios; filamentos insertos al tubo de la corola, alineados con las sinusias; anteras ocasionalmente monotécicas; conectivo a veces alargado transversalmente separando los sacos polínicos. Disco nectarífero anular alrededor de la base del ovario por lo general presente, a veces sobre un ginóforo. Gineceo: fundamentalmente bicarpelar, pero cada carpelo dividido longitudinalmente en su mitad, y hay por tanto 4 segmentos unidos sólo por su estilo ginobásico; estilo generalmente dividido en dos estigmas secos o lóbulos estigmáticos, uno de los lóbulos a menudo suprimido o reducido; primordios seminales solitarios en cada segmento, basal-axilares. Fruto con 4 núculas monoseminadas con un pericarpo duro, aladas en Tinnea, drupáceas en Prassium con un exocarpo carnosos. (www. lecciones hipertextuales de botánica, 2011)

4.2.1.5.1. *Satureja parvifolia*

Nombre común: Koa

Arbusto erecto y ralo, de alrededor de 1 m de altura en el ámbito, con tallos delgados y rectos, follaje menudo, y flores muy pequeñas de color blanco. Es muy resinoso y oloroso al quebrar las ramitas o estrujar las hojas. Ramitas terminales con ramificación cimosas, y tallos o ramas principales subdivididos en ramitas muy delgadas. La sección de las ramitas es



Foto: 10 Koa (*Satureja parvifolia*)

cuadrangular, de unos 2-4 mm ancho, y existen carinas en cada ángulo. Las ramitas son verdes en las partes distales, y marrón-claras en las partes basales; hay una leve protuberancia amplexicaule en cada nudo. Hojas simples, opuestas, decusadas, 0.7-(1)-1.5 cm longitud y 4-5 mm ancho, elípticas a levemente ovadas; el margen entero o muy raramente con 2-3 dientes inconspicuos en el tercio medio; el ápice redondo a agudo, al igual que la base. Son pinnatinervias; en el haz de las hojas más maduras es posible apreciar 3-4 pares de nervios secundarios impresos. El envés está lleno de puntos resiníferos, el peciolo es corto, de 1 mm longitud. Inflorescencias axilares, cimosas, 0.8-1 cm de longitud, constituidas por 3 (raro más) flores; normalmente la central más desarrollada; el pedúnculo de la inflorescencia de unos 3 mm, bracteado.

Flores pequeñas, 4-6 mm incluyendo el pedúnculo floral que mide 1-2 mm; el cáliz tubular, verde, con cuatro dientes alargados que sobresalen entre los lóbulos de la corola. Corola blanca, 2-3 mm longitud, acampanada, 4-lobulada; los lóbulos en el tercio distal y redondeados; estambres 4, de menos de 1 mm. longitud, con anteras negruzcas, epipétalos en las comisuras de los lóbulos de la corola. Pistilo con estigma bilabiado, brevemente exserto; ovario supero. Frutos drupáceos, oblongos, 1.5 mm longitud. (Reynel, 1990)

4.2.1.5.2. *Salvia sp.*

Nombre común: Salvia



Foto: 11 Salvia (*Salvia sp.*)

Arbusto que rebrota con facilidad y abundancia. Algunos campesinos los plantan para proteger la casa y los animales contra el viento, para formar cercas vivas cerradas y para tener leña al alcance de la mano.

4.2.1.6. Familia Scrophulariaceae

Arbustos, hierbas o sufrútices, excepcionalmente árboles, a veces enredaderas, epífitas o acuáticas sumergidas. Hojas alternas u opuestas, algunas veces verticiladas, simples o diversamente compuestas. Flores solitarias o reunidas en inflorescencias racimosas o cimosas, con o sin bractéolas, pequeñas o grandes y muy llamativas, variadamente coloreadas. Flores perfectas, actinomorfas o zigomorfas. Cáliz campanulado, tubuloso o anguloso-plegado, 4-5-dentado. -lobado hasta profundamente - partido, a veces bilabiado con labios diversamente divididos o hendido en 2-4 segmentos, glabro, pubescente, hirsuto o glanduloso, acrescente o no. Corola gamopétala, imbricado-descendente o ascendente, generalmente zigomorfa, campanulada, infundibuliforme, hipocraterimorfa o bilabiada, a veces sacciforme; tubo poco o muy desarrollado, generalmente pubescente, abierto o más o menos cerrado por el desarrollo de un paladar prominente: limbo 4-5-lobado o bilabiado; labio superior entero, emarginado o bipartido, extendido, el inferior generalmente 3-lobado, a veces calceiforme, en ocasiones prolongado en un espolón o provisto de gibosidades. Estambres alternipétalos, típicamente 4, didínamos, a veces 5 ó 2, raro 3, en ocasiones homodínamos; filamentos más o menos soldados a la corola; conectivo entero o

bibraqueado, a veces muy desarrollado y aplanado. Gineceo súpero o semiínfero; disco hipógino anular, semianular, setáceo o nulo; ovario 2-carpelar, 2-locular, pluriovulado, raro con pocos óvulos; estilo breve o largo, grueso o filiforme: estigma capitado, 2-lobado, 2- lamelado hasta 2-partido, a veces poco diferenciado. Fruto cápsula, por excepción baya. 1- loculicida, septicida, septifraga, poricida, valvar o dehiscente por opérculos. Semillas generalmente pequeñas, numerosas, menos frecuentemente pocas ó 1, aladas o ápteras, escrobiculadas, reticuladas, tuberculadas, crestadas, de testa inflada o corchosa, albuminosas, por excepción sin albumen: embrión recto o curvado. (INTA, 2010).

4.2.1.6.1. *Calceolaria* sp.

Nombre común: Zapatito de venus

Planta que no presenta órganos decididamente leñosos. Los tallos de las hierbas son verdes y mueren generalmente al acabar la buena estación, siendo sustituidos por otros nuevos si la hierba es vivaz. Muchas hierbas son anuales, naciendo de semilla al comienzo de la estación favorable y no dejando al acabar ésta sino nuevas semillas en el suelo.



Foto: 12 Zapatito de Venus (*Calceolaria* sp.)

Existen también hierbas vivaces, que retoñan desde tallos subterráneos o situados a ras de suelo. Los órganos subterráneos implicados son rizomas (tallos horizontales) y bulbos. Muchas hierbas bienales forman una roseta de hojas pegada al suelo en su primer año, en el que no se reproducen, y un tallo alto y florido, el escapo floral, en su segundo año. (Konemann, 2004)

4.2.1.7. Familia Polemoniaceae

Hierbas, arbustos o bejucos. Hojas exestipuladas, alternas u opuestas, simples, lobadas o pinnado-compuestas. Inflorescencias axilares (Mesoamérica), solitarias o en pequeños agregados cimosos. Flores bisexuales, actinomorfas o ligeramente zigomorfas, con o sin bractéolas. Cáliz 5-lobado o de sépalos conspicuos, persistente; corola campanulada, infundibuliforme o hipocraterimorfa, algunas veces ligeramente 2-labiada, 5-lobada. Estambres 5, insertados en el tubo de la corola, alternando con los lobos; anteras versátiles. Ovario súpero, 3-locular, insertado en un disco basal; estilo simple; estigma 3-lobado. Fruto en cápsula. (MBG, 2011)

4.2.1.7.1. *Cantua buxifolia*

Nombre común: Cantuta, Kantuta, Cantu



Foto: 13 Kantuta (*Cantua buxifolia*)

Bello arbusto de ramas erectas, nudosas, con follaje ralo; tiene hojas pequeñas y en grupos en los nudos; sus flores son tubulares, vistosas, de color rojo, amarillo, fucsia o combinado. Las ramitas terminales cilíndricas o angulosas, 3-5 mm de diámetro, color marrón claro o cenizo, nudosas, leñosas, glabras y erectas. Hojas simples, alternas o fasciculadas en los nudos, sésiles a cortamente pecioladas, con el limbo oblanceolado u obovado, a veces elíptico, (1-) 1.5 – 2 (-3) cm long. Por 5-8 mm ancho. Ápice mayormente obtuso, a veces agudo; base aguda, decurrente; borde entero (en ramitas maduras) o partido a sectado (ramitas tiernas). Nerviación inconspicua, pinnada; lámina cartáceas, glabras. Inflorescencias en pequeños racimos terminales laxos. Flores vistosas, de hasta 10 cm long. cáliz tubular-campanulado, pubescente, de unos 2.5 – 2.8 cm long. y 0.6-0.8 cm ancho, gamosépalo, con 5 – (6) lacinias triangulares desiguales, agudas, de unos 3-10 mm long; en ellas se observan venas longitudinales protuberantes. Corola gamopétala campanulada, aprox. 5-8 cm long.

color amarillo, rojo, fucsia o combinado, resuelta en 5 lóbulos. Estambres 5, epipétalos, exsertos; filamentos filiformes, aprox. 5 cm. long. anteras de 5-7 mm long. dorsifijas. Ovario súpero, ovoide, glabro; estilo filiforme, aprox. 6 cm long; estigma trilabiado. Fruto cápsulas elipsoides, trivalvares, de hasta 2.5 cm long; portan 20-35 semillas. (Reynel y León, 1990)

Arbusto de hasta 3m de alto, con muchas ramificaciones. Flores muy vistosas solitarias de colores rojo y amarillo, los estambres exsertos. Frutos tipo bayas. Crece en suelos bien abonados y ricos en nutrientes. (Fernández, 2006)

4.2.1.8. Familia Cupressaceae

Coníferas arbóreas o arbustivas, siempre verdes monoicas y dioicas, con hojas simples opuestas o verticiladas, escamiformes o aciculares, pudiendo coexistir ambos tipos, provistas a veces de glándula dorsal. Flores masculinas amentiformes. Flores femeninas globosas. Conos maduros leñosos o carnosos, de maduración anual o bienal, con las escamas provistas a veces de un apéndice dorsal. Brácteas y escamas totalmente o casi totalmente concrecentes en una pieza única, albergando de 1 a 20 óvulos. Semillas aladas o ápteras. www.arbolesornamentales.es/Cupressaceae.htm, 2011

La familia de las Cupressaceae comprende especies leñosas. Las hojas son escamosas o, raramente, aciculares; opuestas o dispuestas en verticilos trímeros. Las flores masculinas están formadas por pocos estambres escamosos, opuestos o verticilados; la inflorescencia femenina posee pocas brácteas, opuestas o verticiladas, y cada una porta un óvulo. La mayor parte de los géneros después de la fecundación forman estróbilos leñosos. www.dipbot.unict.it/sistematica_es/Cupr_fam.html, 2011

4.2.1.8.1. *Cupressus macrocarpa*

Nombre común: Ciprés

Especie introducida, se adaptó bastante bien en el altiplano a 4000 msnm; se mantiene verde todo el año, es rústico y resistente a las heladas. Es excelente para la madera y construcciones, mediante la poda se le puede dar la forma que se desee, una práctica que a veces se aplica en parques públicos de los centros urbanos. Altura adulto 10-12 m, diámetro de la copa 6-8 m forma copa piramidal. Las hojas son perennes densas. Época de

floración octubre de color amarillo. Crecimiento rápido. Raíz profunda y superficial. (Arze, 1996)



Foto: 14 Ciprés (*Cupressus macrocarpa*)

Coníferas arbóreas siempre verdes, con la corteza que se desprende y exfolia. Ramillas tetrágonas, redondeadas y aplanadas. Hojas escamiformes dispuestas en pares decusados imbricadas a menudo con una glándula resinosa. Conos globosos u ovalados, leñosos con 6 a 14 escamas. www.arbolesornamentales.es/Cupressaceae.htm, 2011.

Árboles de hasta 30m de alto. Con hojas escamiformes, romboidales, agudas a subagudas u obtusas, con glándulas resinosas en el haz, finamente denticuladas en el margen, las hojas de plantas jóvenes aciculares. Monoica con estróbilos masculinos oblongos, las escamas numerosas. Los estróbilos femeninos globosos. Frutos tipo conos leñosos y dehiscentes, las brácteas peltadas. (Fernández, 2006)

4.2.1.9. Familia Mimosaceae

Arbustos, árboles, hierbas o lianas; frecuentemente espinosos. Hojas: alternas, pinnticompuestas, 2(-3) – pinnadas, foliolos en general opuestos o supuestos, raras veces alternos, frecuentemente con la base asimétrica y el nervio principal excéntrico; por lo general con glándulas sésiles o estipitadas, discoidales u ovales sobre el raquis y/o peciolo; peciolos y peciolulos pulvinados, con estípulas y a veces con estipelas en la base de los foliolos. Inflorescencias espigas, racimos espiciformes, capítulos globosos; axilares o en complejas inflorescencias terminales, las flores sésiles o cortamente pediceladas. Flores actinomorfas, comúnmente pequeñas, bisexuales o raramente unisexuales, plantas polígamas hasta dioicas, sépalos unidos hasta formar un tubo con lóbulos valvados, o raras veces imbricados, a veces muy reducidos, pétalos libres, a menudo connados en la base para formar un tubo, valvado o raramente imbricado. Frutos vainas, folículos craspedios, lomentos; semillas a veces con sarcotesta. (Killen et al, 1993)

4.2.1.9.1. *Acacia retinoides*

Nombre común: Acacia floribunda, mimosa
Especie de dimensión adulto 6m, diámetro copa 4-6 m, forma redonda. Las hojas son perennes color verde claro. La floración esta en agosto - noviembre de color amarillo. Raíz superficial. De crecimiento rápido (Arze, 1996).

Arbustos de hasta 4m de alto a pequeños arbolitos. Hojas bipinnadas, con foliolos reducidos. Inflorescencia axilar y las flores dispuestas en cabezuelas amarillas. Fruto una legumbre. Crece en lugares secos o con poca presencia de agua.

Es ornamental. (Fernández, 2006)



Foto:15 Acacia floribunda (Acacia retinoides)

Árbol pequeño (5-8 m) o arbusto grande, crece rápido, follaje: persistente, de color verde claro glauco. Flores globulares color amarillo brillante con un aroma intenso. Floración desde final de invierno hasta finales del otoño. Posee una particular floración amarilla que hace que florezca varias veces al año. Inflorescencias axilares con 6-15 capítulos o cabezuelas globosas de color amarillo pálido. Fruto en legumbre linear de 3-15 cm de longitud, recta, ligeramente constreñida entre las semillas. (Infojardin, 2011)

4.2.1.10. Familia Myrtaceae

Árboles y arbustos, con corteza frecuentemente lisa, exfoliada y parecida al papel, blanquecina o rojiza. Hojas opuestas a veces subopuestas (alternas en eucaliptus); simples lisas o saperas, generalmente enteras, pinnatinervadas con 1-2 nervaduras marginales, a veces con nervio colector conspicuo, por lo general con puntos glandulares translúcidos en las hojas, mayormente aromáticas; pecioladas a sésiles, sin estípulas. Flores normalmente hermafroditas, actinomorfas grandes o pequeñas; sépalos 4-5 generalmente libres y persistentes ó soldados formando una “caliptra” caduca, pétalos (0-) 4-5, algunas veces l, blancos, verdes o rosados, insertos en el borde del disco, imbricados; sépalos a veces unidos, hipanto prolongado o no encima del ovario. Frutos cápsulas, bayas o drupas; semillas 1 – numerosas, desde pequeñas hasta grandes, oblongas, orbiculares. Galarza citado en (Killen at al, 1993)

4.2.1.10.1. *Eucalyptus globulus*

Nombre común: Eucalipto



Foto: 16 Eucalipto (*Eucalyptus globulus*)

Árboles grandes o arbustos, con corteza exfoliante que se desprende en láminas; hojas alternas o subopuestas, lanceoladas o falcadas y asimétrica, glabras rara vez pilosas, pecioladas o subsésiles, generalmente con puntos translúcidos. Flores pequeñas en umbelas o cabezuelas, a veces en panículas

axilares, pediceladas o subsésiles; el cáliz lobulado caliptriforme, con una tapa o capuchón que resulta de la unión de pétalos y sépalos. Fruto un pixidio.

Eucalyptus globulus es un árbol grande, más de 20 m con hojas glaucas, la flor aproximadamente 2 cm de diámetro flores de agosto a enero y con frutos en enero (Killen et al, 1993)

Es una especie introducida, originaria de Australia, al llegar a nuestro medio se adaptó de 2500 a 4000 msnm; generalmente se adapta a una variedad de suelos, secos, subhúmedos. El crecimiento es rápido pero a costa de un gran consumo de agua, es un árbol perennifolio que mide 30 metros de alto, presenta hojas alternas, simples, lanceoladas, presenta flores hermafroditas, que florece de octubre a enero. Es una especie que proporciona madera de buena calidad, también excelente combustible o leña. (CEDEFOA, 2001)

Árbol perennifolio, de hasta 40 m de alto; puede llegar a 2 metros de diámetro, tronco torcido con la corteza color blanco azulado, liza, desprendiéndose en largas tiras, ramificado en la parte superior. Hojas alternas, glaucas (verde azul) lanceoladas, falcadas, asimétrica, borde entero, haz de color verde oscuro brillante. Flores hermafrodita, de hasta 2 cm de diámetro que resulta de la unión de pétalos y sépalos. Frutos pixidios, con apertura apical para liberar las numerosas semillas menudas, especie más extensamente plantada, es una especie introducida a Bolivia se encuentra en La Paz y otros departamentos (Nina, 1999)

Altura adulto 20-25 m, diámetro de la copa 5-8 m de forma ovoidal. Follaje perenne color verde azulado. La floración en agosto – enero de color blanco amarillento. Crecimiento rápido. Raíz superficial, agresiva. (Arze, 1996)

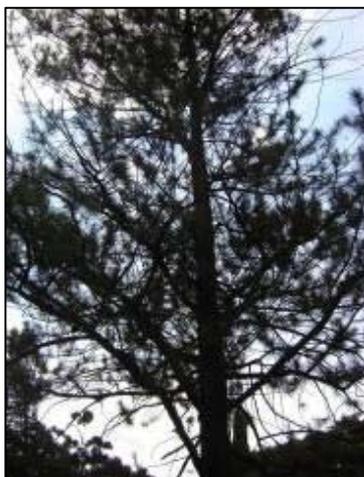
4.2.1.11. Familia Pinnaceae

Árboles, raramente arbustos, generalmente siempreverdes y resinosos. Hojas solitarias y espiraladas o agrupadas en fascículos en el extremo de las ramas cortas o braquiblastos; simples aciculares, lineares u oblongas, generalmente con canales resiníferos; persistentes o caducas. Estróbilos unisexuales, las plantas generalmente monoicas; los masculinos amentiformes, axilares, solitarios o agrupados, con numerosas escamas espiraladas (microsporofilos), llevando cada una dos sacos polínicos en la cara inferior; los femeninos erectos, suberectos o péndulos, solitarios, agrupados o verticilados, sésiles o con un pedúnculo corto, frecuentemente grandes, redondos o alargados, con muchas escamas biovuladas en la cara superior, protegidas por brácteas a veces muy desarrolladas. Conos maduros leñosos o coriáceos, ovoides, oblongos o cilíndricos, con las escamas rígidas o flexibles, leñosas papiráceas o coriáceas y las brácteas provistas a veces de apófisis o apéndices dorsales, semillas sin alas o con un ala unilateral, articulada o soldada a la testa.

4.2.1.11.1. *Pinus radiata*

Nombre común: Pino radiata – Pino de Monterrey

Árbol hasta 15 m. con copa amplia y redondeada, las hojas de color verde intenso, 2-3 por fascículo, dispuestas densamente alrededor de las ramas, de sección romboidal; estróbilos femeninos con brácteas con el borde exterior redondeado. Es una de las especies más cultivadas por su crecimiento rápido, con fines ornamentales, forestales y



de protección de laderas 3300 – 4100. Killen et al (1993) Árbol bien definido debido a su rápido crecimiento, alcanza de 25 a 30 m de alto, cuando tienen la forma de un candelabro, para ir adquiriendo una forma redonda con varias ramas. En plantaciones forestales adquiere porte estrecho y ramas delgadas dirigidas hacia arriba. Tronco cilíndrico, corteza agrietada de color gris oscuro. Hojas reunidas en hacecillos de tres hojas de color verde claro

Foto:17 Pino (*Pinus radiata*)

cuando nuevas; con el tiempo se tornan de una tonalidad verde oscuro que se distingue muy bien del verde de los otros pinos. Sobre los árboles nuevos se encuentran fascículos de dos hojas pero luego queda todo el follaje constituido por 3 hojas. Frutos ovoides cónicos de consistencia leñosa, de color amarillo castaño, reunidos en grupo de dos a cinco, sésiles o cortamente peciolados, con pedúnculo corto, curvo y grueso de forma simétrica, grueso en la cabeza y en el medio adelgazado hacia la extremidad, curvos en la base, persisten en la planta durante varios años. Semilla de 6 a 9 mm de longitud por 4-6 mm de ancho a las delgadas tres veces su largo, articuladas. (Nina, 1999)

Es la especie que se adaptó mejor en el altiplano y abunda en la mayoría de las áreas del estudio; es originario de California y de Monterrey Estados Unidos de Norte América, se caracteriza por no perder sus hojas en invierno, porque están agrupadas y tienen la forma de agujas largas. Resiste perfectamente bajas temperaturas aunque varias veces se ha observado que, en los primeros años de su plantación, las yemas apicales pueden congelarse. A partir de los 15 o 20 años, el árbol se multiplica por semilla, la cual se conserva bien durante varios años en el altiplano. También es una especie maderable y en el área se puede utilizar en la conservación de suelos y como cortina rompe vientos. (CEDEFOA, 2001).

Altura adulto 10-15 m, diámetro de la copa 6-8 m de forma piramidal. Follaje perenne denso. Floración noviembre color rojizo más amarillo. Crecimiento rápido de raíz profunda. (Arze, 1996)

4.2.1.12. Familia Salicaceae

Árboles, arbustos erectos o decumbentes, de madera blanda, ligera y clara; con savia acuosa, corteza astringente, yemas escamosas y a menudo raíces estoloníferas; deciduos, raramente siempreverdes. Hojas alternas, simples, enteras, aserradas o dentadas, raramente lobadas, pinnatinervadas, algunas veces trinervadas desde la base, lanceoladas, oblongas, ovadas o deltoides; pecioladas, con estípulas libres, caducas, a menudo conspicuas, a veces foliáceas. Inflorescencias espigas cilíndricas,

amentiformes, erectas o péndulas, raramente racimos; con brácteas membranáceas, persistentes o no, las flores solitarias en cada bráctea de la inflorescencia. Flores unisexuales, entonces las plantas dioicas, raramente androdioicas; perianto ausente, el cáliz modificado en un disco cupuliforme o en 1-2 glándulas nectaríferas; flores masculinas con (1)2 hasta 60 estambres; flores femeninas con ovario súpero, sésil o cortamente estipitado, unilocular, los óvulos numerosos, el estilo corto 2-4 valvas. Frutos cápsulas, a menudo acuminadas, dehiscentes por 2-4 valvas, con numerosas semillas lanosas. López citado por (Killen et al, 1993)

4.2.1.12.1 *Populus deltoides*

Nombre común: Álamo

Árbol de tronco grueso y hojas deltoides se encuentra en La Paz, Calacoto Killen et al (1993)

Es una especie que tiene las características de perder sus hojas al inicio del invierno, es bastante resistente a las bajas temperaturas y necesita ser plantados en lugares húmedos, suelos

algo pesados. Esta especie se multiplica asexualmente por estacas, al principio necesita un abonamiento orgánico para desarrollarse en su primera fase de crecimiento. (CEDEFOA, 2001)

Altura adulto 10-15 m, diámetro de la copa 6-8 m de forma redonda. Follaje caduco de color verde en otoño verde amarillo. Floración septiembre-octubre masculino rojizo. Crecimiento rápido, raíz agresiva. (Arze, 1996).



Foto: 18 Álamo (*Populus deltoides*)

4.2.1.12.2. *Populus nigra*

Nombre común: Álamo negro, álamo piramidal



Árbol de porte columnar y hojas rómbicas, que posee sólo flores estaminadas ya que se trata de un clon masculino. Se encuentra en La Paz, Calacoto (Killen et al, 1993)

Altura adulto 10-12 m, diámetro de copa 2-3 m de forma columnar. Follaje caduco color verde, en otoño verde amarillo. Floración septiembre femenino verde masculino rojizo. Crecimiento rápido, raíz superficial. (Arze, 1996)

Árbol caducifolio de 8m de alto. Las hojas tienen yemas viscosas en las axilas. Las flores, tanto masculinas como femeninas se agrupan en amentos que se abren en

Foto: 19 Álamo negro (*Populus nigra*) primavera. Para su uso medicinal se utilizan las yemas que se recogen en primavera cuando todavía están cerradas. Son altamente desinfectantes y diuréticas. (Fernández, 2006)

4.3. Evaluación de variables dendrométricas

Todas las especies arbóreas, arbustivas identificadas en cada transecto fueron registradas en planillas de campo (Anexo 1- 2).

En el caso de especies arbóreas se tomaron los siguientes datos: Altura total, fueron estimados visualmente, colocando una persona con dimensiones conocidas y duplicando o triplicando, etc. el tamaño de la persona hasta llegar a la copa del árbol. Diámetro altura pecho (DAP) con cinta métrica a 1.3 m del suelo medido en la parte central de una troza. Diámetro de la copa, medición de la sombra proyectada por la copa del árbol en el suelo. Área basal expresada en $m^2 ha^{-1}$.



Foto: 20 Medición altura de árbol

Para especies arbustivas se tomaron los siguientes datos: Altura total, se midió la altura total comprendida desde la superficie del suelo hasta el ápice de la planta con la ayuda de un flexómetro. Diámetro de la copa de la misma forma que la altura la misma se realizó con flexómetro.



Foto: 21 Medición altura arbusto

En los siguientes Cuadros 2 y 3 Se da un resumen de los datos obtenidos tanto en especies arbóreas como arbustivas. En **Anexos 3 al 22** la información está a mayor detalle por especies.

Como podemos observar en el caso de especies arbustivas las especies que tuvieron mayor altura fueron la kantuta (*Cantua buxifolia*), retama (*Spartium junceum*), chillca (*Braccharis latifolia*) y chinchircoma (*Mutisia viciaefolia*); superando los 2.6 m de alto; en el caso de diámetro de copa la chillca y la retama fueron las de mayor diámetro copa. La altura promedio de especies arbustivas es 1.19 m.

CUADRO 2. Resumen datos especies arbustivas

Nombre común	Nombre científico	Altura promedio	Altura máxima	Altura mínima	Diámetro copa promedio	Diámetro copa máxima	Diámetro copa mínima	Número de individuos
Chillca	<i>Braccharis latifolia</i>	1,398	2,9	0,3	1,203	3,5	0,1	376
Thola macho	<i>Braccharis sp</i>	0.764	1.7	0.1	0.623	1.7	0.1	177
Tarwi silvestre	<i>Lupinus altimontanus</i>	0.716	1.5	0.25	0.613	1.5	0.1	232
Thola hembra	<i>Braccharis sp.</i>	0.834	1.8	0.3	0.623	1.5	0.2	115
Koa	<i>Satureja parvifolia</i>	0.843	1.4	1	0.471	1.2	0.1	77
Tecoma	<i>Tecoma sp.</i>	0.73	0.8	0.7	0.9	1	0.8	3
Chinchircoma	<i>Mutisia viciaefolia</i>	1.335	2.6	0.6	0.716	1.6	0.25	36
Zapatito de venus	<i>Calceolaria sp.</i>	0.807	1.36	0.4	0.88	1.2	0.6	16
Kantuta	<i>Cantua buxifolia</i>	3.75	4	3.5	2.1	2.2	2	2
Senecio	<i>Senecio clivicolus</i>	0.598	1.2	0.12	0.483	1.2	0.08	152
Retama	<i>Spartium junceum</i>	1.815	3.0	0.5	1.614	2.8	1.8	34
Adesmia	<i>Adesmia sp</i>	0.957	2.1	0.3	0.93	1.7	0.3	44
Mutu mutu	<i>Cassia sp.</i>	1.15	1.6	0.9	0.85	1.2	0.7	14
Salvia	<i>Salvia sp</i>	1	1.5	0.6	0.81	1.2	0.5	30

Fuente: Elaboración propia 2011

Las especies arbóreas identificadas en el área de estudio fueron 6 de las cuales el eucalipto y álamo son las que mayor número de individuos presentes tuvieron en los transectos evaluados. Se identificó eucalipto, álamo, álamo negro, ciprés, acacia y pino en la zona urbanizada las mismas que tienen como finalidad la ornamentación de las calles.

El eucalipto (*Eucalyptus globulus*) y álamo (*Populus deltoides*) son las especies con mayor altura, diámetro copa y área basal, a diferencia de las especies que fueron identificadas en la zona urbanizada.

Todas las especies identificadas tienen DAP ≥ 10 cm, donde el DAP promedio fue de 39.51 cm, una altura promedio de 4.38 m. Con respecto al promedio del área basal se suma 0.87m^2 0.3ha^{-1} .

Cuadro 3. Resumen datos especies arbóreas

Nombre común	Nombre científico	Altura prom.	Altura máx.	Altura min	Diam. copa prom.	Diam. copa máx.	Diam. copa min	DAP prom	DAP máx.	DAP min	Área basal	Núm. ind.
Eucalipto	<i>Eucalyptus globulus</i>	5.05	16	1.5	3.04	7.5	0.9	33.4	115	7	0.12	209
Pino	<i>Pinus radiata</i>	3	4	2.5	1.65	2.3	1.2	28	45	10	0.08	3
Acacia floribunda	<i>Acacia retinoides</i>	3.86	5.5	1.4	2.49	4	1.2	45.98	80	18	0.19	21
Álamo	<i>Populus deltoides</i>	8.28	12	6	4.14	8.5	2.4	64.34	93	66	0.34	113
Ciprés	<i>Cupressus macrocarpa</i>	1.915	2.8	0.9	1.445	2	0.6	41.15	50	24	0.09	8
Álamo negro	<i>Populus nigra</i>	4.2	7	3.2	0.42	0.8	0.25	24.2	30	15	0.05	8

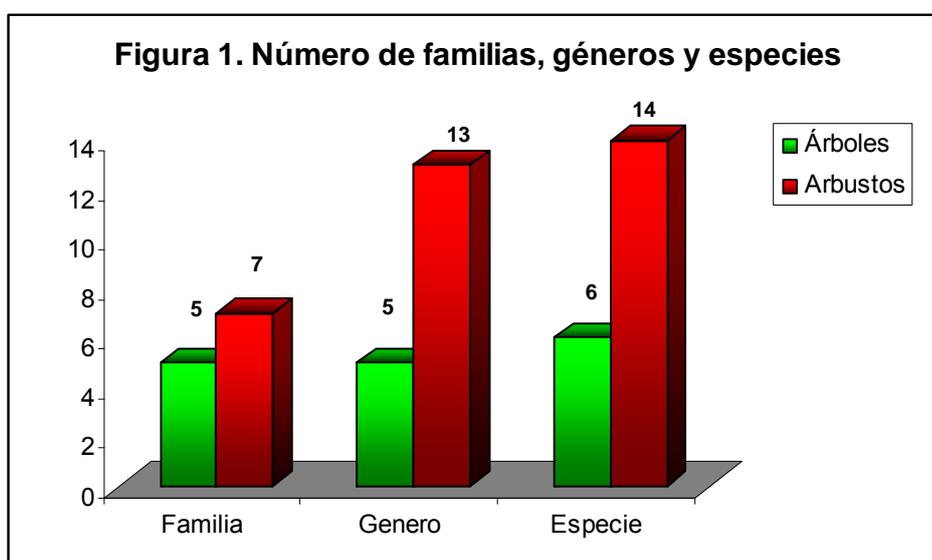
Fuente: Elaboración propia 2011

4.4. Evaluación de la composición florística

Se calculó la abundancia, frecuencia y dominancia

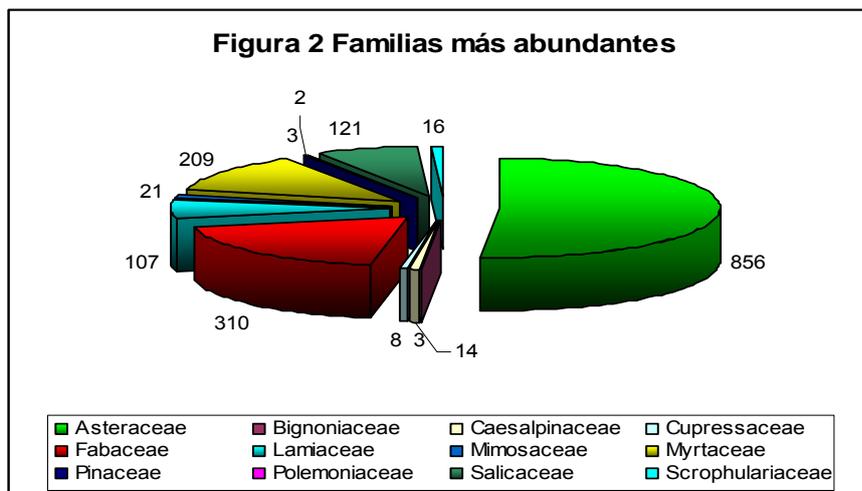
4.4.1. Abundancia

Se registró un total de 1670 individuos, distribuidos en 12 familias, 18 géneros y 20 especies en **Figura 1** se muestra la relación existente entre árboles y arbustos.



Podemos observar que en el área de estudio se encontró mayor número de géneros y especies en arbustos a diferencia de los árboles.

De las 12 familias las más abundantes fueron Asteraceae con 5 especies, 856 individuos; Fabaceae con 3 especies, 310 individuos; Salicaceae con 2 especies, 121 individuos, Lamiaceae con 2 especies, 107 individuos; Myrtaceae con 1 especie, 209 individuos; el resto tiene solo 1 especie y menos de 24 individuos. **Figura 2**



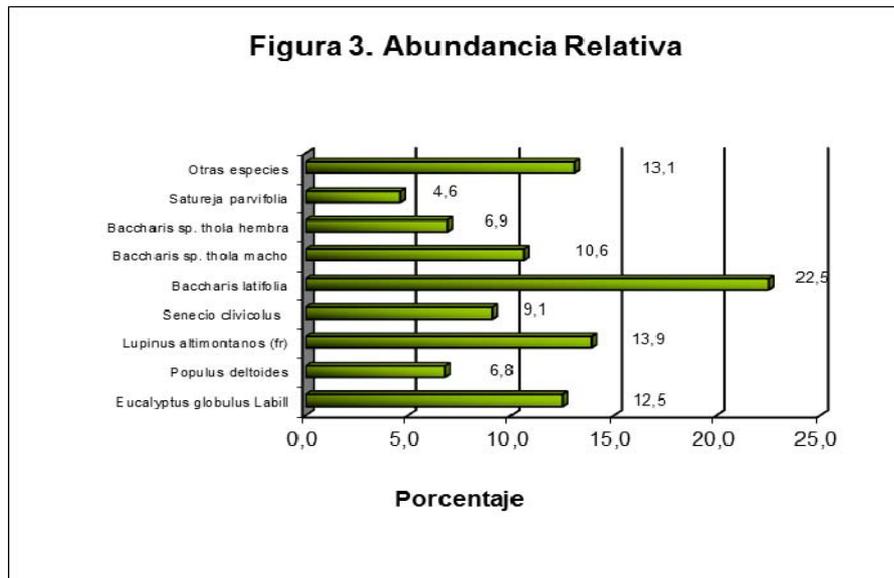
Abundancia absoluta nos referimos al número de individuos por área determinada en este caso el total del área evaluada es 0.3 ha. de un total de 12 km² del área total en estudio, en toda el área muestreada la chillca (*Braccharis latifolia*) es la especie más abundante (376 individuos), seguida del tarwi (*Lupinus altimontanus*) con 232 individuos, eucalipto (*Eucalyptus globulus*) con 209 individuos, la thola macho, senecio, thola hembra y álamo con (177 - 152 - 115 - 113 individuos respectivamente), el álamo negro, pino, ciprés, acacia, retama, adesmia, mutu mutu, chinchircoma, koa, salvia, tecoma, zapatito de venus y kantuta con un número menor a 77 individuos. Mientras que la abundancia relativa es el número de individuos por unidad de área expresada en porcentaje, a continuación se muestra ambos parámetros en el siguiente cuadro:

Cuadro 4. Abundancia absoluta – Abundancia relativa

Nombre científico	ESPECIE	Abundancia Absoluta (N/A)	Abundancia Relativa
<i>Eucalyptus globulus</i>	Eucalipto	209	12,5
<i>Populus deltoides</i>	Álamo	113	6,8
<i>Populus nigra</i>	Álamo nigra	8	0,5
<i>Pinus radiata</i>	Pino	3	0,2
<i>Cupressus macrocarpa</i>	Ciprés	8	0,5
<i>Acacia retinoides</i>	Acacia floribunda	21	1,3
<i>Lupinus altimontanus</i>	Tarwi silvestre	232	13,9
<i>Spartium junceum</i>	Retama	34	2,0
<i>Adesmia miraflorensis</i>	Adesmia sp	44	2,6
<i>Cassia</i> sp.	Mutu mutu	14	0,8
<i>Mutisia viciaefolia</i>	Chinchircoma	36	2,2
<i>Senecio clivicolus</i>	Senecio	152	9,1
<i>Baccharis latifolia</i>	Chillca	376	22,5
<i>Braccharis</i> sp.	Thola macho	177	10,6
<i>Braccharis</i> sp.	Thola hembra	115	6,9
<i>Satureja parvifolia</i>	Koa	77	4,6
<i>Salvia</i> sp.	Salvia sp.	30	1,8
<i>Tecoma</i> sp.	Tecoma	3	0,2
<i>Calceolaria</i> sp.	Zapatito venus	16	1,0
<i>Cantua buxifolia</i>	Kantuta	2	0,1
	TOTAL	1670	100

Fuente: Elaboración propia 2011

En la figura 3 se muestra la abundancia relativa de las especies, como podemos observar la especie más abundante en el área muestreada es la chillca *Baccharis latifolia*. (22.5%), seguida por el tarwi silvestre *Lupinus altimontanus* (13.9%); eucalipto *Eucalyptus glóbulos* (12.5%); thola macho *Baccharis* sp. (10.6%); especies como el *Senecio clivicolus*; thola hembra, *Populus deltoides*, *Satureja parvifolia* se presentan en porcentaje mayor al (4%); las 12 especies faltantes tienen porcentaje menor al anterior.



4.4.2. Dominancia

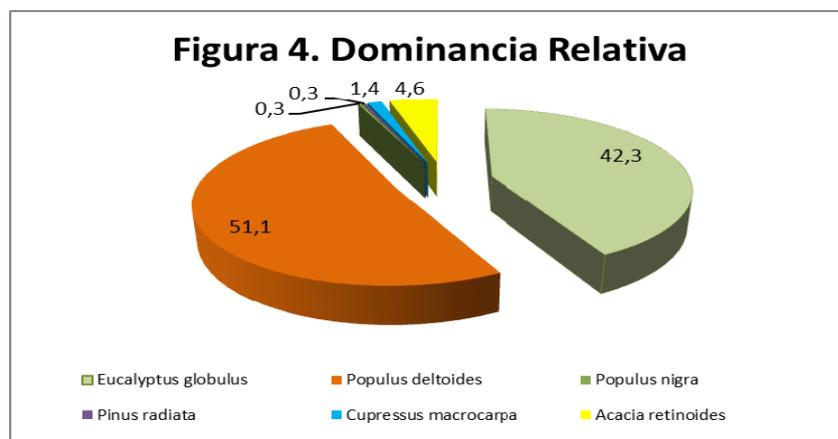
Las familias más dominantes son: Salicaceae con 51,4% ($0.39\text{m}^2/0.3\text{ha}^{-1}$); seguida por Myrtaceae 42,3% ($0.12\text{m}^2/0.3\text{ha}^{-1}$); Fabaceae con 4,6% ($0.19\text{m}^2/0.3\text{ha}^{-1}$). Las restantes familias de especies arbóreas presentan un porcentaje inferior al 2% **Cuadro 5**

Cuadro 5. Dominancia absoluta - relativa

Familia	Número de individuos	Dominancia Absoluta	Dominancia Relativa (%)
Myrtaceae	209	0.12	42,3
Salicaceae	121	0.39	51,4
Pinnaceae	3	0,08	0,3
Cupressaceae	8	0.09	1,4
Fabaceae	21	0.19	4,6
TOTAL	362	0.87	100

Fuente: Elaboración propia 2011

El resultado obtenido para el área basal o dominancia total fue de 0.87 m² para 0.3 ha. Las especies con mayor área basal fueron *Populus deltoides*, seguida por *Eucalyptus globulus*; mientras que las 4 especies restantes hacen un total de (6.6%). La información corresponde a 6 especies arbóreas, en caso de los arbustos no se realizó las respectivas mediciones. *Populus deltoides* es más representativo en dominancia por presentar individuos con diámetros gruesos y *Eucalyptus globulus* es la más abundante por presentar mayor número de individuos.



Fuente: Elaboración propia 2011

4.4.3. Frecuencia

Las frecuencias absolutas dan una idea aproximada de la homogeneidad o heterogeneidad existente (Lamprecht, 1990). En el **Cuadro 6** se muestra la existencia de una composición florística homogénea o parecida en el área de estudio, donde el 100% de las especies se encuentran distribuidos en la clase I.

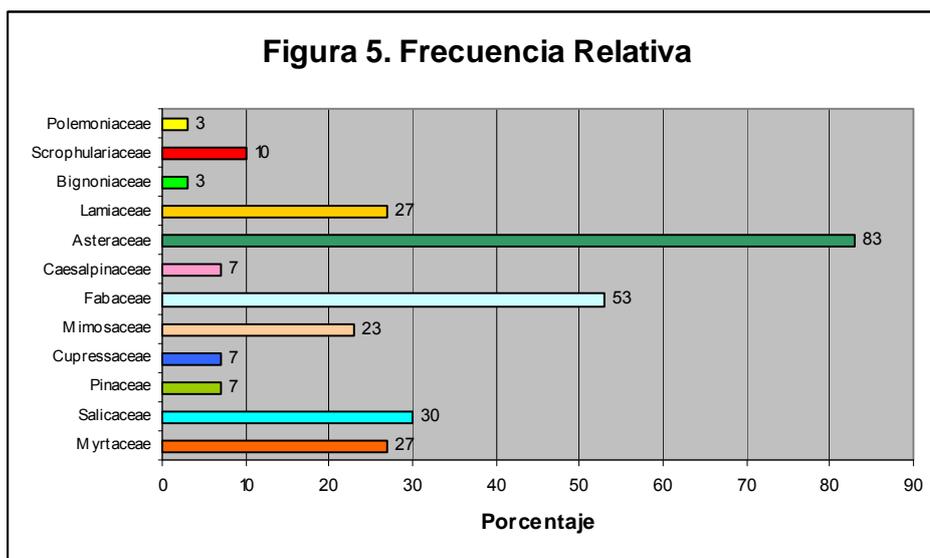
Cuadro 6. Frecuencia Absoluta – Frecuencia Relativa

Nombre científico	Especie	Frecuencia absoluta	Frecuencia Relativa	Lamperch
<i>Eucalyptus globulus</i>	Eucalipto	26,7	7,0	I
<i>Populus deltoides</i>	Álamo	23,3	6,1	I
<i>Populus nigra</i>	Álamo nigra	6,7	1,8	I
<i>Pinus radiata</i>	Pino	6,7	1,8	I
<i>Cupressus macrocarpa</i>	Ciprés	6,7	1,8	I
<i>Acacia retinoides</i>	Acacia floribunda	23,3	6,1	I
<i>Lupinus altimontanus</i>	Tarwi silvestre	43,3	11,4	I
<i>Spartium junceum</i>	Retama	16,7	4,4	I
<i>Adesmia miraflorensis</i>	Adesmia sp	10,0	2,6	I
<i>Cassia sp.</i>	Mutu mutu	6,7	1,8	I
<i>Mutisia viciaefolia</i>	Chinchircoma	16,7	4,4	I
<i>Senecio clivicolus</i>	Senecio	20,0	5,3	I
<i>Baccharis latifolia</i>	Chillca	70,0	18,4	I
<i>Baccharis sp.</i>	Thola macho	36,7	9,6	I
<i>Braccharis sp.</i>	Thola hembra	23,3	6,1	I
<i>Satureja parvifolia</i>	Koa	23,3	6,1	I
<i>Salvia sp.</i>	Salvia sp	3,3	0,9	I
<i>Tecoma sp.</i>	Tecoma	3,3	0,9	I
<i>Calceolaria sp.</i>	Zapatito venus	10,0	2,6	I
<i>Cantua buxifolia</i>	Kantuta	3,3	0,9	I
	TOTAL	380	100	

Fuente: Elaboración propia 2011

Las especies más frecuentes y comunes fueron chillca (*Baccharis sp*) con 18.4%, tarwi silvestre (*Lupinus altimontanus*) con 11.4%, thola macho (*Baccharis sp.*) con 9.6%, eucalipto (*Eucalyptus globulus*) con 7%, álamo (*Populus deltoides*), acacia floribunda (*Acacia retinoides*), thola hembra (*Braccharis sp.*), koa (*Satureja parvifolia*) las cinco especies con 6.1%; senecio (*Senecio clivicolus*) con 5.3%. Por el contrario las especies menos frecuentes fueron Salvia sp., Tecoma sp, Cantua buxifolia con 0.9% respectivamente.

Las familias más frecuentes en más del 50% fueron Asteraceae (83%) 25 transectos, Fabaceae (53%) 16 transectos, superiores al 20% están Salicaceae (30%), Lamiaceae y Myrtaceae con (27%) y Mimosaceae (23%). Por otra parte las familias menos frecuentes que tuvieron menos del 10% son las seis familias restantes **Figura 5**. lo que quiere decir que se encuentran presentes en 3 transectos o menos. Lo anterior considerando el 100% a los 30 transectos.



Fuente: Elaboración propia 2011

4.4.4. Mapas

Se realizó cuatro mapas en el área de estudio: Mapa de curvas de nivel, gradiente térmico, cobertura vegetal, vegetación arbórea y arbustiva

4.4.4.1. Mapa curvas de nivel

La elaboración de este mapa es importante como base de información en la planificación y ejecución de proyectos que puedan llevarse a cabo, así como para obras civiles, reforestación, determinación de áreas de uso agrícola o bien para apoyar en un ordenamiento territorial, etc.

Las curvas de nivel han sido extraídas de las cartas topográficas escala 1:50.000 generado por el Instituto Geográfico militar, que posteriormente fueron elevados para generar el modelo digital de elevación.

4.4.4.2. Mapa de gradiente térmico

El mapa de gradiente térmico de la subcuenca permite identificar el aumento de metros que se sube en la atmosfera para que disminuya gradualmente la temperatura a lo largo de un espacio, geográfico o del tiempo. Encontrando variación en cada una de las coloraciones presentes en el.

También puede indicarse de otra forma señalando el número de grados en que disminuye la temperatura por cada km que aumente la altura sobre el nivel del mar. Este valor es, en promedio de unos 6,5° por cada 1000 m de altitud, es decir, un grado °C de disminución de la temperatura por cada 154 metros de altitud, aproximadamente.

Monasterio (1980) realizó, desde el punto de vista altitudinal, una zonación para la región de Los Andes, partiendo de variables ambientales como temperatura, precipitación, insolación y nubosidad; en tal sentido, propuso cuatro zonas o pisos altitudinales: La Zona Basal Andina, por debajo de los 1000 metros sobre el nivel del mar que comprende el piedemonte y los frentes montañosos bajos; El piso Subandino,

entre 1000 y 2200 metros; el piso Andino, limitante con el Subandino hasta los 4000 metros, y el piso Altoandino, desde los 4000 metros en adelante, hasta el límite de las nieves perpetuas.

Como podemos observar en el mapa en la parte alta de subcuenca se tienen las temperaturas más frías llegando hasta los 3.4°C (coloración azul), en la parte baja de la subcuenca se tienen temperaturas más altas como promedio se llegan a 10,4°C (coloración roja); cómo podemos observar en la diferencia de altitud de los 1000m, se tiene un aumento de la temperatura por lo que en la parte baja de la subcuenca podemos encontrar mayor cantidad de vegetación y además la adaptación de especies introducidas.

4.4.4.3. Mapa de vegetación

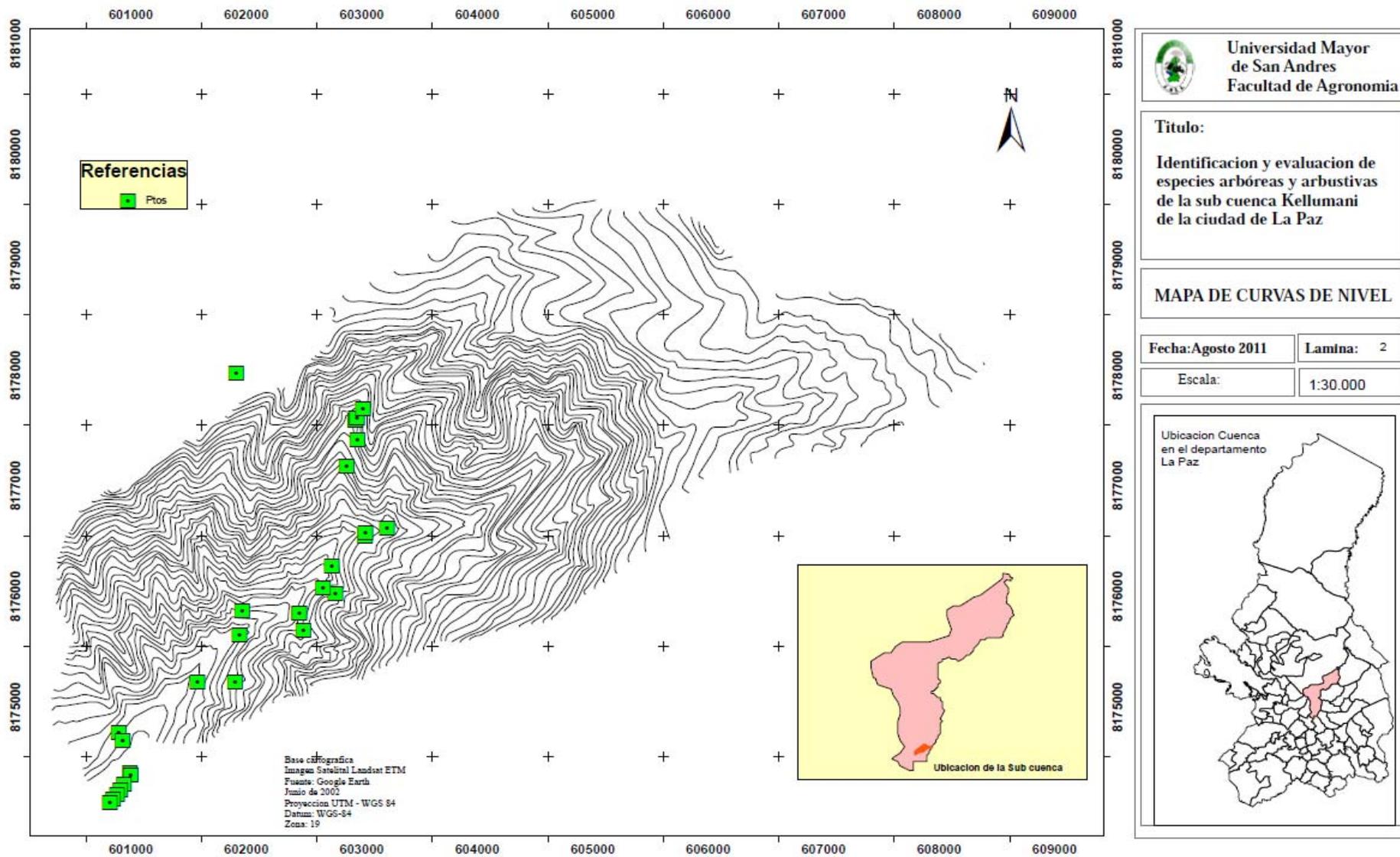
En el mapa de vegetación se ha digitalizado la flora a detalle sobre la imagen de alta resolución y con apoyo de los transectos de campo, con los puntos de apoyo fueron tomadas en base a sistema de posicionamiento global.

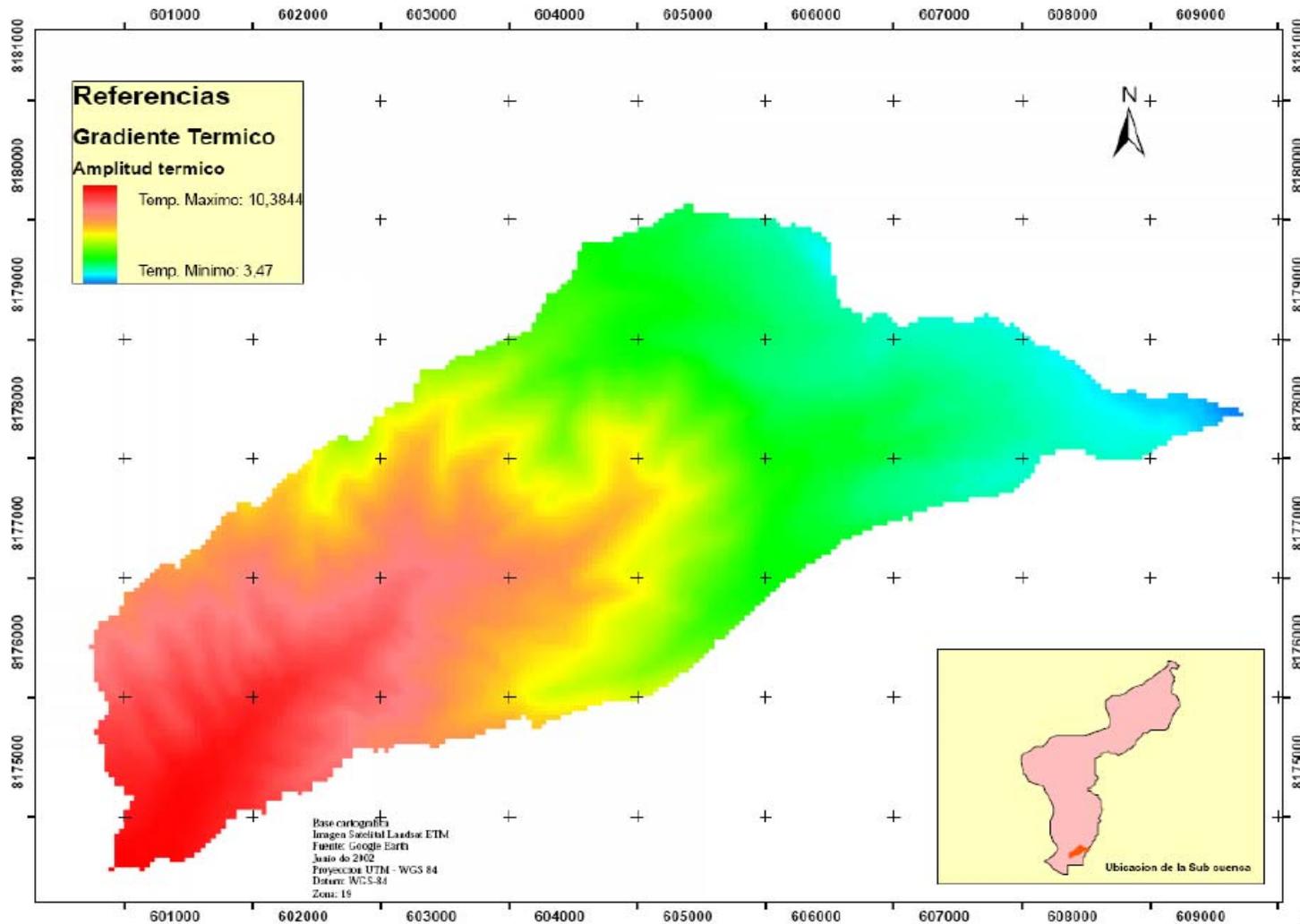
En el mismo podemos observar los puntos de muestreo que fueron realizados al azar, en el área urbana no se llegan a notar muchas de las especies identificadas debido a que en las calles existía la presencia de pocas especies que son más con fines ornamentales.

4.4.4.4. Mapa de cobertura vegetal

Se realizó con la finalidad de observar la predominancia de especies presentes en la parte alta de la subcuenca como en la parte baja. Es así que observamos en la parte bajas se encuentra la zona urbanizada, en lo que respecta a la vegetación podemos señalar que en la parte alta encontramos especies nativas como stipa, pajonales, bofedales, etc. característicos de esta zona. En la parte central se puede encontrar especies nativas como la thola, chillca, koa, etc. y algunas especies de árboles como eucalipto, y álamo; ya en la parte baja se encuentra mayor cantidad de área arborea o forestal con especies introducidas.

Identificación y Evaluación de Especies Arbóreas y Arbustivas de la Sub Cuenca Kellumani de la Ciudad de La Paz






Universidad Mayor de San Andrés
Facultad de Agronomía

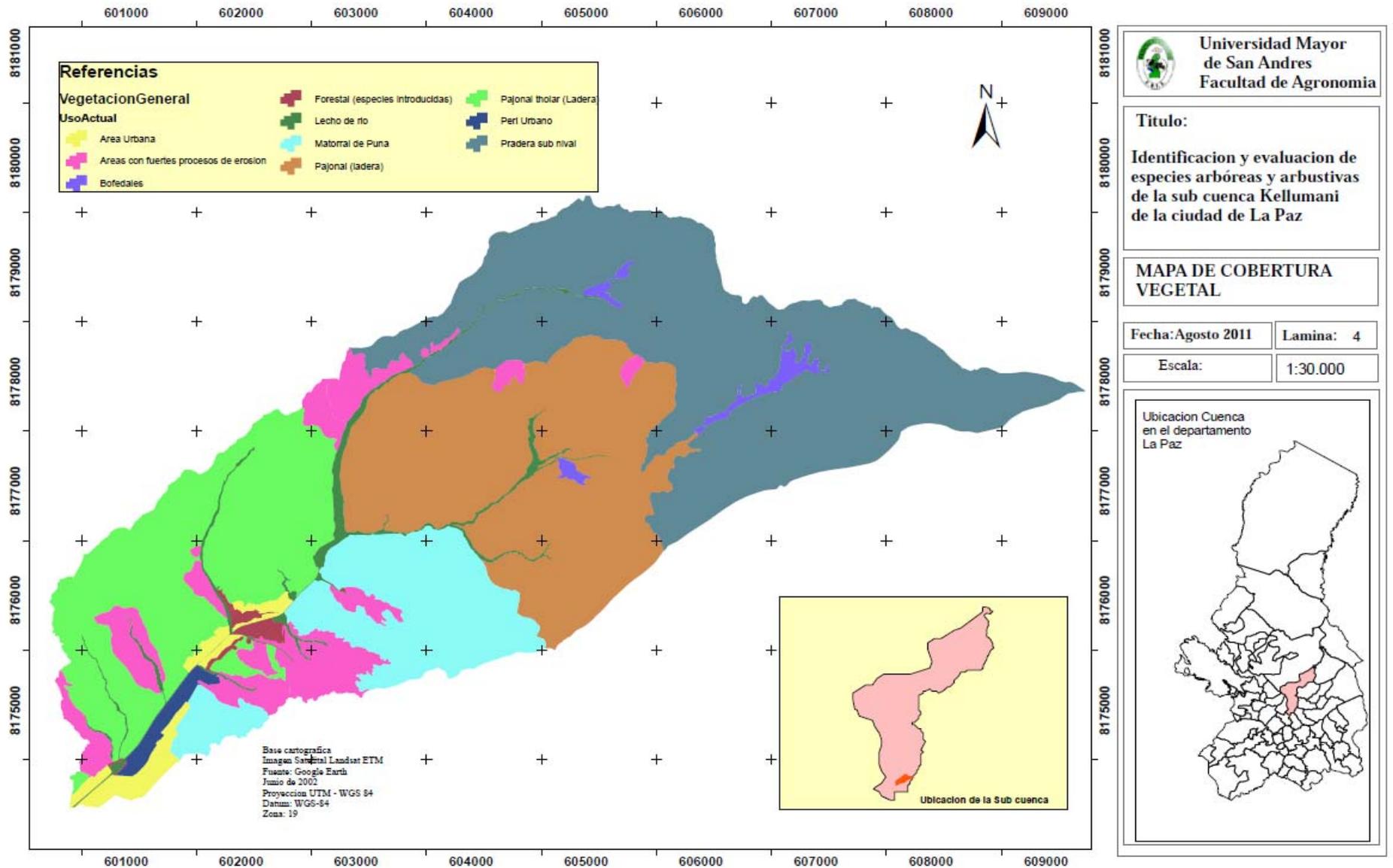
Título:
Identificación y evaluación de especies arbóreas y arbustivas de la sub cuenca Kellumani de la ciudad de La Paz

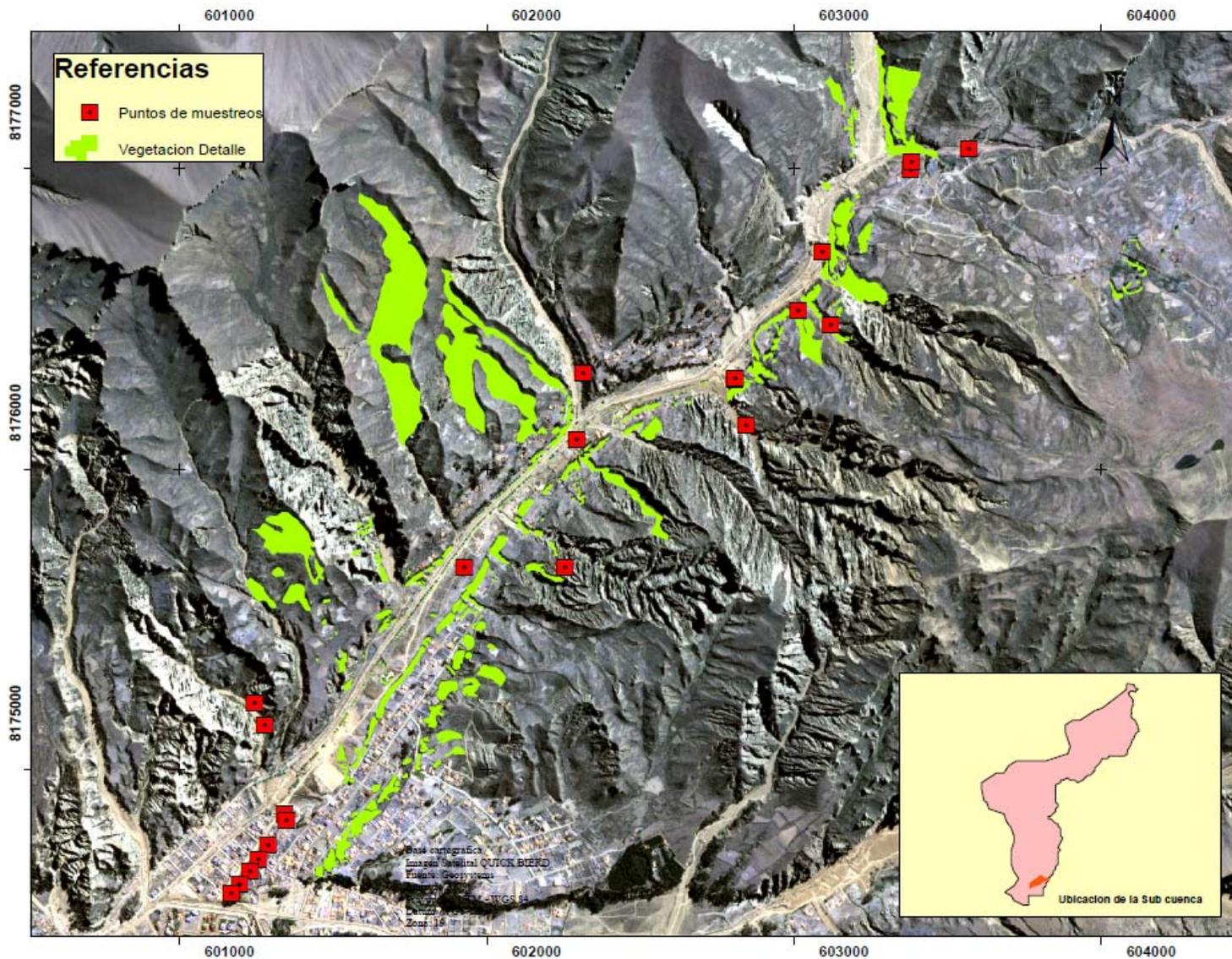
MAPA GRADIENTE TERMICO

Fecha: Agosto 2011	Lamina: 3
Escala:	1:30.000

Ubicacion Cuenca en el departamento La Paz


Identificación y Evaluación de Especies Arbóreas y Arbustivas de la Sub Cuenca Kellumani de la Ciudad de La Paz





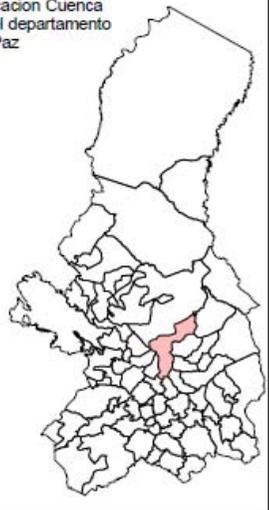

Universidad Mayor de San Andrés
Facultad de Agronomía

Título:
Identificación y evaluación de especies arbóreas y arbustivas de la sub cuenca Kellumani de la ciudad de La Paz

MAPA DE VEGETACION ARBOREA Y ARBUSTIVA

Fecha: Agosto 2011	Lamina: 5
Escala:	1:12.536

Ubicación Cuenca en el departamento La Paz



4.4.5. Bases técnicas para la conservación ambiental de la Sub cuenca Kellumani

El manejo integral de las sub cuencas no es una tarea sencilla porque muchas veces las decisiones tomadas desde una perspectiva afectan otros sectores o atraviesan límites. Sin embargo, en la actualidad su implementación es urgente para garantizar la estabilidad del suelo y el equilibrio ecológico del lugar de manera sostenible. A esto se debe agregar el hecho que muchos asentamientos urbanos crecen de forma desordenada y tienden a concentrar aún más la demanda de áreas para construcción descuidando el área forestal y de vegetación nativa.

La subcuenca no está libre de problemas ambientales derivados de las diferentes actividades antropomórficas como la ganadería, la agricultura y la explotación de áridos que es una amenaza para la parte baja de la cuenca en la época de lluvias; pero uno de los problemas más serios que amenazan es la pérdida de cobertura vegetal a medida que va creciendo la mancha urbana. Esta no es planificada sino está dado por interés personal de cada uno de los propietarios.

El manejo de los ecosistemas de la sub cuenca, sin contribuir a su degradación, pretende lograr un balance entre los recursos naturales disponibles y la demanda de la población mientras se mantiene la habilidad de los ecosistemas para su suministro de manera sostenible.

Para poder realizar una intervención efectiva para la recuperación de la subcuenca se debe realizar:

Primero identificar a todos los actores involucrados, (incluyendo comunidades indígenas y locales) con intereses directos en la subcuenca, sea en el área específica o en su área de influencia. Estos grupos deben participar en todo el proceso de planificación, establecimiento de objetivos, definición de problemas, formulación y seguimiento de políticas, desarrollo e implementación de proyectos.

Deben incluirse instancias de planificación y representantes de toda la sub cuenca. Las metodologías de solución de conflictos pueden ser mecanismos apropiados para apoyar este proceso, en los casos que sea necesario.

Revisar los mecanismos de participación existentes y garantizar la representación y participación de comunidades indígenas, comunidades locales, mujeres, jóvenes, niños, etc.

Realizar una concienciación de los sectores involucrados entre las autoridades comunitarias (secretarios generales y comunarios) municipales (subalcalde) para que exista un compromiso de ambos actores para la recuperación de la subcuenca. En el caso de actores sociales el de cooperar a lo diferentes proyectos que se realicen ya sea con una contraparte (mano de obra) En caso de la autoridades gestionar proyectos para la recuperación y el buen manejo de la subcuenca.

Se recomienda seguir la aproximación de la Ecología del Paisaje, dándole el debido énfasis a los ecosistemas y su dinámica que consiste en:

1.- Establecer dos viveros en la subcuenca el primero en la parte alta y el otro en la parte baja.

En la parte alta

Con aquellas especies arbóreas y arbustivas nativas e introducidas para crear bosques de protección y recuperar especies en proceso de extinción.

En la parte baja

Con especies de protección y ornamentales evaluadas y otras adaptadas en las subcuencas vecinas.

Además considerar en ambos viveros estudios sobre especies identificadas en el lugar para fortalecer el repoblamiento con especies en proceso de extinción.

2.- Realizar un repoblamiento con especies nativas e introducidas que no influyan con el efecto alelopático en aquellas áreas donde se tiene cultivos y para el área urbana y rural utilizar especies ornamentales introducidas para crear un microclima.

3.- Para la recuperación de micro cuencas pertenecientes a la sub cuenca se tiene que realizar control biomecánico en los lugares de pendiente existentes, para evitar el arrastre de sedimento en épocas de lluvia y además controlar la erosión hídrica que data de muchos años

4.- Para la reforestación de los aires de rio que tengan mayor longitud se recomienda aquellas especies que tengan raíces profundas tanto de especies arbustivas y arbóreas con el propósito de evitar desbordes, acompañada con obras hidráulicas y un repoblamiento del material vegetal constante.

5.- Con el objetivo de proteger y conservar las áreas de belleza paisajística con que cuenta la subcuenca fomentar una cultura por la defensa del medio ambiente y los recursos naturales.

6.- Realizando una extensión, especialmente mediante la construcción de áreas pilotos y demostrativas, pueda ganarse el concurso de los propietarios, además incentivando a la niñez a través de cursos en las escuelas del lugar.

7.- Establecer los usos del suelo más rígidos para la subcuenca en suelo urbano, expansión urbana y rural, tomar políticas de desarrollo y equilibrio ecológico además mostrar los espacios que merecen especial atención para la adjudicación de recursos y establecer planes de trabajo a mediano y corto plazo.

8.- Todas las evaluaciones y análisis deberán efectuarse con base en un referente espacial, preferiblemente mediante el uso de SIG. El alcance depende en gran parte de la calidad de los datos y análisis propuestos.

9.- Diseñar y mantener un sistema de monitoreo que mida los efectos de ciertas decisiones de manejo, a través de los ecosistemas. Especial énfasis debe hacerse para el caso de ecosistemas urbanos y sus impactos en ecosistemas adyacentes.

V. SECCIÓN CONCLUSIVA

5.1. Conclusiones

El presente estudio se constituye en el primer reporte de composición florística de la sub cuenca Kellumani de la ciudad de La Paz; Esto se puede afirmar, debido a la no existencia de reportes de la zona. Los resultados obtenidos en el presente trabajo, permiten puntualizar las siguientes conclusiones:

En el estudio realizado, el cambio de las diferentes condiciones a las que se halla sometida la subcuenca permite concluir que la misma está en constante degradación. Los factores que influyen negativamente a la conservación de los recursos se resume en dos factores relacionados: La presión poblacional y la geología inestable.

La subcuenca Kellumani presenta especies propias (nativas) e introducidas. La elevada intervención humana ha disminuido considerablemente las especies, existiendo algunas que han resistido los efectos de los diferentes cambios.

Se pudo observar a lo largo del recorrido que existe una ligera tendencia a la disminución de especies con el aumento en la altitud. Es decir en la parte alta de la subcuenca no se encontraron especies arbóreas y pocas arbustivas.

Se identificó 20 especies en la zona de estudio de las cuales 6 son arbóreas y 14 arbustivas. Se reportó un total de 1670 individuos, distribuidos en 8 órdenes, 12 familias, 17 géneros.

La composición florística basada en parámetros de abundancia, frecuencia y dominancia, nos indica que la familia Asteracea es la más abundante y diversa con (5 spp.), seguida de la Fabaceae con (3 spp), Salicaceae con (2spp.), Lamiaceae con (2spp.). Mientras que las familias Myrtaceae, Pinnaceae, Mimosoidae, Cupressaceae, Bignonaceae, Polemoniaceae, Caesalpinaceae, Scrophulariaceae, cada una con una sola especie.

Las especies más abundante en el área muestreada fueron la chillca (*Baccharis latifolia*) con 376 individuos, seguida por el tarwi silvestre (*Lupinus altimontanus*) con 232 individuos; eucalipto (*Eucaplytus glóbulos*) 209 individuos; thola macho (*Baccharis sp.*) con 177 individuos; thola hembra (*Braccharis sp*) con 115 individuos; álamo (*Populus deltoides*) con 113 individuos. Las 14 especies especies: *Populus nigra*, *Pino radiata*, *Cupresus macrocarpa*, *Acacia floribunda*, *Spartium junceum*, *Adesmia miraflorensis*, *Cassia sp.*, *Mutisia viciaefolia*, *Satureja parvifolia*, *Salvia sp.*, *Tecoma sp.*, *Calceolaria sp.* y *Cantua buxifolia* son especies con menor número de individuos (menor a 100).

La dominancia absoluta o área basal del área muestreada en especies arbóreas tuvo un total de $0.87\text{m}^2 / 03 \text{ ha}$, siendo las familias más dominantes la Salicaceae, Myrtaceae y Fabaceae. Donde la especie con mayor área basal fue *Populus deltoides* seguida del *Eucalyptus globulus*.

La composición florística de la zona de estudio es homogénea, donde todas las especies se encuentran en la Clase I (Lamprecht, 1990). Las especies presentes con mayor frecuencia son la *Braccharis latifolia*, *Lupinus altimontanus* y *Baccharis sp.* Las familias más frecuentes fueron Asteraceae, Fabaceae, Salicaceae, Lamiaceae y Myrtaceae.

La realización de los diferentes mapas sirve de base para futuros proyectos en el área de intervención y zonas aledañas, dan una pauta para el conocimiento de la zona.

Se confirma que de continuar con el avance urbano sobre la parte alta de la subcuenca, las condiciones ecológicas cambiarán radicalmente tanto en la flora como en la fauna actual, con la desaparición de las especies, la reducción de vegetación y áreas verdes. A ello la suma el incremento de erosión en la zona que afectara la parte baja de la cuenca del Achumani.

5.2. Recomendaciones

Se debe realizar estudios más específicos en lo que respecta a la vegetación del lugar como: caracterización de comunidades vegetales, interacción entre especies a través de la competencia, dispersión de semillas y otras. Comprobar la efectividad de protección al suelo de la sub cuenca, delimitando áreas de exclusión, para evitar la influencia del hombre y los animales.

Desarrollar estudios para determinar los diferentes usos de las especies presentes; considerando la importancia cultural, protección del suelo, medio ambiente, etc. de la zona.

Para evitar y controlar el avance de la erosión en la zona, se deben realizar plantaciones planificadas con un adecuado acompañamiento técnico. Se deben utilizar especies nativas que se desarrollen favorablemente como la kiswara (*Buddleja coriácea*) y queñua (*Polilepis incana*) que resisten las condiciones climáticas y del suelo.

Con las especies identificadas, considerando la abundancia y frecuencia de especies presentes en la zona de estudio se ve por conveniente realizar observaciones y estudios más profundos en especies de carácter estabilizador y que puedan contribuir a sujetar el suelo por la disposición de sus raíces. Donde se debe considerar su rápido desarrollo, fácil dispersión y resistencia a las condiciones como sequía, bajas temperaturas, alelopatía, etc. Se podrían tomar en cuenta a especies de las familias Asteraceae y Fabaceae con sus ocho especies identificadas.

VI. BIBLIOGRAFIA

- AHLFELD, F. 1962** Geología de Bolivia. Ed. Los Amigos del Libro, La Paz, 189 pág.
- ARZE A., Weeda H., 1996.** “Manual de arbolado urbano” Ciudad de La Paz Instituto de Ecología UMSA Artes gráficas Latina Bolivia 170p.
- ATL –PNUD, 2003.** Manual técnico Repoblamiento de praderas del Altiplano, con T'ola en el ámbito Peruano del sistema T.D.P.S. Puno – Perú
- BECK S., García E., 1991** Flora y vegetación en los diferentes pisos altitudinales Instituto de Ecología – UMSA Herbario Nacional de Bolivia.
- BOLIVIA, (1992)** Ley del Medio Ambiente Ley 1333 promulgada el 27 de abril de 1992 y publicada en la Gaceta Oficial de BO 3,4,12 p
- BOLIVIA, (1996)** Ley forestal 1700 12 de julio 1996 La Paz Bolivia y Reglamentada a la Ley Forestal Decreto Supremo N° 24453 publicado por la Gaceta Oficial de BO 4,25,26p.
- BOLIVIA, (1999)** Ley de Municipalidades Ley 2028 promulgada 28 de octubre 1999 publicada Gaceta Oficial de BO
- BOTANICAL-ONLINE, 2008** “Los Árboles “
- BRAUN – BLANQUET J., 1979** Fitosociología H Blume Ediciones Madrid; 820p
- CABRERA, 1965** Flora y vegetación magnoliopsida2 www.chlorischile.cl/Linares/apend4.htm - En caché - Similares
- CABRERA, 1985.** “El género Senecio (Compositae en Bolivia; Darwiniana” 26 (1-4): pp 79-217
- CABRERA, 1985.** Flora y vegetación magnoliopsida2 www.chlorischile.cl/Linares/apend4.htm - En caché - Similares
- CABRERA, 1978.** Flora dela Provincia de Jujuy. Edición INTA, Argentina 726 pág.
- CALLA Ortega R., 1995** Aproximaciones etnográficas a la cubierta vegetal en Potosí FAO/HOLANDA /CDF 64 pág. ECOBONA
- CEDEFOA, 2001** Proyecto de conservación de la biodiversidad en la cuenca del Lago Titicaca –Desaguadero – Poopó Salar de Coipasa en el sistema TDPS PNUD 343 pág.
- DIAZ – ROMERO, B, 1920.** Florula Pacensis Boletín de la Dirección Nacional de Estadística Instituto Geográfico año III N° 25,26 y 27, p 40-88

- ESTENSSORO E.S. 1991** Los Bofedales de la Cuenca Alta del Valle de La Paz Pp. 109 – 121. En: Forno E; Baudoin M (1991) HISTORIA Natural de un Valle de los Andes: La Paz Instituto de Ecología – UMSA 559 p.
- FERNÁNDEZ Terrazas E., 2006.** Identificación e Inventariación de Especies del Jardín Botánico Honorable Alcaldía Municipal de Cochabamba 79 pág.
- FINEGAN A. 1992** Bases ecológicas para la silvicultura Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza Turrialba 170 p
- FUNDACIÓN GONDWANA, 2007** “Principales Especies y Características Para la Arborización de las Zonas Agrarias” España Disponible en <http://www.fundacióngondwana.es>
- GARCIA E., 1987** Flora y Vegetación Ruderal de la ciudad de La Paz Tesis de licenciatura Carrera de Biología UMSA La Paz Bolivia 138 pág.
- GOBIERNO Municipal de La Paz, 2005** Plan de Desarrollo Municipio de La Paz
- GOBIERNO MUNICIPAL DE LA PAZ** Dirección de Planificación y Control “Dossier Estadístico del Municipio de La Paz 2000 – 2005” La Paz Bolivia
- GREIG – SMITH, P, 1983.** Quantitative plant ecology (3ra ed) Univ. Of California Press Los Angeles USA
- GOITIA A. L., 2003** “Manual de Dasonomía y Silvicultura” La Paz Bolivia pp 134
- HAM – GTZ, Honorable Alcaldía Municipal Convenio GTZ, 1988** Proyecto de regulación de las cuencas Irpavi – Achumani, Recomendaciones para el control de la erosión e inundaciones en la cuenca Achumani Inferior (no publicado) La Paz 121 pp
- HERNANDEZ R., Fernández C., Baptista P., 1995** “Metodología de la Investigación” Revisión Técnicas: Casas P.M. de la Cruz Ed. Mc. Graw – Hill México 505 p
- HONORABLE ALCALDIA MUNICIPAL, COOPERACION ALEMANA (GTZ), 1990** Análisis de Control y manejo de Cuenca. La Paz Bolivia 120pp
- IBISCH P. L. & G. Mérida, 2003.** Biodiversidad: La riqueza de Bolivia, estado de conocimiento y conservación. FAN - Ministerio de Desarrollo Sostenible, Santa Cruz de la Sierra. 400 p.
- INFOJARDIN 2011.** www.infojardin.com
- INTA 2010** Herbario Digital Familia Scrophulariaceae herbariodigital.inta.gob.ar

- KILLEN T. & E, García. 1993.** Guía de Árboles de Bolivia. Herbario Nacional de Bolivia-Missouri Botanical Garden. Quipus, La Paz.
- KONEMANN, 2004** Botánica Ilustrada AZ de más de 10000 plantas de jardín y cómo cultivarlas [http: ars-grin.gov/cgi-bin/npgs/html/genform.pl](http://ars-grin.gov/cgi-bin/npgs/html/genform.pl) 2011
- LARA R, ALZERREGA H, 1962.** Contribuciones al conocimiento de la vegetación de las tierras altas de Bolivia; Estudios especializados N° 32; M.A.C.A. – INFOL La Paz p 90-45
- MATTEUCCI, D.S. & A. Colma, 1982** Metodología para el estudio de la Vegetación. Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos. Programa Regional de Desarrollo Científico y Tecnológico Washington DC. 168p.
- MBG Missouri Botanical Garden 2011** Flora Mesoamericana Tropicos.org.Misoure Botanical Garden [www. trópicos.org/Name/42000286](http://www.trópicos.org/Name/42000286)
- MICROSOFT ® Encarta ® 2009.** © 1993-2008 Microsoft Corporation. Reservados todos los derechos.
- MOLINA J., Marangani J, 1995** Olas Pulsantes en ríos canalizados de la región de La Paz Instituto de Hidráulica e Hidrología La Paz Bolivia
- MUELLER – Dombois, D & Ellenberg H. 1974,** Aims and methods of vegetation ecology John Wiley & Sons USA
- NAVARRO G. & M. Maldonado, 2002.** Geografía Ecológica de Bolivia: Vegetación y Ambientes Acuáticos. Centro de Ecología Simón I. Patiño - Departamento de Difusión, Cochabamba. 719 p.
- NINA I. M., 1999.** Especies forestales potenciales para plantaciones en Bolivia FAO/PAF-BOL Ministerio de Desarrollo Sostenible y Planificación 145 pág.
- NOWAK. D.J., D.E., Crane y J.C., Stevens., 2006,** et al Jose Alcala, 2008. Air pollution removal by urban trees in the United States. Urban Forestry and urban Greening 4: 115-123.
- PACA F., Paca R., Palao A., Canaza D., Bustinza H., Vásquez G., Chambilla R., Chávez M., 2003.** Estudio de la Thola y su Capacidad de Soporte para Ovinos y Camélidos en el Ámbito Peruano del Sistema TDPS. Puno Perú 31 pág.
- PARI F. G., 1996** Evaluación de la Plantaciones Forestales en Subcuencas de la Ciudad de La Paz entre 1990 – 1993 Tesis de Grado Facultad de Agronomía 71 pág.

PRODAN, M., R. Peters, F. Cox & P.L. Reali. 1997 Mensura Forestal. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) gmbh. San José, Costa Rica 586 pág.

REYNEL Rodríguez C., 1988 Plantas para leña en el sur occidente de Puno Proyecto árbol andino Puno Universidad Nacional Agraria - La Molina 163 pág.

REYNEL C., León J., 1990 Árboles y arbustos andinos para agroforestería y conservación de suelos. Ministerio de Agricultura Dirección General de Forestal y Fauna DGFF/ FAO 363 pág.

ROJAS P. F., 2001 Catalogo de plantas UMSA Facultad de Agronomía

RODRIGUEZ M., Rosales J. 2004 Cobertura de la Tierra, Usos Asociados y Análisis de Paisaje en el Corredor Ribereño Bajo Orinoco Memoria del Congreso de Geografía, Noviembre de 2004, Guayana.

VALENZUELA E., 1993 Plantas en suelos erosionados de la ciudad de La Paz Tesis Facultad Ciencias Puras y Naturales Bolivia 127 pág.

VALLEJO, M.I.,A.C. Londoño Vega, R. López Camacho, G. Galeno, E. Álvarez – Dávila & W. Devia – Álvarez. 2005. Establecimiento de Parcelas Permanentes en Bosques de Colombia. Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá D. C., Colombia. 310p.

VARGAS E. 1989 Contribución al estudio de la flora del valle del río Jilusaya Tesina de Técnico Superior en Biología, Facultad de Ciencias Puras y Naturales, UMSA La Paz Bolivia 53 pp.

ZEBALLOS H., 1993 “Análisis de Programa de Forestación” gestión 1992-1993 informe N° 1 La Paz, Bolivia 32pp.

ZEBALLOS M. M., 2000 Estudio de los Cambios en la Composición Florística Cobertura Vegetal y Fenología a lo Largo de un Ciclo Anual en el Área Permanente de Cota Cota La Paz. 133 pág.

www.dipbot.unict.it/sistematica_es/Cupr_fam.html La Familia de las Cupressaceae mayo 2011

www.arbolesornamentales.es/Cupressaceae.htm Familia Cupressaceae mayo 2011

www. Lecciones hipertextuales de botánica, 2011 Familia Lamiaceae

www. Taxonomic families of Panama 2011 Familia Fabaceae

ANEXOS

ANEXO 1
Planilla Datos Especies Arbustivas

Lugar : Sub cuenca Kellumani

Fecha:

Nº

muestra:

Nº arbusto	Especie	Nº lectura GPS	X	Altura msnm	Altura total(m)	Diámetro copa (cm)
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						

ANEXO 2
Planilla de Datos Especies Arbóreas

Sub cuenca
Lugar : Kellumani
Fecha:
N°
muestra:

N° arbusto	Especie	N° lectura GPS	X	Altura msnm	Altura total(m)	Diámetro copa (m)	Diámetro medio (cm)	Diámetro medio (m)	DAP m2	Área basal m
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										

ANEXO 3

Chillca *Baccharis latifolia*

Transecto	Altura Total	Altura promedio	Altura máxima	Altura mínima	Diámetro copa total	Diámetro copa promedio	Diámetro copa máxima	Diámetro copa mínima	Número de individuos
1	17,5	1,17	2,3	0,4	12,15	0,81	1,5	0,25	15
2	4,8	1,6	1,7	1,5	4	1,33	1,4	1,3	11
3	4	0,8	1	0,8	1,75	0,35	0,4	0,3	5
4	14,4	1,6	1,9	0,9	5,4	0,6	0,9	0,4	9
6	12,12	1,01	1,5	0,5	13,68	1,14	1,6	0,7	12
7	9,15	0,61	0,8	0,4	5,4	0,36	0,5	0,3	15
9	96,48	1,44	2,3	0,6	94,47	1,41	2,4	0,4	67
11	15	0,75	1	0,5	13	0,65	1	0,4	20
12	8	1,6	1,8	1,5	7	1,4	1,7	1,2	5
13	18,92	0,86	1,2	0,5	20,9	0,95	1,8	0,1	22
14	26,46	0,735	1,2	0,3	27,54	0,765	1,5	0,3	36
15	32,2	1,61	2,5	0,7	34	1,7	2,3	0,9	20
16	60	1,5	2,4	0,8	65,2	1,63	2,8	0,8	40
17	42,96	1,79	2,9	1,2	24,72	1,03	1,8	0,5	24
19	62,4	1,95	2,2	1,7	56,96	1,78	2,5	1,3	32
21	22,4	1,6	2,8	1	23,8	1,7	2,5	0,8	14
22	11	1,1	1,5	0,6	10,8	1,08	2	0,5	10
27	5,6	1,4	2	0,8	6,4	1,6	2,2	1	4
28	4,1	2,05	2,1	2	2,8	1,4	1,8	1	2
29	11,8	2,36	3	2	11,1	2,22	3,5	1,8	5
30	14,72	1,84	2,2	0,8	10,9	1,3625	1,8	0,8	8
		1.4	3	0.3		1.2	3.5	0.1	376

ANEXO 4

Tarwi silvestre *Lupinus altimontanus*

Transecto	Altura Total	Altura promedio	Altura máxima	Altura mínima	Diámetro copa total	Diámetro copa promedio	Diámetro copa máxima	Diámetro copa mínima	Número de individuos
1	2,25	0,45	0,5	0,4	1,75	0,35	0,4	0,3	5
2	2,6	0,52	0,7	0,4	1,87	0,375	0,5	0,3	5
3	7,2	0,72	1	0,5	3,9	0,39	0,7	0,25	10
6	58,1	0,7	1,3	0,25	71,38	0,86	1,5	0,4	83
7	4,2	0,6	0,9	0,3	3,5	0,5	0,6	0,4	7
8	3,25	0,65	0,8	0,5	4,5	0,9	1,1	0,7	5
9	2	1	1,2	0,8	1,6	0,8	0,5	0,3	2
12	3,36	0,48	0,8	0,25	3,71	0,53	0,7	0,4	7
13	38,88	0,72	1,5	0,25	41,58	0,77	1,5	0,1	54
16	21,33	0,79	1	0,5	15,12	0,56	0,8	0,3	27
17	14,5	0,58	1	0,3	10,75	0,43	0,65	0,2	25
28	1,2	1,2	1,2	1,2	0,8	0,8	0,8	0,8	1
29	0,9	0,9	0,9	0,9	0,7	0,7	0,7	0,7	1
		0,72	1,5	0,25		0,61	1,5	0,1	232

ANEXO 5

Thola macho *Baccharis sp.*

Transecto	Altura Total	Altura promedio	Altura máxima	Altura mínima	Diámetro copa total	Diámetro copa promedio	Diámetro copa máxima	Diámetro copa mínima	Número de individuos
1	8,4	1,2	1,6	0,8	6,51	0,93	1,2	0,5	7
3	0,8	0,4	0,4	0,4	0,3	0,15	0,2	0,1	2
4	4,9	0,7	1,1	0,1	6,3	0,9	1,3	0,2	7
5	10,92	0,39	0,7	0,2	6,16	0,22	0,45	0,1	28
6	2,5	0,5	0,9	0,1	4	0,8	1,2	0,4	5
8	71,5	1,3	2	0,7	57,75	1,05	1,7	0,5	55
9	26	1,3	1,4	0,9	16,8	0,84	1,2	0,6	20
12	11,76	0,49	0,7	0,15	9,36	0,39	0,8	0,14	24
14	7,7	1,1	1,7	0,5	5,6	0,8	1,3	0,3	7
17	3,71	0,53	0,7	0,4	2,8	0,4	0,5	0,3	7
18	7,5	0,5	0,7	0,3	5,55	0,37	0,5	0,3	15
		0,76	1,7	0,1		0,62	1,7	0,1	177

ANEXO 6

Thola hembra Braccharis sp.

Transecto	Altura Total	Altura promedio	Altura máxima	Altura mínima	Diámetro copa total	Diámetro copa promedio	Diámetro copa máxima	Diámetro copa mínima	Número de individuos
1	14,28	0,84	1,4	0,3	8,5	0,5	0,8	0,2	17
2	2,52	0,36	0,5	0,3	1,75	0,25	0,3	0,2	7
4	5	1	1,4	0,6	4	0,8	1	0,6	5
5	61,88	1,19	1,8	0,8	31,72	0,61	1	0,3	52
7	12,6	0,9	1,5	0,5	7	0,5	0,9	0,3	14
14	3,5	0,7	0,8	0,6	4	0,8	0,9	0,7	5
15	12,75	0,85	1,2	0,7	13,5	0,9	1,5	0,5	15
		0,83	1,8	0,3		0,62	1,5	0,2	115

ANEXO 7

Koa Satureja parvifolia

Transecto	Altura Total	Altura promedio	Altura máxima	Altura mínima	Diámetro copa total	Diámetro copa promedio	Diámetro copa máxima	Diámetro copa mínima	Número de individuos
1	2,2	1,1	1,2	1	1,2	0,6	0,7	0,5	2
2	8,73	0,97	1,1	0,8	6,03	0,67	0,8	0,6	9
4	0,8	0,4	0,5	0,3	0,5	0,25	0,3	0,2	2
5	33,6	0,7	0,9	0,45	12	0,25	0,45	0,1	48
14	8	1	1,1	0,9	3,2	0,4	0,8	0,3	8
15	2,4	1,2	1,4	1	1,8	0,9	1,2	0,7	2
18	3,18	0,53	0,7	0,4	1,38	0,23	0,3	0,2	6
		0,84	1,4	1		0,47	1,2	0,1	77

ANEXO 8

Tecoma Tecoma sp.

Transecto	Altura Total	Altura promedio	Altura máxima	Altura mínima	Diámetro copa total	Diámetro copa promedio	Diámetro copa máxima	Diámetro copa mínima	Número de individuos
3	2,2	0,73	0,8	0,7	2,7	0,9	1	0,8	3

ANEXO 9

Chinchircoma Mutisia viciaefolia

Transecto	Altura Total	Altura promedio	Altura máxima	Altura mínima	Diámetro copa total	Diámetro copa promedio	Diámetro copa máxima	Diámetro copa mínima	Número de individuos
3	3	1	1,2	0,8	0,9	0,3	0,4	0,25	3
9	8,75	0,875	1,1	0,7	8	0,8	1,1	0,5	10
14	8,1	0,9	1,1	0,6	4,05	0,45	0,5	0,3	9
18	10,99	1,57	1,9	1,3	3,71	0,53	0,6	0,5	7
19	16,31	2,33	2,6	2	10,5	1,5	1,6	1,4	7
		1.335	2,6	0,6		0.716	1,6	0,25	36

ANEXO 10

Zapatito venus *Calceolaria sp.*

Transecto	Altura Total	Altura promedio	Altura máxima	Altura mínima	Diámetro copa total	Diámetro copa promedio	Diámetro copa máxima	Diámetro copa mínima	Número de individuos
3	2,5	0,83	1	0,6	3,2	1,07	1,2	0,9	3
14	3	0,5	0,6	0,4	4,2	0,7	0,9	0,6	6
15	7,63	1,09	1,36	0,8	6,09	0,87	1,12	0,7	7
		0.81	1,36	0,4		0.88	1,2	0,6	16

ANEXO 11

Eucalipto *Eucalyptus globulus*

Transecto	Altura promedio	Altura máxima	Altura mínima	Diámetro copa promedio	Diámetro copa máxima	Diámetro copa mínima	DAP promedio	DAP máximo	DAP mínimo	Área basal	Número de individuos
4	4,4	6,5	3	3,14	5,8	1,7	31,4	57	9	0.0774373	12
6	1,99	3	1,5	1,48	2,2	0,9	14,2	25	7	0.0158368	25
8	6,97	10	3	5,04	7,5	1,9	52	86	11	0.2123722	40
9	4,5	5	4	1,4	1,8	1	21	23	17	0.0363614	7
10	5,6	8	3,5	3,5	4,8	2,2	43	53	32	0.1452205	45
11	2,97	4,5	1,6	1,85	3,1	0,9	23,22	44	11	0.0423463	53
12	9,44	16	5	5,18	8	2,2	71,89	115	35	0.4059082	22
15	4,5	5,5	3,5	2,75	3,3	2,2	10,5	12	9	0.0086590	5
	5,05	16	1,5	3.04	7,5	0,9	33.40	115	7	0.1178021	209

ANEXO 12

Kantuta *Cantua buxifolia*

Transecto	Altura Total	Altura promedio	Altura máxima	Altura mínima	Diámetro copa total	Diámetro copa promedio	Diámetro copa máxima	Diámetro copa mínima	Número de individuos
5	7,5	3,75	4	3,5	4,2	2,1	2,2	2	2

ANEXO 13

Senecio *Senecio claviculus*

Transecto	Altura Total	Altura promedio	Altura máxima	Altura mínima	Diámetro copa total	Diámetro copa promedio	Diámetro copa máxima	Diámetro copa mínima	Numero de individuos
5	27,26	0,47	0,8	0,2	17,98	0,31	0,6	0,1	58
6	13,5	0,9	1,1	0,7	7,5	0,5	0,8	0,3	15
7	0,6	0,15	0,19	0,12	0,4	0,1	0,12	0,08	4
8	17,6	0,8	1,2	0,4	18,04	0,82	1,2	0,5	22
15	16	0,64	0,9	0,3	12,75	0,51	0,9	0,2	25
16	17,64	0,63	0,9	0,4	18,48	0,66	1	0,35	28
		0,60	1,2	0,12		0,48	1,2	0,08	152

ANEXO 14

Retama *Spartium junceum*

Transecto	Altura Total	Altura promedio	Altura máxima	Altura mínima	Diámetro copa total	Diámetro copa promedio	Diámetro copa máxima	Diámetro copa mínima	Número de individuos
8	5	2,5	3	2	4	2	2,2	1,8	2
9	3,6	0,6	1,2	0,5	10,2	1,7	2	0,9	6
17	43,05	2,05	3	1,2	41,37	1,97	2,8	1	21
29	7,7	1,925	2,5	1,2	4,8	1,2	1,5	1	4
30	2	2	2	2	1,2	1,2	1,2	1,2	1
		1.8	3	0,5		1.6	2,8	1,8	34

ANEXO 15

Pino *Pinus radiata*

Transecto	Altura promedio	Altura máxima	Altura mínima	Diámetro copa promedio	Diámetro copa máxima	Diámetro copa mínima	DAP promedio	DAP máximo	DAP mínimo	Área basal	Número de individuos
8	3.5	4	3	2.1	2.3	1.9	11	12	10	0.0095033	2
25	2.5	2.5	2.5	1.2	1.2	1.2	45	45	45	0.1590435	1
	3	4	2.5	1.65	2.3	1.2	28	45	10	0.0842734	3

ANEXO 16

Acacia floribunda Acacia retinoides

Transecto	Altura promedio	Altura máxima	Altura mínima	Diámetro copa promedio	Diámetro copa máxima	Diámetro copa mínima	DAP promedio	DAP máximo	DAP mínimo	Área basal	Número de individuos
8	5	5.5	4.5	4	4	4	20	22	18	0.031416	2
11	4	4.5	3.5	3	3	3	22	26	18	0.038013	2
22	2.1	2.2	2	1.65	1.8	1.5	75	42	38	0.441788	2
23	3.1	3.5	2.8	2.5	3.2	2	53.2	60	45	0.222287	5
24	7	7	7	2.5	2.5	2.5	55	55	55	0.237584	1
25	3.5	4	3	2.1	2.2	2	54	60	48	0.229023	2
26	2.3	2.8	1.4	1.7	1.9	1.2	42.7	80	20	0.143101	7
	3.86	5.5	1.4	2.49	4	1.2	45.9	80	18	0.191902	21

ANEXO 17

Adesmia Adesmia sp.

Transecto	Altura Total	Altura promedio	Altura máxima	Altura mínima	Diámetro copa total	Diámetro copa promedio	Diámetro copa máxima	Diámetro copa mínima	Número de individuos
14	7,2	0,48	0,7	0,3	10,5	0,7	0,8	0,4	15
15	11,76	0,49	0,8	0,3	12,96	0,54	0,8	0,3	24
19	9,5	1,9	2,1	1,8	7,75	1,55	1,7	1,5	5
		0.96	2,1	0,3		0.93	1,7	0,3	44

ANEXO 18

Álamo *Populus deltoides*

Transecto	Altura promedio	Altura máxima	Altura mínima	Diámetro copa promedio	Diámetro copa máxima	Diámetro copa mínima	DAP promedio	DAP máximo	DAP mínimo	Área basal	Número de individuos
7	10	12	8	5.7	8.5	4	73.3	93	60	0.42198678	17
10	7.025	8	6	2.95	3.7	2.4	43.75	53	38	0.15033047	17
11	7.89	10	6	4.02	5.4	3	67.89	88	52	0.36199495	22
12	6.71	9	6	3.27	4	2.6	46.33	74	40	0.16858367	18
16	9.57	11	7	4.37	6	3	73.86	90	50	0.42845923	14
17	8.75	9.5	8	4.54	5	4	75.5	86	66	0.44769764	10
20	8	9	7	4.16	5	3	69.77	84	54	0.38232117	15
	8.3	12	6	4.1	8.5	2.4	64.34	93	66	0.33733913	113

ANEXO 19

Álamo negro *Populus nigra*

Transecto	Altura promedio	Altura máxima	Altura mínima	Diámetro copa promedio	Diámetro copa máxima	Diámetro copa mínima	DAP promedio	DAP máximo	DAP mínimo	Área basal	Número de individuos
24	5.2	7	4	0.58	0.8	0.4	18.4	25	15	0.0265905	7
25	3.2	3.2	3.2	0.25	0.25	0.25	30	30	30	0.070686	1
	4.2	7	3.2	0.415	0.8	0.25	24.2	30	15	0.0486383	8

ANEXO 20

Mutu mutu *Cassia* sp.

Transecto	Altura Total	Altura promedio	Altura máxima	Altura mínima	Diámetro copa total	Diámetro copa promedio	Diámetro copa máxima	Diámetro copa mínima	Número de individuos
18	10	1,25	1,6	0,9	7,6	0,95	1,2	0,7	8
19	6,3	1,05	1,2	0,9	4,5	0,75	0,9	0,7	6
		1.15	1,6	0,9		0.85	1,2	0,7	14

ANEXO 21

Ciprés *Cupresus macrocarpa*

Transecto	Altura promedio	Altura máxima	Altura mínima	Diámetro copa promedio	Diámetro copa máxima	Diámetro copa mínima	DAP promedio	DAP máximo	DAP mínimo	Área basal	Número de individuos
22	2.47	2.8	2	1.77	2	1.5	46.7	50	45	0.1712871	3
28	1.36	1.7	0.9	1.12	1.5	0.6	35.6	50	24	0.0099539	5
	1.915	2.8	0.9	1.445	2	0.6	41.15	50	24	0.0906205	8

ANEXO 22

Salvia *Salvia sp.*

Transecto	Altura Total	Altura promedio	Altura máxima	Altura mínima	Diámetro copa total	Diámetro copa promedio	Diámetro copa máxima	Diámetro copa mínima	Número de individuos
12	30	1	1,5	0,6	24,3	0,81	1,2	0,5	30

ANEXO 23

Acta de visita Kellumani