

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



TRABAJO DIRIGIDO

**VALORACIÓN FITOSANITARIA DE LA KISWARA (*Buddleja coriácea* Remy) Y LA
QUEÑUA (*Polylepis incana* Kunth) ESPECIES ORNAMENTALES EN LA CIUDAD
DE EL ALTO – LA PAZ**

ARNOLD MARCOS MAGNE FLORES

La Paz - Bolivia

2015

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

VALORACIÓN FITOSANITARIA DE LA KISWARA (*Buddleja coriácea* Remy) Y LA
QUEÑUA (*Polylepis incana* Kunth) ESPECIES ORNAMENTALES EN LA CIUDAD
DE EL ALTO – LA PAZ

*Trabajo Dirigido Presentado como requisito parcial
para optar el Título de Licenciado en Ingeniería
Agronómica*

ARNOLD MARCOS MAGNE FLORES

Asesor

Ing. Ph. D. Carmen Rosa Del Castillo Gutiérrez

Tribunal Examinador:

Ing. MSc. Celia Fernández Chávez

Ing. PH.D. David Cruz Choque

Aprobada

Presidente Tribunal Examinador

La Paz – Bolivia

2015

Dedicatoria

A mi abuelo Silverio Flores (+) que me acompañó durante mis años de estudio y me dió el apoyo moral mediante su ejemplo de sacrificio y amor hacia la familia.

Con todo mi afecto, cariño y respeto a mis padres Francisco Magne (+) y Alicia Flores, a mis hermanos Bertha, Jenny, Agustín, Jesús, Pilar y Rebeca (+), porque ellos son mi inspiración y motivación para ser mejor persona y Ser humano.

A mi sobrino ahijado Mateo, por su sonrisa que no le cabe en el rostro y que me impulsa a ser un ejemplo de constancia y crecimiento.

Arnold Marcos

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por darme vida y una constante motivación en mi formación, para compartir con mi familia y amigos en todos los momentos, por ser guía de mi vida y para toda mi familia.

A la Universidad Mayor de San Andrés, por haberme acogido en tan prestigiosa casa Superior de Estudio.

A la Facultad de Agronomía Carrera Ingeniería Agronómica, por haberme formado como un profesional integro.

Agradezco a mi asesora Ing. Ph. D. Carmen Rosa Del Castillo Gutiérrez, por su noble guía, confianza, y sugerencias constantes durante el desarrollo del presente trabajo

A los tribunales revisores Ing. M.Sc. Celia Fernández y Ing. PH.D. David Cruz Choque, por las revisiones y sugerencias en la elaboración del presente trabajo.

A todos mis docentes de la Carrera Ingeniería Agronómica, facultad de Agronomía UMSA, por compartir conmigo sus experiencias y conocimientos que son una inspiración en mi formación profesional.

A toda mi familia, por ser mi principal fuente de motivación, por su apoyo incondicional e incansable.

A todos los amigos dentro y fuera de la Facultad de Agronomía, que directa e indirectamente me apoyaron en forma moral para mi formación como ser humano y profesional

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
Dedicatoria.....	i
Agradecimientos.....	ii
INDICE GENERAL.....	iii
INDICE DE CUADROS.....	vii
INDICE DE GRÁFICOS.....	viii
INDICE DE FIGURAS.....	viii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	ix
RESUMEN.....	x
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Planteamiento del problema.....	2
1.2 Justificación del Trabajo Dirigido	3
2. OBJETIVOS	4
2.1 Objetivo general.....	4
2.2 Objetivos específicos.....	4
2.3 Metas.....	4
3. MARCO TEÓRICO	5
3.1 Contexto normativo.....	5
3.2 El Medio Ambiente.....	5
3.3 La Contaminación Atmosférica en Bolivia.....	6
3.3.1 Principales Causas.....	6
3.4 Beneficios de los árboles en el ambiente urbano.....	7
3.4.1 Reguladores de Clima.....	8
3.4.2 Protección contra el viento.....	10
3.5 Kiswara.....	10
3.5.1 Habitación.....	10
3.5.2 Distribución y ecología.....	10
3.5.3 Especies de kiswara.....	11
3.5.4 Clasificación Taxonómica.....	12

3.5.5	Descripción Botánica.....	12
3.5.5.1	Árbol o arbusto.....	13
3.5.5.2	Tronco.....	13
3.5.5.3	Hojas.....	13
3.5.5.4	Flores.....	13
3.5.5.5	Fruto.....	14
3.5.5.6	Semilla.....	15
3.5.6	Descripción fenológica.....	15
3.5.6.1	Foliación.....	15
3.5.6.2	Floración.....	15
3.5.6.3	Fructificación.....	15
3.5.7	Usos de la kiswara.....	16
3.6	Queñua.....	17
3.6.1	Distribución del género <i>Polylepis</i> en Bolivia.....	17
3.6.2	Taxonomía.....	17
3.6.3	Descripción botánica.....	18
3.6.3.1	Hojas.....	18
3.6.3.2	Flores y frutos.....	19
3.6.4	Datos ecológicos.....	19
3.6.5	Usos.....	20
3.7	Concepto de enfermedad.....	20
3.7.1	Incidencia.....	21
3.8	Concepto de plaga.....	22
3.8.1	Áfidos.....	22
3.8.1.1	Características de los áfidos.....	23
3.8.1.2	Daños causados por los áfidos.....	23
3.8.2	Pulgón del álamo <i>Chaitophorus leucomelas</i> Koch (Aphididae).....	24
3.8.2.1	Ciclo biológico.....	24
3.8.2.2	Síntomas y signos.....	25
3.8.2.3	Fumaginas.....	26
3.8.3	Controladores de plagas.....	26

3.8.3.1	Controladores químicos.....	26
3.8.3.2	Controladores orgánicos sintéticos.....	26
3.8.3.3	Controladores biológicos.....	27
3.8.3.4	Controladores botánicos.....	27
3.8.3.5	Control Integrado de plagas.....	27
3.8.3.6	Control genético.....	28
3.8.3.7	Control cultural.....	28
3.8.3.7.1	Necesidades de poda.....	28
3.8.3.7.2	Podas de mantenimiento.....	29
3.8.3.7.3	Podas excepcionales.....	29
3.8.3.7.4	Épocas y frecuencias de podas.....	30
4.	SECCIÓN DIAGNÓSTICA.....	30
4.1	Localización y ubicación.....	30
4.1.1	Características del lugar.....	30
4.1.2	Cuencas hidrográficas.....	31
4.1.3	Pisos ecológicos.....	31
4.1.4	Clima.....	32
4.1.5	Precipitación.....	32
4.1.6	Flora.....	33
4.1.7	Fauna.....	33
4.1.8	Características Socioeconómicas.....	34
4.2	Materiales.....	34
4.2.1	Materiales de campo.....	34
4.3	Metodología.....	34
4.3.1	Tipo de estudio.....	34
4.3.2	Procedimiento de trabajo.....	35
4.3.2.1	Primer tramo.....	38
4.3.2.2	Segundo tramo.....	39
4.3.2.3	Tercer tramo.....	42
4.3.3	Variables de respuestas.....	43
5.	SECCIÓN PROPOSITIVA.....	44

5.1	Estado fitosanitario de las especies en estudio.....	45
5.1.1	Pasos para detectar el problema fitosanitario.....	45
5.1.2	Causas de mala salud en los árboles.....	46
5.1.2.1	Influencias de plagas (bióticas).....	47
5.1.2.2	Influencias no vivientes (abióticas).....	48
5.1.3	Descripción fitosanitaria de la Kiswara (<i>Buddleja coriácea</i> Remy).	50
5.1.3.1	Factores bióticos.....	51
5.1.3.2	Factores abióticos.....	52
5.1.3.3	Acción antrópica.....	54
5.1.4	Descripción fitosanitaria de la Queñua (<i>Polylepis incana</i> Kunth)...	54
5.1.4.1	Factores bióticos.....	54
5.1.4.2	Factores abióticos.....	55
5.1.4.3	Acción Antrópica.....	55
5.2	Aspectos propositivos del Trabajo Dirigido.....	58
5.3	Análisis de resultados.....	58
5.3.1	Sintomatología de las especies en estudio.....	58
5.3.1.1	Incidencia de enfermedades.....	58
5.3.1.2	Presencia de plagas.....	59
5.3.1.3	Acción antrópica.....	60
5.3.2	Listado e identificación de especies de árboles introducidos.....	61
5.3.2.1	Tramo 1.....	61
5.3.2.2	Tramo 2.....	64
5.3.2.4	Tramo 3.....	65
5.	SECCIÓN CONCLUSIVA.....	67
6.1	Conclusiones.....	67
6.2	Recomendaciones.....	59
6.	BIBLIOGRAFÍA.....	71
	ANEXOS.....	78

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Ubicación georeferencial, recorrido tramo 1.....	39
Cuadro 2. Ubicación georeferencial, recorrido tramo 2.....	39
Cuadro 3. Ubicación georeferencial, recorrido tramo 3.....	42
Cuadro 4. Principales grupos de plagas que infestan árboles.....	47
Cuadro 5. Principales influencias abióticas que afectan a los árboles.....	49
Cuadro 6. Total del estado fitosanitario de Kiswaras y Queñuas en porcentajes	50
Cuadro 7. Distancias de plantación de árboles según el porte.....	55
Cuadro 8. Resultados totales del estado fitosanitario de Kiswaras y Queñuas en toda el área de estudio	59
Cuadro 9. Resultados totales del estado fitosanitario de Kiswaras y Queñuas en toda el área de estudio en porcentajes	59
Cuadro 10. Total de especies forestales identificadas en el tramo 1	62
Cuadro 11. Especies identificadas en el tramo 1 con diferentes sintomatologías bióticas (plagas y enfermedades)	62
Cuadro 12. Especies en estudio con sintomatología abiótica y daño mecánico en el tramo 1	63
Cuadro 13. Total de especies forestales identificadas en el tramo 2	64
Cuadro 14. Especies identificadas en el tramo 2 con diferentes sintomatologías bióticas (plagas y enfermedades)	64
Cuadro 15. Especies en estudio con sintomatología abiótica y daño mecánico en el tramo 2	65
Cuadro 16. Total de especies forestales identificadas en el tramo 3	65
Cuadro 17. Especies identificadas en el tramo 3 con diferentes sintomatologías bióticas (plagas y enfermedades)	66

	Pág.
Cuadro 18. Especies en estudio con sintomatología abiótica y daño mecánico en el tramo 3	66

ÍNDICE DE GRÁFICOS

	Pág.
Gráfico 1. Estado fitosanitario de Kiswaras y Queñuas en porcentajes en toda el área de estudio.....	61

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Flores de Kiswara agrupadas en racimos.....	14
Figura 2. Árbol de Queñua.....	18
Figura 3. Hojas de Queñua pobladas en la punta de las ramas.....	19
Figura 4. Ciclo biológico del pulgón verde <i>Chaitophorus leucomelas</i> Koch.....	25
Figura 5. Ciudad de El Alto, Zona Tejada Triangular	31
Figura 6. Opciones para muestrear la cobertura vegetal mediante transectos: A) puntos equidistantes sobre una recta, B) parcelas circulares a lo largo de un recta, C) línea interceptada por parches de cobertura, D) transecto de banda, E) línea punto cuadrante y F) cuadratas aleatorias a lo largo de una recta	37
Figura 7. Área recorrida de Primer tramo, Plaza Akapana, Av. Panorámica hasta el inicio de la Plaza Mirador.	38
Figura 8. Área de trabajo Segundo Tramo. Plaza Mirador, Avenida Diego de Portugal hasta la esquina avenida Satélite.....	40
Figura 9. Presencia del factor abiótico y antrópico.....	41

Figura 10. Esq. Av. Diego de Portugal y Av. Satélite, Plaza Sebastián Pagador y Plaza Akapana.....	42
Figura 11. Árbol de Kiswara (<i>Buddleja coriácea</i> Remy) Plaza Sebastián Pagador (Tramo 2).....	50
Figura 12. Hoja de álamo infestada de pulgón verde.....	51
Figura 13. Ejemplares de kiswara que requieren poda en la base del tronco (Plaza Sebastián Pagador, tramo 3).....	53
Figura 14. Ejemplares de Kiswara compartiendo una misma jardinera (Plaza Sebastián Pagador, tramo 3).....	53
Figura 15. Presencia de basura y postes de tendido eléctrico (Tramo 2)	54
Figura 16. Ejemplares de Queñua mostrando daño mecánico (Plaza Sebastián Pagador, tramo 3).....	56
Figura 17. Ejemplares de Queñua compartiendo la misma jardinera (Plaza Sebastián Pagador, tramo 3).....	56
Figura 18. Vandalismo y destrucción de jardineras de la av. Diego de Portugal (tramo 2).....	57
Figura 19. Jardineras sin vallas de seguridad, av. Satélite (tramo 3).....	57
Figura 20. Pulgones verdes alojados en hojas de álamo.....	60

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Trabajos a realizar para la conservación de zonas verdes en plantaciones de árboles.....	79

RESUMEN

La ciudad del El Alto, precisa diferentes estudios relativos a especies arbóreas, identificando sus potencialidades, de tipo ornamental o como agentes de un mejoramiento climático. Al ser especies originarias del Altiplano andino, tanto la Kiswara (*Buddleja coriácea* Remy) como la Queñua (*Polylepis incana* Kunth), son las que mejor se adaptan a las condiciones climáticas de la ciudad de El Alto y aunque son poco conocidas por los habitantes urbanos, tienen un alto valor ecológico y ornamental. Luego, arborizar una ciudad no implica solamente plantar árboles en sus calles, plazas y avenidas, sino que se debe considerar un adecuado manejo de los mismos (mantenimiento, calendarios de poda y fitosanitario).

En el presente Trabajo Dirigido, se realizó una evaluación fitosanitaria de las especies arbóreas nativas Kiswara (*Buddleja coriácea* Remy) y Queñua (*Polylepis incana* Kunth), en la ciudad del El Alto, Distrito Uno en la zona Tejada Triangular; buscando identificar las enfermedades y plagas que atacan a dichas especies, determinar la incidencia de cada una de las enfermedades y plagas en porcentajes e identificar otras especies arbóreas introducidas dentro del área de trabajo, para luego sugerir estrategias para el control fitosanitario, en función a la época de ataque y finalmente proponer un Calendario Fitosanitario. Para lo cual, se utilizó como metodología el transecto en banda, cuya ventaja es la de abarcar una mayor longitud en el terreno además de permitir una rápida evaluación; el recorrido para la toma de muestras se efectuó en tres tramos, el primero inició en la plaza Akapana, a lo largo de la Avenida Panorámica y finalizó a la altura del inicio de la plaza Mirador (Estación Amarilla de Teleférico), el Segundo Tramo comenzó en la plaza Mirador, siguiendo la avenida Diego de Portugal hasta su intersección con la Avenida Satélite, donde finalizó y el Tercer Tramo se inició en la intersección de las avenidas Diego de Portugal y Satélite, a lo largo de ésta tomando como punto intermedio la plaza Sebastián Pagador para concluir en el inicio de la plaza Akapana.

Así, en toda el área de estudio se pudo constatar una mínima presencia de plagas en la Kiswara (*Buddleja coriácea* Remy) y ninguna presencia en la Queñua (*Polylepis*

incana Kunth); una incidencia de enfermedades muy reducida con un 2 % de incidencia para la Kiswara y un 7 % de incidencia para la Queñua, ello debido a factores abióticos principalmente. El porcentaje de presencia de plagas en ambas especies de estudio, fue bajo respecto al de las especies introducidas, ya que sólo un 2% de los árboles de Kiswara mostró una leve presencia de pulgones verdes en su parte foliar, con una incidencia mayor en las especies introducidas como el Álamo que presento un promedio del 43 % de árboles infestados en los tres tramos del área de estudio.

El factor antrópico fué el de mayor impacto en toda el área reconocida, tanto para las especies en estudio, como para las especies introducidas, ya que a lo largo de todos los tramos se pudo constatar la presencia de basura, postes de tendido eléctrico y cables que afectan el desarrollo de los árboles; vallas de jardineras dañadas por actos vandálicos, lo que hace vulnerables a las especies arbóreas, al accionar mecánico nocivo de ciudadanos, animales domésticos y vehículos.

Finalmente, se hace un intento de proponer un manejo integrado a los problemas fitosanitarios en el arbolado urbano de El Alto mediante la elaboración de un Calendario Fitosanitario de mantenimiento para los árboles, según sus meses de trabajo (Anexo 1).

VALORACIÓN FITOSANITARIA DE LA KISWARA (*Buddleja coriácea* Remy) Y LA QUEÑUA (*Polylepis incana* Kunth) ESPECIES ORNAMENTALES EN LA CIUDAD DE EL ALTO – LA PAZ

1. INTRODUCCIÓN

La ciudad del El Alto, es un ecosistema con pocos estudios en lo referente a ornamentación arbustiva y/o arbórea, pero existen zonas con una aceptable densidad de especies forestales de porte bajo, tanto nativas como introducidas distribuidas en plazas o avenidas, mientras en otras zonas existen muy pocas o ninguna de estas especies.

Luego, se hacen necesarios diferentes estudios relativos a especies arbóreas, identificando sus potencialidades, de tipo ornamental o como agentes de un mejoramiento climático.

En este sentido tanto la kiswara (*Buddleja coriácea* Remy) como la Queñua (*Polylepis incana* Kunth), son especies que mejor se adaptan a las condiciones climáticas de la ciudad de El Alto, al ser especies originarias del Altiplano andino además de estar completamente adaptadas a temperaturas extremas, sequias, heladas y a las condiciones adversas que presenta el Altiplano de nuestro país. Dichas especies generan muchos beneficios como la producción de gran cantidad de hojarasca, que al descomponerse genera materia orgánica que se incorpora al suelo, otorgando resistencia a la estructura del suelo frente a la erosión, también protege a los cultivos del viento, cuando está asociada con dicha especie.

Los esfuerzos mundiales para detener procesos de degradación del medio ambiente, se concentran principalmente en programas de reforestación. Debido a su crecimiento rápido y una amplitud ecológica muy grande. Se utilizan en general, especies arbóreas no autóctonas, tales como: Eucalipto (*Eucalyptus globulus* Labill.), Pino (*Pinus radiata* Don.) y otras especies introducidas y nativas (Sachsse y Schulte, 1987 citado por Killen et al., 1993).

1.1 Planteamiento del problema

La vegetación y flora de los ambientes urbanizados de la ciudad de El Alto, albergan una variedad de especies nativas e introducidas, y aunque son poco conocidas por los habitantes urbanos, tienen un alto valor ecológico y ornamental, que está bajo constante amenaza de loteamiento, urbanización y mal cuidado de los mismos pobladores de la urbe (Ergueta y Aranda, 2010).

La presencia de los árboles en las ciudades, es un tema muy importante para la sociedad y sin duda, ocupa un lugar sobresaliente en toda gestión municipal, ya que los árboles brindan beneficios ambientales, sociales, económicos, materiales y estéticos, en toda urbe, más aún en momentos en que se vive en una situación de cambios globales, como el Cambio Climático, que todavía no se siente la acción y sensibilización de la población, y que es poco considerado en los medios encargados del cuidado y manejo de los árboles fuente de vida.

Es preocupante ver que no se realiza el mantenimiento de los árboles y la cobertura vegetal de la ciudad, además, sin consideración del crecimiento de la densidad demográfica, especialmente debido a la falta de conocimiento y comunicación entre las distintas instituciones que se encargan del ornato de la ciudad. Es por ello que arborizar una ciudad no significa solamente plantar árboles en sus calles, plazas y avenidas, sino se debe considerar una adecuada gestión de los mismos (mantenimiento, calendarios de poda y fitosanitario).

Las diversas especies nativas han sido impactadas por el proceso de expansión de la ciudad así como la llamada modernización, que conllevó a la extracción o eliminación de individuos, que habían permanecido por décadas en muchos lugares de nuestra ciudad.

Los parques y jardines públicos son una fuente de oxígeno muy importante para las ciudades, además de que sirven como lugares de recreación. La plantación adecuada de los parques, debe hacerse tomando en cuenta el clima de la región y la accesibilidad al agua para riego, además de las características de las especies que se van a plantar (Barbetti, 2008 citado por Pérez, 2011).

1.2 Justificación del Trabajo Dirigido

El crecimiento acelerado de la urbanización en la ciudad de El Alto, ha inducido que los árboles urbanos se implanten sin una planeación previa, ocasionando serios problemas a viviendas, avenidas y antejardines; estas masas arbóreas carecen de un manejo apropiado, lo que conduce a la presencia de daños fitosanitarios que causan perjuicios a la morfología y fisiología del árbol, hasta ocasionarles en muchos casos la muerte. Lo señalado, junto a la presión humana y la polución, propician una degradación del paisaje urbano, afectando la zona verde y la calidad de vida de la población asentada en la orbe alteña.

La ciudad de El Alto, es un ecosistema antropizado, dentro el cual no se cuenta con inventarios actuales de reposición de árboles y situación de la vegetación actual, la rápida expansión de la ciudad provoca la degradación del ecosistema, tanto por la actividad humana para su desarrollo, como por la introducción de especies exóticas. Estos árboles, al igual que los otros que forman parte de nuestro entorno ornamental de parques y áreas verdes, son de gran importancia debido a lo siguiente (López Lillo, 2001):

- Reduce la contaminación sonora
- Disminuye las altas temperaturas del sitio
- Retiene parte del polvo atmosférico, que entre otras consecuencias es nocivo para, las vías respiratorias
- Aporta oxígeno y fija dióxido de carbono
- Amortigua la velocidad de los vientos
- Disminuye los efectos de la contaminación visual
- Crea espacios de sombra de acuerdo a su follaje
- Son bioindicadores de humedad
- En cuanto a la luminosidad, la luz que llega a nivel del suelo, por debajo de la cubierta vegetal, es distinta, cuantitativa y cualitativamente de la que llegaría si no existiese dicha cubierta.
- La radiación que alcanza la capa atmosférica limitada por los bosques ocasiona en su interior unas diferencias respecto a lugares rasos de hasta -3 o -4°C en verano y 1°C en invierno.

- Sobre el régimen de precipitaciones, se pueden registrar incrementos del 3 al 4% en las lluvias orográficas, del 20 al 25% en las lluvias horizontales y se fomentan los fenómenos de condensación en forma de rocíos y escarchas, con valores de hasta 200 l/m² anuales. Respecto a la humedad relativa, se producen aumentos medios del 25 al 30% en verano y del 8 al 10% en invierno.

Es necesario realizar un estudio para conocer la situación actual de estas especies, su sanidad vegetal, su distribución, y reposición de los árboles muertos para proponer lineamientos estratégicos para su manejo, dado que la conservación de estas especies conlleva beneficios ambientales y sociales.

Esta información, se constituye en un elemento técnico básico, para definir las estrategias silviculturales y fitosanitarias efectivas, que ayuden en el desarrollo y mantenimiento de zonas verdes sanas, base de la construcción de una estructura ecológica permanente en el futuro de la ciudad de El Alto.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Realizar la Evaluación Fitosanitaria de las especies arbóreas nativas Kiswara (*Buddleja coriácea* Remy) y Queñua (*Polylepis incana* Kunth), en la ciudad del El Alto en el Distrito Uno en la zona Tejada Triangular.

2.2 Objetivos específicos

- Identificar las enfermedades y plagas que atacan a estas especies.
- Establecer la incidencia de cada una de las enfermedades y plagas en porcentajes.
- Identificar las especies arbóreas introducidas dentro del área de trabajo.

2.3 Metas

- Determinar el tipo de enfermedad o plaga al que están expuestas las especies en estudio.
- Sugerir estrategias para el control fitosanitario, en función a la época de ataque y proponer un calendario fitosanitario.

3. MARCO TEÓRICO

3.1 Contexto normativo

El 23 de abril de 1970, el alcalde de La Paz, Hugo Suárez Guzmán, aprobó la Ordenanza Municipal 116/70, mediante la cual se crea la Subalcaldía de El Alto de La Paz.

El 6 de marzo de 1985, el Congreso Nacional sancionó la Ley 728 que señala: “Créase la cuarta sección municipal de la provincia Murillo con su capital El Alto de La Paz, del departamento de La Paz...”.

Durante del Gobierno de Víctor Paz Estenssoro se promulgó la Ley 1014, del 26 de septiembre de 1988, misma que eleva a rango de ciudad a la capital de la cuarta sección municipal de la provincia Murillo del departamento de La Paz, definiéndose así una administración política y administrativa diferenciada de la ciudad de La Paz de la cual hasta ese momento había sido parte.

La Ley del Medio Ambiente Ley 1333 promulgada el 27 de abril de 1992 y publicada en la Gaceta Oficial de Bolivia el 15 de Junio 1992, en actual vigencia es de carácter general y no enfatiza en ninguna actividad específica. Por otra parte en el artículo 4 señala la calidad ambiental que se tiene que tomar en cuenta para un mejor cuidado del medio ambiente, se debe normar y orientar las actividades del Estado y la Sociedad en lo referente a la protección del medio ambiente y al aprovechamiento sostenible de los recursos naturales, a objeto de garantizar la satisfacción de las necesidades de la presente y futuras generaciones.

3.2 El Medio Ambiente

Es el espacio donde tienen lugar los procesos ecológicos. Todos los organismos, incluyendo al hombre y los elementos no vivos del medio ambiente, son considerados parte integrante del mismo. Existen muchos problemas ecológicos, que requieren medidas inmediatas regionales y globales, si se quiere evitar una catástrofe sin precedentes en la historia de la humanidad (Gerd Mielke, 1997).

El mismo autor señala que, el hombre depende de la naturaleza aunque haya perdido relación mutua con ella. Las áreas verdes constituyen un intento para devolver al medio ambiente, el espacio que se le quita al realizar las construcciones civiles, viviendas y el sellado de grandes superficies con asfalto y cemento, para la construcción de calles y carreteras.

3.3 La Contaminación Atmosférica en Bolivia

La contaminación del aire es el cambio producido en la composición o las propiedades de la atmósfera, por efecto de sustancias que afectan su calidad, por lo mismo su uso potencial. Los efectos de la contaminación del aire repercuten en daños materiales, efectos sobre las plantas, animales y sobre la salud humana (Morales, 1990).

El crecimiento no planificado de la ciudad, está provocando alteraciones en el medio ambiente. La actividad industrial y artesanal que utiliza sustancias químicas en sus procesos productivos, emite residuos peligrosos al aire, sin tratamiento alguno.

Así mismo la contaminación generada por el flujo vehicular es un aspecto serio que está provocando daños a la salud humana y al ecosistema urbano en general. Al mismo tiempo los fuertes vientos que recorren de oeste a este, traen consigo partículas suspendidas (polvo) los cuales provocan en la población enfermedades cardio-respiratorias (El Alto Plan de Ordenamiento Urbano y Territorial, 2002).

3.3.1 Principales Causas

OXFAM - GB - Red Habitat (2000) describen las principales causas de la contaminación en la ciudad de El Alto:

- Los gases tóxicos producto de las actividades industriales o artesanales, que contienen químicos y materiales contaminantes lanzados al aire sin ningún tipo de tratamiento.
- La carencia de una reglamentación normativa e instrumentos que prevean la contaminación ambiental.

- El tránsito de vehículos que se incrementa sobre todo en las carreteras Interdepartamentales que atraviesan El Alto.
- El incumplimiento de reglamentos de tránsito sobre la protección al medio ambiente, como la circulación de vehículos viejos y en mal estado que también producen gases tóxicos.
- La evaporación de las aguas servidas y heces humanas diseminadas al aire libre y en los ríos.

Los mismos autores señalan los efectos de la contaminación atmosférica que, si bien en El Alto aun no es intensa, puede llegar a ser nociva a corto plazo si no se diseñan las normas reglamentarias y los respectivos controles; sin embargo, ya se detectaron problemas de salud, sobre todo en los pobladores de barrios aledaños a fábricas, debido a la emanación de gases que son tan fuertes que los techos de zinc de las viviendas se corroen con facilidad en corto tiempo.

En el mismo documento se observa que, de acuerdo a la Unidad de Gestión Ambiental del Municipio de El Alto (2001) los principales contaminantes de la atmósfera son: material particular (10 micras), monóxido de carbono (40 ug/m³) y el ozono (60 ug/m³) contaminante secundario formado de la reacción entre hidrocarburos y óxidos de nitrógeno.

3.4 Beneficios de los árboles en el ambiente urbano

Los árboles contribuyen a disminuir la contaminación de todo tipo presente en las ciudades. Disipan la polución del aire, amortiguan los ruidos, protegen el agua, la fauna u otras plantas, controlan la luz solar y artificial, disipan los malos olores, ocultan vistas desagradables y controlan el tráfico peatonal y vehicular. Ciertas plantas pueden absorber contaminantes del aire, tales como SO₂ y NO₂ el contaminante menos absorbido, sin embargo es el CO₂ el que responde casi a la mitad del peso total de los contaminantes emitidos a la atmósfera (DAMA, 1995).

En el mismo documento se observa que, las partículas suspendidas pueden ser reducidas por la presencia de árboles y arbustos. Los árboles captan partículas como arena, polvo, ceniza, polen y humo. Las hojas, ramas, troncos y sus

estructuras asociadas (como la pubescencia de las hojas), atrapan las partículas que más tarde serán lavadas por la precipitación.

La creación de áreas verdes urbanas puede reducir en cierta medida el nivel de algunos contaminantes en el aire. Los árboles en particular captan partículas contaminantes del aire acumulándolas en sus hojas, o sirven de pantalla para detener el curso de las partículas, aunque pueda afectar de alguna manera su función fotosintética (D.P.D.M.V., 1998).

A través de la transpiración los árboles incrementan la humedad que ayuda también a lavar el aire de partículas contaminantes. Los árboles también ayudan a enmascarar ciertos olores desagradables, reemplazándolos con aromas y fragancias desprendidos de su follaje y de sus flores (DAMA, 1995).

El color de la floración, la fructificación, los troncos, la textura y color del follaje; la forma o silueta enriquecen visualmente un lugar. El dinamismo del movimiento y del sonido producido por las ramas y las hojas de los árboles mecidos por el viento enriquecen notablemente la calidad ambiental del lugar (D.P.D.M.V., 1998).

3.4.1 Reguladores de Clima

DAMA, (1995) presenta que los árboles son reguladores del clima como sigue:

- Las áreas arboladas tienen un potente efecto regulador sobre el clima, modificando la temperatura, el viento, la humedad y la evapotranspiración. Esto sin duda contribuirá a mejorar el ambiente de la ciudad de por sí afectada por las construcciones y el asfalto; sobrecalentado por las actividades domésticas, industriales y de locomoción automotriz.
- Entre los componentes del clima sobre los que tiene efecto el bosque, los árboles y por consiguiente los parques están: la radiación solar, la temperatura, los vientos, la humedad ambiental, la evapotranspiración y la precipitación, principalmente. La arborización puede beneficiar un microclima influyendo integralmente sobre el grado de radiación solar, el movimiento del aire, la humedad, la temperatura, y ofreciendo protección contra las fuertes lluvias. Se

ha comprobado que las áreas urbanas arborizadas, ayudan a reducir el efecto invernadero. Los árboles, arbustos y el pasto mejoran la temperatura del aire en los ambientes urbanos mediante el control de la radiación solar.

- Las hojas de los árboles interceptan, reflejan, absorben y transmiten la radiación solar. Su efectividad depende de la densidad del follaje, de la forma de las hojas y de los patrones de ramificación. En regiones templadas los árboles deciduos son formidables controladores de calor.
- En el verano ellos interceptan la radiación solar y reducen la temperatura bajo su dosel protector, en el invierno la pérdida de sus hojas da como resultado un calentamiento al incrementar el paso de la radiación solar. El dosel forestal actúa como cobija haciendo que la temperatura no varíe tanto como en lugar abierto.
- Los árboles ayudan al mejoramiento del clima a través de la evapotranspiración por lo cual han sido llamados acondicionadores naturales del aire. Un solo árbol puede transpirar aproximadamente 400 litros de agua al día. Las copas de los árboles no permiten la pérdida de calor de las superficies urbanas, hacen de pantalla entre el aire frío nocturno y los materiales superficiales calientes. De ahí que las temperaturas nocturnas sean más altas bajo los árboles que en áreas abiertas.
- Lo contrario sucede en ciudades donde la temperatura ambiental es muy alta en horas del día, se ha comprobado que los jardines y plantas ornamentales, disminuyen la temperatura local hasta en 2 °C y la temperatura global hasta en 1 °C de ahí radica la importancia de la cobertura arbórea como modificador del clima disminuyendo el efecto invernadero.
- Dependiendo de la finalidad de utilización de las copas, es factible elegir entre una y otra especie, de acuerdo a la amplitud de su copa y la sensación que se quiere proporcionar, por ejemplo sombra o entrada de luz solar.
- La influencia en la pérdida de calor está en función de la infraestructura propia de la ciudad. Una ciudad no es un objeto uniforme; tiene diferentes partes y estructuras, todas con comportamientos distintos en relación al calor por ejemplo: calles estrechas, plazas, parques y fábricas. Cada localidad dentro de

una ciudad tiene su propio microclima y es única en su efecto sobre los habitantes y su sensación de confort.

3.4.2 Protección contra el viento

El movimiento del aire, o viento, también afecta el confort humano. El viento puede incrementar el enfriamiento evaporativo durante el día. Sin embargo, el viento puede reducir el diferencial en temperatura reemplazando el aire húmedo y frío por aire seco y caliente, los vientos mismos pueden ser causados por diferencias de temperatura (DAMA, 1995).

Los árboles y arbustos controlan el viento por obstrucción, por conducción, por desviación y por filtración. El efecto y el grado de control varían con el tamaño de especies, la forma, la densidad y la retención del follaje. La obstrucción implica la ubicación de los árboles para reducir la velocidad del viento al incrementar la resistencia al flujo del aire. Así mismo, una correcta ubicación de los árboles puede eliminar corrientes de aire alrededor de las esquinas o la entrada de los edificios. El ancho de la cortina tiene poco efecto en la reducción de la velocidad del viento, en cambio favorece el microclima dentro del área de la cortina propiamente dicha (DAMA, 1995).

3.5 KISWARA

3.5.1 Habitad

La especie vegetal *Buddleja coriácea* Remy (Kiswara) se la puede encontrar a altitudes mayores de 4.400 msnm en suelos rocosos, áridos y semihúmedos. Puede tolerar temperaturas menores de 0° C, vientos constantes, pero es susceptible a la sequía (Mendoza, 2007).

3.5.2 Distribución y ecología

El género *Buddleja* se distribuye en los andes del Ecuador, Perú y Bolivia. Según la zona de vida crece en asociación con muchas especies nativas como el *Alnus*

gorullensis “aliso”, la *Cassia spp.* “mutuy”, y *Polylepis ssp.* “queñua” (Reynel y León, 1990).

Nina, M. (1999) señala que la *kiswara* se distribuye y encuentra en Perú y Bolivia. Pese a adaptarse bien en altitudes extremas, suele encontrársela preferentemente en laderas o recodos protegidos del viento helado directo, en los cuales hay buena condensación de la humedad. Se encuentra mayormente en La Paz, Oruro y Potosí. Está distribuida en el altiplano entre 2.900 y 4.300 m.s.n.m., con una precipitación de 450 a 1250 mm y temperatura promedio entre 3°C a 10 C. El suelo que prefiere es de textura pesada arcillosa, franco limosa, arenoso liviano con pH de ácido a neutro; bien drenado a saturado temporal; no salino a moderadamente salino; suelo profundo.

BASFOR (2000), menciona que la planta de *Kiswara* es propia de cabecera de valle, se adapta con frecuencia a suelos medianamente profundos, pedregosos, de textura muy variadas, secos a medianamente húmedos. La elevación a la que se distribuye aproximadamente está entre los 3.300 a 4.200 msnm, con una precipitación óptima promedio de 600 mm/año, una temperatura mínima de 2 C y una temperatura máxima de 25°C.

3.5.3 Especies de *kiswara*

Killen, (1993) citado por Joker et al. (2002) indican que la *Buddleja coriácea* Remy, de nombre vulgar Puna *Kiswara* es un árbol de hasta 6 m de alto, las hojas enteras y pecioladas, el haz glabro y coriáceo envés tomentoso, inflorescencia en capítulos terminales, adornada con flores de septiembre a mayo, gradiente cultivada junto a viviendas rurales del altiplano.

En Bolivia existen en el departamento de Cochabamba, Cercado, Quebrada de Zapata. En La Paz, provincias: Larecaja, Camacho, Bautista Saavedra y en Oruro, Sajama lado NE. Explica que existen aproximadamente unas 25 especies de *kiswara* de las cuales menciona algunas de ellas, como ser: *B. aromática*, *B. andina*, *B. Ledifolia*, *B. longifolia*, *B. montana* y otras.

Pretell et.al. (1985), clasifican a la kiswara con el nombre botánico de *Buddleja spp.* Y nombres comunes: C'olle, kolle, kolli, culli, quishuar, kiswar, punaquishuar. El género *Buddleja* es en recuerdo del botánico inglés Adam Buddle, representado en el Perú por 21 especies de árboles y arbustos identificados desde el punto de vista forestal hay dos grupos de especies importantes:

1° El grupo del Colle, que incluye básicamente la *Buddleja coriácea* de gran importancia en la puna (con propagación por semilla).

2° El grupo quishuar, que comprende principalmente *Buddleja incana* y *Buddleja longifolia* de porte arbóreo. Los quishuares normalmente crecen en la sierra de forma natural a alturas medianas es decir entre 2500 a 3800 msnm, y su propagación es vegetativa.

3.5.4 Clasificación Taxonómica

La clasificación taxonómica de la planta de kiswara reportada por Zalles (2006) es la siguiente:

Reino: Vegetal
Clase: Magnoliopsida
Subclase: Scrophulariales
Orden: Magnoliales
Familia: Buddlejaceae
Género: *Buddleja*
Especie: *coriacea*, Remy

Nombres comunes: K'iswara, Kishuara, Qulli, Colli, PpañimKolli, Colle, Ahara.

3.5.5 Descripción Botánica

Es un arbusto que en algunas áreas puede alcanzar más de 12 m de altura y un diámetro de 40 cm. Sus hojas son simples, opuestas, decusadas, elípticas a oblongas de 3 – 5 cm de longitud y 1 – 1,8 cm de ancho; ápice obtuso o redondo, a veces agudo; base aguda, borde entero con 4 – 8 pares de nervios secundarios impresos en el haz que es de color verde oscuro, brillante y glabro; el envés

presenta pulvurulencia farinosa de color blanco o amarillento. La consistencia de la lámina es coriácea (Joker *et al.*, 2002).

El fruto es en cápsula ovoide de color blancuzco a amarillo que contiene alrededor de 90 semillas de color pajizo a pardo y muy pequeñas. Hay cerca de 10 millones de semillas por kilogramo y la fructificación empieza en mayo y dependiendo de la localidad continúa hasta julio – octubre (Mendoza, 2007).

3.5.5.1 Árbol o arbusto

Es un árbol perennifolio de 5 a 10 m de altura (Reynel y León, 1995).

3.5.5.2 Tronco

Presenta un tronco principal único, diferenciado desde la base o varios tallos principales, corteza fisurada, follaje color verde oscuro las láminas tienen el envés pubescente, la altura pecho (DAP) en los mejores árboles puede llegar hasta 40cm y excepcionalmente, puede alcanzar hasta un metro de diámetro (Reynel y León, 1995).

3.5.5.3 Hojas

Nina, M. (1999) señala que la hojas son láminas coriáceas de envés pubescente y blanquecino simples opuestas decusadas, elípticas a oblondas de 1.5 a 3 cm, de 4 a 5 cm de longitud, de 0,5 a 1,8 cm de ancho, ápice obtuso o redondo a veces agudo, nerviación pinnada con 4 a 8 pares de nervios secundarios impresos en el haz y en relieve prominente en el envés. Las hojas, son simples opuestas, sésiles o pecioladas, miden de 3 a 5 cm de largo 1 a 1.5 cm de ancho con haz verde oscuro negruzco y brillante y de envés pubescente.

3.5.5.4 Flores

Lenin, P. (2000) menciona que las flores son hermafroditas y unisexuales actinomorfas y generalmente agrupadas en racimos, de corola inicialmente amarillenta con tendencias a volverse naranja (Figura 1) según el grado de madurez, florece de septiembre a mayo.

Las ramas terminales son cuadrangulares, en las zonas distantes aproximadamente de 6 a 10 mm., de sección, aristadas pulverulento farinosas, dicotómicas.



Figura 1. Flores de Kiswara agrupadas en racimos.

La flor es actinomorfa, de cáliz gamosépalo, 4 dentado, 4 mm de longitud con la cara externa pulverulentafarinososa, corola gamopétala campanulada aproximadamente tiene 7 mm de longitud, el ápice talón aproximadamente de 2 mm de longitud, pistilo con ovario supero globoso, piloso, estilo filiforme y estigma bilabiado.

3.5.5.5 Fruto

Nina, M. (1999) señala que los frutos son cápsulas ovoides de color blanquecino amarillentos con la superficie pulverulento – farinosa con 2-4 valvadas, aproximadamente de 5 a 6 mm de longitud y de 4 a 5 mm de ancho, contienen numerosas semillas de 40 a 100 semillas por fruto, la fructificación es de mayo a octubre.

3.5.5.6 Semilla

La semilla es oblonda, alargada y aplanada de 2 x 1 x 0.5 mm, color cenizo, en la superficie posee un retículo recordado y el embrión se halla en la zona central. (BASFOR, 2000).

3.5.6 Descripción fenológica

3.5.6.1 Foliación

Lenin, P. (2000) indica que el follaje de la kiswara se mantiene casi todo el año y, aun cuando la caída de las hojas ocurre durante todo ese periodo, cubre aproximadamente el 75% de la copa de los árboles. Por otro lado, en los meses de junio a octubre se observa una mayor caída de hojas, lo cual coincide con temperaturas bajas (15 °C) y baja precipitación (20 mm). El follaje se torna más abundante en el periodo comprendido entre los meses de noviembre a abril, en la época de verano, en la cual la precipitación es superior a 100 mm mensuales y la temperatura aproximadamente 18°C. La frotación de las hojas se inicia en agosto y se prolonga hasta el mes de enero.

3.5.6.2 Floración

La floración es permanente, observándose dos épocas bien definidas; la primera y más productiva se inicia en diciembre y se extiende hasta abril durante toda la época de calor. La segunda, está caracterizada por una escasa floración con cimbras aisladas y aparece en el periodo comprendido entre mayo y agosto.

3.5.6.3 Fructificación

La fructificación se inicia en marzo y se prolonga hasta julio; durante junio y julio los árboles se encuentran con el 50% de frutos verdes los cuales comienzan a madurar ese mismo mes hasta septiembre. En estos tres meses y de acuerdo con la madurez del fruto se presenta la dehiscencia de los mismos. En este caso, la recolección de frutos se debe realizar a partir del mes de julio, antes de la caída de las semillas.

3.5.7 Usos de la kiswara

Su denso follaje le permite actuar como rompevientos y proteger de las heladas a otras plantas cultivables. Los brotes jóvenes son usados como forraje (Joker *et al.*, 2002).

Por su solidez, se la puede emplear como madera en construcciones rurales y por su resistencia a la humedad del suelo y al agua, se le utiliza en postes para cercos y compuertas, así como en canales de riego. La “Kiswara” no es empleada para la alimentación del ganado, por lo que es un árbol adecuado para brindar abrigo y sombra a otras especies (CIED, 2005).

Según un informe de la Agencia Japonesa de Recursos Naturales el “colle negro”, es una especie que resiste el ataque de: insectos, ganado y los animales silvestres (Green, 2002).

En medicina popular, las hojas de “Kiswara” hervidas junto con hojas de “queñua” se emplean para el tratamiento de dolores reumáticos; se toma la infusión o se usa para lavar la parte afectada (CIED, 2005). Además de emplearse para la diarrea, heridas, úlceras, infección de la matriz, fiebre, resfrió, problemas hepáticos, mal de próstata, diabetes, dolor de estomago y tos (Vandebroek *et al.* 2003).

Reynel y Morales (1987) presentan los usos que se da a la Kiswara:

- Uso como forraje: Los vástagos o forrajes de hoja, sirven para la apicultura.
- Uso como madera: se obtiene madera aserrable para materiales de construcción de casas, puertas, ventanas, esculturas, tornería.
- Como parte de herramientas agrícolas: de las yuntas, arados y chaquitacllas.
- Como postes: para cercos, implementos de granja, utensilios en general.
- Control de erosión: en la conservación de los suelos, como cercos vivos, cortinas rompe vientos o vegetación de abrigo.
- Ornamentación: se usa en parques y plazas.
- Uso como leña: se usa como combustible.
- Usos medicinales: en la medicina tradicional, se utiliza para aliviar el malestar y cura de la próstata. También en la obtención de tintes naturales.

3.6 LA QUEÑUA

3.6.1 Distribución del género *Polylepis* en Bolivia

Se estima que el área potencial de bosques de *Polylepis* en Bolivia es de 55.000 km². Hoy en día, solo alrededor del 10% de esta permanece con bosques, en su mayoría con vegetación arbustiva y muy abierta en la árida Cordillera Occidental.

Los rodales más grandes son encontrados en tierras altas áridas, sobre suelos rocosos o arenosos y son bastante dispersos, de poca altura y arbustivos. Los rodales más grandes conocidos tienen áreas de 66 km² en el Volcán Sajama y de 60 km² en la parte Occidental de Chuquisaca, Bolivia. En proximidad del volcán Sajama (6.542 m.s.n.m) las plantas de *Polylepis* están a una altura de 5.200 m, siendo así la formación de bosques de plantas leñosas que se encuentran a la mayor altitud en el mundo (Fjeldsa y Kessler, 2004).

Dentro del género *Polylepis* existen decenas de variedades en toda la Cordillera de los Andes. Actualmente se la encuentra casi exclusivamente en las cumbres de los cerros altos. En épocas pasadas crecía en zonas más bajas; pero fue eliminado casi por completo, para ser utilizado como carbón y en la minería (Magne y Rijckeghem, 1988).

3.6.2 Taxonomía

La clasificación taxonómica de la Queñua presentada por Quispe (2013), es la siguiente:

Reino: Plantae
División: Magnoliophyta
Clase: Magnoliopsidae
Orden: Rosales
Familia: Rosaceae
Especie: *Polylepis*

Nombre científico: *Polylepis incana* Kunth

Nombre común: Coloradito (Ve), Queñual (Pe), Queñua -Qiwuña (Bol. Pe), Yagual (Col), Palo Colorado, Pantza, Siete cortezas, Yagual, (Ec).

3.6.3 Descripción botánica

Según Yallico (1992), esta especie crece como árbol y como arbusto de mediano tamaño, robusto, tortuoso y achaparrado, con el fuste algo virado (Figura 2), puede ser único o con varios tallos, tiene abundante ramificación que muchas veces nace de la base del tronco.

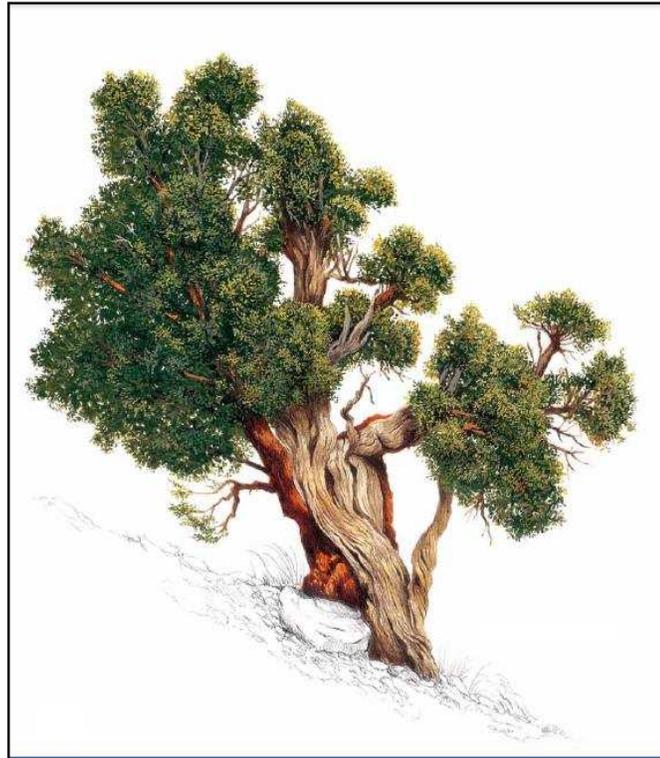


Figura 2. Árbol de Queñua

Fuente: Nina (1999).

La corteza es de color rojizo a marrón-amarillento brillante, delgada que se desprende en laminas, de ahí se deriva el nombre poli=muchas, lepis=escama.

3.6.3.1 Hojas

Son compuestas, imparipinnadas densamente congestionadas en la punta de las ramas, las hojas y racimos a menudo se encuentran cubiertas por pelos cortos, escasos, espesos, torcidos multicelulares, amarillos y con exudaciones resinosas, superficie superior lisa, sus nervaduras son bien marcadas (Figura 3), el tamaño de la hoja varía de acuerdo a la humedad del terreno donde crezca siendo más grandes donde hay más humedad (Romoleroux, 1996).



Figura 3. Hojas de Queñua pobladas en la punta de las ramas.

Fuente: Nina (1999).

3.6.3.2 Flores y frutos

Las flores del yagual son incompletas, sin corola ni nectario y se agrupan en racimos de 5 a 10 flores cada uno, son racimos simples de 2 a 8 cm. de longitud con 4 a 7 flores, miden de 5 a 6 mm de longitud, semillas de 2 a 3 mm de longitud. El fruto es seco drupáceo con 2 a 5 proyecciones planas de forma irregular con varias puntas (Romoleroux, 1996).

3.6.4 Datos ecológicos

La especie se encuentra desde los Andes del Ecuador donde su rango altitudinal varía de los 2.800 a 4.900 msnm Se puede observar en zonas de temperaturas

medias anuales de 3 a 12 °C. Es una especie que soporta condiciones extremas de temperatura y altitud. De acuerdo a la clasificación de Holdridge esta especie se encuentra distribuida entre los pisos montanos y páramo Sub Alpino. (Romoleroux 1996).

En cuanto a la precipitación varía desde los 250 a los 2000 mm anuales distribuidos en 6-7 meses, lo que significa que es una especie resistente a la sequia, sin embargo requiere de humedad para su buen desarrollo. Puede crecer en una amplia gama de suelos desde superficiales rocosas hasta en quebradas y suelos profundos pero prefiere suelos ligeramente ácidos y de textura mediana.

Los bosques de *Polylepis* son ecosistemas que contienen una fauna y flora única caracterizada por especies del hábitat y altos niveles de endemismo. Hay especies que suelen habitar zonas de líneas de arboles (zonas de transición entre los bosques montanos y zonas alpinas), (Romoleroux 1996).

El mismo autor indica que son árboles y arbustos de altura, que se distribuyen a lo largo de la Cordillera de los Andes desde el Norte de Venezuela pasando por Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia, el Norte de Chile y el Noreste de Argentina. En el Ecuador se conocen siete especies nativas de *Polylepis* distribuidas en la Cordillera Occidental y Oriental.

3.6.5 Usos

Son árboles económicamente importantes para las comunidades indígenas, que viven cerca de los mismos, ya que son una fuente importante para la cocción de alimentos y construcción de corrales, mangos de herramientas y tínteles; también es una planta medicinal utilizada para curar enfermedades respiratorias y renales así como para el tinte de tejidos. (Romoleroux, 2006).

3.7 Concepto de enfermedad

Enfermedad es una alteración morfológica y/o fisiológica debido a un agente causal que perjudica el normal desarrollo vegetal, produciendo un déficit en la producción y rendimiento y por tanto una pérdida económica para el agricultor. La anormalidad

está caracterizada por ciertos síntomas y signos. Entendemos por síntomas, la manifestación externa de un desarrollo, fisiología o comportamiento anormal de una planta en respuesta a determinada enfermedad. Los síntomas implican cambios de color, forma, olor, textura o integridad estructural. Los signos son cualquier estructura vegetativa o reproductora de un patógeno, que en el caso de los hongos es la producción de micelio y esporas. Si la enfermedad posee signos es una enfermedad biótica, si no los tiene es abiótica (Calderón, 1995).

Por su parte Agrios (2007), manifiesta que las plantas presentan enfermedad cuando una o varias de sus funciones son alteradas por organismos patógenos o por determinadas condiciones del medio físico. Los procesos físicos específicos que caracterizan las enfermedades, varían considerablemente según el agente causal y a veces según la planta misma.

Según Cruz, (2001) una enfermedad es un proceso fisiológico anormal y perjudicial causado por la continua acción de un agente causal primario, exhibido por una actividad celular anormal y expresada por condiciones patológicas anormales (síntomas).

3.7.1 Incidencia

La incidencia es el número de plantas afectadas por la enfermedad, sobre el número total plantas evaluadas multiplicadas por 100 (Agrios, 2007):

$$\%I = \frac{\text{N}^\circ \text{ de Plantas Enfermas}}{\text{N}^\circ \text{ Total de Plantas Observadas}} \times 100$$

Donde:

%I = La incidencia en porcentaje

La incidencia generalmente se usa para evaluar infecciones como ser: marchitamientos, manchas foliares, virus y demás. El término incidencia se debe entender como la presencia o no presencia de la enfermedad (FAO 1986, citado por MAGDR, 1998).

3.8 Concepto de plaga

El concepto de plaga ha evolucionado con el tiempo desde el significado tradicional donde se consideraba *plaga* a cualquier animal que producía daños típicamente a los cultivos. Actualmente debe situarse al mismo nivel que el concepto de enfermedad, de forma que debe entenderse como plaga, a una situación en la cual un animal produce daños económicos, normalmente físicos, a intereses de las personas (salud, plantas cultivadas, animales domésticos, materiales o medios naturales); de la misma forma que la enfermedad no es el virus, bacteria u otro, sino la situación en la que un organismo vivo (patógeno) ocasiona alteraciones fisiológicas en otro, normalmente con síntomas visibles o daños económicos (Pruett, 1992 y PROBIONA, 2007).

Este nuevo concepto permite separar la idea de plaga de la especie animal que la produce, evitando establecer clasificaciones de especies “buenas” y “malas”, y facilitando la explicación de por qué una especie es beneficiosa en un lugar, y perjudicial en otro (Cuadros, 2004).

3.8.1 Áfidos

Son insectos chupadores, que en lugar de piezas bucales masticadoras tienen un pico chupador, no causan heridas abiertas, pero disminuyen la vitalidad de la planta huésped. En muchas ocasiones, los efectos o reacción de la saliva que impelen estos insectos al chupar es peor que el efecto de succión de la savia, pues introducen en la planta toxinas que producen síntomas semejantes a las afecciones víricas y son muy destructivas. Los insectos chupadores vacían las células vegetales, extrayendo su color verde y dejando una pequeñísima mancha blanca donde se produjo la picadura. Cuando estas son numerosas la hoja aparece blanqueada en ciertas zonas o en su totalidad. El rizado de las hojas o la “seca”, de ciertos frutos son producto de la acción de insectos chupadores. El perjuicio que causan ciertos insectos es más bien por el deterioro del producto que el consumo que hacen en él. Por ejemplo, muchos pulgones segregan melazas, que son causa de aparición de ciertos hongos que deprecian el producto, y son peligrosos aquellos

chupadores que transmiten enfermedades de una planta a otra, por lo general bacteriana o vírica (Cuadros, 2004).

Los áfidos son capaces de realizar movimiento entre las plantas adyacentes, la colonización a nuevos hospedantes resulta casi enteramente por la dispersión de alados por medio del aire; luego del despegue de los alados, estos son impotentes para dirigir su vuelo, y son llevados por el aire para su dispersión. Se sitúan en plantas hospedantes al final de repetidos vuelos. Esta dispersión de alados ocurre en las estaciones de crecimiento de las plantas (Bustillos y Sánchez, 1997).

3.8.1.1 Características de los áfidos

Brugnoni (1980), señala que los pulgones se encuentran en gran parte de los jardines y plantas de interior.

- Al establecer los cultivos se produce la destrucción de la biogeocenosis (ecosistema natural).
- Debilitamiento de la resistencia general de la planta cultivada al daño de los insectos y destrucción de las interrelaciones balanceadas entre plantas y el fitófago.
- Por alterar las condiciones generales que determinen las densidades de las plagas y las fluctuaciones de aquellas densidades.
- Por la variedad adaptativa de la especie plaga.

3.8.1.2 Daños causados por los áfidos

Los áfidos o pulgones pueden ocasionar distintos daños al cultivo entre los cuales tenemos.

a) Daños Directos

Se deben a la alimentación sobre el floema de la planta (existen muy pocas especies que se alimentan del xilema). Las ninfas y los adultos extraen nutrientes de la planta y alteran el balance de las hormonas del crecimiento. Esto origina un debilitamiento de la planta, deteniéndose el crecimiento, las hojas se enrollan y si el ataque es muy severo puede secar a la planta. La detención del desarrollo o la

perdida de hojas se traduce en una reducción de la producción (Quintanilla, 1979 citado por Pérez, 2011).

b) Daños Indirectos

Los daños producidos indirectamente, es la reducción de la fotosíntesis, la savia es pobre en proteínas y rica en azúcares, por lo que los áfidos deben tomar gran cantidad de savia, para conseguir suficientes proteínas. Así, los pulgones excretan el exceso de azúcar como melaza que se deposita en el envés de las hojas y cayendo al haz de la hoja de abajo.

Este exceso de melaza favorece el desarrollo de mohos de hollín, tizne o negrilla (*Cladosporium sp*), lo que da lugar a una reducción de la actividad fotosintética de la planta y un descenso de la producción. Cuando este hongo mancha los frutos, deprecia su valor comercial (Bustillos y Sánchez, 1997).

Guerra (2006) citado por Pérez (2011), explica que estos insectos se han hecho presentes en casi toda la ciudad de La Paz, de acuerdo a estudios de campo realizados en las zonas de Pura Pura, Sopocachi, San Pedro, Miraflores, Obrajes, Calacoto, La Florida, Cota Cota, Chasquipampa y Achumani.

3.8.2 Pulgón del álamo *Chaitophorus leucomelas* Koch (Aphididae).

El adulto tiene cuerpo alargado de 1,2 a 2,4 mm posee forma oval y coloración verde pálido o amarilla, cabeza oscura y dos bandas laterales longitudinales oscuras (Flint, 2000).

3.8.2.1 Ciclo biológico

Los áfidos tienen muchas generaciones en un año; en climas suaves se reproducen asexualmente durante todo el año. Las hembras adultas dan origen a 12 ninfas por día. Mudan su piel alrededor de 4 veces antes de ser adultos. No presentan pupa. Algunas especies se aparean y producen huevos a finales de invierno en algunos casos, en hospederos alternativos, usualmente plantas perennes, para sobrevivir el invierno (Figura 4).

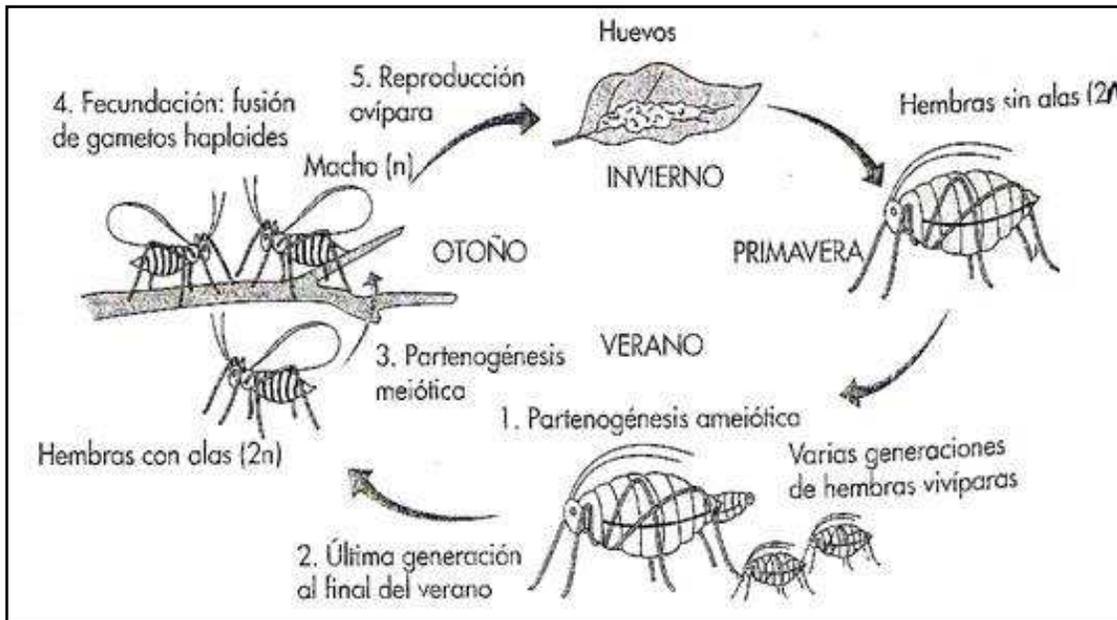


Figura 4. Ciclo biológico del pulgón verde *Chaitophorus leucomelas* Koch

Fuente: Belda (1994).

En tiempo cálido, muchas especies demoran 7 a 8 días en alcanzar el estado adulto. Cada adulto puede producir sobre 80 descendientes en una semana; de esta manera la población de áfidos puede aumentar con gran rapidez (Flint, 2000).

3.8.2.2 Síntomas y signos

El insecto produce amarillamiento, brotes en roseta, deformaciones, caída anticipada de las hojas y ennegrecimiento de ramas por el desarrollo de hongos conocidos como Fumagina o Negrilla (*Fumagina sp.*) sobre la melaza excretada por los pulgones, que deja sobre las hojas una especie de grasa negra impidiendo que estas realicen la fotosíntesis necesaria para que la planta pueda vivir y además dejando un mal aspecto en el suelo debajo del árbol infestado, lo que es un síntoma más evidente de una infestación de estos insectos chupadores. También se observan colonias sobre las hojas y pecíolos y caída de hojas y frutos inmaduros (Giganti y Dapoto, 1994).

Los mismos autores señalan que la presencia de áfidos como los pulgones verdes provocan que el árbol infestado sufra un decaimiento por la acción de succión de savia y así lentamente llegue hasta su muerte. Asimismo afecta la capacidad

fotosintética del árbol, debido a la caída de hojas y pérdida de color, lo que causa una disminución del crecimiento.

3.8.2.3 Fumaginas

Es un grupo de hongos de pared celular negra, epifitos y saprófitos que se desarrolla sobre hojas y ramas. Son Ascomycetes, pertenecen al orden de los Dothideales y a los géneros *Capnodia (Fumago)*, *Limacinia*, *Aethaloderma*, *Morfea*, *Scorias* y *Trichomerium*.

Sus estructuras sexuales se desarrollan sobre la superficie de la hoja, alimentándose de secreciones producidas por insectos chupadores; observándose manchas negras, el micelio forma capas densas sobre las hojas que aparentan láminas finas de papel negro; afectando el proceso de fotosíntesis (Sinclair *et al.*, 1987).

3.8.3 Controladores de plagas

3.8.3.1 Controladores químicos

Los numerosos compuestos insecticidas que se usan en agricultura se han agrupado clásicamente en: insecticidas minerales o inorgánicos, insecticidas orgánicos sintéticos e insecticidas de origen vegetal; en los últimos años han aparecido productos que no encajan satisfactoriamente en estas categorías (Cisneros, 1995).

3.8.3.2 Controladores orgánicos sintéticos

Cisneros (1995) señala que los controladores químicos constituyen un grupo heterogéneo de compuestos orgánicos con características: químicas, físicas y toxicológicas muy variables. Se les puede agrupar por su composición química. Los grupos Clorados y Fosforados fueron desarrollados a partir de la década de 1940, posteriormente se desarrollaron los Carbonatos y luego los Piretroides estables. También existen grupos menores como los Nitrofenoles, Sulfurados, Tiocianatos y Formamidinas.

3.8.3.3 Controladores biológicos

Existen variedad de insectos beneficiosos, los cuales comen las plagas de los cultivos y no así el cultivo. También hay hongos que atacan plagas y otras enfermedades de los cultivos. El control biológico debe conservar y aumentar los niveles de beneficio (Cisneros, 1995).

Por ejemplo se debe dejar crecer plantas que les guste a los insectos benéficos. Algunas veces se aplican los insectos benéficos vivos o en forma de huevos en un determinado campo. Lo más importante es calcular cuántos, el tipo de beneficio y el potencial que tiene para controlar las plagas o enfermedades antes de recomendar otro método de control (Belda y Cabello, 1994).

3.8.3.4 Controladores botánicos

Son insecticidas que se derivan de plantas que contienen diversas sustancias, incluyendo alcaloides, que son tóxicos para los insectos. Pueden usarse como extractos o como partes de las plantas molidas en forma de polvo. Estos insecticidas sintéticos aunque existe una nueva corriente para reivindicar productos derivados de las plantas (Cisneros, 1995).

3.8.3.5 Control Integrado de plagas

Los agricultores han logrado controlar las plagas en sus parcelas, realizando controles culturales y naturales. Ahora tenemos el control químico que es un buen método para el control de plagas y enfermedades.

Es conocido el efecto por el mal uso y malas aplicaciones de pesticidas, ya que puede causar daño a los seres humanos y perdida en el efecto de buenos pesticidas con resistencia. Ahora los agrónomos, utilizan más un control integrado para el control de plagas y enfermedades.

Los productos químicos en este sistema, no son el control número uno, ni la única salvación, sino solo una parte del control (Condori, 2004 citado por Pérez, 2011).

3.8.3.6 Control genético

Existen muchas variedades de plantas con tolerancia de enfermedades y plagas por ejemplo: una variedad de maíz que tiene la tusa cerrada y resiste a que no entre el gusano de la mazorca o heliothis. Lleva tiempo buscar este control; pero es un control muy efectivo. También se puede hacer un control mediante la búsqueda de semillas sin enfermedades, para que la planta nueva no presente enfermedad alguna (Alcázar, 2000).

3.8.3.7 Control cultural

Siembra temprana, manejo de malezas y el uso de semilla certificada libre de virus. Una poda correcta es un control eficaz contra los huevos que se están invernando. La poda es benéfica para todo tipo de árboles (Alcázar, 2000).

3.8.3.7.1 Necesidades de poda

Pérez (2011), señala que cualquier especie arbórea, elegida en cuanto al porte según su ubicación, medio de desarrollo adecuado y su adaptación al mismo ha sido progresiva, no sufriendo agresiones especiales, en su parte aérea o su sistema radicular, se supone un desarrollo sano y vigoroso. Si así ocurre y además no existe presencia de ataques importantes por plagas y enfermedades, se puede decir que los árboles no necesitan poda, o parte de las podas de mantenimiento.

Pero, lamentablemente la realidad no es así y sobre todo en la jardinería urbana, donde el medio suele ser hostil, y las condiciones de desarrollo de su sistema radicular, la mayor parte de las veces bajo zonas pavimentadas. Por estas razones, en un medio urbano, y sobre todo, si se encuentra en alineación, rara vez podrá tener las condiciones ideales para un desarrollo óptimo. Ello justifica la necesidad de realizar la poda, considerando esta como respuesta ante un conjunto de acciones que permitan favorecer la adaptación del árbol al medio.

Estas podas de mantenimiento serán esencialmente preventivas, asegurando en el árbol un mejor estado sanitario, y por lo tanto, mayor longevidad.

Las podas de mantenimiento se limitaran al desarrollo de los siguientes trabajos básicos:

- Supresión de ramas muertas, o desgajados y tocones para prevenir accidentes y enfermedades.
- Eliminación de chupones y supresión de ramas estructurales mal dispuestas.
- Aclareo que permita el paso del aire y la luz al centro de la planta, evitando posibles ataques de enfermedades.
- Finalmente otras razones que pueden justificar la poda son estéticas y sanitarias.

3.8.3.7.2 Podas de mantenimiento

Las podas de mantenimiento serán ligeras y se realizarán con frecuencia anual; las de abultamiento que se forman al cabo de los años, cuando se suprimen los brotes del año en un mismo punto, estos abultamientos simulan la cabeza de un gato.

Las podas de mantenimiento plurianuales son más severas, estando orientadas a reducir la copa. Esta reducción de copa puede resultar antiestética, cuando se trata por ejemplo de eliminar “cabezas de gato”, o ser, muy estética cuando respeta el porte natural del árbol, se reduce considerablemente la copa sin recurrir a podas severas de tipo terciado. Otro tipo de poda es el aclareo, con ella se aligera la estructura de una parte de sus ramificaciones. No se modifica el volumen, pero la transparencia que se consigue es importante (Pérez, 2011).

3.8.3.7.3 Podas excepcionales

Según Pérez (2011), las podas excepcionales se denominan así a las podas severas que, aunque pueden tener su justificación en determinados casos, no podrán ser utilizados como métodos regulares de poda de mantenimiento, para reducir el volumen de copa. Técnicamente es inadmisiblesu uso desde el punto de vista del perjuicio estético causado y los riesgos que se hace correr al árbol de enfermedad, pudrición y reducción de su esperanza de vida.

Solo se realizarán cuando no quede más remedio y se trate de salvar especies cuyo estado botánico este en declive por causas diversas, como ser:

- Modificación del medio subterráneo.
- Ataque de plagas o enfermedades donde no cabe otro tratamiento.
- Eliminación de daños físicos en su copa.

3.8.3.7.4 Épocas y frecuencias de podas

En principio se puede podar todo el año, técnicamente es posible en la mayoría de las especies ornamentales, pero es más problemático (por el volumen de las ramas con las hojas). Podar en lugares con mayor presencia de individuos de árboles en pleno periodo vegetativo, originaria mayores problemas de operatividad y por tanto, mayor coste.

Según especialistas al respecto, cuando existe actividad vegetativa, las heridas producidas por la poda cicatrizan mejor y más rápido, el labio cicatrizante sale mejor y existe mayor protección de heridas. Es necesario saber que existen especies que no admiten la poda en pleno desarrollo vegetativo, ya que se producen “corrimientos” en la madera que pueden desequilibrar la planta y ocasionar la muerte. Periódicamente, se debe podar y de hecho se está podando durante el reposo vegetativo. La primavera será el periodo ideal puesto que la cicatrización es más rápida, no se deberá podar cuando se produzcan heladas, ni tampoco con lluvias (Pérez, 2011).

4. SECCION DIAGNOSTICA

4.1 Localización y ubicación

Este trabajo de valoración fitosanitaria de especies forestales urbanas se realizó en la ciudad de El Alto La Paz, específicamente en la zona de Tejada Triangular que corresponde al distrito Uno de la ciudad de El Alto (figura 5).

4.1.1 Características del lugar

La ciudad de El Alto está localizada a 16° 31' de la latitud sur y 68° 13' de longitud oeste. Limita al norte con el cantón Zongo del municipio de La Paz de la provincia Murillo, al sur con el municipio de Viacha de la provincia Ingavi, al este con la ciudad de La Paz, al sureste con el municipio de Achocalla provincia Murillo y al oeste con el municipio de Laja provincia Los Andes.

La superficie territorial es de 1.042 Km². Posee diferencias de altitud de un barrio a otro: de 4150 m.s.n.m. en la zona norte hasta 3850 m.s.n.m. región de grandes

Piso Nivel: Considerado el espacio geográfico ubicado a una altura superior a los 4800 m.s.n.m. que se encuentra al noreste del municipio y corresponde a las cumbres y laderas glaciales de la Cordillera Real.

Piso Subnivel: Corresponde a los espacios geográficos que tienen una altura de 4600 a 4800 m.s.n.m. donde crecen gramíneas en pequeñas matas, hierbas perennes y líquenes.

Piso Alto Andino: Integrado por espacios geográficos entre 4100 a 4700 m.s.n.m. donde existen grassland, líquenes, gramíneas, graminoides, pequeñas hierbas y arbustos.

Piso de Puna: Espacio geográfico situado entre los 3500 y 4200 m.s.n.m. donde crecen árboles bajos, arbustos perennes, sub arbustos, gramíneos, hierbas, algas, leguminosas arrosadas y tubérculos (PNUMA, et al., 2008).

4.1.4 Clima

Según SENAMHI (2013), el municipio tiene el clima de las áreas geográficas de puna, humedad relativa promedio anual de 49 %, días con helada 151, masas de aire frío provenientes del norte que causan olas de frío principalmente en invierno. El viento circula a una velocidad de 7 a 77 Km por hora, la temperatura máxima anual 15.23 °C, temperatura promedio anual 7.96 °C y temperatura mínima anual de -2.1 °C

4.1.5 Precipitación

La estación lluviosa es de cuatro meses, diciembre a marzo con el 70 % de las precipitaciones anuales. Presenta una incidencia mayor entre los meses de diciembre a febrero. La época seca es casi absoluta de mayo a agosto y se interrumpe por algunos periodos lluviosos, con precipitaciones que varían de 300 a 600mm. La radiación solar es pronunciada debido a la proximidad con la zona tórrida ecuatorial y la baja densidad atmosférica.

4.1.6 Flora

La vegetación está compuesta por praderas, bofedales y turberas que forman bosques de ceja monte y bosques húmedos bajo montaña; los mismos que se encuentran principalmente en áreas rurales del distrito 9. La cubierta vegetal natural o seminatural, se encuentra degradada por acción de la actividad humana cada vez más intensa. Crece en forma poco densa y se distribuye en pequeñas manchas. Los estratos predominantes, en el caso de las plantas espontáneas, son el herbáceo y el arbustivo.

El estrato arbóreo en la ciudad corresponde a especies cultivadas como ornamentales en parques, jardines y calles, o con fines de protección de laderas. Solo tres especies arbóreas crecen sin cultivo, el molle (*Schinus molle*), la queñua (*Polylepis incana*) y la Kishuara (*Buddleja coriacea*) (Forno y Baudoin, 1991).

En las calles, plazas y jardines abundan las especies introducidas con fines ornamentales, como el eucalipto (*Eucaliptos*) y acacias (*Acacia melanoxilon*), ambos traídos de Australia, los pinos (principalmente *Pinus radiata* y el pino Monterrey) y cipreses (*Cupressus macrocarpa*), ambos provenientes de Norteamérica. Estas especies se pueden diferenciar porque los pinos tienen hojas punzantes y alargadas mientras que las hojas de los cipreses son pequeñas y en forma de escamas. También son comunes los álamos (*Populus spp*), sauces (*Salix babilónica*) y retamas (*Spartium junceum*), (Ergueta y Aranda, 2010).

4.1.7 Fauna

La fauna es predominantemente de especies domésticas productivas: ganado porcino, ovino y vacuno.

Las especies de fauna para el área de estudio no son muy diversas debido principalmente a las condiciones del ecosistema. Cuenta con 7 ordenes ,18 familias y 30 géneros. Siendo el más abundante el orden Rodentia con 6 familias y 14 géneros. Muchas especies están adaptadas a vivir en ambientes pedregosos con suelos desnudos, donde se presentan árboles espinosos y algunas especies de cactáceas y tunares (Forno y Baudoin ,1991).

4.1.8 Características Socioeconómicas

El 6 de marzo de 1985 en el marco de la Ley N° 628, el Congreso de la República creó la Cuarta Sección Municipal de la Provincia Murillo con su capital El Alto. El 26 de septiembre de 1988 el Congreso promulgó la Ley N°1014 que eleva a El Alto a rango de ciudad. El municipio de El Alto, se encuentra en la cuarta sección de la provincia Murillo del Departamento de La Paz, con una superficie de 387,56 Km² que representa el 7,58% de la superficie total de la Provincia Murillo. Cuenta con 14 distritos, 9 urbanos y 5 rurales, el 40,24 % de la superficie territorial es área urbana y el 59,76 % rural (PNUD, 1990).

Según el censo oficial de 2002, El Alto tiene una población de 848.450 habitantes. El distrito 1 tiene una extensión de 10 Km² y ocupa el 3% de la superficie del Municipio, cuenta con 12 urbanizaciones y 99.286 habitantes aproximadamente además de ser el distrito de mayor importancia político administrativa.

EL Distrito 1 cuenta con 62 áreas verdes de las cuales 53 reciben mantenimiento constante, ello ocupa aproximadamente 88.839 m² de la superficie del total del distrito, estimándose 0.75 m² de área verde por habitante (BID, 2002 citado por PNUMA, et al., 2008).

4.2 Materiales

4.2.1 Materiales de campo

Los materiales usados fueron principalmente: libreta de campo, cámara fotográfica GPS, cinta métrica, pinzas y bolsas para la recolección de muestras de las dos especies estudiadas Kiswara y Queñua.

También para el análisis final se ha trabajado con información bibliográfica primaria (Diferentes Tesis de grado de la EMI y UMSA) libros y artículos de Internet.

4.3 Metodología

4.3.1 Tipo de estudio

El presente trabajo es de tipo descriptivo y propositivo, dado a que su objetivo es realizar la evaluación fitosanitaria de las especies arbóreas nativas Kiswara

(*Buddleja coriácea* Remy) y Queñua (*Polylepis incana* Kunth), en la ciudad del El Alto en el Distrito Uno en la zona Tejada Triangular. A partir de este diagnóstico, se proponen mecanismos apropiados para fortalecer el control fitosanitario de especies arbóreas nativas como introducidas

Los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades importantes de personas, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno que sea sometido a análisis. Miden o evalúan diversos aspectos, dimensiones o componentes del fenómeno o fenómenos a investigar (Hernández et al., 2010).

Se realizó una investigación bibliográfica en temas, como la importancia del arbolado urbano, aspectos geográficos y socioeconómicos de la población. También se realizó recorridos de reconocimiento dentro del área de estudio en la zona de Tejada Triangular con el fin de identificar los árboles presentes y luego detectar a los ejemplares enfermos o dañados por plagas.

El presente trabajo se realizó en la ciudad de El Alto dentro del área verde ubicada en la zona de Tejada Triangular perteneciente al distrito Uno. Se tomaron datos y muestras de los diferentes órganos de los árboles, siguiendo el método de transecto de Banda Ancha, de las especies de Kiswara y Queñua, especialmente de aquellas que presentasen signos de enfermedad o muerte, se observaron los factores mecánicos de daño, donde se realizó una recolección de las partes dañadas de las especies estudiadas.

Se efectuó una comparación de información bibliográfica, con la obtenida durante el trabajo, para dar conclusiones y recomendaciones.

El estudio se realizó en los meses de septiembre y octubre de 2015, trabajo de campo realizado en la época de primavera.

4.3.2 Procedimiento de trabajo

El trabajo de campo que se realizó se describe a continuación:

Primero se recorrió la zona Tejada Triangular, y se tomaron notas y fotografías sobre el estado sanitario vegetativo de las especies en estudio.

Se tomaron datos sobre el porcentaje de árboles plantados y su mortandad en pie de dichas especies.

Una vez identificados los árboles que mostraron la presencia de plagas potenciales, se tomaron muestras de los mismos (de hojas, ramas y corteza) las cuales presentaron áfidos principalmente. Con ayuda de la bibliografía, se realizó la identificación de los mismos.

Para el trabajo se tomó en cuenta, el muestreo por transectos que es un método versátil y eficiente (Matteucci y Colma, 1982).

Matteucci y Colma (1982) definen el transecto como una porción alargada de vegetación. La distancia del transecto varía en función del tipo de bosque, por regla general se utilizan diez transectos de 50 x 2 m en el estudio de bosques húmedos tropicales, mientras que para el de bosques secos espinosos o fluviales altoandinos basta con transectos de 50 x 2 m.

Existen diferentes versiones de transectos (Figura 6), según la zona y el tipo de muestreo a realizarse y estas son:

- ✓ A puntos equidistantes sobre una recta.
- ✓ Parcelas circulares a lo largo de una recta.
- ✓ Línea interceptada por parches de cobertura.
- ✓ Transecto de banda.
- ✓ Línea de punto cuadrante.
- ✓ Cuadrantes aleatorios a lo largo de una recta.

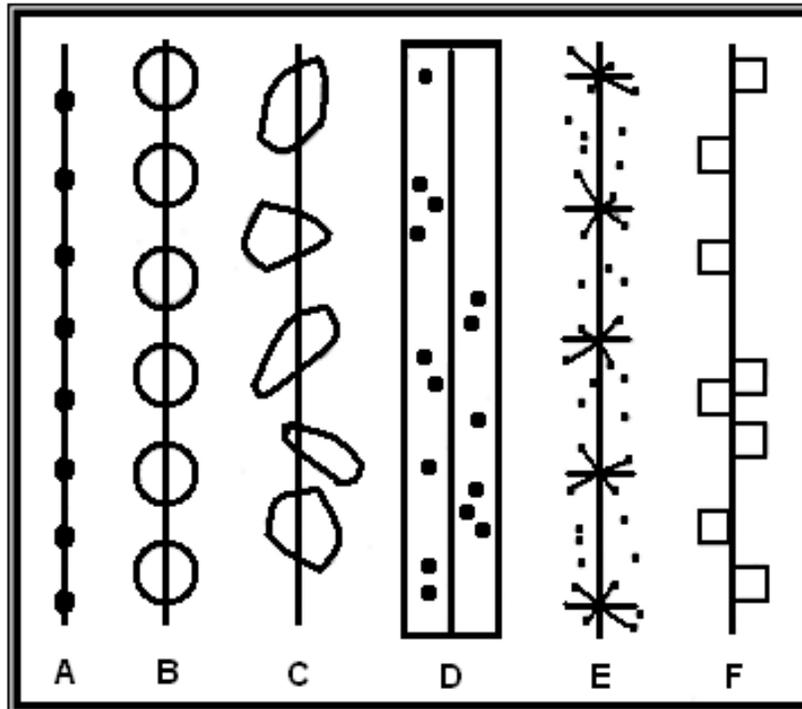


Figura 6. Opciones para muestrear la cobertura vegetal mediante transectos: A) puntos equidistantes sobre una recta, B) parcelas circulares a lo largo de un recta, C) línea interceptada por parches de cobertura, D) transecto de banda, E) línea punto cuadrante y F) cuadratas aleatorias a lo largo de una recta (Riney, 1982 citado por Pérez, 2011).

Un transecto en banda es una tira, por lo general de 0.5 ó 1.0 m de ancho, señalada colocando una segunda línea paralela a la del transecto lineal original de 50 metros de longitud (Franco *et al.*, 1985).

El transecto como unidad de muestra se utiliza para medir algunas variables como la cobertura. Este método posee la ventaja de abarcar una mayor longitud en el terreno (50 m) y que el tamaño de las tiras permite una rápida evaluación, abarcando una mayor longitud total en comparación de las parcelas que sólo poseen una longitud de 10 m (Matteucci y Colma, 1982).

Esta metodología fue seleccionada por ser adecuada a la zona de ubicación de trabajo y al tipo de recorrido a efectuarse en ella. El recorrido para la toma de muestras se efectuó en tres tramos, el trabajo se realizó con la ayuda de un GPS,

la superficie recorrida y los puntos de inicio y fin de cada tramo fueron georeferenciados.

4.3.2.1 Primer tramo

El recorrido del trabajo se inició en la plaza Akapana, la misma que se encuentra a 4.071 m.s.n.m. de altitud (cuadro 1) en la intersección de la Av. Panorámica y Av. Satélite, donde se pudo encontrar árboles de Kiswara y Queñua altos frondosos y vigorosos, los que no mostraron la presencia de plagas ni de enfermedades.

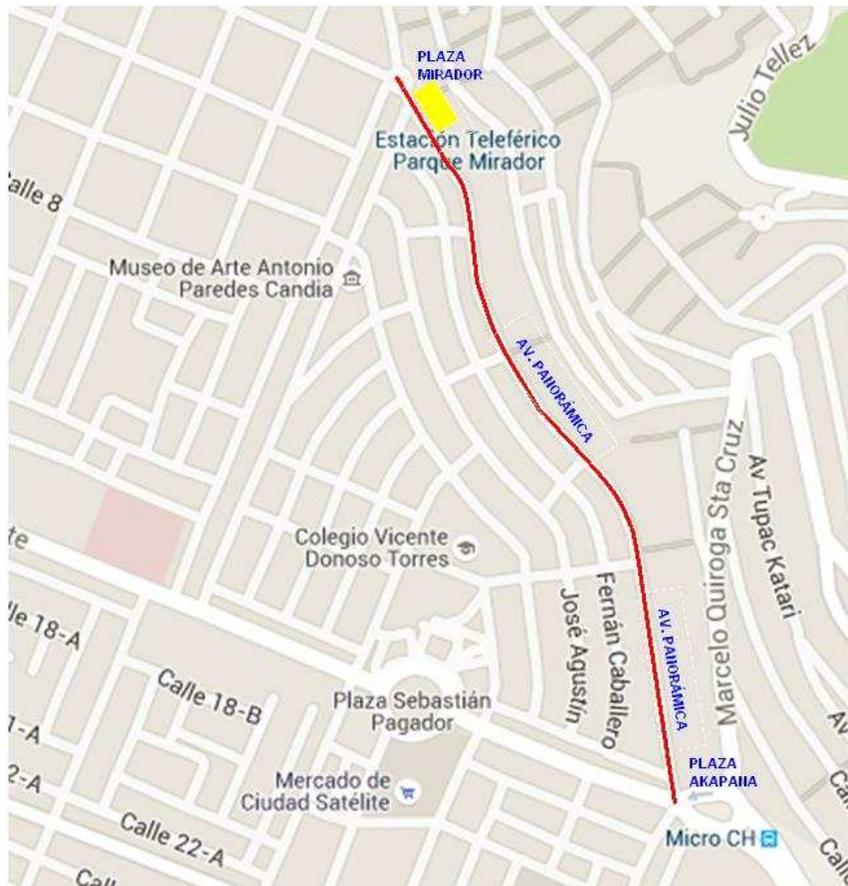


Figura 7. Área recorrida del Primer tramo, Plaza Akapana, Av. Panorámica hasta el inicio de la Plaza Mirador (Google Maps, 2015).

Desde ese punto se empezó el recorrido subiendo por la avenida Panorámica, donde sólo se encontró un ejemplar de Kiswara de porte bajo y frondoso, la misma que no presentaba ningún signo de enfermedad ni ataque de plagas, durante el recorrido no se encontraron especies de Queñua.

Este primer tramo finalizó a la altura del inicio de la plaza Mirador, donde se encontró un árbol de Kiswara y otro de Queñua, ninguno presentaba rastro de enfermedad o plaga (figura 7).

Cuadro 1. Ubicación georeferencial, recorrido tramo 1.

	INICIO Plaza Akapana	FINAL Plaza Mirador
Altitud	4071 m	4084 m
Latitud Sur	16° 31' 31.44"	16° 31' 22.44"
Longitud Oeste	68° 8' 50.64"	68° 9' 11.88"

En este primer tramo se pudo evidenciar la presencia de 87 álamos (*Populus sp L.*) vivos y 5 muertos, 23 especies ciprés (*Cupressus lusitánica Mill.*) vivos y 1 muerto, 38 aromos (*Acacia melanoxylon R. Br.*) vivos y 2 muertos, 41 pinos (*Pinus radiata Don.*) vivos y 2 muertos, 45 eucaliptos (*Eucalyptus globulus Labill.*) vivos y 6 muertos, y 16 acacias (*Acacia floribunda Willd.*) vivas y una muerta.

4.3.2.2 Segundo tramo

El recorrido, comenzó en la plaza Mirador, siguiendo la avenida Diego de Portugal hasta su intersección con la avenida Satélite, donde finalizó el tramo (figura 8 y cuadro 2).

Cuadro 2. Ubicación georeferencial, recorrido tramo 2.

	INICIO Plaza Mirador	INTERMEDIO	FINAL Esq. Av. Diego de Portugal y Av. Satélite
Altitud	4083 m	4082 m	4084 m
Latitud Sur	16° 31' 62.4"	16° 31' 6.96"	16° 31' 22.44"
Longitud Oeste	68° 8' 50.64"	68° 9' 79.2"	68° 9' 11.88"

Considerando todas las especies presentes dentro la Plaza San Mirador, se encontraron 5 ejemplares de kiswara (*Buddleja coriácea Remy*) y un ejemplar de Queñua (*Polylepis incana Kunth*) donde no se evidenció la presencia de enfermedades y plagas. Sin embargo, el factor abiótico estuvo presente, al

evidenciar la existencia de cables que producían daño mecánico, basura y vandalismo.

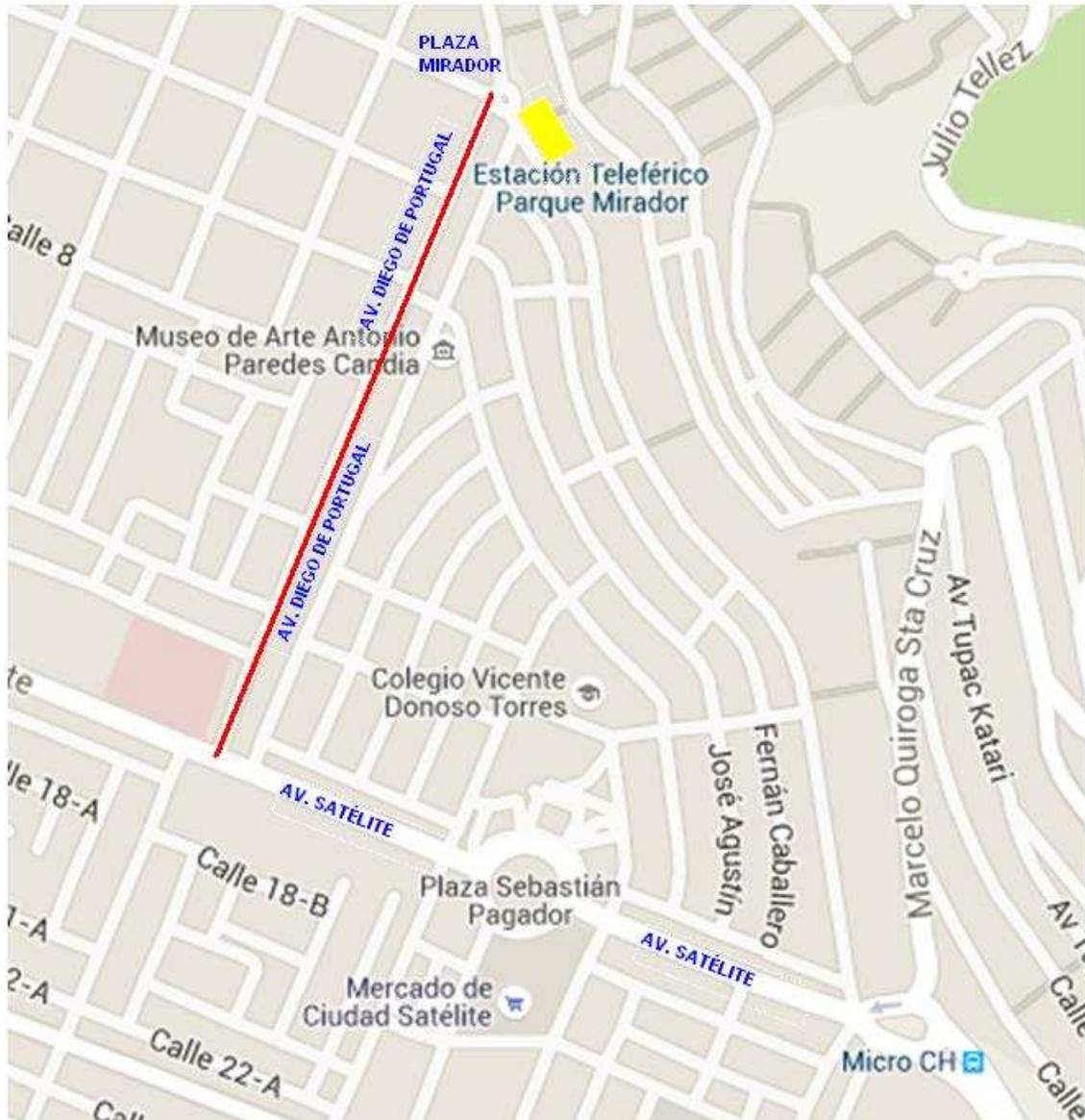


Figura 8. Área de trabajo Segundo Tramo. Plaza Mirador, Avenida Diego de Portugal hasta la esquina avenida Satélite (Google Maps, 2015).

Asimismo se encontraron una serie de especies ornamentales entre ellas, álamos (*Populus sp L.*), ciprés (*Cupressus lusitánica Mill.*), aromos (*Acacia melanoxylon R. Br.*) y pinos (*Pinus radiata Don.*).

La figura 9 presenta fotografías que ejemplifican los daños antrópicos que sufren los árboles de la zona en estudio.



Figura 9. Presencia del factor abiótico y antrópico, a) árbol de Kiswara afectado por poste de publicidad en la Av. Satélite (tramo 3), b) Poste de alumbrado público ubicado en medio de una jardinera en la plaza Mirador (inicio tramo 2), c) vallas de seguridad afectadas por vandalismo en Av. Diego de Portugal (Tramo 2), d) Basura, jardineras deterioradas y postes de alumbrado afectando un árbol de Kiswara (tramo 2).

4.3.2.3 Tercer tramo

Este tercer tramo se inició en la intersección de las avenidas Diego de Portugal y Satélite, a lo largo de ésta tomando como punto intermedio la plaza Sebastián Pagador y finalizó en el inicio de la plaza Akapana (figura 10 y cuadro 3).

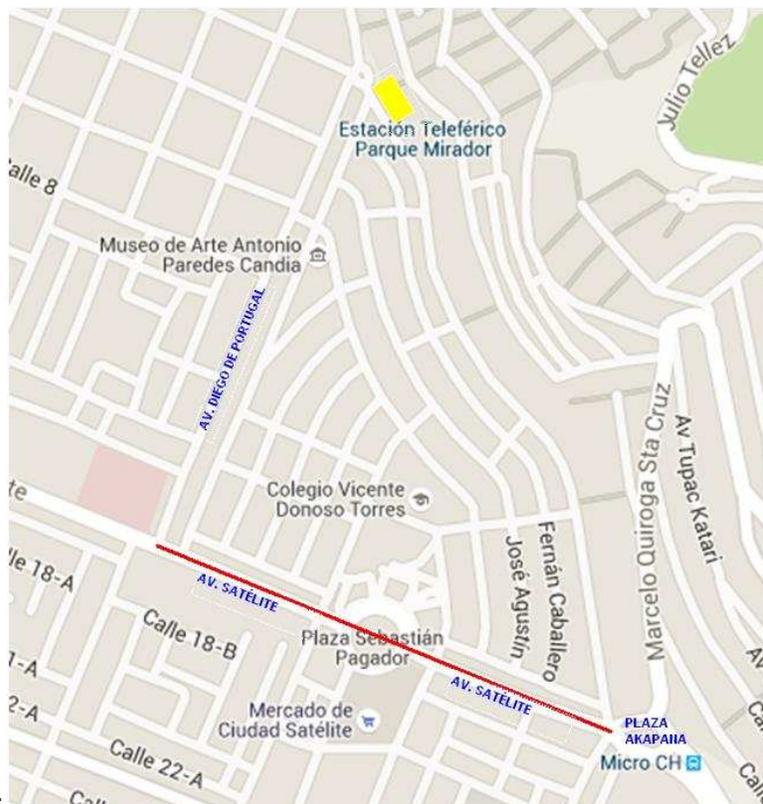


Figura 10. Esq. Av. Diego de Portugal y Av. Satélite, Plaza Sebastián Pagador y Plaza Akapana (Google Maps, 2015).

Fue en este tramo donde se encontraron la mayor cantidad de especies de Kiswara y Queñua con un total de 39 y 12 respectivamente, en su mayoría de porte frondoso con escasa presencia de ataque de tipo biótico, de forma esporádica se encontró la presencia de áfidos (pulgones verdes) y hongos propios de la humedad.

Cuadro 3. Ubicación georeferencial, recorrido tramo 3.

	INICIO Esq. Av. Diego de Portugal y Av. Satélite	INTERMEDIO Plaza Sebastián Pagador	FINAL Inicio de la Plaza Akapana
Altitud	4084 m	4075 m	4071 m
Latitud Sur	16° 31' 22.44"	16° 31' 17.04"	16° 31' 31.44"
Longitud Oeste	68° 9' 11.88"	68° 9' 2.52"	68° 8' 50.64"

El mayor factor de daño fue de tipo antrópico, dada la presencia de cableado, basura y vandalismo

Fue en la plaza Sebastián Pagador donde se evidenció la mayor presencia de ejemplares de las especies en estudio, al estar éstas dispuestas en jardineras que les brindaban una relativa protección, lo que no detuvo el vandalismo en su totalidad.

También se encontraron otras especies ornamentales entre ellas, álamos (*Populus sp L.*), ciprés (*Cupressus lusitánica Mill.*), aromos (*Acacia melanoxylon R. Br.*) y pinos (*Pinus radiata Don.*), las mismas que en su mayoría mostraban un buen porte, de nuevo es el factor abiótico de daño el predominante, mostrándose algunos ejemplares muertos o enfermos debido posiblemente a la falta de una fertilización adecuada o por la presencia de postes de energía eléctrica dispuestos en medio de las jardineras, lo cual crea estrés tanto en la parte aérea como radicular del árbol.

Según se recorrió este último tramo se hizo un conteo de otras especies ornamentales presentes dentro del mismo, pudiendo encontrar un total de 51 cipreses (*Cupressus lusitánica Mill.*) 44 vivos y 7 muertos, 16 aromos (*Acacia melanoxylon R. Br.*) 14 vivos y 2 muertos, 18 álamos (*Populus sp L.*) 15 con vida y 3 muertos, 39 pinos (*Pinus radiata Don.*) 37 vivos y 2 muertos.

4.3.3 Variables de respuesta

Las variables consideradas fueron las siguientes:

- Incidencia; Número de árboles de Queñua y Kiswara que tengan presencia de enfermedades. Para determinar el porcentaje de incidencia se utilizó la fórmula propuesta por French y Herbert (1994) citado por Maydana (2001).

$$\%I = \frac{\text{N}^{\circ} \text{ de Plantas Enfermas}}{\text{N}^{\circ} \text{ Total de Plantas Observadas}} \times 100$$

- Porcentaje de árboles de Kiswara y Queñua, con presencia de plagas.

- Acción antrópica, ya que el hombre está en constante contacto con los árboles, mediante el porcentaje de árboles que presenten daños mecánicos (Poda excesiva, presencia o no cableado eléctrico y/o telefónico y otros).
- Listado e identificación de especies de árboles introducidos, en cada tramo del área de estudio.

5. SECCIÓN PROPOSITIVA

Según Nuñez, (2003) los árboles en zonas densamente pobladas están sometidos a una tensión continua, que puede reducir significativamente su crecimiento e incluso causar su muerte.

Los bosques y los árboles urbanos viven en un ambiente dominado por la gente, por lo que deben crecer en los espacios que han quedado después que se ha construido toda la infraestructura. En estas condiciones, los árboles se desarrollan en medios hostiles, con los espacios dominados por construcciones, drenajes, calles, cables eléctricos y telefónicos, tránsito vehicular, peatonal y animal, entre otros. El cambio urbano permanente modifica el ambiente en espacio, clima, topografía y suelo para los árboles.

Nuñez (2003), indica que los edificios desvían hacia abajo los vientos intensos y concentran su fuerza en bases y esquinas, formando "túneles de viento" entre los edificios. Los árboles en estos espacios expuestos al viento pueden sufrir quemaduras en hojas y brotes, que llevarán a una cobertura arbórea de crecimiento deficiente, especialmente en el lado que recibe el viento, aunque a veces estas edificaciones y estructuras pueden crear condiciones favorables.

Es importante mencionar que la mayoría de las especies de árboles ornamentales de la ciudad de El Alto, presentan anomalías por el inadecuado control y protección de los mismos por parte del gobierno municipal, la contaminación del medio ambiente propiciada principalmente por el parque automotor y por la ciudadanía que no tiene educación ambiental.

Se pudo verificar en la zona de trabajo que las especies Kiswara (*Buddleja coriácea* Remy) y Queñua (*Polylepis incana* Kunth) no presentan ataques significativos de plagas; sin embargo, los efectos abióticos son los predominantes.

5.1 Estado fitosanitario de las especies en estudio

5.1.1 Pasos para detectar el problema fitosanitario

Según la Sociedad Internacional de Arboricultura (2003) citada por Pérez (2011), el diagnóstico correcto de los problemas de salud de la planta requiere de un examen cuidadoso de la situación, considerando los aspectos siguientes:

- **Identificar la planta con precisión**, es importante saber qué planta es la infestada, debido a que muchas plagas y enfermedades son específicas de ciertas especies, de manera de limitar el número de enfermedades y desórdenes que se sospechan.
- **Buscar un patrón de anomalía**, es muy importante comparar la planta afectada con otras cercanas, en especial de la misma especie, para detectar las diferencias en color y crecimiento, claves del origen del problema. Patrones de daños no uniformes pueden indicar la presencia de insectos o enfermedades. Un patrón de daño uniforme en un área grande, y tal vez en varias especies, por lo regular indica desórdenes causados por factores como daño físico, mal drenaje o inclemencias del tiempo.
- **Examinar cuidadosamente el terreno y sus alrededores**, la historia de la propiedad y del terreno adyacente puede revelar muchos problemas. El número de especies afectadas puede ayudar también a distinguir entre los patógenos infecciosos más específicos a una planta, en comparación con productos químicos y factores medioambientales que afectan a muchas especies.
- **Examinar las raíces**, observar el color de las raíces del árbol es relevante, pues si éstas son pardas o negras pueden significar problemas. Las raíces pardas a menudo indican suelos secos o la presencia de sustancias tóxicas. Las raíces negras habitualmente reflejan un suelo muy húmedo o la existencia de organismos que pudren las raíces.

- **Examinar el tronco y las ramas**, es importante examinar el tronco en busca de heridas, ya que éstas proveen entradas para patógenos y organismos que descomponen la madera. Las heridas pueden ser causadas por el clima, roedores y otros muchos factores medioambientales y mecánicos.
- **Advertir la posición y aspecto de las hojas afectadas**, las hojas muertas en la cima del árbol son habitualmente el resultado de un estrés mecánico o ambiental en las raíces. Las hojas torcidas o enrolladas pueden indicar una infección viral, alimentación de insectos o exposición a herbicidas. También, el tamaño y color del follaje es una indicación relevante de la condición de la planta.
- **Prácticas de manejo actuales y pasadas**, a veces el problema actual de una planta es el resultado de algo que ocurrió mucho antes. Los cambios de nivel del terreno, el uso de plaguicidas o el trabajo en construcciones cercanas pueden contribuir a los problemas del árbol.

5.1.2 Causas de mala salud en los árboles

Las muchas razones para la interrupción del crecimiento saludable de un árbol pueden dividirse en dos categorías principales: factores vivientes (bióticos) y no vivientes (abióticos). En cualquier momento, más de un factor puede afectar la salud de un árbol. Puede hacerse una distinción útil entre plagas primarias, que primordial y principalmente afectan la salud del árbol, y las plagas secundarias que tienen una influencia menos importante y que usualmente afectan árboles ya debilitados por un factor predisponente. El impacto de los insectos plaga a menudo se ve incrementado por un debilitamiento previo del vigor del árbol y un descenso de su resistencia natural a la infestación; por ejemplo por anegamiento o deficiencias de nutrientes. El estrés y los factores externos indudablemente desempeñan un papel importante para determinar la salud o condición de los árboles, tales como suelo y drenaje pobres. No obstante, el excesivo énfasis en suelos pobres o eventos climáticos adversos tales como sequía y heladas tomados como causas primarias de los síntomas y daños observados en los árboles, puede impedir una búsqueda más cuidadosa acerca de las posibles influencias bióticas (Reynel y León, 1995).

5.1.2.1 Influencias de plagas (bióticas)

Según Pruett (1992), algunos grupos de plagas son más conocidos que otros, simplemente porque son más fáciles de ver.

Los principales grupos de plagas que se presentan en los árboles aparecen descritos en el cuadro 4.

Cuadro 4. Principales grupos de plagas que infestan árboles.

PLAGA	NOTAS
Hongos	Microorganismos vivos caracterizados por una pared celular que contiene quitina y que carece de clorofila. Causa común de enfermedad. Asociado con una amplia gama de síntomas. Grupo diverso de organismos plaga: algunos con grandes cuerpos fructíferos productores de esporas visibles a simple vista, pero muchos sólo “visibles” cuando crecen en un cultivo artificial en el laboratorio. Los hongos también desempeñan un papel secundario en procesos de descomposición y putrefacción.
Bacterias	Microorganismos vivos caracterizados por tener membranas y paredes celulares. Causa poco común de enfermedades, pero varias especies han provocado extensas pérdidas en árboles. No pueden ser detectadas a simple vista, excepto en exudados bacterianos en masa.
Virus	Organismos ultramicroscópicos (de dimensión menor de 200 μm). Los virus no pueden reproducirse por sí mismos (por lo tanto, no son organismos vivos conforme algunas definiciones), para multiplicarse primero tienen que infectar a una célula viva y se apoderan de sus capacidades de síntesis y reproducción. Son causa de síntomas más comúnmente de lo que generalmente se percibe. Los síntomas pueden parecerse a los de otras plagas y factores. Se transfieren a nuevas plantas hospedantes mediante vectores (insectos), y algunas veces mediante transmisión manual.
Fitoplasmas	Extremadamente pequeños, son fitopatógenos procariotas limitados al floema parecidos a bacterias, que carecen de pared celular. Causa poco frecuente de enfermedad, pero más ampliamente distribuidos de lo que usualmente se cree, principalmente debido a que los síntomas típicos no son reconocidos.
Insectos	Ampliamente distribuidos, causa extremadamente común de daño, y raramente de un árbol hospedante específico (al contrario de muchos patógenos). Fácilmente observados, y a menudo acusados de ser la causa de mayores daños que los sustentados por evidencias biológicas.

	Los diferentes órdenes de insectos están asociados con patrones particulares de alimentación y cría sobre árboles.
Ácaros	Plagas comunes cuyos hábitos de alimentación típicamente producen síntomas distintivos (Ej. agallas); los ácaros no son fácilmente observables a simple vista.
Plantas parásitas	Presentes ampliamente en muchas especies de árboles que han sido debilitadas por otros factores. Raramente son causa de pérdidas grandes.
Malezas	Algunas malezas compiten contra los árboles, especialmente cuando son jóvenes; otras crecen en las copas y pueden estrangular a los troncos y ramas.
Animales grandes	Incluye grandes mamíferos como elefantes, monos, ciervos, pequeños roedores y aves que se alimentan del follaje y la corteza. Los daños y pérdidas pueden ser significativos, aunque frecuentemente las plantas se recuperan.

Fuente: Pruett (1992).

Los insectos se encuentran frecuentemente en los árboles, aunque muchos sólo se alimentan de ellos en forma casual y no constituyen plagas graves, y algunos son benéficos (enemigos naturales). Los hongos a menudo se ubican en materia orgánica muerta o descompuesta, pero no necesariamente constituyen la causa primaria de los síntomas observados. En la naturaleza, la mayoría de hongos son saprofitos (viven en tejidos muertos o en descomposición) y sólo una pequeña proporción son patogénicos. Los insectos y los hongos son relativamente fáciles de distinguir por observación directa, mientras que el resto de grupos de plagas no lo son. Algunos otros agentes vivos se presentan en los árboles, incluyendo musgos, líquenes y epifitas como bromeliáceas, pero estos sólo ejercen un impacto superficial en la salud del árbol.

5.1.2.2 Influencias no vivientes (abióticas)

El cuadro 5 describe los factores abióticos que afectan la salud de los árboles. Nótese que el fuego puede debilitar a los árboles y volverlos más susceptibles al ataque de insectos.

Es necesario un examen cuidadoso de los efectos del suelo pobre y las condiciones generalmente adversas para el crecimiento, en la salud de los árboles y su asociación causal con los síntomas observados. Los desórdenes de nutrientes

producen síntomas similares a los producidos por enfermedades virales y otras infestaciones de plagas o infecciones y, a menudo, la falta de información dificulta aun la preparación de un diagnóstico preliminar del problema (Pruett, 1992).

Cuadro 5. Principales influencias abióticas que afectan a los árboles.

FACTOR PRINCIPAL	CATEGORIAS Y EJEMPLOS	NOTAS
Químicos	TÓXICOS: plaguicidas, herbicidas CONTAMINACIÓN: acumulación sobre plantas, atmosférica, desechos industriales MISCELÁNEOS: sal, aceite vertido en el suelo	El papel de la contaminación atmosférica en el decaimiento de los árboles puede estar sobredimensionado.
Agentes mecánicos	MAQUINARIA: usada en agricultura y para construcción HUMANOS: malintencionados, Accidentales	El daño mecánico puede proporcionar medios para la entrada de patógenos (mayormente hongos).
Condiciones de suelo	DISPONIBILIDAD DE NUTRIENTES: deficiencia, exceso. ESTRUCTURA FÍSICA: mal drenaje, inhibición del desarrollo de raíces	Los árboles responden en forma diferente a la falta de nutrientes específicos.
Agua	DEMASIADA: inundación; anegamiento INSUFICIENTE: sequía	Los árboles difieren en sus capacidades de soportar el exceso o la poca disponibilidad de agua.
Clima	TEMPERATURA: demasiado baja o demasiado alta OTROS: rayos, granizo, viento, nieve.	Los efectos del clima en la salud de los árboles usualmente no son inmediatos

Fuente: Pruett (1992).

EL cuadro 6 muestra que del total de las especies estudiadas en el presente trabajo, menos del 8 % de ambas especies presentan diferentes síntomas de enfermedad principalmente de tipo abiótico, mostrando amarillamiento de hojas. En cuanto a plagas, sólo la Kiswara mostró presencia de pulgones verdes del álamo (*Chaitophorus leucomelas* Koch) mismos que fueron identificados gracias a la revisión de bibliografía. El principal factor de daño fué la acción antrópica, ya que el 3 % de las Kiswaras y el 7 % de los ejemplares de Queñua mostraron signos de daño mecánico.

Cuadro 6. Total del estado fitosanitario de Kiswaras y Queñuas en porcentajes

Especie	Total en pie	Total sanas	Total c/síntomas	Total c/plagas	Total c/daño mecánico	Total muertas
Kiswara	100	93	2	2	3	---
Queñua	100	86	7	-	7	---

5.1.3 Descripción fitosanitaria de la Kiswara (*Buddleja coriácea* Remy)

Esta especie es la que se encuentra en mayor porcentaje en el área de estudio en relación a la presencia de la Queñua, según se pudo verificar durante el recorrido y la elaboración del presente trabajo, la figura 11 presenta árboles de Kiswaras de portes considerables de la especie.



Figura 11. Árbol de Kiswara (*Buddleja coriácea* Remy) Plaza Sebastián Pagador (Tramo 2).

5.1.3.1 Factores bióticos

De los 13 árboles de kiswara encontrados en el primer tramo, solo uno presentó rastros muy tenues de la presencia de hongos propios de la humedad en el tronco, ninguno de los árboles de kiswara mostró la presencia de plagas.



Figura 12. Hoja de álamo infestada de pulgón verde.

En el segundo tramo sólo se encontraron 5 ejemplares de kiswara, de los cuales ninguno presentó enfermedades, de ellos únicamente un ejemplar mostró la presencia esporádica de pulgones verdes (*Chaitophorus leucomelas* Koch) en alguna de sus hojas, ello debido muy posiblemente a que este ejemplar de kiswara se ubica al lado de un álamo, el mismo con ataque de pulgones en sus hojas como se observa en la figura 12, lo cual hace pensar que los pulgones verdes ubicados en el árbol de Kiswara provengan del álamo infectado.

El Álamo presenta una invasión de plagas como el de los áfidos que con el tiempo representa un peligro significativo para los árboles.

Según la bióloga Marianela Subieta, directora del Museo Nacional de Historia Natural, explica que a simple vista ha aumentado la presencia de insectos en

nuestra ciudad, aunque no existen estudios científicos que pueda certificar esta afirmación. Las ninfas, una vez que han salido del huevo, necesitan alimentarse de la savia de su planta hospedera, es por esta razón que las hembras solamente depositaran los huevos en la planta según lo que manifiesta Guerra (Darío, 2006 citado por Pérez, 2011).

El Pulgón Verde se caracteriza principalmente porque su aparato bucal está provisto de un estilete que le sirve para chupar la savia de las hojas, brotes jóvenes y capullos florales, donde a causa de sus picaduras las hojas se abarquillan, los tallos se retuercen y los botones florales se deforman.

En las hojas adultas aparecen unas manchas de color amarillo por el haz que corresponden con las picaduras ocasionadas por la parte interior por los adultos (Gonzales, 1990 citado por Pérez, 2011).

Ya en el tercer tramo de estudio, donde se ubicaron 39 ejemplares de kiswara, ninguno mostró la presencia de plagas, enfermedades o algún otro agente biótico dañino.

5.1.3.2 Factores abióticos

Dentro del área de estudio, se pudo evidenciar algunos ejemplares de kiswara, a los cuales no se les había dado las labores culturales adecuadas, ya que varios árboles presentaban una falta de poda de la base del tallo; otros mostraban amarillamiento y enrollamiento de hojas, debido muy probablemente una falta de nutrientes (inadecuada fertilización) (figura 13 y 14).

En los tres tramos de estudio, se evidenció que algunos árboles requerían de una poda en la base del tronco. Así mismo, en el tercer tramo, donde se ubicó la mayor parte de ejemplares de kiswara, se observó que se tienen varios ejemplares en una misma jardinera, demasiado juntos uno del otro (Figura 14).

PRONAMACHCS (1998), señala que si se va a plantar varios árboles debe dejarse como mínimo 3 m de distancia entre los agujeros para que estos puedan respirar y recibir bien la luz, evitando que a futuro compitan tanto por nutrientes, agua de riego y puedan así expandir su dosel superior mejorando su desarrollo.



Figura 13. Ejemplares de kiswara que requieren poda en la base del tronco (Plaza Sebastián Pagador, tramo 3).

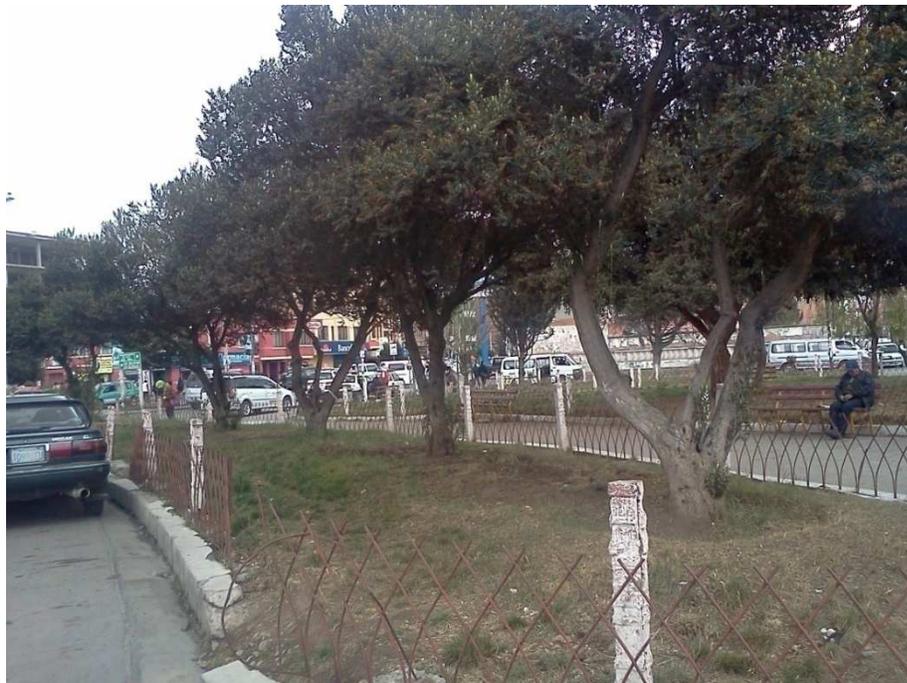


Figura 14. Ejemplares de Kiswara compartiendo una misma jardinera (Plaza Sebastián Pagador, tramo 3).

5.1.3.3 Acción antrópica

Fué la más predominante en todos los tramos de estudio, ya que se encontraron jardineras con restos de basura, presencia de postes de tendido eléctrico, restos de publicidad y vandalismo (figura 15).



Figura 15. Presencia de basura y postes de tendido eléctrico (Tramo 2).

El segundo tramo es donde se detectó la mayor presencia de acción antrópica, ya que las jardineras mostraron presencia de basura y postes de tendido eléctrico, lo cual genera estrés en los arboles y dificulta su pleno desarrollo.

5.1.4 Descripción fitosanitaria de la Queñua (*Polylepis incana* Kunth)

5.1.4.1 Factores bióticos

No se evidenció la presencia de plagas y enfermedades en ninguno de los 15 ejemplares de Queñua que se encontró en los tres tramos de estudio, por lo que en su mayoría presentaban aspecto frondoso y buen porte.

5.1.4.2 Factores abióticos

Fue muy poca la evidencia de factores de tipo abiótico en la mayoría del área de estudio. En la plaza Sebastián Pagador (Tramo 3), es donde se encontró signos de daño mecánico al presentarse dos ejemplares de Queñua, relativamente inclinados y compartiendo la misma jardinera (Figura 16).

DEL CAÑIZO (1979), señala que las distancias de plantación de árboles varían según las especies y la intencionalidad de la plantación (alineación, grupo, bosque). En el medio urbano se deberá tener muy en cuenta el desarrollo posterior que alcanzará el árbol. Según el mismo autor, por término medio y en arbolado en alineación las separaciones mínimas se reflejan en el cuadro 7:

Cuadro 7. Distancias de plantación de árboles según el porte

Árboles de porte pequeño y columnar	4-6 m
Árboles de porte mediano	6-8 m
Árboles de porte grande	8-12 m

También se observó en la plaza Sebastián Pagador (Tramo 3), que varios árboles de queñua compartían una misma jardinera (Figura 17).

5.1.4.3 Acción Antrópica

Fue predominante, principalmente en el tercer tramo (Plaza Sebastián Pagador), donde se encontraron la mayor cantidad de árboles de Queñua, 12 ejemplares, en su mayoría frondosos y de buen aspecto.

Sin embargo, se observó la presencia de basura, postes de tendido eléctrico y vandalismo en las jardineras como muestra la figura 18, donde se encontraban los árboles de queñua, así como una deficiente distribución en cuanto a especies arbóreas, dado que existen árboles de una misma especie compartiendo una jardinera. De igual modo se observó en el recorrido del tramo 3, que varias jardineras no contaban con un adecuado envallado de seguridad (figura 19), lo que hace vulnerable a los árboles al daño mecánico causado por ocasionales transeúntes, canes y automóviles.



Figura 16. Ejemplares de Queñua mostrando daño mecánico (Plaza Sebastián Pagador, tramo 3).



Figura 17. Ejemplares de Queñua compartiendo la misma jardinera (Plaza Sebastián Pagador, tramo 3).



Figura 18. Vandalismo y destrucción de jardineras de la av. Diego de Portugal (tramo 2).



Figura 19. Jardineras sin vallas de seguridad, av. Satélite (tramo 3).

5.2 Aspectos propositivos del Trabajo Dirigido

La presencia de plagas y enfermedades en ambas especies se ubica por debajo del 8 %, dado que no se encontraron ataques o señales de que existan plagas y enfermedades específicas para ambas especies en estudio, el pequeño margen de potencial ataque, está representado por pulgones verdes encontrados de modo esporádico en hojas de ejemplares de Kiswara en el tramo 2 del área de estudio y una baja presencia de hongos propios de la humedad observados en el tronco de árboles de Kiswara en el mismo tramo mencionado.

Dentro los componentes abióticos de sintomatología, se encontró que existe demanda de podas en la base del tallo de árboles de Kiswara, fertilización oportuna en ambas especies en estudio, además de una adecuada distribución y combinación de especies arbóreas en jardineras, de modo que no existan ejemplares de una misma especie que ocupen una misma jardinera.

La acción antrópica tiene un importante impacto en cuanto a la evaluación fitosanitaria en ambas especies en estudio, dado que se encontraron restos de basura, postes con cableado eléctrico y señales de vandalismo, principalmente en el segundo y tercer tramo. A ello se suma el hecho de que varias jardineras mostraron la ausencia de vallas protectoras, que limiten el accionar dañino de ciudadanos, animales domésticos y automotores, propios del medio ciudadano.

5.3 Análisis de resultados

5.3.1 Sintomatología de las especies en estudio

5.3.1.1 Incidencia de enfermedades

Dentro el área de estudio, se encontraron un total de 57 ejemplares de Kiswara (*Buddleja coriácea* Remy) y 15 árboles de Queñua (*Polylepis incana* Kunth), de las cuales no se evidenció una presencia de enfermedades en ambas especies (cuadro 8). Sin embargo, se observó una leve presencia de hongos propios de ambientes húmedos en el tronco de un ejemplar de Kiswara presente a lo largo de la avenida Diego de Portugal (Tramo 2), el cual representa un 2 % de incidencia en cuanto a presencia de elementos bióticos respecto a los árboles de Kiswara.

Según un informe de la Agencia Japonesa de Recursos Naturales el “colle negro” (Kiswara), es una especie que resiste el ataque de: insectos, ganado y los animales silvestres (Green, 2002).

Cuadro 8. Resultados totales del estado fitosanitario de Kiswaras y Queñuas en toda el área de estudio.

Especie	Total en pie	Total sanas	Total c/síntomas	Total c/plagas	Total c/daño mecánico	Total muertas
Kiswara	57	53	1	1	2	---
Queñua	15	12	1	-	2	---

Cuadro 9. Resultados totales del estado fitosanitario de Kiswaras y Queñuas en toda el área de estudio en porcentajes.

Especie	Total en pie %	Total sanas %	Total c/síntomas %	Total c/plagas %	Total c/daño mecánico %	Total muertas
Kiswara	100	93	2	2	3	---
Queñua	100	80	7	-	13	---

Respecto a los 15 ejemplares de Queñua ubicados en el área de estudio (Cuadro 8), no se encontró la presencia de enfermedades de tipo biótico. Solamente se observó un ejemplar mostrando hojas enrolladas y un pequeño segmento de follaje amarillento, producto sin duda de una falta de nutrientes provocada por una deficiente fertilización. Luego, este ejemplar afectado, representa un 7 % de incidencia en cuanto a sintomatología de origen abiótico de enfermedades en Queñua se refiere (Cuadro 9).

5.3.1.2 Presencia de plagas

Del total de 57 árboles de Kiswara observados en el área de estudio, solamente en uno se evidenció presencia poco significativa de insectos de la familia aphididae, identificándose a estos como pulgones verdes del álamo (*Chaitophorus leucomelas* Koch) alojados en las hojas (Figura 20); luego, ello representa aproximadamente un 2 % de ejemplares de Kiswara con presencia de plagas potenciales (Cuadro 9).

No se detectó la presencia de plagas en ninguno de los 15 ejemplares de Queñua presentes en el área de estudio.



Figura 20. Pulgones verdes alojados en hojas de álamo.

5.3.1.3 Acción antrópica

Se observó una alta presencia del componente antrópico a lo largo de toda el área de trabajo, donde se constató la presencia de basura, postes de tendido eléctrico y el deterioro de jardineras donde se encuentran las especies en estudio. Luego, también se hizo evidente una falta de criterios en cuanto a la distribución adecuada de las especies arbóreas, dado que se observaron árboles de una misma especie ocupando una sola jardinera.

Así, un total de dos ejemplares de Kiswara y dos ejemplares de Queñua, mostraron signos de daño mecánico, ya sea por la presencia de postes y cables de energía eléctrica y por el destrozo a sus vallas protectoras, lo cual las hace vulnerables al accionar dañino de algunos ciudadanos, animales domésticos o medios de transporte (cuadro 8 y gráfico 1).

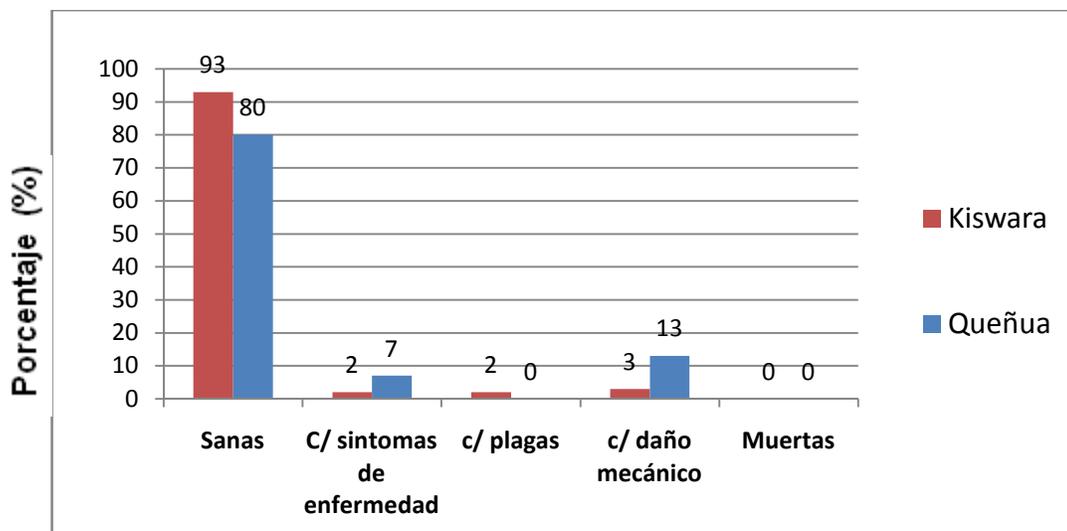


Gráfico 1. Estado fitosanitario de Kiswaras y Queñuas en porcentajes en toda el área de estudio

El gráfico 1 indica, que el 2 % de las Kiswaras presentes muestran sintomatologías de origen biótico, principalmente la presencia de pulgones verdes (*Chaitophorus leucomelas* Koch), y un 3% de daño de tipo abiótico, reflejado en daño mecánico y acción antrópica (Presencia de basura y cableado eléctrico), luego un 93 % está sano no existiendo kiswaras sin vida.

Respecto a los ejemplares de Queñua, el 7 % de los árboles presentan sintomatologías de tipo abiótico, principalmente por la falta de nutrientes; un 13 % presenta señales de daño mecánico y acción antrópica, con un 80 % de árboles sanos y ningún árbol muerto.

5.3.2 Listado e identificación de especies de árboles introducidos

5.3.2.1 Tramo 1

El cuadro 10 presenta, las especies encontradas entre la Plaza Akapana, a lo largo de la avenida Panorámica e inicio de la Plaza Mirador, mostrando que existen más ejemplares de álamo (*Populus sp* L.) con 87 árboles que representa un 33 %, siendo la especie con menor población la Kiswara (*Buddleja coriácea* Remy) con 12

ejemplares, aproximadamente un 5 % del total de árboles en pie contabilizados en el primer tramo.

Cuadro 10. Total de especies forestales identificadas en el tramo 1.

Especie	Nombre Científico	Total en pie	Total en pie (%)	Total muertas
ÁLAMO	<i>Populus alba</i> L.	87	33	5
CIPRÉS	<i>Cupressus lusitánica</i> Mill.	23	9	1
AROMO	<i>Acacia melanoxylon</i> R. Br.	38	14	2
PINO	<i>Pinus radiata</i> Don	41	16	2
EUCALIPTO	<i>Eucalyptus globulus</i> Labill	45	17	6
ACACIA	<i>Acacia floribunda</i> Willd.	16	6	1
KISWARA	<i>Buddleja coriácea</i> Remy	13	5	---
TOTAL		263	100	

Cuadro 11. Especies identificadas en el tramo 1 con diferentes sintomatologías bióticas (plagas y enfermedades).

Especie	Nombre Científico	Total en pie	Total con sintomatología biótica	Total con sintomatología biótica (%)
ÁLAMO	<i>Populus alba</i> L.	87	11	42
CIPRÉS	<i>Cupressus lusitánica</i> Mill.	23	3	12
AROMO	<i>Acacia melanoxylon</i> R. Br.	38	1	4
PINO	<i>Pinus radiata</i> Don	41	7	27
EUCALIPTO	<i>Eucalyptus globulus</i> Labill	45	2	8
ACACIA	<i>Acacia floribunda</i> Willd.	16	1	4
KISWARA	<i>Buddleja coriácea</i> Remy	13	1	4
TOTAL		263	26	100

El cuadro 11, muestra que del total de especies encontradas en el primer tramo con signos de ataque por parte de organismos bióticos, es el Álamo (*Populus sp* L.), el que presenta mayor porcentaje de árboles con presencia de pulgones verdes (*Chaitophorus leucomelas* Koch) con un 42 %, seguido del Pino (*Pinus radiata* Don.) con un 27 %. Las especies de Acacia (*Acacia floribunda* Willd.) y Kiswara (*Buddleja coriácea* Remy) comparten la posición más baja en cuanto presencia de tipo biótico principalmente pulgones y Fumaginas con un 4 % cada una.

Las fumaginas son un grupo de hongos de pared celular negra, epifitos y saprófitos que se desarrolla sobre hojas y ramas. Son Ascomycetes, pertenecen al orden de los Dothideales y a los géneros *Capnodia (Fumago)*, *Limacinia*, *Aethaloderma*, *Morfea*, *Scorias* y *Trichomerium*.

Sus estructuras sexuales se desarrollan sobre la superficie de la hoja, alimentándose de secreciones producidas por insectos chupadores; observándose manchas negras, el micelio forma capas densas sobre las hojas que aparentan láminas finas de papel negro; afectando el proceso de fotosíntesis (Sinclair *et al.*, 1987 citado por Pérez, 2011).

Cuadro 12. Especies en estudio con sintomatología abiótica y daño mecánico en el tramo 1.

Especie	Nombre Científico	Total en pie	Total con sintomatología abiótica	Total con sintomatología abiótica (%)
ÁLAMO	<i>Populus alba</i> L.	87	11	24
CIPRÉS	<i>Cupressus lusitánica</i> Mill.	23	5	11
AROMO	<i>Acacia melanoxylon</i> R. Br.	38	8	17
PINO	<i>Pinus radiata</i> Don	41	7	15
EUCALIPTO	<i>Eucalyptus globulus</i> Labill	45	10	22
ACACIA	<i>Acacia floribunda</i> Willd.	16	5	11
KISWARA	<i>Buddleja coriácea</i> Remy	13	0	0
TOTAL		263	46	100

Respecto a una sintomatología de tipo abiótico (marchitéz, amarillamiento en hojas, daño mecánico y otros) y daño mecánico (poda severa clavos y cortes), el cuadro 12 señala al álamo como la especie con mayor número de individuos afectados con un total de 11 árboles; Ciprés (*Cupressus lusitánica* Mill.) y la Acacia (*Acacia floribunda* Willd.), son las especies que muestran un menor número de ejemplares dañados con un total de 5 cada uno.

5.3.2.2 Tramo 2

El cuadro 13, presenta las especies encontradas en el tramo desde la Plaza Mirador hasta la intersección de las avenidas Diego de Portugal y avenida Satélite.

Cuadro 13. Total de especies forestales identificadas en el tramo 2.

Especie	Nombre Científico	Total en pie	Total en pie (%)	Total muertas
ÁLAMO	<i>Populus alba</i> L.	26	18	5
CIPRÉS	<i>Cupressus lusitánica</i> Mill.	49	34	3
AROMO	<i>Acacia melanoxylon</i> R. Br.	44	31	1
PINO	<i>Pinus radiata</i> Don	19	13	1
KISWARA	<i>Buddleja coriácea</i> Remy	5	3	0
QUEÑUA	<i>Polylepis incana</i> Kunth	1	1	0
TOTAL		144	100	10

Como se puede apreciar en el cuadro 13, la mayor cantidad de especies que se encuentra en este tramo 2, es el Ciprés (*Cupressus lusitánica* Mill.) con 49 ejemplares, 3 de ellos sin vida. La especie con menos ejemplares en este tramo es la Queñua (*Polylepis incana* Kunth) con sólo un árbol presente.

Cuadro 14. Especies identificadas en el tramo 2 con diferentes sintomatologías bióticas (plagas y enfermedades).

Especie	Nombre Científico	Total en pie	Total con sintomatología biótica	Total con sintomatología biótica (%)
ÁLAMO	<i>Populus alba</i> L.	26	4	44
CIPRÉS	<i>Cupressus lusitánica</i> Mill.	49	2	22
AROMO	<i>Acacia melanoxylon</i> R. Br.	44	2	22
PINO	<i>Pinus radiata</i> Don	19	1	11
KISWARA	<i>Buddleja coriácea</i> Remy	5	0	0
QUEÑUA	<i>Polylepis incana</i> Kunth	1	0	0
TOTAL		144	9	100

Como se observa en el cuadro 14, la especie que presenta mayor sintomatología de tipo biótico es el álamo con 4 árboles afectados, lo que representa 44 % del total de especies con alguna presencia dañina de tipo biótico, principalmente pulgones y

fumaginas. La especie menos afectadas por agentes bióticos, es el pino (*Pinus radiata* Don.), con sólo un árbol (11 %) afectado.

Cuadro 15. Especies en estudio con sintomatología abiótica y daño mecánico en el tramo 2.

Especie	Nombre Científico	Total en pie	Total con sintomatología abiótica	Total con sintomatología abiótica (%)
ÁLAMO	<i>Populus alba</i> L.	26	4	29
CIPRÉS	<i>Cupressus lusitánica</i> Mill.	49	3	21
AROMO	<i>Acacia melanoxylon</i> R. Br.	44	2	14
PINO	<i>Pinus radiata</i> Don	19	4	29
KISWARA	<i>Buddleja coriácea</i> Remy	5	1	7
QUEÑUA	<i>Polylepis incana</i> Kunth	1	0	0
TOTAL		144	46	100

El cuadro 15, apunta al Álamo (*Populus sp* L.) y al Pino (*Pinus radiata* Don.) como las especies con mayor número de ejemplares que presentan síntomas de tipo abiótico (marchitéz, amarillamiento en hojas, daño mecánico y otros) con 4 árboles afectados cada una, siendo la Kiswara (*Buddleja coriácea* Remy), la que presenta sólo un árbol afectado por el amarillamiento de hojas.

5.3.2.3 Tramo 3

El cuadro 16 presenta el total de especies forestales en el tramo 3 del área de estudio.

Cuadro 16. Total de especies forestales identificadas en el tramo 3.

Especie	Nombre Científico	Total en pie	Total en pie (%)	Total muertas
ÁLAMO	<i>Populus alba</i> L.	18	10	2
CIPRÉS	<i>Cupressus lusitánica</i> Mill.	51	29	7
AROMO	<i>Acacia melanoxylon</i> R. Br.	16	9	2
PINO	<i>Pinus radiata</i> Don	39	22	2
KISWARA	<i>Buddleja coriácea</i> Remy	39	22	0
QUEÑUA	<i>Polylepis incana</i> Kunth	12	7	0
TOTAL		175	100	13

El tramo 3 que comprende desde la intersección de la avenida Diego de Portugal y avenida Satélite hasta el inicio de la plaza Akapana.

Como se puede observar en el cuadro 16, en este tramo es donde se encuentra mayor cantidad de las dos especies en estudio, Kiswara (*Buddleja coriácea* Remy) y Queñua (*Polylepis incana* Kunth) al igual que otras especies, siendo esta un área verde mayor en superficie en relación a los otros dos tramos anteriores.

La especie con mayor predominancia en cuanto a número es el Ciprés (*Cupressus lusitánica* Mill.) con 51 ejemplares representando un 32 % del total de especies presentes identificadas. El menor porcentaje le corresponde a la Queñua (*Polylepis incana* Kunth), con apenas el 7 % del total de especies identificadas en el tramo 3.

Cuadro 17. Especies identificadas en el tramo 3 con diferentes sintomatologías bióticas (plagas y enfermedades).

Especie	Nombre Científico	Total en pie	Total con sintomatología biótica	Total con sintomatología biótica (%)
ÁLAMO	<i>Populus alba</i> L.	18	5	31
CIPRÉS	<i>Cupressus lusitánica</i> Mill.	51	2	13
AROMO	<i>Acacia melanoxylon</i> R. Br.	16	5	31
PINO	<i>Pinus radiata</i> Don	39	3	19
KISWARA	<i>Buddleja coriácea</i> Remy	39	1	6
QUEÑUA	<i>Polylepis incana</i> Kunth	12	0	0
TOTAL		175	16	100

El cuadro 17, muestra al Álamo (*Populus sp* L.) y al Aromo (*Acacia melanoxylon* R. Br.) como las especies con mayor números de árboles con sintomatologías de tipo biótico, como ser la presencia de pulgones verdes (*Chaitophorus leucomelas* Koch) , con un total de 5 árboles afectados cada uno. La especie con menor presencia de ejemplares dañados es la Kiswara (*Buddleja coriácea* Remy) con sólo un árbol con signos leves de presencia de pulgones verdes como organismos potencialmente dañinos.

Cuadro 18. Especies en estudio con sintomatología abiótica y daño mecánico en el tramo 3.

Especie	Nombre Científico	Total en pie	Total con sintomatología abiótica	Total con sintomatología abiótica (%)
ÁLAMO	<i>Populus alba</i> L.	18	3	13
CIPRÉS	<i>Cupressus lusitánica</i> Mill.	51	7	30
AROMO	<i>Acacia melanoxylon</i> R. Br.	16	2	9
PINO	<i>Pinus radiata</i> Don	39	6	26
KISWARA	<i>Buddleja coriácea</i> Remy	39	3	13
QUEÑUA	<i>Polylepis incana</i> Kunth	12	2	9
TOTAL		175	23	100

Al analizar el cuadro 18, se observa al Ciprés (*Cupressus lusitánica* Mill.), como la especie con mayor presencia de efectos abióticos perjudiciales con un total de 7 árboles afectados; El Aromo (*Acacia melanoxylon* R. Br.) y la Queñua (*Polylepis incana* Kunth), son las especies menos dañadas por factores de tipo abiótico, con 2 ejemplares cada una.

6. SECCIÓN CONCLUSIVA

6.1 Conclusiones

La Kiswara (*Buddleja coriácea* Remy) y la Queñua (*Polylepis incana* Kunth) como especies ornamentales, no fueron elegidas sólo por criterios estéticos, sino que algunas de sus cualidades, como su alta adaptabilidad a climas adversos y su rusticidad en torno a la presencia de plagas y enfermedades, las hicieron resaltar frente a especies introducidas.

Dentro el área de estudio, se encontraron un total de 57 ejemplares de Kiswara (*Buddleja coriácea* Remy) y 15 árboles de Queñua (*Polylepis incana* Kunth), en las cuales no se evidenció una presencia de enfermedades específicas en ambas especies. Sin embargo, se observó una leve presencia de hongos propios de ambientes húmedos en el tronco de un ejemplar de Kiswara presente a lo largo de

la avenida Diego de Portugal (Tramo 2), el cual representa un 2 % de incidencia en cuanto a presencia de elementos bióticos respecto a los árboles de Kiswara, luego un 93 % está sano no existiendo árboles de kiswara sin vida.

En cuanto a los 15 ejemplares de Queñua ubicados en el área de estudio, no se encontró la presencia de enfermedades de tipo biótico. Solamente se observó un ejemplar mostrando hojas enruladas y un pequeño segmento de follaje amarillento, este ejemplar afectado, representa un 7 % de incidencia en cuanto a sintomatología de origen abiótico de enfermedades en cuanto a Queñua se refiere, con un 80 % de árboles sanos y ningún árbol muerto.

Del total de 57 árboles de Kiswara observados en el área de estudio, solamente en uno se evidenció presencia de insectos de la familia aphididae, identificándose a estos como pulgones verdes del álamo (*Chaitophorus leucomelas* Koch) alojados en las hojas, ello representa aproximadamente un 2 % de ejemplares de Kiswara con presencia de plagas potenciales. No se detectó la presencia de plagas en ninguno de los 15 ejemplares de Queñua presentes en el área de estudio.

En toda el área de estudio, un total de dos ejemplares de Kiswara y dos ejemplares de Queñua, mostraron signos de daño mecánico, ya sea por la presencia de postes y cables de energía eléctrica y por el destrozo a sus vallas protectoras, lo cual las hace vulnerables al accionar dañino de algunos ciudadanos o medios de transporte.

La presencia de pulgones verdes en el área de estudio, fue mayor en las especies introducidas principalmente en el álamo que presentó un promedio del 43 % de árboles infestados en los tres tramos del área de estudio.

El factor antrópico fué el de mayor impacto en toda el área de estudio, tanto para las especies en estudio, como para las especies introducidas, a lo largo de todos los tramos se pudo constatar la presencia de basura, postes de tendido eléctrico y cables que afectan el desarrollo de los árboles; vallas de jardineras dañadas por

actos vandálicos, lo que hace vulnerables a las especies arbóreas, al accionar mecánico nocivo de ciudadanos, animales domésticos y vehículos.

Los aspectos más importantes para el mantenimiento de los árboles en la zona urbana son el abonado, poda, control de plagas, enfermedades y manejo de residuos. También se hizo evidente una falta de criterios en cuanto a la distribución adecuada de las especies arbóreas, dado que se observaron árboles de una misma especie ocupando una sola jardinera.

6.2 Recomendaciones

Tanto la Kiswara como la Queñua son especies frondosas, rústicas y resistentes a plagas y enfermedades presentes en especies introducidas, lo cual las hace apropiadas para su distribución en las plazas, jardines, jardineras y otros espacios verdes, siempre con una adecuada distribución en cuanto a distancias y alternado con otras especies arbóreas nativas o introducidas, por lo cual se recomienda realizar estudios respecto a estos aspectos.

Se hace necesaria una investigación más exhaustiva sobre las plagas y enfermedades; principalmente para especies introducidas, dado que las especies nativas (Como las estudiadas en el presente Trabajo Dirigido), muestran una mayor resistencia a la presencia de plagas y enfermedades de tipo biótico, para luego desarrollar y proponer un manejo integrado a los problemas fitosanitarios en el arbolado urbano, aunque se ha realizado un intento de elaborar un cuadro de mantenimiento para los árboles según sus meses de trabajo (anexo 1).

Será importante llevar a cabo un mantenimiento del arbolado en todas las zonas estudiadas, riegos continuos, descompactación de suelo, derribo y retiro de arbolado muerto o con poco vigor, podas sanitarias y la plantación de las especies adecuadas.

Se recomienda realizar una fumigación preventiva, en la época de invierno para evitar que los insectos transmisores de enfermedades lleguen a colocar huevos dentro la corteza de los árboles.

Por otra parte, se recomienda promover los cuidados que debemos tener para con los árboles ornamentales, mediante campañas de concientización sobre el medio ambiente que nos rodea, en especial sobre la importancia de los árboles ornamentales que se encuentran dentro del área urbana de toda la ciudad de El Alto, dado que la participación ciudadana es primordial para que el arbolado urbano se mantenga en buen estado. La población debe tener cada día más participación y conciencia de las bondades de los árboles en la ciudad.

7. BIBLIOGRAFÍA

AGRIOS, G. 2007. Fitopatología. Editorial Limusa. 7ta edición. México.

ALCÁZAR PEIX, J., 2000. Manual y básico de terapéutica y farmacología veterinaria La Paz – Bolivia. Análisis de los sistemas agroforestales de la comunidad autónoma del país vasco.

BASFOR, (Centro de semillas forestales) 2000. Fichas técnicas de especies forestales, Edición Cochabamba- Bolivia, ficha técnica N°2.

BELDA, J. E., CABELLO, T., 1994. Áfidos plaga (*Aphididae*) en cultivos hortícola bajo plástico. Sanidad Vegetal en la horticultura protegida. Conserjería de Agricultura y Pesca. Junta de Andalucía. Sevilla.

BUSTILLOS A., SÁNCHEZ, G., 1997. Los áfidos de Colombia: Plagas que afectan los cultivos agrícolas: Madrid, España.

BRUGNONI, H. C., 1980. Plagas Forestales. Zoofitófagos que atacan a las principales especies forestales naturales y cultivadas de la República Argentina. 1º Edición, editorial Hemisferio Sur.

CALDERÓN, J. A., 1995. Enfermedades de los Vegetales. Sucre, Bolivia.

CIED (Centro de Investigación, Educación y Desarrollo), 2005. “Productos andinos potenciales [en línea]”. Disponible en: <http://www.ciedperu.org/productos/fraprod.htm>

CISNEROS V. F., 1995. Control de plagas agrícolas 2da Ed., Lima, Perú. pp. 30 – 120.

CRUZ, D., 2001. Apuntes de Fitopatología. Facultad de Agronomía Universidad Mayor de San Andrés, La Paz BO. 161 p.

CUADROS F. L., 2004. Diagnostico y evaluación de plagas insectos y otros. Arequipa, Perú.

DAMA. 1995. Los Recursos Naturales y el Medio Ambiente, Bogotá Colombia. Seminario Taller. Facultad de Agronomía. pp. 57 - 70.

DEL CAÑIZO, J. A. & GONZÁLEZ ANDREU, R. 1979. *Jardines. Diseño, proyecto y construcción.* Mundi-Prensa. Madrid.

D.P.D.M.V, 1998. Diseño Preliminar del Manual Verde-Jardín Botánico, Universidad de Los Andes. pp. 25 - 77.

EL ALTO PLAN DE ORDENAMIENTO URBANO Y TERRITORIAL, 2002. Un esquema estructural Primera y Segunda Etapa Gobierno Municipal de El Alto. pp. 15 - 60.

ERGUETA S. P. Y ARANDA A. K. (EDITORAS), 2010 Transitando la Diversidad Paisajes Naturales y Culturales La Paz. TROPICO – Asociación Boliviana para la Conservación, Gobierno Municipal de La Paz y FUNDESNAP – Fundación para el Desarrollo del Sistema nacional de Áreas Protegidas.

FJELDSA Y KESSLER. 2004. Conservación de la biodiversidad de los bosques de *Polylepis* de las tierras altas de Bolivia: Una contribución al manejo sustentable de los Andes. Fundación Amigos de la Naturaleza (FAN). Santa Cruz, Bolivia. 214 p.

FLINT, M. 2000. Aphids. Pest Notes. Division of Agriculture and Natural Resources, University of California, EE.UU.

FORNO, E., BAUDOIN, M., 1991. Historia Natural de un Valle en Los Andes La Paz. Instituto de Ecología - UMSA.

FRANCO, F., G. DE LA CRUZ, A. ROCHA, N. NAVARRETE, G. FLORES, E. KATO, S. SÁNCHEZ, L. ABARCA, & C. BEDIA. 1985. Manual de ecología. Edit. Trillas S. A. Segunda edición. México D.F.

GERD, MIELKE. 1997. Educación Ambiental Integral, G.T.Z. Dep. UNESCO, Sucre Bolivia. pp. 16 - 64.

GIGANTI, H. Y DAPOTO, G. 1994. Bioecología de *Nematus desantisi* Smith (Hymenoptera: Tenthredinidae: Nematinae) en las provincias de Río Negro y Neuquén (Argentina).

GREEN, J. 2002. Especies forestales de alta demanda en la zona rural. *Japan Green Resources Agency* [en línea]. Disponible en: http://www.green.go.jp/gyoumu/kaigai/manual/bolivia/01technical_manual/spanish/attached02.pdf

JOKER, D.; N., CRUZ; M., MORALES y ROJAS, E. 2002. "*Buddleja coriacea* Remy". Rev. Danida Forest Seed Centre Vol. 54 N°

KILLEN, T. J., GARCIA, E. Y BECK, STEPHAN, 1993. Guía de arboles de Bolivia Herbario Nacional de Bolivia.

LENIN, P. 2000. Contribución a la fenología de especies forestales nativas andinas de Bolivia y Ecuador. Quito – Ecuador.

LÓPEZ LILLO, A. Y SÁNCHEZ DE LORENZO CÁCERES, A., 2001. Árboles en España. Mundi Prensa. Madrid España.

MAGDR. (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural), 1998. Actividades Agrícolas de Altiplano. Calendario. La Paz, Bolivia.

MAGNE, R. Y RIJCKEGHEN, M. VAN, 1988. Plantemos Árboles en el Altiplano. Centro de Ecología de Pueblos Andinos (C.E.P.A.), Pastoral Social Caritas. Latina Editores Ltda. Oruro, Bolivia. 72 p.

MATTEUCCI, D. S. Y A. COLMA, 1982. Metodología para el estudio de la vegetación. Secretaria General de la Organización de los Estados Americanos, Washington. D.C.

MAYDANA, A. R., 2001. Efecto de extractos naturales en el control de la Mancha de Chocolate (*Botrytis fabae*) del cultivo de haba (*Vicia faba*) Altiplano La Paz. Tesis de Grado. Facultad de agronomía, Universidad mayor de San Andrés. La Paz – Bolivia. pp.36 – 44.

MENDOZA W., 2007. “Caracterización físico – química y acción antifúngica de una lectina aislada de semillas de *Buddleja coriácea* Remy (colle negro)”. Tesis Doctoral. Escuela de Post Grado. Unidad de Post Grado de la Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. Arequipa – Perú. Passim.

MORALES, CECIL, 1990. Bolivia: Medio Ambiente y Ecología Aplicada, La Paz, Instituto de Ecología U.M.S.A. pp. 7 - 89 p.

NINA, M., 1999. Especies Forestales Potenciales para plantaciones en Bolivia. Editorial –Artes gráficas Sagitario La Paz – Bolivia. Organización de las Naciones Unidas para la agricultura y la alimentación. pp. 7.

NUÑES, C. 2003. El arbolado público urbano, consideraciones para su gestión.

OXFAM GB-Red Habitad, 2000. Diagnostico 2000. Proyecto de Fortalecimiento de la Participación Vecinal en el Distrito 3 de la Ciudad de El Alto.

PNUMA, GOBIERNO MUNICIPAL DE EL ALTO, PRODENA Y LIDEMA. 2008. GEO El Alto. Proyecto GEO Ciudades. El Alto, Bolivia. 133 p.

PNUD, CNUAH, 1990. *Desarrollo urbano en la ciudad de El Alto.* La Paz: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, Centro de Naciones Unidas para los Asentamientos Humanos.

PEREZ, R. P., 2011. Valoración fitosanitaria del Olmo (*Ulmus sp.*) y Álamo (*Populus sp.*) como especies ornamentales en la ciudad de La Paz. Trabajo Dirigido Ing. Agr. Facultad de Agronomía. Universidad Mayor de San Andrés La Paz, Bolivia.

PRETELL, et al., 1985. Apuntes sobre algunas Especies Forestales Nativas de la sierra Peruana. Editorial Proyecto FAO/HOLANDA-INFOR.(GCP/PER/027/NE) Lima – Perú. pp. 29-37.

PROBIONA, 2007. Control de plagas y enfermedades con productos orgánicos Santa Cruz – Bolivia. Disponible en: www.probioma.org.bo

PRONAMACHCS, 1998. Manejo de Plantaciones Forestales. Proyecto Forestaría en Microcuencas Altoandinas - FEMAP. Lima-Perú.

PRUETT, C., 1992. Manejo integrado de plagas y control biológico. Universidad Autónoma Gabriel Rene Moreno. Santa Cruz, Bolivia.

QUISPE, C. M., 2013. Propagación Vegetativa De Esquejes De Queñua (*Polylepis Besseri Hieron*) En Base A La Aplicación De Dos Enraizadores Naturales Y Tres Tipos De Sustratos En El Vivero De La Comunidad De Huancané. Tesis de Grado. Facultad de agronomía, Universidad mayor de San Andrés. La Paz – Bolivia. 117 p.

REYNEL, C., MORALES, 1987. Agroforesteria Tradicional en los Andes del Perú. Un inventario de tecnologías y especies para la integración de la vegetación leñosa en la agricultura. Editorial proyecto FAO/HOLANDA/INFOR. 153 p.

REYNEL C., LEÓN J., 1990. “Árboles y arbustos andinos para la agroforestería y conservación de suelos”. FAO/HOLANDA/DGFF. Lima – Perú. 361 p.

REYNEL C., LEÓN, J., 1995. Árboles y arbustos andinos para agroforestería y conservación de suelos. Tomo II las especies. Editorial Lautrec SR Ltda. .Av. Paseo de la República – Lima Perú. pp. 57-71.

ROMELEROUX, R., 1996. Flora del Ecuador. New York.

SALVATIERRA, F., 1999. Fluctuación poblacional, control químico del pulgón y diagnostico de plagas secundarias. Tesis Ing. Agr. Facultad de Agronomía. Universidad Mayor de San Andrés La Paz, Bolivia.

SINCLAIR, W.A.; H.L., HOWARD; T. J., WARREN, 1987. Disease of trees and shrubs. New York, Cornell University Press.

VANDEBROEK I., THOMAS E. y AMETRAC, 2003. “Plantas medicinales para la atención primaria de la salud. El conocimiento de ocho médicos tradicionales de Apillapampa (Bolivia)”. Industrias Graficas Serrano. Cochabamba – Bolivia. 129 p.

YALLICO E., 1992. Distribución de *Polylepis* en el Sur del Puno-Perú.

ZALLES J., DE LUCCA M., 2006. “Descripción y uso de 100 plantas medicinales del altiplano Boliviano Utasan Utjir Qollanaka Medicinas junto a nuestra casa”. Edición de Agencia Española de Cooperación Internacional. 1º Edición. 98 p.

ANEXOS

**Anexo 1. TRABAJOS A REALIZAR PARA LA CONSERVACIÓN
DE ZONAS VERDES
EN PLANTACIONES DE ÁRBOLES**

LABORES A REALIZAR	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO	JULIO	AGOSTO	SEPTIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	OBSERVACIONES
	Riego	[Barra gris continua]											
Abonado orgánico	[Barra gris]											[Barra gris]	
Abonado mineral		[Barra gris]									[Barra gris]		
Abonado árboles					[Barra gris]							[Barra gris]	
Tratamientos fitosanitarios	[Barra gris continua]												Según requerimientos
Reposición de árboles	[Barra gris]											[Barra gris]	
Poda de árboles						[Barra gris]							
Limpieza	[Barra gris continua]												Según requerimientos