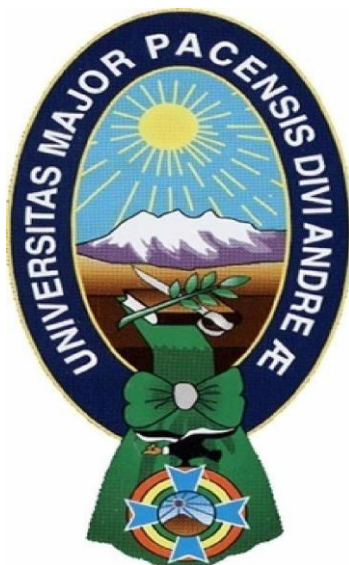


UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS

FACULTAD DE AGRONOMÍA

CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA



TESIS DE GRADO

**CONCENTRACION DE FLAVONOIDES EN LA MASA FOLIAR DE CHILCA
(*Baccharis latifolia*) A TRES NIVELES ALTITUDINALES EN ÉPOCA DE
TRANSICION (HUMEDA-SECA) LLUTO-LA PAZ**

SOLEDAD ENRÍQUEZ ORELLANA

LA PAZ – BOLIVIA

2016

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

**CONCENTRACION DE FLAVONOIDES EN LA MASA FOLIAR DE CHILCA
(*Baccharis latifolia*) A TRES NIVELES ALTITUDINALES EN ÉPOCA DE
TRANSICION (HUMEDA-SECA) LLUTO-LA PAZ**

*Tesis de Grado como requisito
parcial para optar el Título de
Ingeniero Agrónomo*

SOLEDAD ENRÍQUEZ ORELLANA

Asesores:

Ph.D. Vladimir Orsag Céspedes

Lic. Patricia Amurrio Ordoñez

Lic. Ruth Eliana Quispe Hilari

Tribunal Revisor:

Ing. Félix Rojas Ponce

Ing. Ph.D. Roberto Miranda Casas

Ing. Ph.D. Alejandro Bonifacio Flores

APROBADA

Presidente del tribunal examinador

DEDICATORIA:

A Dios por todas las bendiciones que me dio y por las maravillosas experiencias que me permitió vivir y a mis adoradas abuelas Calixta y Alberta

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar a Dios por todo, porque nada me hubiera sido posible sin Él.

Agradecer a mi madre querida, María del Carmen Orellana por apoyarme en todo momento y haberme permitido estudiar.

A mi padre Mario Enríquez y a mis hermanas y hermano por el apoyo brindado, también a mis sobrinos Jazmín, Amaranta y Derek por ser mi alegría.

A la Dra. Giovanna Almanza, coordinadora del proyecto “Desarrollo de productos Cosmecéuticos a partir de plantas del departamento de La Paz” por gestionar el financiamiento con recursos IDH 2014-2015 de la UMSA. Además por brindarme su apoyo y confianza en la ejecución de este trabajo de investigación.

A mis asesores: Dr. Vladimir Orsag, Lic. Ruth Eliana Quispe y Lic. Patricia Amurrio por guiarme y corregirme en mi trabajo y por todo el tiempo dedicado.

A mis revisores: Dr. Alejandro Bonifacio, Dr. Roberto Miranda e Ing. Msc. Félix Rojas por corregir mi trabajo y aportar para que éste sea mejor.

Agradecer enormemente y de forma muy especial a mi querido Gabriel, por acompañarme y apoyarme inigualablemente en todo momento.

Al Dr. Yakov Arteaga por siempre tener buena predisposición y colaborar en mi trabajo.

Al Dr. Álvaro Garitano por darme del poco tiempo que tiene y ayudarme con su objetivo punto de vista.

Al Lic. Edgar García, por su apoyo incondicional durante la realización de esta tesis.

A mi tía Virginia por aconsejarme constantemente y por impulsarme a seguir adelante.

A Luis Aguilera por su colaboración y apoyo en varios aspectos.

A mis amigas incondicionales Daniela Mendoza, Roxana Mamani, Alejandra Alcázar, Luz Rivera y Violeta Poma que me brindaron su sincero apoyo y valiosa colaboración.

CONTENIDO

ÍNDICE DE TEMAS ii

ÍNDICE DE FIGURAS vii

ÍNDICE DE TABLAS ix

ÍNDICE DE ANEXOS x

RESUMEN xi

ÍNDICE DE TEMAS

1.	INTRODUCCION	1
1.1.	Antecedentes	2
1.2.	Justificación	3
2.	OBJETIVOS	5
2.1.	Objetivo General	5
2.2.	Objetivos Específicos	5
3.	REVISION BIBLIOGRAFICA	6
3.1.	Chilca Generalidades	6
3.1.1.	ClasificaciónTaxonómica:	6
3.1.2.	Características de la familia	7
3.1.3.	Características del género	8
3.1.4.	Características de la especie	9
3.1.4.1.	Usos	10
3.1.4.2.	Descripción de la Chilca	12
3.1.4.3.	Caracterización microscópica de Chilca	13
3.1.4.3.1.	Cortes en tallos	13
3.1.5.	Fenología de <i>Baccharis latifolia</i>	14
3.1.6.	Distribución en Bolivia	15
3.1.7.	Biomasa	15
3.1.7.1.	Factores que afectan el desarrollo de la biomasa foliar	16
3.2.	Flavonoides	16
3.2.1.	Antecedentes químicos en el género <i>Baccharis</i>	17
3.2.2.	Flavonoides del género <i>Baccharis</i>	18
3.2.3.	Antecedentes de estudios fitoquímicos de <i>B. latifolia</i>	19
3.2.4.	Actividad farmacológica de compuestos aislados de <i>B. latifolia</i>	19

3.3.	Suelo	20
3.3.1.	Propiedades físicas del suelo	20
3.3.1.1.	Textura	21
3.3.1.2.	Estructura	21
3.3.1.3.	Color	22
3.3.1.4.	Profundidad efectiva	22
3.3.1.5	Densidad aparente	22
3.3.2.	Propiedades químicas	22
3.3.2.1.	Reacción del suelo (pH)	22
3.3.2.2.	Conductividad eléctrica (CE)	23
3.3.2.3.	Capacidad de intercambio catiónico (CIC)	24
3.3.2.4.	Cationes intercambiables (Ca, Mg, K, Na)	24
3.3.2.4.1.	Calcio	25
3.3.2.4.2.	Potasio	25
3.3.2.4.3.	Magnesio	25
3.3.2.4.4.	Sodio	25
3.3.2.4.5.	Materia orgánica (MO)	26
4.	MATERIALES Y MÉTODOS	29
4.1.	Localización	29
4.1.1.	Características climáticas	29
4.1.1.1.	Precipitación	29
4.1.1.2.	Temperatura	30
4.1.2.	Riesgos climáticos	30
4.1.3.	Topografía	30
4.1.4.	Suelos	30
4.1.5.	Cobertura vegetal	31

4.2.	Materiales	34
4.2.1.	Material de campo	34
4.2.1.1.	Material para muestreo y descripción de calicatas	34
4.2.1.2.	Material para la recolección de muestras vegetativas	34
4.2.2.	Materiales de laboratorio para análisis de suelos	34
4.2.2.1.	Materiales	34
4.2.3.	Materiales para análisis vegetativo	35
4.2.3.1.	Materiales	35
4.3.	Metodología	35
4.3.1.	Etapa de pre-campo o gabinete	35
4.3.2.	Etapa de Campo	35
4.3.2.1.	Estudio de suelos	36
4.3.2.1.1.	Descripción de perfiles de suelo	36
4.3.2.1.2.	Muestreo de suelos	36
4.3.2.2.	Estudio de la biomasa	37
4.3.2.2.1.	Recolección de material vegetativo (hojas de Chilca)	37
4.3.3.	Etapa de laboratorio	41
4.3.3.1.	Determinación de características físico químicas del suelo	42
4.3.3.1.1.	Color del suelo	42
4.3.3.1.2.	Textura	42
4.3.3.1.3.	Acidez (pH)	42
4.3.3.1.4.	Conductividad eléctrica (CE)	42
4.3.3.1.5.	Materia Orgánica:	43
4.3.3.1.6.	Nitrógeno.	43
4.3.3.1.7.	Fósforo.	43
4.3.3.2.	Análisis de material vegetativo	44

4.3.3.2.	Análisis de material vegetativo	44
4.3.3.2.1.	Materia seca	44
4.3.3.2.2.	Flavonoides totales	45
4.4.	Diseño experimental	47
4.4.1.	Modelo lineal para arreglo bifactorial llevado a cabo en un diseño completamente al azar	48
4.4.1.1.	Factores de estudio	48
4.4.2.	Modelo lineal para arreglo bifactorial llevado a cabo en un diseño de bloques al azar	48
4.4.2.1.	Factores de estudio	49
4.4.2.2.	Formulación de tratamientos	49
4.4.3.	Variables de respuesta para un modelo bifactorial en un diseño completamente al azar	50
-	Altura de planta	50
-	Diámetro de tallo	50
-	Diámetro de copa	50
-	Número de ramas	50
4.4.4.	Variables de respuesta para un modelo bifactorial en un diseño de bloques al azar	50
5.	RESULTADOS Y DISCUSION	51
5.1.	Descripción de la unidad de terreno	51
5.1.1.	Descripción de suelos	51
5.1.1.1.	Caracterización de los suelos de las tres zonas de estudio	52
5.1.1.2.	Propiedades físico químicas de la capa superficial (0 -30 cm) de los suelos de las tres zonas de estudio	54
5.2.	Material vegetativo	55
5.2.1.	Altura de planta	55
5.2.1.1.	Diámetro de tallo	57

5.3.	Diámetro de copa	58
5.3.1.1.	Número de ramas	60
5.3.1.2.	Determinación de porcentaje de materia seca de Chilca	62
5.4.	Concentración de flavonoides	65
5.5.	Relación entre la concentración de flavonoides vs. parámetros físico químicos de muestras superficiales de suelos (0-30 cm), donde se desarrolla la planta de Chilca	69
6.	CONCLUSIONES	75
7.	RECOMENDACIONES	77
8.	BIBLIOGRAFIA	78

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura. 1	Grupos hidroxilos de flavonoides	17
Figura. 2	Mapa de Ubicación de las zonas de estudio. Los puntos indican los sitios de muestreo de suelos y colectas del material vegetal.	32
Figura. 3	Mapa geológico de la zona de estudio Lluto-La Paz, donde se ve las tres zonas de muestreo de suelos.	33
Figura. 4	Croquis -trsecto para identificación de individuos	38
Figura. 5	Identificación del sexo de las plantas de Chilca	39
Figura.6	Recolección de material vegetativo: a) Medición de altura de planta, b) Medición de diámetro de copa, c) Medición de diámetro de tallo, d) conteo de número de ramas	41
Figura. 7	Determinación de características químicas del suelo: a) Medición de pH b) Medición de Conductividad Eléctrica c) Determinación de Materia Orgánica (titulación) d) Determinación de Nitrógeno (titulación)	44
Figura. 8	Pesado de hojas dentro de su respectiva bolsa	45
Figura. 9	Peso de hojas para determinación de concentración de flavonoides.....	46
Figura. 10	Rotoevaporación y filtración de concentrado de Chilca.....	46
Figura. 11	Medición de absorbancia en el Espectrofotómetro.....	47
Figura. 15	Variación de altura de plantas de Chilca (<i>Baccharis latifolia</i>) a tres niveles altitudinales (zona 1, zona 2, zona 3).....	56
Figura. 16	Variación del diámetro de tallo de Chilca (<i>Baccharis latifolia</i>) a tres niveles altitudinales (zona 1, zona 2, zona 3).....	57
Figura. 17	Variación del diámetro de copa de Chilca (<i>Baccharis latifolia</i>) a tres niveles altitudinales (zona 1, zona2, zona 3).....	58

Figura. 18 Variación de número de ramas de Chilca (<i>Baccharis latifolia</i>) a tres niveles altitudinales (Lluto-Provincia Murillo)(zona 1, zona 2, zona 3)	61
Figura. 19 Variación del porcentaje de materia seca (promedios) a tres niveles altitudinales (Lluto-Provincia Murillo).....	63
Figura. 20 Variación de la concentración de flavonoides (promedios) en suelos de ladera con (<i>Baccharis latifolia</i>) a tres niveles altitudinales (Lluto-Provincia Murillo).....	66
Figura. 21 Correlación parámetros físico-químicos de suelo con la concentración de flavonoides: A) pH, B) Conductividad eléctrica, C) % de Nitrógeno, D) % de materia orgánica, E) % de arcilla.....	71

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla. 1 Usos de Chilca (<i>Baccharis latifolia</i>)	11
Tabla. 2 Ubicación de lossitios de muestreo	36
Tabla. 3 Propiedades físico químicas de las muestras superficiales de suelos de las tres zonas de estudio, donde se desarrollan plantas femeninas y masculinas de Chilca	55
Tabla. 4 Prueba Duncan para diámetro de tallo	58
Tabla. 5 Prueba Duncan para diámetro de copa	60
Tabla. 6 Análisis de Varianza Materia Seca	64
Tabla. 7 Promedio y desviación estándar de concentración de flavonoides totales FT/g PS de <i>Baccharis latifolia</i>	66
Tabla. 8 Análisis de varianza concentración de flavonoides	67
Tabla. 9 Prueba de significancia Duncan para la concentración de flavonoides en la posición de las hojas en la planta de Chilca	69
Tabla. 10 Correlación entre parámetros físico-químicos de suelo con la concentración de flavonoides donde: CE (conductividad eléctrica), MO (materia orgánica), % N (porcentaje de nitrógeno), CIC (capacidad de intercambio catiónico) y % Y (porcentaje de arcilla)	70

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Descripción del perfil de suelo calicata 1: zona 1	91
Anexo 2. Descripción del perfil de suelo calicata 2: zona 2	93
Anexo 3. Descripción del perfil de suelo calicata 3: zona 3	95
Anexo 4. Análisis de varianza: altura de planta, diámetro de tallo, diámetro de copa y numero de ramas	97
Anexo 5. Análisis estadístico de Kruskal Wallis para los parámetros físico químicos de suelos de la capa superficial (0-30 cm) entre las tres zonas de estudio	98
Anexo 6. Análisis estadístico de Kruskal Wallis para los parámetros físico químicos de suelos de la capa superficial (0-30 cm) entre plantas del sexo femenino y masculino de las tres zonas de estudio	98

RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en la Comunidad de Lluto Municipio de Mecapaca provincia Murillo Dpto. de La Paz. Este municipio limita al norte con el municipio de La Paz, al este con el municipio de Palca al sur con las provincias Aroma y Loayza al oeste con el municipio de Achocalla.

El objetivo principal fue evaluar la concentración de flavonoides (metabolitos secundarios que en la Chilca poseen propiedades antiinflamatorias) y el rendimiento de masa foliar de Chilca (*Baccharis latifolia*), en hojas apicales medias y basales, tomando en cuenta el sexo de la planta a tres niveles altitudinales.

La concentración de flavonoides y porcentaje de materia seca se los determinó mediante los métodos colorimétricos y desecación respectivamente. Ambos a diferentes posiciones de las hojas en la planta (apicales, medias y basales); a tres niveles altitudinales (4187; 4000 y 3825 msnm) y en plantas femeninas y masculinas. Por otro lado se caracterizó el suelo donde se desarrolla la Chilca, mediante el análisis físico-químico, para conocer las condiciones edáficas que presentan los suelos de Lluto donde crece *Baccharis latifolia*.

Se encontró que existe una diferencia en la concentración de flavonoides en el factor de posición de las hojas, mostrando que las hojas apicales (parte superior) son las que presentaron una mayor concentración de este compuesto alcanzando hasta 144,27 mg flavonoides totales/ g *B. latifolia*. En cuanto al factor de sexo de planta, se vio que no existe una diferencia entre plantas femeninas y masculinas; de la misma manera, el efecto altitudinal no produjo una diferencia en la concentración de flavonoides, es decir que tanto el factor sexo de planta como la altitud no tienen una gran influencia en el incremento de flavonoides en *Baccharis latifolia*.

También se encontró que existe una relación directa entre la producción de flavonoides con algunas propiedades edáficas, tales como: % de arcilla, conductividad eléctrica, pH, % de nitrógeno y % de materia orgánica.

1. INTRODUCCION

Bolivia es un país que tiene una gran biodiversidad en especies animales y vegetales. En el año 2002 formó parte de los países mega diversos que en su totalidad poseen un 70% de la biodiversidad del planeta (Wynberg & Laird, 2009).

La utilización de plantas para fines más allá de los alimenticios, se remonta a milenios atrás, siendo el uso medicinal uno de los más importantes. Esto resulta de especial interés si se considera el concepto más académico de droga; sustancia que después de introducirse en un organismo vivo modifica una o más de sus funciones (Archibald *et al.*, 1969), dado que en ambos casos se tiene una respuesta biológica a varios compuestos químicos que estarían presentes en la planta (Archibald *et al.*, 1969).

La chilca (*Baccharis latifolia*), es una especie bastante conocida por la población de la ciudad de La Paz (Salcedo & Almanza, 2011), debido a sus cualidades desinflamantes y antiinflamatorias. Se desarrolla en la mayoría de regiones del país, por lo que se torna importante su estudio en cuanto a los compuestos encargados de sus propiedades, dichos componentes son flavonoides y derivados de compuestos fenólicos que son metabolitos secundarios (Archibald *et al.*, 1969), los cuales son responsables de la actividad antiinflamatoria (Archibald *et al.*, 1969) encontrándose principalmente en las hojas, por lo que se ve necesario obtener el porcentaje en peso seco de la biomasa foliar y la concentración de flavonoides que ésta tiene en diferentes posiciones de sus ramas.

También es importante la cuantificación de la producción de biomasa foliar, por la necesidad de conocer la capacidad productiva que esta planta puede tener en condiciones de campo, para así pensar en un manejo productivo.

Por otra parte, Jaramillo (2002), indica que el suelo es un ente natural, tridimensional, dinámico, sobre el cual crecen y se desarrollan la mayoría de las plantas, en este sentido el productor agrícola debe conocer las características físico-químicas del suelo, ya que el crecimiento y desarrollo de los cultivos y la cantidad y calidad de sus

productos, están en relación directa con los nutrientes y características del mismo (Paulet, 1999).

El presente trabajo pretende reflejar cuánto de masa foliar y concentración de flavonoides produce la chilca, en la comunidad de Lluto y en qué posición de las hojas se produce una mayor concentración de flavonoides. Se pretende realizar también, una caracterización físico química de los suelos donde se desarrolla esta especie.

1.1. Antecedentes

La Chilca (*Baccharis latifolia*) es una especie nativa que desde tiempos inmemoriales ha sido utilizada con fines medicinales, uso de tintura y otros (Salcedo & Almanza, 2011). Países como Perú han realizado estudios sobre la actividad antiinflamatoria de esta especie, por ejemplo Hoyos (2008), realizó el diseño de una fórmula de aplicación tópica a base de *Baccharis latifolia* (Chilca) con efecto antiinflamatorio.

Se realizaron trabajos como el estudio *in vitro* de la actividad anti fúngica de extractos vegetales del género *Baccharis* sobre *Candida albicans* mostrando que a determinadas concentraciones actúa como anti fúngico (Martínez *et al*, 2011).

En este contexto, la mayoría de los estudios son de índole bioquímico, ya que esta planta tiene cualidades desinflamantes, siendo así que a partir del año 1997 un grupo multidisciplinario de la Universidad Mayor de San Andrés, ha llevado a cabo diferentes proyectos para el desarrollo de productos farmacéuticos y Cosmecéuticos a partir de plantas que crecen en el departamento de La Paz. Los estudios realizados sobre esta especie fueron: características botánicas (Valenzuela, 2011), descripción de suelos de algunas zonas de desarrollo (Amurrio, 2011), uso tradicional (Salcedo & Almanza, 2011), estudios químicos (Flores *et al.*, 2011), toxicidad preclínica (Gonzales *et al.*, 2011), genotoxicidad (Rodrigo & Soria, 2011), aplicaciones biotecnológicas en la producción masiva de *Baccharis*: cultivo *in vitro* (Bermejo *et al.*, 2011), estudios farmacológicos preclínicos y clínicos en Chilca (*Baccharis latifolia*), y

otras especies del mismo género como *Baccharis papillosa* (Gonzales & Apaza, 2011), se realizó estudios como: la actuación de Chilca frente a la actividad microbiana de *Sataphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* y *Enterococcus faecalis* en seres humanos (Velásquez, 2007), un estudio *in vitro* de la actividad antibacteriana y antifúngica de extractos vegetales del género *Baccharis* sobre microorganismos fitopatógenos y patógenos humanos (Martínez, 2010).

Así también el estudio denominado “*Baccharis* de Bolivia” reportó la extracción de 8 compuestos de las hojas de Chilca: limoneno, α -tujeno, α -pipeno, germacreno, D y δ -cadineno, Ledol, Cuenol, y Verbocidentafurano (Zdero *et al.*, 1989), también indican que en las hojas se concentran los compuestos responsables de las características antiinflamatorias (Zdero *et al.*, 1989).

1.2. Justificación

La industria farmacéutica en los ámbitos nacional y latinoamericano, es principalmente transformadora de materia prima vegetal y animal (cuyo origen está dominado por las grandes compañías internacionales farmacéuticas), en productos de valor agregado (Ocampo, 2011).

La información y los estudios que se han desarrollado en el marco del proyecto de especies del género *Baccharis* realizados por la UMSA, permiten profundizar en la investigación de la Chilca, en razón de que esta planta es muy utilizada a nivel tradicional y reconocida por sus cualidades medicinales (características antiinflamatorias) (Salcedo & Almanza, 2011). En ese sentido, a partir de las hojas se han realizado extracciones del principio activo para la fabricación de pomadas, por lo que es necesario cuantificar la capacidad de producción de masa foliar de esta especie, haciéndose necesario realizar un estudio de tipo cuantitativo, específicamente de la masa foliar, porque en este órgano se concentra y produce la mayor cantidad de flavonoides (Zdero *et al.*, 1989), además de conocer en qué posición de éstas se produce mayor cantidad de este principio activo (flavonoides)

para aportar al conocimiento sobre esta especie que coadyuve a los objetivos macros del proyecto *Baccharis*. Por lo tanto es importante conocer la capacidad de producción foliar a nivel individual de esta especie, mediante la determinación de materia seca foliar, cuantificar la cantidad de peso de hojas que puede producir una planta adulta y la evaluación de concentración de flavonoides en diferentes posiciones de hojas en la planta. Adicionalmente el conocimiento de las características físico-químicas del suelo donde se desarrolla esta especie y la influencia de la altitud, complementa los diferentes estudios realizados en la comunidad de Lluto, que es una zona potencialmente productiva de Chilca.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

Relacionar la concentración de flavonoides en la masa foliar de Chilca (*Baccharis latifolia*) con las características físico químicas del suelo en tres niveles altitudinales en la Comunidad de Lluto-La Paz.

2.2. Objetivos Específicos

- Identificar las características fisicoquímicas del suelo en las tres zonas de estudio donde crece la Chilca.
- Determinar la masa foliar de Chilca tomando en cuenta el sexo de la especie a tres niveles altitudinales.
- Determinar la concentración de flavonoides en hojas apicales, medias y basales de Chilcas en relación a la altitud y sexo de la especie.
- Relacionar las propiedades físico-químicas del suelo con la concentración de flavonoides en la Chilca.

3. REVISION BIBLIOGRAFICA

3.1. Chilca Generalidades

Baccharis latifolia, conocida comúnmente como Chilca, es una especie del género *Baccharis* abundante en Sudamérica: Bolivia, Ecuador, Argentina, Uruguay y Chile (Giuliano, 2001).

Baccharis: nombre genérico que proviene del griego Bakkaris dado en honor de Baco, dios del vino, para una planta con una raíz fragante (Giuliano, 2001).

3.1.1. Clasificación taxonómica:

Fue descrita por primera vez por Ruiz y Pavón en 1807, posteriormente otros autores le asignaron diferentes nombres (ver más abajo), que figuran como sinónimos; respetando las reglas de nomenclatura el primer nombre fue corroborado por Persoon (Valenzuela 2011).

Tomando en cuenta todos los niveles taxonómicos, la clasificación de *Baccharis latifolia* es la siguiente:

Reino:	Vegetal
Subreino:	Espermatofitas
División:	Angiospermas o anthophyta
Clase:	Dicotiledóneas
Orden:	Campanulales
Familia:	<i>Asteraceae</i>

Sinónimos:

Molina latifolia R&P, *Baccharis floribunda* HBK, *Baccharis polyantha* HBK, *Baccharis riporia* HBK, *Plunchea glabra* Grisebach, *Baccharis nipana* H.B.K. (Araucaria, 2004)

Nombres vulgares.

Chilco, Chilca, jurac-Chilca, Taya, Chilca, Chilca negra, Chilca blanca, Tola, Mayu Chilca, Hayaqch'illka, (Chilca picante), Sachahuaca, Ciro, Algodoncillo, Sanalotodo (Reynel & León, 1990; Rutter, 1990; García, 1992; UICN-OMS-WWF, 1993; Roersch, 1994; Mendivil, 1995; Brack, 1999; Madigan, 1999; Araucaria, 2004)

3.1.2. Características de la familia

La familia *Asteraceae* es un grupo sistemático muy numeroso dentro de las Angiospermas, comprende cerca de 1.100 géneros y 25.000 especies, presenta 1620 géneros y 23600 especies (Stevens, 2001). En Argentina viven 222 géneros y 1490 especies, de las cuales 387 especies, 1 subespecie, 32 variedades y 1 forma son endémicas (Cabrera *et al.*, 1999), cerca del 98% de los géneros están constituidos por plantas de pequeño porte, algunos autores consideran que se encuentran en todos los tipos de hábitats, principalmente en las regiones tropicales montañosas de América del Sur. (Budel *et al.*, 2005) y otros mencionan que se encuentra distribuida en regiones templadas y frías del mundo (Guerra, 1995).

Entre sus características principales esta la producción de material de reserva como carbohidratos: inulina (polifruetosano), ej. *Smallanthus sonchifolius*, jícama. Algunas producen sustancias aromáticas (*Tagetes pusilla*, anís) y otras látex (*Lactuca sativa*, lechuga) (Freire & Fierro, 2004). La familia *Asterácea* es la más importante del reino vegetal en cuanto a número, se trata además, de ser la más evolucionada desde el punto de vista floral, es considerada perfecta debido a los caracteres morfológicos que muestran sus flores, presentan raíz axonomorfa, inflorescencia en capítulo y fruto seco en aquenio con vilano (Freire & Fierro, 2004).

Las plantas de esta familia son estudiadas en cuanto a su composición química y actividad biológica, algunas ayudan a proporcionar nuevos fármacos e insecticidas, entre otros. Los numerosos trabajos científicos realizados con especies de la familia *Asteraceae* reportan el aislamiento de una variedad de metabolitos secundarios

donde destacan los flavonoides, estos que son de reconocida importancia para la medicina, en el tratamiento y prevención de varias dolencias (Villagran *et al.*, 2003; Grotewold, 2006). Esta familia es una de las cinco que presentan un mayor número de especies usadas con fines medicinales en Ecuador (De la Torre *et al.*, 2008).

3.1.3. Características del género

El género *Baccharis* es el más rico en especies dentro de la familia *Asteraceae*, estimándose su número entre 400 y 500 especies (Siqueira *et al.*, 1988; Martínez *et al.*, 2002). Su distribución geográfica es exclusivamente americana: se extiende desde el sur de los Estados Unidos de América hasta el extremo austral de Argentina y Chile. En esta gran área se encuentra abundantemente diversificada, ocupando gran variedad de ambientes y constituyendo un importante elemento en numerosas formaciones vegetales (Siqueira *et al.*, 1988; Martínez *et al.*, 2002).

Las especies del género *Baccharis* son en general arbustos, tienen una altura promedio de 0,5 a 4,0 m. Presentan un elevado valor socio-económico y proveen de diferentes servicios tales como: cerco de delimitación de espacios, evitar la erosión de los suelos, y gracias a su amplia dispersión en las regiones andinas del país, un gran número de este género son utilizadas en la medicina tradicional para el control o tratamiento de varias dolencias. Se aprovechan principalmente en forma de infusiones para males del estómago, hígado, úlceras, diarrea, anemias, diabetes, inflamaciones urinarias, amigdalitis, dolencias de la próstata, en forma de cataplasmas para inflamaciones, siendo también descritas como remedio para el proceso de desintoxicación del organismo (Madeira, 2003; Macia, 2006).

Algunos de los usos que se le atribuye a este género, son la desinflamación de luxaduras con el emplastado hecho con hojas que se aplica sobre miembros luxados o fracturados para reducir la inflamación (Madeira, 2003; Macia, 2006). La infusión de hojas de Chilca alivia padecimientos de parto y posparto, y también disminuye la fiebre y el dolor de huesos (Gonzales *et al.*, 2007). La cocción de las hojas sobre brasas se utiliza en forma de cataplasma que provoca sudoración y alivio de dolores

reumáticos. La Chilca también se la utiliza en baños o paños calientes y cataplasmas junto con cebo por problemas reumáticos, inflamaciones externas y golpes (Gonzales *et al.*, 2007), además se le atribuye a este género propiedades veterinarias, cuya resina cura los esparavanes de caballos y mulas, haciéndolos apoyar las patas sobre hojas de Chilca colocadas sobre piedras calientes: el humo de la resina cierra los poros de los vasos, que así se fortalecen (Acosta, 1992).

Entre algunas especies del género *Baccharis* que presentan propiedades medicinales se tiene: *Baccharis trimera* que cuenta con capacidad antiinflamatoria (Paul *et al.*, 2009), actividad antidiabética (Oliveira *et al.*, 2005), propiedad antigénotoxica (Rodríguez *et al.*, 2009) e inhibidor de actividad hemorrágicas, edematosas, proteolíticas, y mio tóxicas de venenos de serpientes (Januario *et al.*, 2004).

El género *Baccharis* incluye muchas otras especies de aspecto muy variado, tales como la "carqueja" (*Baccharis articulata*), la "hierba de la oveja" (*Baccharis sulicina*), el "romerillo blanco" (*Baccharis artemisioides*), y la "Chilca" (*Baccharis salicifolia*). Además de las mencionadas, en gran variedad de ambientes de las zonas donde se desarrolla medran otras especies del género que carecen de nombre vulgar (Gupta, 1995). Este género tiene como una de sus características la producción de resinas, en la superficie de hojas y tallos (Palacio *et al.*, 1999; Ortiz *et al.*, 2009).

Aunque para este género se han realizado amplios estudios, aun presentan especies que no se han determinado (Budel, 2013; Giuliano, 2001; Rodríguez *et al.*, 2007; Mangiaterra, 2005).

3.1.4. Características de la especie

Baccharis latifolia conocida como Chilca se ha utilizado desde tiempos precolombinos (Gonzales *et al.*, 2007), ha sido bastante difundida entre los primitivos habitantes de la zona Andina incluso llegó a ser considerada como una planta sagrada, por los efectos terapéuticos que se le atribuían (Gonzales *et al.*, 2007).

La Chilca crece en suelos pesados deteriorados con algo de materia orgánica y humedad; pendientes suaves a moderadas; ocasional en cañadas, en potreros compactos y en terrazas de canteras es riparia, ruderal (Araucaria, 2004). En cuanto al requerimiento de suelos esta planta no es exigente, puesto que por su rusticidad tiene una gran tolerancia a suelos pobres, se adapta a cualquier textura y habita lugares con pedregosidad, carentes de agua, en suelos con moderado grado de desarrollo que en su composición tienen pedregones, arena, grava y arcilla, con moderada a baja fertilidad (Amurrio, 2011). Se desarrolla a una temperatura promedio entre 7 y 19°C (Hodson, 1988; Reynel, 1990).

La distribución de la especie se encuentra desde Venezuela a Bolivia y norte de Argentina, su rango altitudinal está observado entre 1.600 a 3.800 m (Reynel, 1990).

La Chilca pertenece a un género que cuenta con una elevada capacidad de reproducción por semilla, así que una vez que se establecen en un terreno suelen proliferar con facilidad (Reynel & León, 1990).

Según Gonzales *et al.*, (2007) la ceniza obtenida de las hojas contiene sales de potasio, también se han encontrado galotaninos, rutina, quercitrina y eudesmano. Contiene también ácidos grasos y una serie de alcoholes lineales saturados.

3.1.4.1. Usos

Dentro de los usos más importantes y comunes de la especie (*Baccharis latifolia*) se puede mencionar los efectos terapéuticos antioxidantes, analgésicos, reumáticos, depurativos, antiinflamatorios, antisépticos y digestivos (Cytel, 1995).

En la antigüedad ya se conocía las propiedades terapéuticas de *Baccharis latifolia*, se empleaban sus jugos para la curación de heridas y llagas, para distintos trastornos relacionados con la menstruación, remedio antirreumático y como antiinflamatorio (Rubio, 2013).

De acuerdo a los datos reportados por Velásquez (2007), los usos tradicionales que se le atribuyen a la Chilca son los que se muestran en la tabla 1.

Tabla. 1 Usos de Chilca (*Baccharis latifolia*)

Usos	Parte de planta	Efecto	Referencia
Infusión.	Hojas, tallos e inflorescencias	Alivia los dolores de estómago reduce las flatulencias, reduce los dolores menstruales y el asma. Antidiabético y eupéptico	Terceros, 2007; Gonzales <i>et al.</i> , 2007
Cataplasma	Hojas frescas y molidas	Reducir la inflamación de luxaciones, torceduras e infección. También las hojas frescas ayudan a la cicatrización sin producir hernias	Gonzales <i>et al.</i> , 2007
Analgésico contra dolores reumáticos	Hojas secas molidas mezcladas con grasa de llama	Desinfectante de heridas y como analgésico contra dolores reumáticos	Araucaria, 2004; Madigan, 1999; Terceros <i>et al.</i> , 2007
Parche	Hojas frescas calentadas al sol o al fuego rociadas con orina	Cura la ciática	Araucaria, 2004; Madigan, 1999; Terceros <i>et al.</i> , 2007; Gonzales <i>et al.</i> , 2007

Parche	Hojas frescas calentadas al sol o al fuego rociadas con orina	Reduce la parálisis, espasmos y encogimientos nerviosos	Araucaria, 2004; Madigan, 1999; Terceros <i>et al.</i> , 2007; Gonzales <i>et al.</i> , 2007
Desinflamante	Hojas	Reduce la inflamación en las articulaciones y adormece los nervios y tendones	Araucaria, 2004; Madigan, 1999; Terceros <i>et al.</i> , 2007; Gonzales <i>et al.</i> , 2007

Fuente: Elaboración propia

En la ciudad de La Paz Salcedo *et al.*, (2011) realizaron una encuesta con el objetivo de referenciar el uso y conocimiento que tiene la población sobre esta planta, mostrando que de las 500 encuestas realizadas, 373 (74%) personas indicaron que conocen la planta (Chilca), de las cuales 348 (69%) la utilizan actualmente, o la utilizaron en algún momento, mostrando que en la mayoría de la población conoce las cualidades de esta planta y la aprovechan o la aprovecharon ocasionalmente.

3.1.4.2. Descripción de la Chilca

Baccharis latifolia muestra un amplio rango de variación morfológica, especialmente en el color y tamaño de la hoja así como en el número y tamaño de los dientes (Müller, 2006).

Arbusto que mide de 0,5 - 2,5 m de alto, dioico con ramificación simpódica, raíces profundas que le permiten tener humedad y mantener el follaje en época seca. (Paredes, B. 2002). Tallos adultos leñosos, poco resinosos y de colores pardos, presenta costillas visibles, entrenudos largos y las hojas se disponen en forma alterna helicoidal. Los tallos jóvenes son herbáceos muy resinosos, semiflexibles de

color verde a rojizo (Valenzuela, 2011), hojas alternas coriáceas o subcoriáceas muy resinosas, de 5 - 12 cm de largo por 1,7 - 3,5 cm de ancho, elípticas, ovadas de ápice agudo y borde dentado, con dientes agudos y tres nervios visibles que nacen de la base atenuada con peciolo morado. Varían según su posición en la planta, las hojas apicales son muy resinosas con dientes tenues y con una sola nervadura notoria de limbo angosto casi plegado. Las hojas maduras poco resinosas presentan limbo ancho, con nervadura principal y laterales bien desarrolladas (Valenzuela, 2011). Capítulos pedunculados en panículas corimbosas terminales: los capítulos masculinos y femeninos acampanados se diferencian por la cantidad de flores, los capítulos masculinos presentan de 15-45 flores pseudohermafroditas, con corolas tubulares de 3-6 mm de largo igual que los estambres y anteras apicales, el capítulo femenino cuenta con 100 – 150 flores hermafroditas o solo femeninas, con la corola apicalmente truncada con más de una serie de pelos, el estilo es de 3-5 mm de largo. Frutos reducidos en grupos vellosos muy pequeños, se pueden distinguir por los filamentos que conforman el fruto, las semillas son diminutas (Paredes, 2002), aquenios de aproximadamente 4-5 mm hasta 2 cm de largo de color café claro comprimidos lateralmente, 5-8 costados. Pappus uniseriado o biseriado de pelos rectos escabrosos y delgados de color blanco a pajizo (Müller, 2006). Su propagación es por semilla y se recoge cuando el vilano está bien desarrollado y los frutos se desprenden fácilmente de los capítulos (Hodson, 1988; Reynel, 1990; Rutter, 1990; García, 1992; Roersch, 1994; Brack, 1999).

3.1.4.3. Caracterización microscópica de Chilca

3.1.4.3.1. Cortes en tallos

Según Valenzuela (2011), en cortes transversales de los tallos y hojas

En tallos juveniles de *Baccharis latifolia*, la epidermis presenta una cutícula desarrollada, con acumulación de resina que muestra una superficie pegajosa en una capa estratificada. La corteza caulinar muestra tejido colenquimático luego una capa delgada de parénquima con células pequeñas, un cilindro continuo muy próximo a la

capa del parénquima cortical que se caracteriza por presentar una capa delgada de esclerénquima, el cilindro vascular presenta el floema como una capa difusa, el cambium vascular una capa continua muy clara y el xilema con células oscuras de paredes gruesas. En tallos adultos la epidermis presenta mayor número de estratos, lo que se considera como una *peridermis*, las células internas presentan taninos que dan una coloración rojizo-violácea, la capa de tejido parenquimático presenta varios estratos con células compactas, donde se hacen evidentes glándulas y conductos esquizogénicos resinosos, en el cilindro vascular por desarrollo del floema y xilema secundarios, se presenta mayor engrosamiento en ambas capas, gradualmente la médula se reduce, las células son de menor tamaño y con mayor cantidad de glándulas resinosas.

3.1.4.3.2. Cortes en hojas

Epidermis en la cara adaxial presenta células pequeñas, uniformes con una capa de cutícula resinosa en la superficie. En la cara abaxial de la hoja, las células de mayor tamaño con estomas, pelos flagelados glandulares. El sistema fundamental constituido por parénquima en empalizada difuso en la cara adaxial y parénquima esponjoso, con células alargadas y espacios intercelulares reducidos en la cara abaxial. El sistema vascular muestra en la nervadura central el haz vascular central, formado por floema hacia la cara adaxial y xilema hacia la cara abaxial.

3.1.5. Fenología de *Baccharis latifolia*

Baccharis latifolia tiene el periodo vegetativo durante todo el año, con una mayor foliación durante los meses húmedos, noviembre a marzo, la fase de floración se presenta en largos periodos, considerándose esta fase como tal desde la aparición de los brotes florales hasta el inicio de formación de frutos, esta característica es propia de plantas con inflorescencias. Presenta flores en otoño, iniciándose la apertura de las flores desde febrero hasta mayo, fructifica en mayo hasta agosto (Valenzuela, 2011).

3.1.6. Distribución en Bolivia

García (1988) y Brack (1999), indican que *Baccharis latifolia* se encuentra distribuida en un rango altitudinal de 1600 a 3800 m, mostrando un mejor y mayor desarrollo entre los 2500 y 3000 m.

La distribución que presenta en Bolivia es desde regiones húmedas (1879 m) hasta valles secos (2700 m) y zonas altas (3900 m), existen reportes en alturas comprendidas entre 500 y hasta más de 4000 m (Salcedo y Almanza, 2011). Se tienen colectas provenientes del departamento de La Paz de las provincias Murillo, Larecaja, Aroma, Bautista Saavedra, Loayza, Nor y Sud Yungas, Inquisivi, F. Tamayo entre otras regiones del país (Salcedo & Almanza, 2011).

3.1.7. Biomasa

La biomasa es un parámetro estructural fundamental, en la descripción del estado de la cubierta vegetal en relación con los principales factores limitantes, especialmente la disponibilidad hídrica (Margaris & Mooney, 1981).

Biomasa se define como la cantidad de organismos vivos de una o más especies, o de todas las que conforman una comunidad, por unidad de superficie en un momento dado (Zamora & Quiroz, 2000), aunque también se define como la masa total de los componentes de un árbol o arbusto que se encuentra en un momento dado, tanto por encima como por debajo de la superficie del suelo (Schelengel, 2001).

Wadsworth (2000), menciona que la biomasa total es solo parcialmente fitomasa (la porción de tejido vivo o muerto). Aunque el término biomasa se refiere a organismos que existen sobre y debajo del suelo, en la práctica común se utiliza el término biomasa. Para este trabajo la biomasa expresa la cantidad de foliar, la cual requiere métodos para su cuantificación expresados en términos de porcentaje de peso verde y seco (Wadsworth, 2000).

3.1.7.1. Factores que afectan el desarrollo de la biomasa foliar

El desarrollo de la masa foliar está afectado principalmente por factores externos (ambientales) y factores internos (especie). Los factores ambientales que afectan la tasa de fotosíntesis de diferente manera son:

- Disponibilidad de agua de acuerdo con la necesidad y requerimiento del cultivo, que es influenciada por la precipitación y la pendiente del terreno.
- Nutrientes disponibles en el suelo, que la planta requiere.
- Temperatura, porque influye en la apertura de estomas, la transpiración y la actividad enzimática de las plantas que dependen de las variaciones térmicas producidas a lo largo del día y según la diversidad de hábitats. (Argenio, 2007)

La radiación UV-B que altera notablemente el área foliar (Gonzales *et al.*, 1996). Su reducción ha sido ampliamente documentada en distintas especies cultivadas como: arveja (Gonzales *et al.*, 1996), pimentón (Teramura *et al.*, 1982), soya (Murali, *et al.*, 1982), entre otros. La disminución del área foliar, que se refleja en la presencia de hojas de menor tamaño se produciría por el efecto inhibitorio de la radiación UV-B (Nogués *et al.*, 1998).

3.2. Flavonoides

Los flavonoides son metabolitos secundarios que se pueden encontrar en todos los órganos de las plantas, y cumplen una función protectora de ellas (Lock, Cabello, & Doroteo, 2006). Está comprobado que los flavonoides son importantes para el desarrollo y buen funcionamiento de las plantas al protegerlas contra agentes agresores externos como: la radiación UV, microorganismos, animales herbívoros y medio ambiente (Lock, Cabello, & Doroteo, 2006). Pueden actuar como señalizadores químicos, indicando a los insectos qué planta es apropiada para su alimentación, ovoposición o simplemente guiándolos y facilitando así la polinización (Aherne & O'Brien, 2002). También cumplen un efecto antioxidante, controlan la acción de hormonas vegetales y agentes alelopáticos, son inhibidores de enzimas y además son atrayentes de insectos polinizadores. Así como estos compuestos tienen

una función relevante en la planta, también adquieren importancia farmacéutica, dado que en el ser humano los flavonoides funcionan como agentes antiinflamatorios, antialérgicos, antiulcerosos, antivirales y anticarcinogénicos y se han utilizado para tratamientos: capilares, de la diabetes, mellitus y afecciones cardiacas (Lock, Cabello, & Doroteo, 2006).

Los flavonoides, uno de los dos grandes grupos de compuestos fenólicos junto con los ácidos fenólicos, son un grupo extenso de compuestos derivados del benzo- γ -pirano. Poseen varios grupos hidroxilos enlazados a estructuras anulares, $C_6-C_3-C_6$, designadas como A, B y C (figura 1).

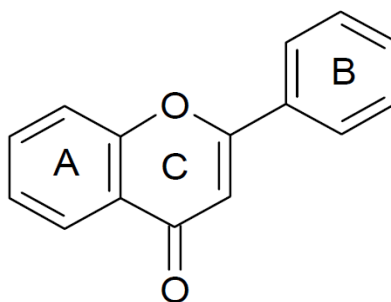


Figura. 1 Grupos hidroxilos de flavonoides

Dependiendo del grado de oxidación y de sustitución del anillo pirano central pueden subdividirse en flavonas, flavonoles, flavononas, isoflavonas, flavanos y antocianinas (Aherne & O'Brien, 2002).

3.2.1. Antecedentes químicos en el género *Baccharis*

El género *Baccharis* es uno de los más grandes de la familia *Asteraceae*, cuenta con alrededor de 500 especies (Verdi *et al.*, 2005) de las cuales más de 120 especies han sido investigadas químicamente y de alrededor de 30 especies se han hecho estudios de su actividad biológica (Abad & Bermejo, 2007).

El estudio fitoquímico de especies del género *Baccharis* destaca la presencia de flavonoides, diterpenos y triterpenos, observándose mayor acumulación de flavonas,

flavonoides y diterpenos labdanos y clerodanos (Loaiza *et al*, 2000; Zapata *et al*, 2003; Davicino *et al*, 2007).

Los estudios de actividad biológica destacan las actividades alelopáticas, antimicrobianas, citotóxicas y antiinflamatorias. Entre las especies más estudiadas en cuanto a su composición química y actividad biológica se tienen: *B. megapotámica*, *B. incarum*, *B. trimera*, *B. trinervis*, *B. salicifolia*, *B. crispa*, *B. coridifolia*, *B. draduncufolia*, *B. grisebachii* y *B. tricuneata* (Verdi *et al.*, 2005).

3.2.2. Flavonoides del género *Baccharis*

Los metabolitos secundarios más encontrados en el género *Baccharis* son los flavonoides (Kumazawa *et al.*, 2003, Park *et al.*, 2004) y diterpenos tipo clerodano, labdano o, con menor ocurrencia, tipo kaurano (Bohlmann *et al.*, 1981; Zdero *et al.*, 1989), además de triterpenos tipo germacreno, ácidos cumaricos, tricotecenos, sesquiterpenos y fenilpropanoides (Kuklinski, 2000).

En el género *Baccharis* los flavonoides se presentan generalmente en agliconas libres y raramente en la forma aglicosilada, ésta es una característica de la familia *Asterácea*, por lo que se ha considerado la presencia de flavonoides agliconicos como una de sus particularidades de dicha familia, donde se observa un predominio de flavonas entre las cuales casi el 50% son C-3 oxigenadas. Así mismo se han encontrado una gran cantidad de diterpenos que son representados por neo y ent-clerodanos, pero también por ent-labdano y kauranos que son menos comunes (Verdi & Pizzolatti, 2005).

Flores *et al.*, 2011, corroboran que entre los tipos de metabolitos secundarios con mayor ocurrencia del género *Baccharis*, se encuentran los flavonoides, y diterpenos. Se han reportado en total, unos 298 flavonoides en este género, de los cuales 24 presentan esqueleto de flavona, siendo común la presencia de funciones oxigenadas en C-3 en hasta un 48%, además es frecuente la presencia de oxígeno en C-5 y C-7 del anillo A y en C-4' del anillo B, por otra parte el grupo metoxilo aparece con mayor frecuencia en C-7 y C-6 del anillo A y C-4' del anillo B (Flores *et al.*, 2011).

3.2.3. Antecedentes de estudios fitoquímicos de *B. latifolia*

Se tienen estudios reportados por Bohlmann *et al.* (1979), quienes reportaron la extracción de 8 compuestos de las partes aéreas de la planta. Estudios en Bolivia muestran la composición del aceite esencial de *B. latifolia*, en muestras colectadas en Cochabamba, de las cuales se determinó alrededor de cien compuestos, siendo el mayoritario el limoneno junto con otros sesquiterpenos mayoritarios como α -tujeno, α -pipeno, germacreno, D y δ -cadineno (Loayza *et al.*, 1995).

De acuerdo a antecedentes previos los compuestos fenólicos simples serían responsables de la actividad antiinflamatoria de la planta, dando como resultado nueve compuestos, de los cuales algunos fueron publicados pero en su mayoría son recientemente identificados como la Luteolina, Acacetina, Trimetoxiluteolina, 7-Metoxiquercetina, Dimetoxikaempferol, 5,4,-dimetoxiapigenina, Rhamnazina, trimetoxiquercetina, Dimetileterapigenina (Loayza *et al.*, 1995).

El grupo Desarrollo de Productos Cosmecéuticos a partir de plantas del departamento de La Paz, realizó el aislamiento de compuestos fenólicos simples y flavonoides (7,4'- dimetoxikaempferol; 7,4'- diimetoxiapigenina; Dimetileterapigenina; rhamnazina; 7,3',4'- trimetoxiquercetina; 4'- metoxirhamnazina; 5,4'- dimetoxiapigenina; Acacetina; 4'- metoxiapigenina; Luteolina; 7,3',4'- Trimetoxiluteolina), obteniendo el aislamiento de nueve flavonoides (Flores *et al.*, 2011) de estos algunos ya fueron reportados por Loayza *et al.* (1995) y Salcedo *et al.* (2003) como se muestra líneas arriba.

3.2.4. Actividad farmacológica de compuestos aislados de *B. latifolia*

Dado que *B. latifolia* es reconocida por su uso tradicional (Salcedo y Almanza, 2011), se propuso aislar compuestos responsables de esta actividad. De acuerdo a los antecedentes existen dos grupos de compuestos responsables de esta actividad: compuestos del aceite esencial y los compuestos fenólicos simples y flavonoides (Loayza *et al.*, 1995).

Según muestran los estudios realizados en el Valle de La Paz, se encontró una importante presencia de diterpenos, compuestos fenólicos y principalmente flavonoides en los extractos etanólicos. *Baccharis latifolia* revela en su perfil espectroscópico la mayoritaria presencia de flavonoides con dos máximos de absorción: 285 nm y a 330 nm donde existe una mayor absorbancia en la región UVA (Flores *et al.*, 2011).

3.3. Suelo

El suelo es una mezcla porosa de partículas minerales y orgánicas, agua y aire. Las partículas son generalmente pequeñas, pueden estar dispersas o unidas con otras partículas, formando agregados (Narro, 1994).

Pastor (1987), indica que el suelo es una materia natural muy compleja, compuesta por material sólido, minerales, materia orgánica en sus diferentes estados de descomposición, microorganismos activos, gases y vapores que ocupan los poros que no están llenos de agua.

Para este estudio la definición de suelos es la que menciona Jaramillo (2002), donde indica que desde el punto de vista del agricultor, el suelo es un ente natural, tridimensional, dinámico, sobre el cual crecen y se desarrollan la mayoría de las plantas.

3.3.1. Propiedades físicas del suelo

Las propiedades físicas de los suelos determinan en gran medida la capacidad de los usos a los que el hombre los sujeta. La condición física de un suelo, determina la rigidez y la fuerza de sostenimiento, la facilidad para la penetración de las raíces, la aireación, la capacidad de drenaje, de almacenamiento de agua, la plasticidad, y la retención de nutrientes. Se considera necesario para las personas involucradas en el uso de la tierra, conocer las propiedades físicas del suelo, para entender en qué medida y cómo influyen en el crecimiento de las plantas, y cómo la actividad humana

puede llegar a modificarlas, y comprender la importancia de mantener las mejores condiciones físicas del suelo posibles (Rucks *et al.*, 2004).

Entre las propiedades físicas tenemos: textura, estructura, porosidad, color, densidad aparente, densidad real retención y disponibilidad de agua y otros.

3.3.1.1. Textura

Es la proporción de arena limo y arcilla que presenta un suelo, o dicho de otra manera, la textura representa el porcentaje en que se encuentran los elementos minerales que constituyen el suelo (arena, limo y arcilla). Se dice que un suelo tiene una buena textura cuando la proporción de los elementos que lo constituyen le dan la posibilidad de ser un soporte capaz de favorecer la fijación del sistema radicular de las plantas y su nutrición (Rucks *et al.*, 2004).

Porta *et al.*, (1994) indican que es una propiedad física derivada del tamaño de sus partículas y expresa las proporciones relativas expresadas en porcentajes de las fracciones minerales inferiores a 2mm, que se agrupan en clases texturales.

3.3.1.2. Estructura

Es la categorización de las partículas individuales para formar agregados como resultado de la interacción física- química entre las arcillas y los grupos funcionales de la materia orgánica, Chilón (1998). Esta propiedad es capaz de producir efectos directos en el crecimiento de las plantas, favoreciendo la aireación, velocidad de infiltración del agua, resistencia a la penetración de la raíz y amortiguador de las variaciones de temperatura del suelo (Narro, 1994).

El método oficial para la determinación de la textura de una muestra de suelo es el Método del densímetro de Bouyoucos, que se basa en la diferente velocidad de sedimentación de las partículas del suelo en función de su tamaño (Chilón 1998).

3.3.1.3. Color

El color del suelo en general se ve por varios factores, entre los que destaca los minerales presentes en cantidades apreciables en algunos suelos. Por ejemplo en las zonas áridas, zonas semiáridas y templadas el suelo es de color claro por sales o silicio (Foth, 1997).

3.3.1.4. Profundidad efectiva

Según Bertsch (1995), se conoce como profundidad efectiva al volumen del suelo comprendido hasta una determinada profundidad a la cual pueden desarrollarse las raíces sin ningún problema (horizontes compactos o endurecidos, napa freática, roca, etc.).

3.3.1.5 Densidad aparente

Chilón (1998) la denomina también como el volumen óseo entre la relación de la masa del suelo seco, por la unidad de volumen total del suelo incluyendo el espacio poroso.

Narro (1994) indica que existe una relación clara entre el valor de la densidad aparente con otras propiedades físicas del suelo como textura y estructura y que desde el punto de vista agrícola niveles más bajos son los más apropiados.

3.3.2. Propiedades químicas

3.3.2.1. Reacción del suelo (pH)

El pH expresa la concentración de iones hidrógeno (H⁺) presentes en la solución del suelo y se define como:

$$ph = -\log H +$$

Ejerce una influencia directa sobre las propiedades químicas del suelo como: la solubilización, disponibilidad y absorción de los nutrientes; saturación de bases y generación de carga variable (Guerrero, 1993).

De la misma forma con pH muy elevado las plantas absorben los elementos fertilizantes con mayor dificultad, porque los nutrientes que existen en el suelo se ponen a disposición para la planta en grado diferente. Por ello los macro elementos son disponibles en medios neutros a ligeramente ácidos (pH 6), en cambio los micro elementos a excepción del molibdeno son más asimilables en medio ácido, pero un medio ácido suele ser pobre en bases de cambio (Ca, Mg, y K), así como de oligoelementos (Guerrero, 1993).

Los métodos oficiales de análisis de suelos determinan la acidez activa midiendo el pH de una suspensión suelo-agua (1/2,5) y la acidez potencial midiendo el pH sobre suspensiones de suelo.

Con este método se mide el potencial de un electrodo sensitivo a los iones H^+ (electrodo de vidrio) presentes en una solución problema; se usa como referencia un electrodo cuya solución problema no se modifica cuando cambia la concentración de los iones por medir, que es generalmente un electrodo de calomelano o de Ag/AgCl. El electrodo, a través de sus paredes, desarrolla un potencial eléctrico. En la práctica se utilizan soluciones amortiguadoras, de pH conocido, para calibrar el instrumento y luego comparar, ya sea el potencial eléctrico o el pH directamente de la solución por evaluar (Bates, 1983).

3.3.2.2. Conductividad eléctrica (CE)

La conductividad eléctrica mide la salinidad de una muestra de suelo en condiciones de un extracto de pasta saturada (Chilón, 1998). Un suelo salino es aquel que presenta una elevada concentración de sales en solución y que muestra las siguientes características: elevada presión osmótica, por lo que disminuye la disponibilidad de agua para las plantas, si las sales son de Na además destruyen la estructura del suelo (Chilón, 1998).

En las zonas áridas y semiáridas, donde hay poca lluvia y temperaturas elevadas siempre está presente la tendencia de acumulación de sales, la misma es

determinada por el valor de la conductividad eléctrica (Cepeda, 1991). Los métodos oficiales de análisis de suelos determinan la prueba previa de salinidad midiendo la CE de una suspensión suelo-agua (1/5) a 25°C. Al aumentar la concentración desales, aumenta la CE, este método se basa en la teoría de la disociación electrolítica y es aplicable a aguas o extractos de suelo, se mide en, dS/m, mS/m, μ S/cm (Chilón, 1998).

3.3.2.3. Capacidad de intercambio catiónico (CIC)

Se conoce como CIC al proceso reversible de adsorción de cationes de la solución, estableciendo un equilibrio entre ambas fases, también puede definirse como la máxima capacidad de un suelo para intercambiar cationes, se expresa en mili-equivalentes por 100 gr de materia (Chilón, 1998).

La CIC de un suelo variará de horizonte a horizonte, en cada uno de ellos dependerá del contenido y tipo de arcillas, como de los componentes orgánicos, (Porta *et al.*, 1994). Por lo tanto la capacidad de intercambio catiónico y la capacidad de intercambio de acidez, biológicamente afectan a los tipos de organismos presentes y a su actividad (Porta *et al.*, 1994).

3.3.2.4. Cationes intercambiables (Ca, Mg, K, Na)

Son los cationes que son atraídos por las cargas negativas de los coloides y que pueden ser intercambiados con los de la solución del suelo. Se denominan cationes intercambiables, cambiabiles o adsorbidos y ellos son: Ca, Mg, Na, K, Al, H, Fe (Chilón, 1998).

La CIC de un suelo, se determina mediante extracción con una solución de acetato de amonio 1 mol/L pH 7,0. En el extracto se determina, con llama de aire-acetileno los divalentes y por espectrofotometría de absorción atómica y los monovalentes solo por espectrofotometría de emisión atómica (ISO, 1994).

3.3.2.4.1. Calcio

El calcio en el suelo se encuentra combinado en compuestos minerales y orgánicos. Existe además calcio iónico (Ca^{2+}) fijado sobre el complejo adsorbente o libre en la solución del suelo. En el complejo de cambio suele ser el catión más abundante (Bascones, s.f.).

3.3.2.4.2. Potasio

En la fracción mineral del suelo existe potasio combinado en diferentes silicatos que forman parte de las rocas de origen magmático (feldespatos, micas, etc.) y de las arcillas. También aparece potasio en compuestos de origen sedimentario, en forma de cloruros y sulfatos que, por su menor dureza y mayor solubilidad, se meteorizan más fácilmente que los silicatos (Bascones, s.f.).

3.3.2.4.3. Magnesio

El magnesio se encuentra en el suelo principalmente en forma mineral como silicatos, carbonatos, sulfatos y cloruros. La planta puede absorber el Mg^{2+} de la solución del suelo, por vía radicular, o el de las soluciones fertilizantes, a través de los estomas, por vía foliar (1 UF = 1 kg de MgO) (Bascones, s.f.).

3.3.2.4.4. Sodio

Se consideran suelos sódicos aquellos en los cuales el Na ocupa más del 15 % de la capacidad de cambio del suelo. Estos suelos tienen normalmente un pH elevado del orden de 8,5 o más. La presencia de Na en proporciones elevadas frente al Ca y al Mg, provoca la dispersión de los coloides arcillosos y húmicos originando fuerte inestabilidad estructural. Además pueden aparecer problemas de fitotoxicidad (Bascones, s.f.).

3.3.2.4.5.Materia orgánica (MO)

Se define como materia orgánica del suelo al componente producto de la pre descomposición o descomposición de toda la fuente primaria y secundaria que incluye la materia orgánica no humificada, formado por la biomasa vegetal y animal (Chilón, 1998).

La materia orgánica que aparece en el suelo natural está constituida por mezcla de microorganismos y restos vegetales y animales, en diferente grado de descomposición. En los suelos cultivados, puede haber además aportes de materias orgánicas de origen y características muy diversas.

El suelo contiene materiales orgánicos vivos o muertos, ya sea de origen vegetal o animal en pequeña o gran cantidad; que interviene en los procesos químicos, los más importantes son: la liberación de nutrientes, efecto tampón, depósito de elementos químicos y la disponibilidad de los mismos (Cepeda, 1991).

De acuerdo a Bascones, (s.f.).la materia orgánica influye positivamente en todas las propiedades físicas del suelo:

- Incrementa la capacidad de retención del agua del suelo.
- Aumenta la estabilidad estructural.
- Aumenta la aireación.
- Aumenta la permeabilidad, entre otras.

Generalmente para la determinación del carbono total en el suelo se utiliza el método de Walkley and Black que se basa en una oxidación incompleta del carbono orgánico por una mezcla oxidante de dicromato de potasio y ácido sulfúrico acentuada por el calor de dilución acuosa del ácido sulfúrico (110-130°C). La cantidad de agente oxidante consumido en esta, se determina por fotolorimetría midiendo la intensidad de color verde o por titulación que lleva a cabo una medida del dicromato residual (Black, 1965).

3.3.3.6 Nitrógeno (N)

Las rocas son muy pobres en N y su meteorización proporciona al suelo en cantidades insignificantes de este elemento. Es la atmósfera terrestre, por su elevado contenido, la auténtica fuente de N para el suelo. El paso del N atmosférico al suelo puede hacerse por vía abiótica o biótica. Este N incorporado al suelo se acumula fundamentalmente en forma orgánica. Las formas orgánicas no son asimilables directamente por las plantas, pero pueden llegar a serlo después de transformarse en nitrógeno mineral durante el proceso de mineralización de la materia orgánica. A su vez, el nitrógeno mineral del suelo se presenta en forma amoniacal (N-NH_4^+) y nítrica (N-NO_3^-). Los cultivos asimilan tanto las formas nítricas como las amoniacales, la superioridad de una u otra en la nutrición de la planta depende de la especie cultivada y de las condiciones del medio (Bascones, s.f.).

El método para su determinación se basa en digestión de la muestra. La muestra de suelo se somete a una digestión por calentamiento con ácido sulfúrico y por una mezcla de sales que aceleran y facilitan tanto la oxidación de la materia orgánica como la conversión de todas las formas de nitrógeno en N^{+3} , que en medio ácido se encuentran en forma de radical amonio (NH_4^+); es decir, se llevan las formas orgánicas a formas minerales de nitrógeno (Bremner, 1965).

Destilación. Una vez transformado el nitrógeno en NH_4^+ , se expone a una base fuerte como el hidróxido de sodio para formar hidróxido de amonio, que por la acción del calor se descompone en amoníaco (NH_3) y agua. Valoración. El amoníaco desprendido por la reacción se recoge en un volumen conocido de solución valorada de ácido bórico y por comparación con un blanco se determina la cantidad de ácido que reaccionó con el NH_3 (Bremner, 1965).

3.3.3.7 Fósforo (P)

El fósforo en el suelo se encuentra combinado con diferentes fosfatos minerales y orgánicos. Se combina, también, con ácidos orgánicos. En la solución del suelo se presentan diferentes especies iónicas del ácido fosfórico (H_2PO_4^- , HPO_4^{2-} y PO_4^{3-}), dependiendo la mayor o menor abundancia de unas u otras del pH (Bascones, s.f.).

El método oficial para su determinación es el Olsen, la utilidad del extractante se basa en que la solución de bicarbonato de sodio reduce la concentración de los iones calcio, aluminio y hierro por precipitación de carbonato de calcio e hidróxido de aluminio y hierro y libera así iones fosfato a la solución, el fósforo en el extracto se determina por colorimetría usando ácido ascórbico como reductor (ISO, 1994).

3.3.4 Cobertura vegetal

La cobertura vegetal puede ser definida como la capa de vegetación natural que cubre la superficie terrestre, comprendiendo una amplia gama de biomasas con diferentes características fisonómicas y ambientales que van desde pastizales hasta las áreas cubiertas por bosques naturales (Díaz *et al.*, 2002).

Benecius citado por Tito (1996), señala la importancia de la cubierta vegetal en la regulación hídrica del, suelo, en su pérdida de suelo y la disminución del poder de retención de agua pluvial.

Hudson (1990), menciona que la densidad de plantas, estadíos de crecimiento de cada cultivo y el nivel de fertilidad del suelo influyen en la escorrentía y la erosión del mismo.

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Localización

El presente trabajo de investigación se realizó en la Comunidad de Lluto del Municipio de Mecapaca de la provincia Murillo del Dpto. de La Paz. Este Municipio limita al norte con el Municipio de La Paz, al este con el Municipio de Palca al sur con las provincias Aroma y Loayza al oeste con el Municipio de Achocalla (INE, 1999).

La Comunidad de Lluto es una zona periurbana próxima a la ciudad de La Paz. Se encuentra a una altitud entre 3.450 a 4.200 m y sus coordenadas corresponden a 16°37'0" latitud sur y 68°1'0" longitud oeste (p 1) (Figura 2 y 3).

4.1.1. Características climáticas

4.1.1.1. Precipitación

Según los datos obtenidos de la estación meteorológica de Mecapaca (SENAMHI, 2000) con registros entre 1990 a 1993 y de 1998 a 1999 se tiene un promedio anual de precipitaciones de 397,7 mm. Las precipitaciones promedios mensuales para el presente periodo nos muestran que los meses con menor precipitación son mayo y julio con 7,5 y 3,4 mm, respectivamente.

Los meses con mayores lluvias son diciembre y enero (108,1 y 108 mm respectivamente), lo que permite de alguna manera aportar humedad al suelo durante esta época. Sin embargo, debido a la alta evapotranspiración de 70,6 mm para diciembre y 68,04 mm para el mes de enero, el agua que queda es consumida por las plantas en su totalidad, es decir que en el mes de enero se consume todo el agua que ha sido almacenada. Desde el mes de febrero hasta fines de noviembre se presenta una deficiencia completa de agua en el suelo siendo el periodo más crítico los meses de mayo, junio y julio (PDM, 2000).

4.1.1.2. Temperatura

La temperatura media anual en la zona de estudio es de 13,55 °C con un rango de variación entre 11,7°C a 15,4°C. Las temperaturas mínimas fluctúan entre 3,6 a 7,5°C (PDM, 2000).

4.1.2. Riesgos climáticos

Heladas. Son frecuentes en esta zona (cabecera de valle), durante los meses de mayo a septiembre existiendo heladas tempranas en los meses de enero y febrero, los cuales se presentan especialmente en época de floración del cultivo de papa (PDM, 2000).

Sequías. Existe deficiencia de agua en el suelo desde el mes de febrero a noviembre (PDM, 2000).

4.1.3. Topografía

El área de estudio pertenece al piso ecológico de cabecera de valle con colinas escarpadas y fuertemente escarpadas con extensas zonas altamente erosionadas. Los suelos del área en general presentan procesos de degradación, son poco profundos producto del arrastre de material por efecto del viento y las precipitaciones fluviales, con tendencia a ser poco a nada productivos (PDM, 2000).

4.1.4. Suelos

El plan del desarrollo municipal de Mecapaca (2000) indica que estos suelos son poco profundos, franco arenosos con presencia de grava y piedras y con pH neutro, pertenecen a una clasificación taxonómica de Ochrepts, Orthents y misceláneos con capacidades de uso que van desde la clase III a la clase VIII.

Los suelos de la región se caracterizan por estar notablemente parcelados y dispersos en fajas angostas que están siendo sobre explotados por cultivos intensivos como ser: *papa (Solanum tuberosum)*, *Cebolla (Allium cepa)*, *Avena*

(*Avena sativa*), cebada (*Hordeum vulgare*), oca (*Oxalis tuberosum*), y ganadería de pastura temporal en ganado Ovino.

4.1.5. Cobertura vegetal

En la comunidad de Lluto, la flora varía desde herbáceas anuales hasta perennes, la cobertura vegetal está conformada por chacateya (*Dodonea viscosa*), chiji (*Poa anua*), koa (*Satureja boliviana*), tarwi (*Lupinus mutabilis*), kanapaqu (*Taraxacum officinalis*), airampo (*Opuntia cochabambensis*), retama (*Spartium junceum*), kijitaco (*Acacia macrantha*) entre otros (PDM, 2000), Quispe, (2012), encontró Tolares compuestos por *Baccharis tholavar. Incarum, Baccharis papillosa, B. linearifolia* y *B. polycephalia*, y entre las Chilcas *B. latifolia* y *B. pentlandii*.

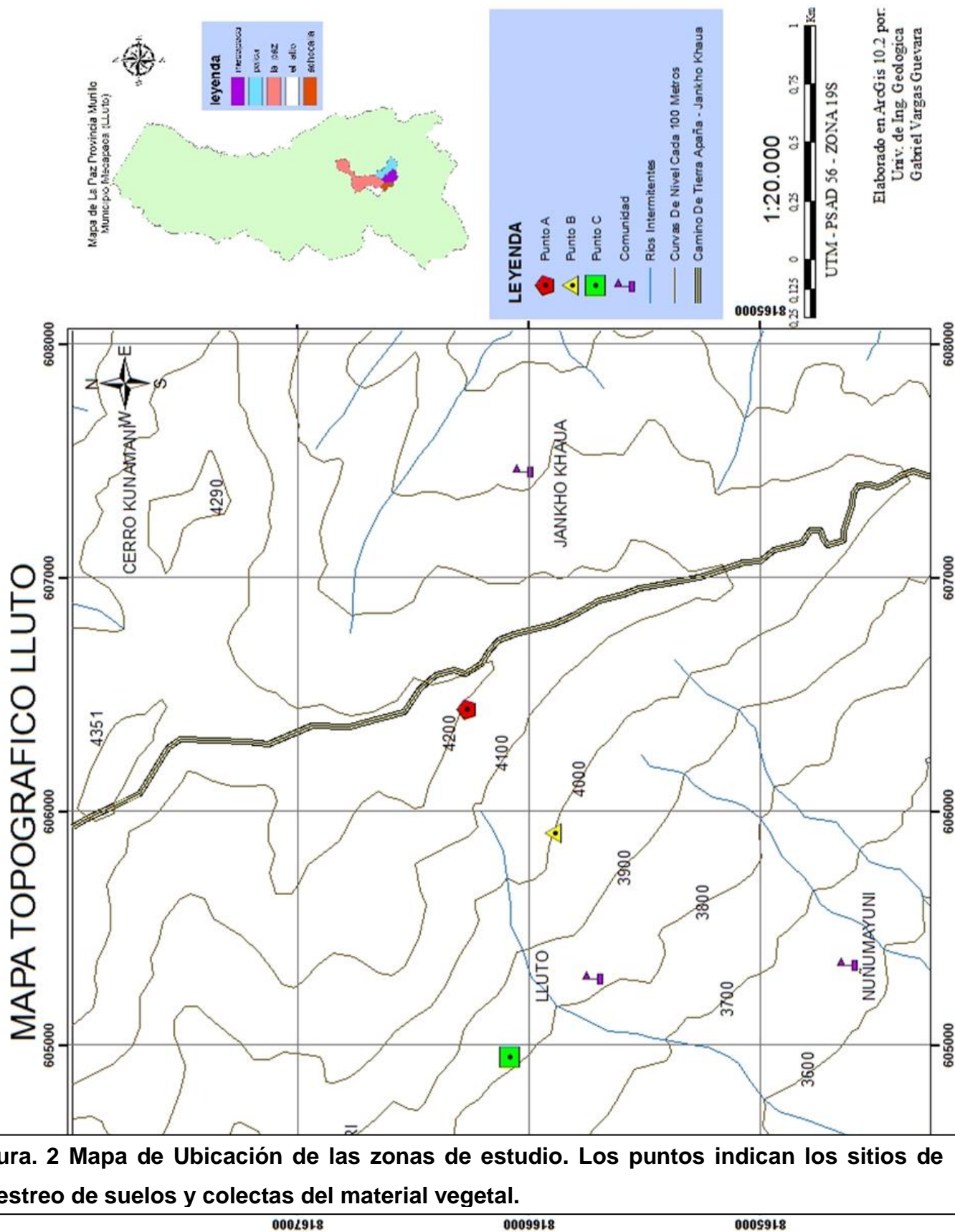


Figura. 2 Mapa de Ubicación de las zonas de estudio. Los puntos indican los sitios de muestreo de suelos y colectas del material vegetal.

4.2. Materiales

4.2.1. Material de campo

4.2.1.1. Material para muestreo y descripción de calicatas

Para esta etapa se utilizaron los siguientes materiales:

Manual de guía para la descripción del perfil de suelos de la FAO (1999)

Munsell soil color charts patrones de color de suelos

GPS

Cinta métrica

Palas y picota

Frasco gotero para agua destilada

Cuchillo con lámina de acero

Brújula

Cámara fotográfica

HCl diluido al 10 %

Bolsas plásticas

Tarjetas para identificación de muestras

Formularios para toma de datos

4.2.1.2. Material para la recolección de muestras vegetativas

Tijeras de podar

Bolsas de papel

Marbetes

Cinta métrica

4.2.2. Materiales de laboratorio para análisis de suelos

Los materiales y equipos empleados para los análisis de suelos fueron los que se detallan a continuación.

4.2.2.1. Materiales

Tamices

Vasos de precipitado

Probetas

Buretas

Pisetas

Pipetas

Frascos plásticos

Dispensador de agua

Dispensador de ácido

Matraces Erlenmeyer

Matraces aforados

Papel filtro

Hidrómetro

Termómetro

Tubos Kjeldahl

4.2.3. Materiales para análisis vegetativo

El material y equipos empleados para los análisis del material vegetativo se detallan a continuación.

4.2.3.1. Materiales

Matraces Erlenmeyer
 Probetas
 Pipetas Pasteur
 Papel filtro

Embudos
 Tubos plásticos
 Soportes universales
 Micro pipetas

4.3. Metodología

4.3.1. Etapa de pre-campo o gabinete

En esta etapa se recopiló y analizó la información relacionada a:

Datos climáticos obtenidos del SENAMHI (2000) de 1990-1993 y 1998-1999 estudios preliminares realizados por el proyecto: desarrollo de productos Cosmecéuticos como ser: estudio de flavonoides, descripción morfológica de Chilca, estudio de suelos, y estudios químicos. PDM del municipio: uso de la tierra, y características climáticas, planificación de trabajo de campo y preparación de materiales y equipos para muestreo de suelos.

4.3.2. Etapa de Campo

Durante esta etapa, primeramente se realizaron reuniones con las autoridades de la comunidad para coordinar el desarrollo del trabajo.

Reconocimiento del área de trabajo, donde se localizaron tres áreas de estudio en función a las poblaciones más representativas de Chilca, en la exposición sur oeste de la ladera. En éstas se identificaron los sitios para la apertura de calicatas y su descripción respectiva, muestreo de suelos y colecta de material vegetativo (hojas de Chilca) que se detalla en la tabla 2.

Tabla. 2 Ubicación de los sitios de muestreo

UBICACION	ALTITUD	PENDIENTE	COORDENADAS
ZONA 1	4187 m	38%	Lat. Sur 16°37'23,3" Long. Oeste 68°01'8,4"
ZONA 2	4000 m	30%	Lat. Sur 16°35'24,6" Long. Oeste 68°00'5,1"
ZONA 3	3825 m	26%	Lat. Sur 16°35'20,8" Long. Oeste 68°01'10"

4.3.2.1. Estudio de suelos

4.3.2.1.1. Descripción de perfiles de suelo

Para la descripción de los perfiles de suelos primeramente se registró su ubicación, altitud, forma del terreno, pendiente y vegetación o uso de la tierra, material de origen, drenaje, humedad, profundidad a capa freática, presencia de piedras o afloraciones rocosas, evidencia de erosión, presencia de sales e influencia humana.

La descripción fue efectuada de acuerdo al Manual de descripción de perfiles de la FAO (1999). Ésta consistió en observar y registrar las características morfológicas de cada horizonte constituyente a los suelos de cada sitio de muestreo.

Las variables observadas fueron: espesor de horizonte, textura, estructura, consistencia en seco y húmedo, porosidad y otras características como presencia de grava, piedra, películas de arcilla, carbonatos y raíces.

4.3.2.1.2. Muestreo de suelos

Concluida la descripción de perfiles de suelo, se efectuó el muestreo de suelo en cada punto de evaluación, para sus respectivos análisis físico-químicos en laboratorio. El procedimiento aplicado consistió en la colecta de muestras de cada uno de los horizontes, la cantidad fue aproximadamente de 1 kg, se las etiquetó y se

las envió al Laboratorio de Calidad Ambiental (LCA) y Laboratorio de Suelos del Instituto de Ecología en la Facultad de Ciencias Puras y Naturales UMSA.

El muestreo superficial de suelo (0-30 cm profundidad), consistió en la toma de una muestra compuesta de suelo (3) por cada planta identificada (total 10 muestras por zona, de las cuales cinco fueron del suelo de plantas femeninas y cinco del suelo de plantas masculinas), las mismas que se codificaron y se llevaron a los laboratorios ya mencionados para su respectivo análisis físico químico.

Los parámetros considerados para el análisis de laboratorio fueron:

- Propiedades físicas: textura, color de suelo y porcentaje de grava.
- Propiedades químicas: pH, conductividad eléctrica, materia orgánica, capacidad de intercambio catiónico, nitrógeno total, fósforo disponible, calcio, magnesio, potasio, sodio intercambiables, total de bases intercambiables y acidez intercambiable.
- De todos éstos parámetros, los cationes intercambiables y acidez intercambiable fueron realizados en el LCA, donde se envió muestras compuestas por cinco, por un lado de aquellos donde crecen plantas masculinas y por otro lado donde crecen plantas femeninas en cada zona. Los demás parámetros se analizaron sin realizar una muestra compuesta de suelos, por lo que se obtuvo cinco valores para cada sexo de plantas en cada una de las tres zonas de estudio.

4.3.2.2. Estudio de la biomasa

4.3.2.2.1. Recolección de material vegetativo (hojas de Chilca)

En cada sitio de estudio se ubicaron las poblaciones más numerosas de Chilca, con el propósito de identificar plantas femeninas y masculinas. Para tal efecto se recurrió al método de transecto adaptado de (BOLFOR, 2000) en franjas de 100 m de largo y 50 m de ancho, donde se marcaron 5 puntos, cada 20 m (fig. 4). En cada punto seleccionado se identificó una planta de Chilca femenina y una planta de Chilca masculina como se muestra en la figura 5.

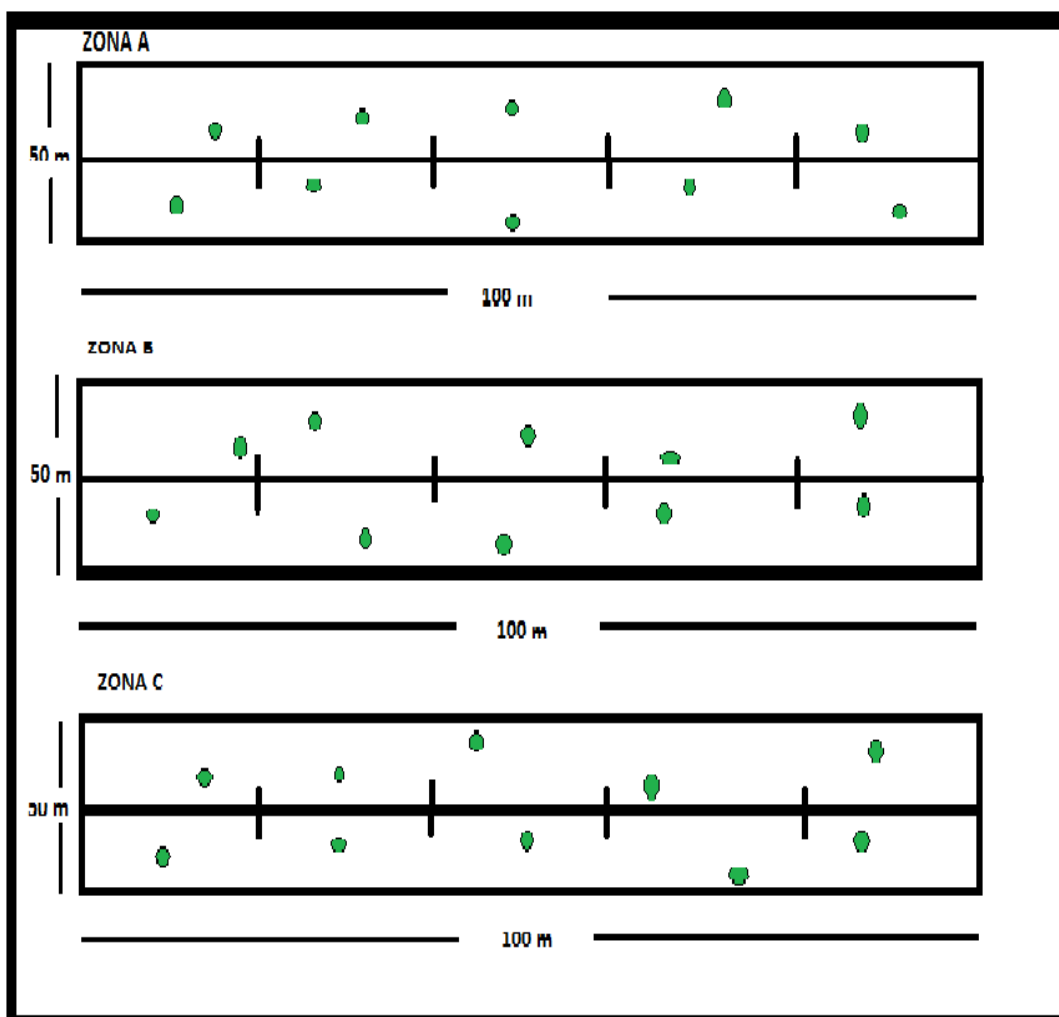


Figura. 4 Croquis - transecto para identificación de individuos

Baccharis latifolia es una especie dioica por lo que se identificó el sexo de las plantas con los vestigios de flor (figura 5) que quedaban, ya que en la época del año (época seca) que se realizó el trabajo, los individuos no se encontraban en etapa de floración.



Figura. 5 Identificación del sexo de las plantas de Chilca

Una vez identificadas 10 plantas (individuos por zona), 5 masculinas y 5 femeninas, se tomó de cada una de ellas los siguientes parámetros morfológicos:

- Altura de planta
- Diámetro de tallo (rodal)
- Diámetro de copa
- Número de ramas.

Altura de planta

Se determinó mediante medición directa, desde la base de la planta hasta la parte terminal de la rama más larga (figura 6 a). Esta medición se realizó una sola vez y se la midió en cm.

Diámetro de tallo (rodal)

El diámetro del rodal se midió dos veces para posteriormente determinar el promedio, se consideró como diámetro de tallo al conjunto de ramas midiéndolo en la parte basal del mismo de acuerdo a la metodología descrita por Argenbio, (2007) (fig. 6 b).

Diámetro de copa

El diámetro de copa se midió (cm) de la misma forma que el diámetro del tallo, realizando dos mediciones y obteniendo el promedio de estas, cada medida se la tomo de extremo a extremo de la copa (fig. 6 b).

Número de ramas

Se contabilizó las ramas principales, es decir aquellas que nacen del cuello de la planta (Argenbio, 2007) (fig. 6 d).

Recolección de material vegetativo

Una vez que se tomaron las variables agronómicas de cada individuo se procedió a la recolección de todas las ramas de cada planta de las diez identificadas para cada zona, las cuales fueron cuidadosamente codificadas para luego llevarlas al laboratorio de suelos del Instituto de Ecología de la facultad de Ciencias puras y Naturales de la UMSA, donde se separaron por su posición en la planta en hojas apicales, medias y basales.



Figura. 6 Recolección de material vegetativo: a) Medición de altura de planta, b) Medición de diámetro de copa, c) Medición de diámetro de tallo, d) Conteo de número de ramas

4.3.3. Etapa de laboratorio

Esta fase consistió en la realización de los análisis de suelos y del material vegetativo. Los parámetros químicos de suelo como ser capacidad de intercambio catiónico y acidez intercambiable fueron realizados en el Laboratorio de Calidad Ambiental como servicio. Los parámetros de textura, color de suelo, pH, conductividad eléctrica, porcentaje de materia orgánica, porcentaje de nitrógeno total y Fósforo disponible, fueron realizados en el Laboratorio de Suelos del Instituto de Ecología carrera de Biología Facultad de Ciencias Puras y Naturales de la UMSA. La determinación del porcentaje de materia seca de las hojas se realizó en el Laboratorio de suelos del instituto de Ecología y la determinación de concentración

de flavonoides se realizó en el laboratorio de Productos Naturales del Instituto de Investigaciones Químicas de la FCPN.

4.3.3.1. Determinación de características físico químicas del suelo

Las muestras de suelos luego del secado triturado y tamizado (2 mm), se sometieron a los siguientes análisis físicos químicos.

4.3.3.1.1. Color del suelo

Para este fin se realizó la comparación del color del suelo tanto en seco como en húmedo o mojado, con la tabla de colores de Munsell, teniendo como resultado el Hue, Value y Chroma de las muestras.

4.3.3.1.2. Textura

La textura se analizó mediante la metodología del hidrómetro de Bouyoucos (Chilón, 1996) que permite cuantificar las proporciones relativas de las partículas mecánicas del suelo como; arena, limo y arcilla y a través de estos datos con el triángulo textural del USDA se halló la clase textural. El análisis se realizó, para las muestras de suelo en cada horizonte de las tres calicatas y para las treinta muestras superficiales de suelo, tomadas alrededor de individuos de chilca; los parámetros físico químicos medidos se los realizó en todas las muestras de suelo.

4.3.3.1.3. Acidez (pH)

Se midió el pH mediante el método del potenciómetro, las muestras se las agitaron en agua destilada, en una relación de suelo agua 1:2.5, después de que decantaron y se midió su pH con un potenciómetro modelo WTW (Chilón, 1996) (figura 7a).

4.3.3.1.4. Conductividad eléctrica (CE)

El parámetro de CE se lo midió mediante el método del potenciómetro citado en Chilón (1996), donde se agitó las muestras en una relación suelo agua de 1:2,5 con la utilización del Conductímetro modelo WTW (figura 7 b).

4.3.3.1.5.Materia Orgánica:

El contenido de carbono orgánico se determinó mediante el método de combustión húmeda de Walkey and Black (Black, 1965), donde las muestras de suelo fueron digeridas en ácido sulfúrico y dicromato de potasio, posteriormente fueron tituladas con sulfato ferroso (figura 7c). Para la estimación de materia orgánica se utilizó la constante 1,724 (Black, 1965).

4.3.3.1.6.Nitrógeno.

El contenido de Nitrógeno total en el suelo fue determinado mediante el método Kjeldahl, donde primeramente las muestras fueron sometidas a digestión en el Digestor Kjeldahl VELP SCIENTIFICA, una vez completada la digestión se realizó la destilación de las muestras con el Aparato de destilación Kjeldahl VELP SCIENTIFICA en una solución de ácido bórico que actuó como agente revelador y posteriormente se titularon con ácido sulfúrico 0,01 N (Black, 1965) (fig. 7d).

4.3.3.1.7.Fósforo.

La determinación de fósforo se realizó mediante el método de Olsen, con la extracción de fósforo de las muestras en una solución de bicarbonato de sodio pH 8,5, seguidamente se agregó la mezcla reveladora (tartrato de antimonio, molibdato de amonio, ácido ascórbico y ácido sulfúrico) al extracto y se leyó su absorbancia en el espectrofotómetro a una longitud de onda de 720 nm, junto con los estándares de fosfatos a concentraciones de 0,2; 0,4; 1 y 2 ppm (Black, 1965).

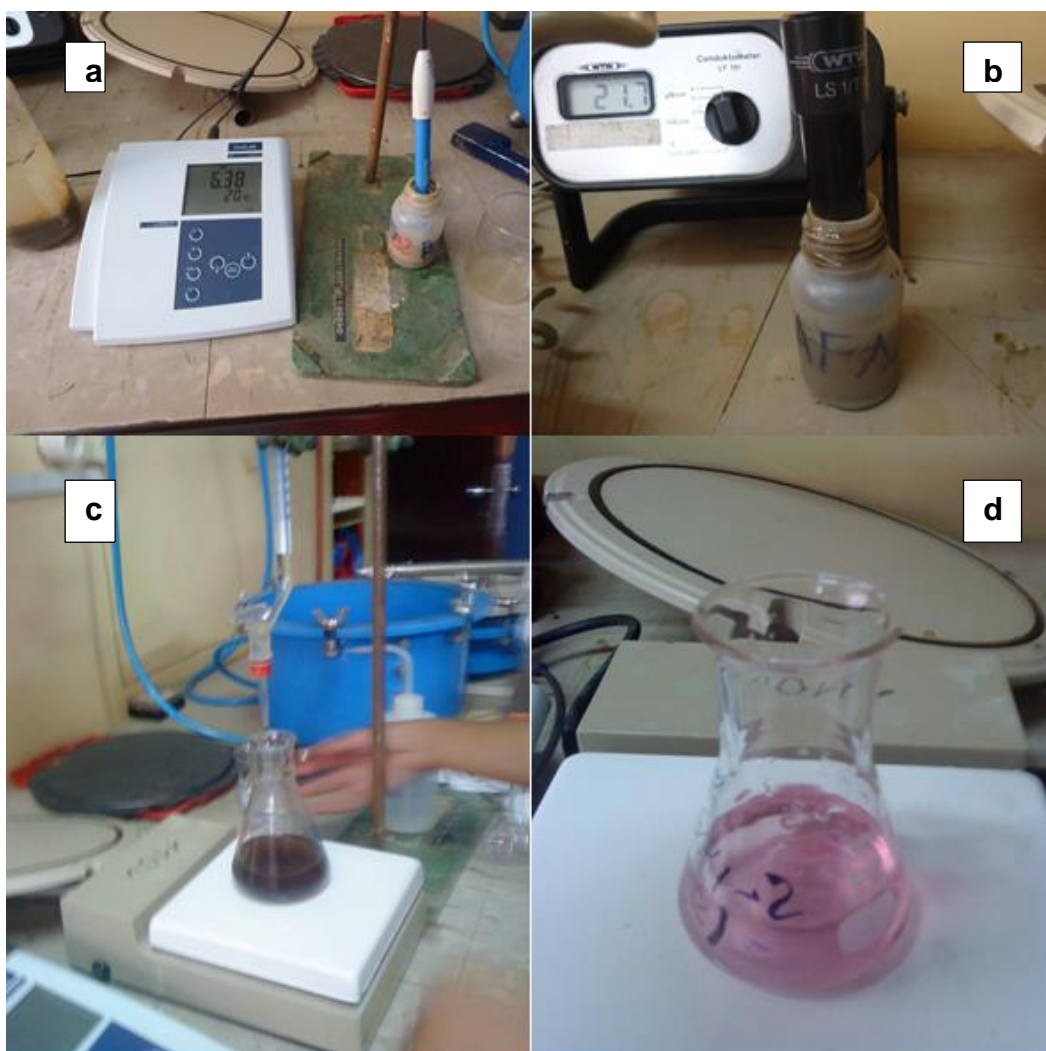


Figura. 7 Determinación de características químicas del suelo: a) Medición de pH b) Medición de Conductividad Eléctrica c) Determinación de Materia Orgánica (titulación) d) Determinación de Nitrógeno (titulación)

4.3.3.2. Análisis de material vegetativo

4.3.3.2.1. Materia seca

Para la determinación de materia seca, se agruparon las hojas de cada planta seleccionada de acuerdo a su posición en la rama:

- Hojas apicales (cuatro a seis primeras hojas de rama):
- Hojas medias (hojas restantes entre apicales y basales):
- Hojas basales (cuatro a seis últimas hojas de la rama).

Posteriormente se pesaron para conocer el peso húmedo en una balanza analítica Metler 2000, PC. Luego se separó un promedio de 20 gramos de cada grupo de hojas, que fueron secadas a temperatura ambiente éstas sirvieron para analizar los flavonoides totales.

El resto de hojas se las secó en estufa MEMMERT a una temperatura de 65 °C durante dos semanas hasta llegar a peso constante (figura 8), una vez secas, fueron pesadas, obteniéndose la masa seca y con ésta se determinó el porcentaje de materia seca, en base a la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de MS} = \left(\frac{\text{masa seca}}{\text{masa húmeda}} \right) * 100$$



Figura. 8 Pesado de hojas dentro de su respectiva bolsa

4.3.3.2.2. Flavonoides totales

Para la determinación de flavonoides, se agrupó a todas las hojas de las plantas femeninas y masculinas por cada posición de hojas, es decir de las cinco plantas femeninas y masculinas de cada zona, se juntaron por un lado las hojas apicales, por otro lado las medias y finalmente las basales. De esta muestra se obtuvo tres submuestras que se analizaron el método espectrofotométrico descrito por Franz y Koehler (1992), ajustado por Calle (com. Pers. 2014).

A un gramo de hojas secadas a temperatura ambiente, trituradas (figura 8), se le agrega 15 ml de etanol y se deja reposar durante 15 minutos. El extracto se filtró y se lo recolectó en un balón de 5 ml (figura 9).



Figura. 9 Peso de hojas para determinación de concentración de flavonoides

Se llevó el extracto al rotoevaporador hasta obtener un concentrado puro bajo una temperatura de 45 °C, 115 Pas, 70 rotaciones por minuto (figura 10).



Figura. 10 Rotoevaporación y filtración de concentrado de Chilca

Posteriormente se llevó a cabo la fase de quelación, que consiste en extraer 30 μ l del extracto en un tubo de ensayo, se agrega 1970 μ l de alcohol destilado, 2800 μ l de agua destilada, 100 μ l de acetato de potasio 1M y 100 μ l de cloruro de aluminio al 10 %. Luego se agita en un agitador vutrex y se deja incubar a temperatura ambiente durante 30-40 minutos según Calle, 2014 (figura11).

Posteriormente se pasa a la fase de lecturas de la absorbancia en el espectrofotómetro UVMARCA THERMO FISHER SCIENTIFIC a una longitud de onda de 406nm, con la lectura inicial del blanco que sustituye los 30 μ l del extracto por etanol destilado (figura 9).



Figura. 11 Medición de absorbancia en el Espectrofotómetro

Este procedimiento se realizó tres veces por muestra para obtener un resultado más confiable. De acuerdo a la metodología de Calle 2014 (com. Pers., 2014).

4.4. Diseño experimental

De acuerdo al tipo de variables de estudio, se realizaron dos diseños experimentales:

Para las variables de altura de planta, diámetro de tallo, diámetro de copa, número de ramas responden a un arreglo bifactorial llevado a cabo en un diseño completamente la azar donde se tomaron como primer factor la altitud (zona 1, zona 2 y zona 3) y como segundo factor al sexo de la planta (femeninas y masculinas).

Para las variables de porcentaje de materia seca y concentración de flavonoides se realizó un arreglo bifactorial llevado a cabo en un diseño de Bloques al azar (Arteaga, 2012) donde se consideró la altitud (3) como bloques, se tomó como primer factor sexo de la planta y como segundo factor la posición de hojas en la rama.

El análisis estadístico se realizó en el programa SPSS statistics versión 20

4.4.1. Modelo lineal para arreglo bifactorial llevado a cabo en un diseño completamente al azar

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \alpha\beta_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Dónde:

Y_{ijk} = Una observación cualquiera

μ = Media poblacional

α_i = Efecto del i-ésimo nivel del factor A (sexo de la planta)

Efecto del j-ésimo nivel del factor B (altitud)

$\alpha\beta_{ij}$ = Efecto del i-ésimo nivel del factor A, con el j-ésimo nivel del factor B

(interacción AxB)

ε_{ijk} = Error experimental de la parcela menor

4.4.1.1. Factores de estudio

Factor A (sexo de planta)

a₁: plantas femeninas

a₂: plantas masculinas

Factor B (altitud)

4.4.2. Modelo lineal para arreglo bifactorial llevado a cabo en un diseño de bloques al azar

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \alpha\beta_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

Dónde:

Y_{ijk} = Una observación cualquiera

μ = Media poblacional

α_i = Efecto del i-ésimo nivel del factor A

β_j = Efecto del j-ésimo nivel del factor B

$\alpha\beta_{ij}$ = Efecto del i-ésimo nivel del factor A, con el j-ésimo nivel del factor B

(interacción AxB)

ε_{ijk} = Error experimental de la parcela menor (Eb)

4.4.2.1. Factores de estudio

Factor A (sexo de planta)

a₁: plantas femeninas

a₂: plantas masculinas

Factor B (posición de hojas)

b₁: hojas apicales

b₂: hojas medias

b₃: hojas basales

4.4.2.2. Formulación de tratamientos

T₁ = a₁b₁ (plantas femeninas, hojas apicales)

T₂ = a₁b₂ (plantas femeninas, hojas medias)

T₃ = a₁b₃ (plantas femeninas, hojas basales)

T₄ = a₂b₁ (plantas masculinas, hojas apicales)

T₅ = a₂b₂ (plantas masculinas, hojas medias)

T₆ = a₂b₃ (plantas masculinas, hojas basales)

4.4.3. Variables de respuesta para un modelo bifactorial en un diseño completamente al azar

- Altura de planta
- Diámetro de tallo
- Diámetro de copa
- Número de ramas

Con una población de diez plantas por zona se realizó un análisis de varianza para los datos tomados.

4.4.4. Variables de respuesta para un modelo bifactorial en un diseño de bloques al azar

- Porcentaje de materia seca en hojas apicales, medias y basales de cada rama de la planta
- Concentración de flavonoides en hojas apicales, medias y basales cada rama de la planta

Se realizó un análisis de varianza con los datos tomados de una población de diez plantas por zona.

Para los análisis estadísticos de los parámetros físicos químicos de suelos de la capa superficial del suelo (% de arcilla, pH, conductividad eléctrica, % de materia orgánica, % de nitrógeno y contenido de fósforo disponible), se realizó la prueba no paramétrica de Kruskal Wallis.

5. RESULTADOS Y DISCUSION

5.1. Descripción de las características físico- químicas del suelo

5.1.1. Descripción de la unidad de terreno

El área de estudio pertenece a la unidad fisiográfica de:

Colinas

Esta unidad presenta pendientes entre 20-55 %, los suelos son poco desarrollados especialmente en las partes altas y medias de las laderas. En general presentan una baja fertilidad natural debido a que son muy superficiales a moderadamente profundos, con textura franco arenosa a franco limosa y con contenidos de grava y clastos¹ de roca en todo el perfil, que favorecen la infiltración del agua y escasa capacidad de retención de humedad. Bajo estas condiciones las mayores limitaciones para la agricultura están relacionadas con la pendiente del terreno, calidad del suelo (pedregosidad, escasa profundidad efectiva y baja fertilidad natural). Por otro lado existen limitaciones de clima, y susceptibilidad a la erosión por topografía o textura. Estos suelos de acuerdo a su Aptitud de Uso del USDA, están clasificados en general dentro de la Clase VI (tierras no arables) con limitaciones de suelo, clima y erosión.

5.1.2. Descripción de suelos

En base al trabajo de campo, descripción de calicatas, muestreo de suelos y los resultados de laboratorio se procedió a la interpretación de los datos obtenidos.

¹ Fragmento de roca que aparece en sedimentos recién formados o de poco tiempo de formación

² Tolares: se refiere a especies resinosas, que generalmente alberga a géneros de *parastrephia*,

5.1.2.1. Caracterización de los suelos de las tres zonas de estudio

ZONA 1

De acuerdo a la descripción del perfil de la calicata 1(anexo 1) y a sus resultados (anexo 1a), se puede mencionar que los suelos de la zona 1 (ubicados en la parte alta de ladera, 4187 m), son superficiales, debido a la remoción continua de material, en razón de que las pendientes son muy escarpadas (25%). La textura en las capas superficiales son franco arenosas, por consiguiente son muy susceptibles a la erosión eólica e hídrica (Suárez, 1980), especialmente cuando se los utiliza en cultivos anuales provocando que las parcelas queden descubiertas gran parte del año.

Son suelos con un pH casi neutro (6,8) en la capa superficial y en el segundo horizonte (6,4), por consiguiente adecuados para la mayoría de los cultivos (p2)

La Capacidad de Intercambio Catiónico (CIC) 9,79meq/100 g es baja, lo que indica que son suelos con baja capacidad para retener nutrientes y agua. De acuerdo a la conductividad eléctrica (CE) medida, son suelos sin problemas de acumulación de sales, (28,43) y por lo tanto aptos para la mayoría de los cultivos (p2).

Según la clasificación de Villarroel (1988), el contenido de materia orgánica en estos suelos corresponde a la categoría media (2,21 %), donde el nitrógeno total,(0,36 %) y el fósforo disponible(2,12 ppm),son muy bajos de acuerdo a los valores obtenidos, estos suelos presentan una fertilidad muy baja según la valoración planteada por Ortega (1986), mientras que para Sánchez (1996) es solamente baja.

ZONA 2

En base a la descripción de la calicata 2 (anexo 2) ya los resultados de laboratorio (anexo 2a), se puede señalar que los suelos de la zona 2 (parte media de ladera) son poco desarrollados por estar ubicados en pendientes escarpadas (30 %), y son superficiales a moderadamente profundos. Presentan grava y piedra en la superficie.

La textura en las capas superficiales es franco arenosa siendo así susceptibles a la erosión eólica e hídrica, especialmente cuando se los deja descubiertos gran parte del año (Suárez, 1980). Son suelos con un pH casi neutro en la capa superficial (6,96). Que va acidificándose en los horizontes más bajos. La CIC, es baja (6,53meq/100), lo que indica que son suelos con baja fertilidad natural y con baja capacidad para retener nutrientes y agua. De acuerdo a la CE medida (56,62 μ S/cm), son suelos sin problemas de acumulación de sales, por lo que son aptos para la mayoría de los cultivos (p2).

El contenido de materia orgánica pertenece a la categoría media (2,31 %), el nitrógeno total bajo (0.27%) y fósforo disponible muy bajo (3.86 ppm) de acuerdo a la clasificación de Villarroel (1998), teniendo como resultado una baja fertilidad según la valoración planteada por Ortega (1986), y muy baja de acuerdo a la valoración planteada por Sánchez (1996).

Las limitaciones de los suelos en esta zona están relacionadas con las altas pendientes, la baja a moderada profundidad efectiva y la moderada pedregosidad.

ZONA 3

Según la descripción de la calicata 3 (anexo 3) y a los resultados de laboratorio (anexo 3b), se observa que los suelos de la zona 3 (parte baja de ladera, 3825 m), son, escarpados de acuerdo a la pendiente de 28 %, de la misma forma que en las zonas 1 y 2, la zona 3 cuenta con suelos moderadamente profundos; sin embargo estos últimos son más desarrollados. La textura en la capa superficial es franco arenoso, mientras que en el subsuelo aumentan los contenidos de limo y arcilla y disminuyen los de arena.

Son suelos con pH 7,7 moderadamente alcalino en la capa superficial y se basifican en las capas inferiores, esto se debe posiblemente a un incremento de sales procedentes del arrastre de las mismas, por medio de vertientes que presenta la zona.

La CIC es baja 8,17meq/100 en la capa superficial y aumenta en los horizontes siguientes lo que posiblemente se deba al aumento de arcilla en estos suelos. De acuerdo a la CE medida, son suelos que no presentan acumulación de sales 88,31 μ S/cm (a pesar de contener mayor presencia de éstas que las zonas 1 y 2), por consiguiente son aptos para la mayoría de cultivos (p2).

En general son suelos con baja fertilidad natural pero más desarrollados que los suelos de las zonas 1 y 2 por su mayor profundidad efectiva.

De acuerdo a la clasificación de Villarroel (1998), estos suelos presentan un contenido muy bajo de materia orgánica (0.94 %), nitrógeno total moderado (0.108 %) y fósforo disponible bajo (5,72 ppm), dando como resultado una fertilidad baja según muestra la valoración planteada por Ortega (1986), y muy baja de acuerdo a la valoración planteada por Sánchez (1996).

5.1.2.2. Propiedades físico químicas de la capa superficial (0 -30 cm) de los suelos de las tres zonas de estudio

El anexo 5, muestra el análisis estadístico realizado para las propiedades físico químicas de la capa superficial (0-30 cm) del suelo de las tres zonas de estudio, donde se encontró, que el factor altitudinal no presenta una diferencia significativa para ninguno de los parámetros físico químicos analizados (porcentaje de arcilla, materia orgánica nitrógeno, contenido de fósforo, calcio, magnesio, sodio y potasio); presentando todos un valor $p > 0,05$.

De igual manera, en el anexo 6 se puede ver que no existe una diferencia significativa para los parámetros físico químicos del suelo, cuando se evalúan debido al factor sexo de la planta, excepto para el contenido de calcio, que mostró un valor marginal de $p = 0,046$.

Estos resultados manifiestan que la variación altitudinal en un rango que va de 3825-4187 msnm durante esta época del año, no ha influido de manera significativa en las propiedades físico químicas del suelo. Sin embargo, se evidencia que las

propiedades estudiadas para la zona 3 son diferentes a las obtenidas para las zonas 1 y 2, lo que concuerda con los resultados obtenidos por Amurrio & Poma (2015) que han encontrado diferencias significativas en algunos parámetros físico químicos del suelo. En este contexto, Saeed *et al.*, (2014) muestran que el gradiente altitudinal tiene influencia en la clase textural, los mismos autores y Bromley, (1995) indican también que el contenido de materia orgánica decrece a medida que incrementa la altitud, Strong *et al.*(2011) y Parras-Alcántara *et al.*, (2015), mencionan que a mayores altitudes la acumulación de materia orgánica está relacionada con las bajas temperaturas, por tanto hay una menor fuente de nutrientes, mayor humedad, y reducción de la conversión del carbono orgánico debido a una menor actividad microbiológica.

En la tabla 3 se muestran los valores obtenidos para tales parámetros.

Tabla. 3 Propiedades físico químicas de las muestras superficiales de suelos de las tres zonas de estudio, donde se desarrollan plantas femeninas y masculinas de Chilca

ZONA	ORIGEN	PARAMETRO										
		%		uS/cm	meq/100 g SS					%		ppm
		Y	pH	CE	Ca	Mg	Na	K	CIC	MO	N	P
ZONA 1 - 4187 m	F	16,6	6,6	31,4	4,7	5,3	0,012	0,280	10,3	2,2	0,3	2,5
	M	15,6	6,9	25,5	4,8	4,1	0,015	0,380	9,3	2,2	0,3	2,6
ZONA 2 - 4000 m	F	18,4	7,1	74,5	5	2,4	0,011	0,270	7,7	2,6	0,3	2,8
	M	15,7	6,8	38,7	3,8	1,3	0,004	0,280	5,4	2,1	0,3	4,9
ZONA 3 - 3825 m	F	18,4	7,5	84,7	3,5	4	0,014	0,270	7,8	0,8	0,1	7,7
	M	22,3	8,0	91,9	3,5	4,7	0,260	0,360	8,8	1,1	0,1	3,7

5.2. Material vegetativo

5.2.1. Altura de planta

En la figura 15, se muestra el valor promedio obtenido para la altura de las plantas en las tres zonas de estudio. Se observa que la zona 1 a 4187 m, presenta el valor más bajo (121 cm), la zona 3 a menor altitud (3825 m) un valor intermedio de 129 cm,

siendo la zona 2 (4000 m) la que presenta las plantas de mayor altura(139 cm). En términos porcentuales también existe una diferencia en la altura de plantas; utilizando el promedio obtenido para las tres zonas de estudio, las plantas de la zona 2 son 19,4 % más altas que las de la zona 1 y 6,5 % más que las plantas de la zona 3. Mostrando, que las plantas de la zona 2 son más altas y las plantas de la zona 1 son las más pequeñas.

Sin embargo, el análisis de varianza (anexo 4) refleja que no existe diferencia significativa ($p > 0,05$) entre las tres zonas de estudio para el factor de sexo de la planta ($p = 0,607$) así como para la altitud ($p = 0,108$). Esto indicaría que el incremento de altura de la planta, no depende del sexo y tampoco de la altitud, en un rango comprendido de 3825 - 4187 m.

En este contexto, Serrada, (2008) menciona que a mayor altitud menor es el tamaño de las plantas, también Weberbauer (1945), evidencia la predominancia de especies de formas más enanas en altitudes por encima de los 4000 m.

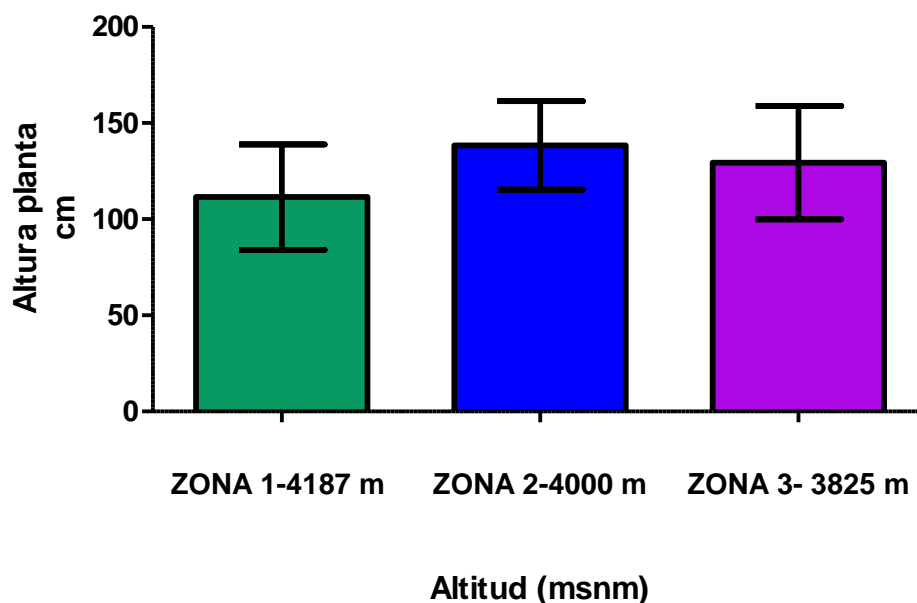


Figura. 12 Variación de altura de plantas de Chilca (*Baccharis latifolia*) a tres niveles altitudinales (zona 1, zona 2, zona 3)

5.2.1.1. Diámetro de tallo

La figura 16, muestra el diámetro de tallo o rodal obtenido para las tres zonas de estudio, que muestran a la zona 1 con el valor más bajo de diámetro de rodal (16 cm), a la zona 3 con un valor intermedio (17,1 cm) y a la zona 2 con el valor más alto de diámetro de tallo (26,9 cm).

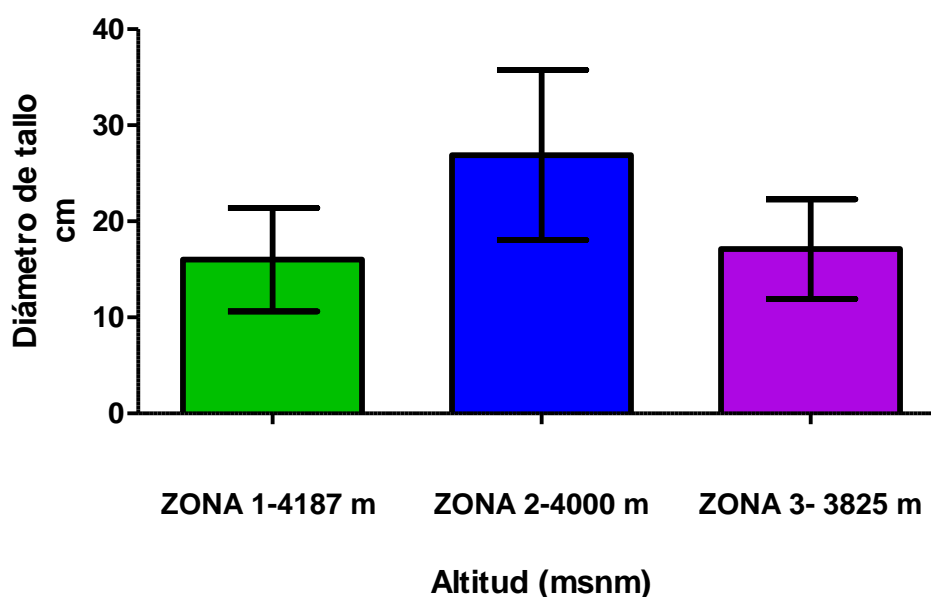


Figura. 13 Variación del diámetro de tallo de Chilca (*Baccharis latifolia*) a tres niveles altitudinales (zona 1, zona 2, zona 3).

El análisis de varianza (anexo 4) evidencia que para la variable de diámetro de tallo existe diferencia significativa ($p < 0,05$) entre las tres zonas de estudio, en cuanto al factor altitud ($p = 0,003$) y no existe una diferencia significativa para el factor debido al sexo de la planta ($p = 0,673$). De acuerdo a estos resultados, las plantas de la zona 2 tienen un mayor diámetro de tallo y en apariencia una mayor frondosidad.

En la tabla 4, se muestran los resultados obtenidos por la prueba de medias, Duncan, que nos indica que la zona 2 a 4000 m presenta el valor de diámetro de tallo

Tabla. 4 Prueba Duncan para diámetro de tallo

zona	N	Subconjunto	
		1	2
1	10	16,0000	
3	10	17,1000	
2	10		26,9000
Sig.		,722	1,000

5.3. Diámetro de copa

En la figura 17 se observan los promedios del diámetro de copa, la zona 3 presenta individuos con el menor diámetro (71.1 cm), seguido de la zona 1 con 71.3 cm, siendo la zona 2 la que en promedio presenta el mayor diámetro de copa (97.1 cm).

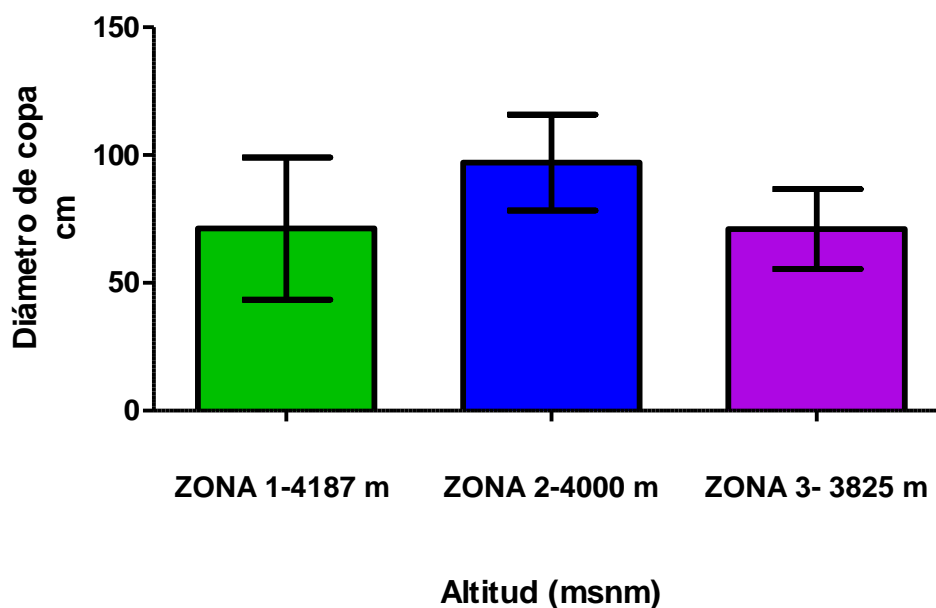


Figura. 14 Variación del diámetro de copa de Chilca (*Baccharis latifolia*) a tres niveles altitudinales (zona 1, zona2, zona 3).

El análisis de varianza obtenido para el diámetro de copa (Anexo 4), muestra una diferencia significativa ($p < 0.05$) para el factor debido a la altitud ($p = 0.023$), y no así para el factor de sexo de la planta ($p = 0.742$).

El diámetro de tallo y el diámetro de copa tienen una relación proporcional directa como lo menciona Argenbio, (2007). Estas características podrían explicarse con lo expresado por Mena (2010); quien indica que en los tolares² se desarrolla mayor número de ramas y frondosidad por efecto de la poda, incrementando así su diámetro de tallo y diámetro de copa. Las plantas de la zona 2, podrían presentar los valores obtenidos, debido a un mayor número de podas. En este sentido, Quispe (com. Pers., 2015), reporta la utilización de especies del género *Baccharis* como combustible por la población de la comunidad de Lluto, ya que no existe gas licuado en la zona; al mismo tiempo *Baccharis latifolia* es utilizada de forma medicinal. Esto reflejaría que el incremento en el diámetro del tallo, diámetro de copa y número de ramas en esta zona, no se debería necesariamente a la altitud, sino más bien como consecuencia del uso al que son sometidas estas plantas.

La tabla 5 muestra los resultados obtenidos por la prueba de medias de Duncan, que nos indica que la zona 2 a 4000 m presenta el valor de diámetro de copa significativamente más alto al de las zonas 1 y 3. Así estos individuos presentarían también mayor follaje (Argenbio, 2007).

² Tolares: se refiere a especies resinosas, que generalmente alberga a géneros de *parastrephia*, *baccharis* y *lampaya*.

Tabla. 5 Prueba Duncan para diámetro de copa

zona	N	Subconjunto	
		1	2
3	2	71,1000	
1	2	71,3000	
2	2		97,1000
Sig.		,941	1,000

5.3.1.1. Número de ramas

En la figura 18, se puede ver el valor promedio de número de ramas obtenido en las tres zonas de estudio, notándose, que la zona 1 es la que presenta el menor número de ramas (13), seguido de la zona 3 con 19 ramas por individuo y por último la zona 2 con 21 ramas por individuo.

Cabe mencionar, que entre las variables de altura de planta, diámetro de tallo, diámetro de copa y número de ramas existe una relación proporcional, ya que en la zona 1 se obtuvieron los valores más bajos de estas variables y en la zona 2 se obtuvieron los valores más altos; lo que indicaría que individuos más altos serán más robustos y tendrán también un mayor número de ramas.

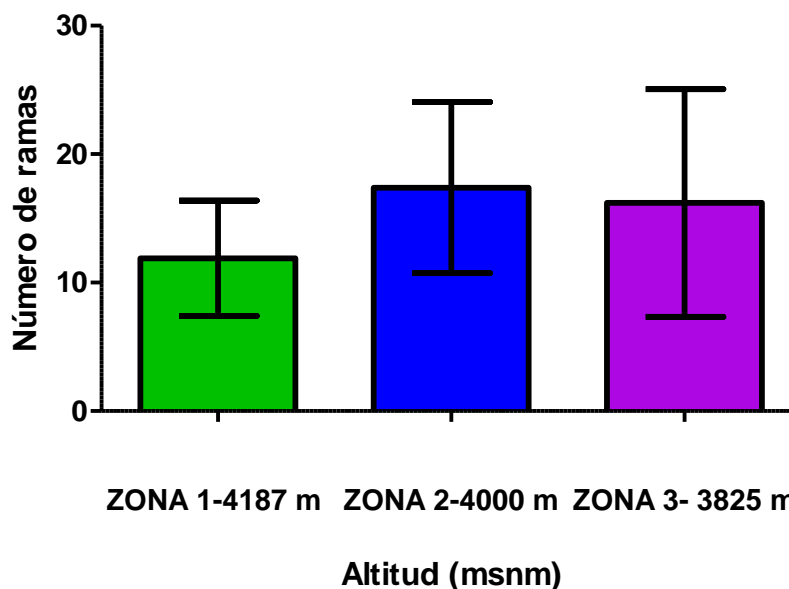


Figura. 15 Variación de número de ramas de Chilca (*Baccharis latifolia*) a tres niveles altitudinales (Lluto-Provincia Murillo)(zona 1, zona 2, zona 3)

El análisis de varianza realizado para el número de ramas (anexo 4), manifiesta que no existe una diferencia significativa ($p > 0.05$) tanto para el factor de sexo de la planta ($p = 0.511$), como para el factor altitudinal ($p = 0.143$); de acuerdo a estos resultados, ni el sexo de la planta de Chilca ni la altitud en un rango que va de 3825 – 4187 m influyen directamente en el incremento de número de ramas, así, individuos femeninos y masculinos tendrán un similar número de ramas en las zona 1,2 y 3. Sin embargo, las plantas de la zona 2 presentaron individuos con un mayor número de ramas con respecto a las otras zonas; lo que podría deberse a un efecto de poda según lo reportado por Mena (2010).

De acuerdo a los resultados obtenidos para las cuatro variables: altura de planta, diámetro de tallo, diámetro de copa, y número de ramas, la zona 2 es la que mostró los valores más elevados en comparación a las zonas 1 y 3, esto indicaría que estos individuos son los más vigorosos y por lo tanto los que podrían presentar mayor cantidad de masa foliar. Estos resultados se pueden deber a que los individuos de esta zona serían de mayor edad, según Argenbio (2007), la edad del arbusto está

directamente relacionada con el grosor (diámetro) del tallo, y como se pudo ver, los individuos de ésta zona son los que tuvieron valores más altos de diámetro de tallo.

5.3.1.2. Determinación de porcentaje de materia seca de Chilca

La figura 19, muestra el promedio porcentual de materia seca obtenido, en relación al factor de posición de hojas en la rama y al efecto altitudinal.

Este resultado, para el factor sexo de la planta, indica la similitud de materia seca, tanto en plantas femeninas como en plantas masculinas.

Para el factor altitud, de las tres zonas de estudio la zona 2, es la que presenta el porcentaje más alto de materia seca (79,32 %); seguida de la zona 3 (67,67 %); y finalmente la zona 1 con los valores más bajos (53,23 %).

Por otro lado, en cuanto al factor posición de hojas, se observa que en la zona 1, las hojas apicales son las que presentan valores más altos de materia seca, (27,38 %), mientras que en las zonas 2 y 3 son las hojas medias las que muestran mayor porcentaje de materia seca (31,48 %) y (25,04 %) respectivamente. Estos resultados manifiestan que en éste factor, no existe una tendencia general en cuanto al incremento o disminución de materia seca.

La figura 19 muestra que en la zona 1 las hojas apicales son las que presentan el porcentaje más alto de materia seca (27,38 %), seguidas de las hojas basales (13,11 %) y por último las hojas medias (12,74 %).

En la zona 2 en cambio, son las hojas medias con un 31,38 %, seguidas por las hojas basales con un 25,5 % y finalmente las hojas apicales con 22,34 %, lo que demuestra que son las hojas medias las que alcanzan un mayor porcentaje de materia seca.

En la zona 3 se observa, igualmente, que son las hojas medias las que presentan el porcentaje más alto de materia seca (25,05 %), seguido de las hojas apicales (21,89 %), encontrándose al final hojas basales (20,74 %).

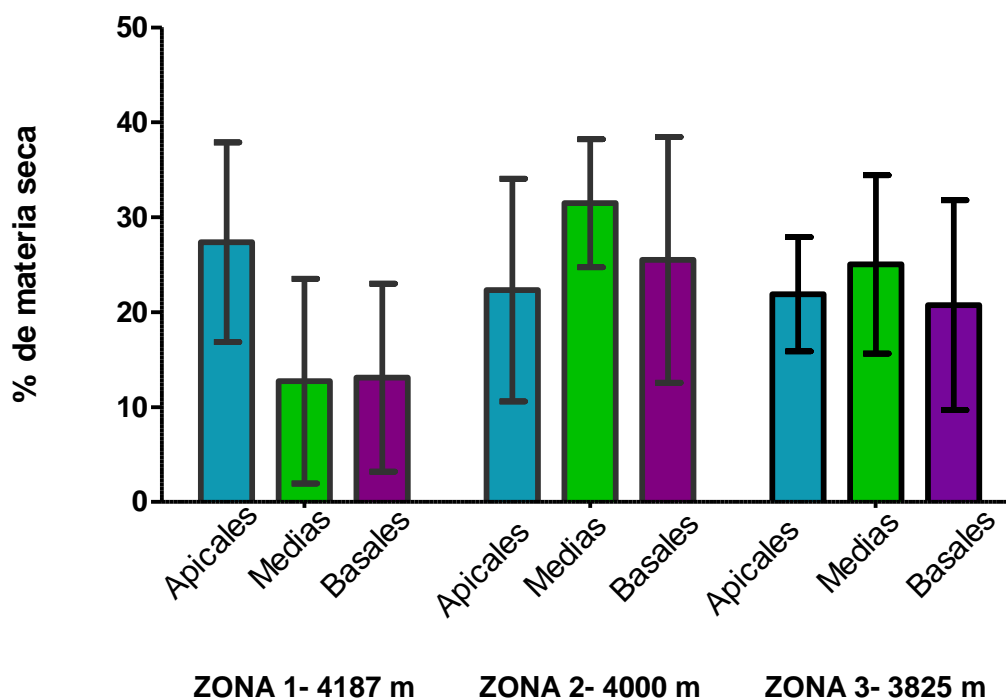


Figura. 16 Variación del porcentaje de materia seca (promedios) a tres niveles altitudinales (Lluto-Provincia Murillo)

Sin embargo, el análisis de varianza (tabla 6) realizado para la variable de porcentaje de materia seca, indica que no existe diferencia significativa en cuanto al sexo de la planta ($p = 0.608$), posición de hojas ($p = 0.412$) ni altitud ($p = 0.344$); reflejando que en las tres zonas de estudio se encuentra una producción de materia seca casi similar.

El crecimiento primario en las plantas da como resultado el incremento en longitud del eje principal y las ramas laterales (Esau, 1970). La hojas que se encuentran en constante división, serían las más jóvenes conteniendo mayor porcentaje de humedad respecto a las hojas viejas (Esau, 1970).

Los flavonoides en su estructura química están compuestos por un mínimo de 15 átomos de carbono. Martínez *et al.* (2002), indican que las especies productoras de sustancias químicas con estructuras de largas cadenas de carbono, provocan un aumento de su peso, influyendo directamente en el contenido de materia seca.

Baccharis latifolia, especie que se caracteriza por su elevada producción de flavonoides en sus hojas, podría incrementar su contenido de peso seco por la presencia de metabolitos secundarios, aún en hojas apicales (brotes juveniles) y por lo tanto su peso seco es similar al obtenido para las hojas medias y basales.

De acuerdo a lo expuesto, los resultados obtenidos para la variable de materia seca, se deberían al hecho de que en las hojas apicales existe una mayor cantidad de flavonoides (tabla 7); los mismos que entre otras propiedades, actúan como metabolitos para la defensa de la planta (Demkura, 2006). Taiz & Zeiger, (1999) y Larcher, (2006) afirman, asimismo, que la planta asignaría mayores recursos de defensa a las hojas jóvenes que son más amenazadas por sus depredadores herbívoros; este proceso disminuiría la cantidad de compuestos de defensa estructural en las hojas viejas, dejándolas menos resistentes y con menor peso seco. Además Larcher (2006), explica que las hojas nuevas tienen un metabolismo muy intenso; con alta capacidad fotosintética y metabolismo de nitrógeno muy activo, lo que podría hacerlas más resistentes y proporcionarles mayor masa foliar, según indica Stanley (2010).

Tabla. 6 Análisis de Varianza Materia Seca

FV	SC	GI	CM	Fc	p
Zona	52,090	2	26,045	1,191 NS	,344
Sexo	6,125	1	6,125	,280 NS	,608
Posición de hojas	42,444	2	21,222	,970 NS	,412
sexo* posición	4,215	2	2,107	,096 NS	,909
Error	218,772	10	21,877		
Total	3133,647	17			CV=34,92%

NS = No Significativo

Si bien los resultados de materia seca estudiada, no muestran diferencias estadísticamente significativas, los individuos de la zona 2 son los que presentan

mayor vigor, en general, por ser los más altos, robustos y con un porcentaje de materia seca mayor a los de las otras dos zonas.

5.4. Concentración de flavonoides

Los promedios obtenidos respecto a la concentración de flavonoides en las hojas de la Chilca muestran, que de entre las tres zonas de estudio, la zona 3 es la que presenta valores más altos, seguida de la zona 2 y en último lugar, la zona 1 (figura 20).

El análisis de varianza para la concentración de flavonoides en *Baccharis latifolia* revela que, en relación al efecto altitudinal, no existe diferencia en cuanto a concentración de flavonoides ($p = 0.066$), lo que indica que en las tres zonas de estudio se encontraría una similar producción de éstos (tabla 7).

De la misma forma en cuanto al factor sexo de la planta, entre individuos femeninos y masculinos, no se obtuvo una diferencia de concentración de flavonoides ($p = 0.745$) indicando así, que es posible obtener una similar concentración de estos metabolitos en plantas de ambos sexos.

Respecto al factor posición de hojas en la rama de esta planta, se puede ver que existe una marcada diferencia de concentración de flavonoides ($p < 0,0001$) entre las hojas apicales, medias y basales (tabla 7), encontrándose los valores más altos en las hojas apicales, seguidos por las hojas medias y terminando en las hojas basales (tabla 7).

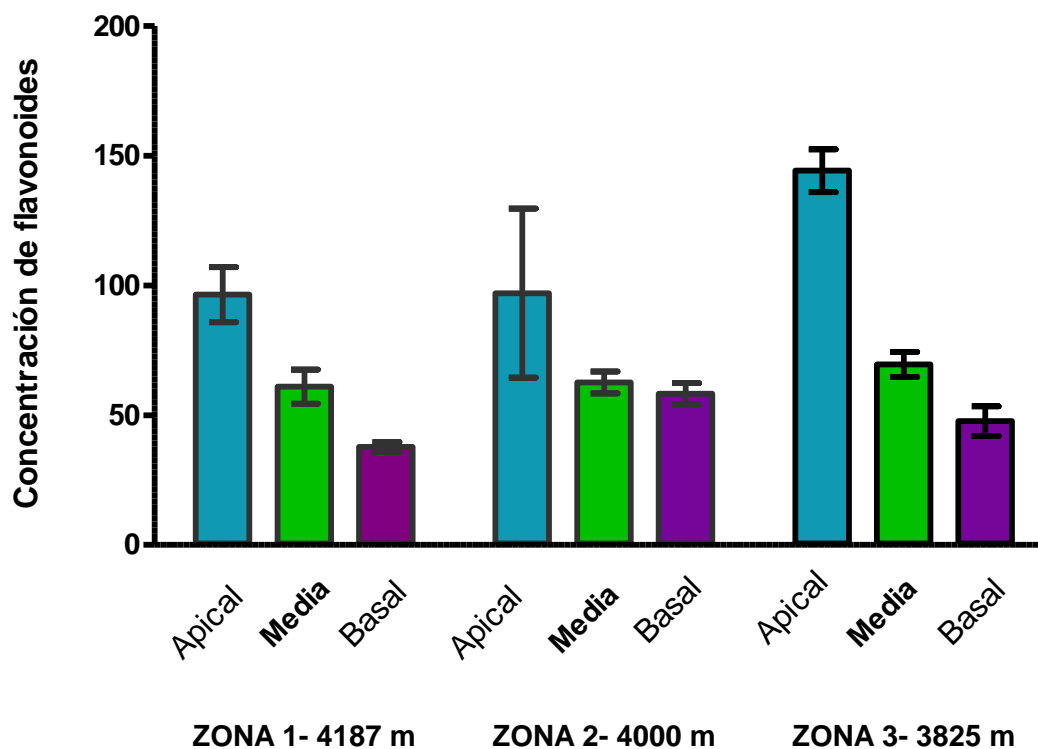


Figura. 17 Variación de la concentración de flavonoides (promedios) en suelos de ladera con (*Baccharis latifolia*) a tres niveles altitudinales (Lluto-Provincia Murillo)

Tabla. 7 Promedio y desviación estándar de concentración de flavonoides totales FT/g PS de *Baccharis latifolia*

Hojas	Zona 1 (4187 msnm)	Zona 2 (4000 msnm)	Zona 3 (3825 msnm)
Apicales	96,48 ± 10,66	97,05 ± 32,62	144,27 ± 8,23
Medias	61,04 ± 6,62	62,66 ± 4,25	69,63 ± 8,48
Basales	37,79 ± 1,89	58,32 ± 4,10	47,78 ± 5,72

FT/g PS= Flavonoides totales por gramo de peso seco de hojas de Chilca

Respecto al factor zona, coincidentemente para las tres altitudes se encuentra que las hojas apicales son las que presentan el valor más alto de concentración de flavonoides, seguidas de las hojas medias y por último las hojas basales, excepto en la zona 3, donde el valor más bajo de concentración de flavonoides corresponde a las hojas medias (tabla 7). Estos valores muestran claramente que la posición de hojas en la planta podría tener una influencia directa en la producción de estos metabolitos, siendo en las hojas apicales en las que se halla una mayor concentración de flavonoides independientemente de la altitud y el sexo.

Tabla. 8 Análisis de varianza concentración de flavonoides

FV	GL	SC	CM	Fc	p
Zona	1597,189	2	798,594	3,605 NS	0,066
Sexo	24,687	1	24,687	,111NS	0,745
Posición	13990,224	2	6995,112	31,577 *	0,000
Sexo * Posición	117,702	2	58,851	,266NS	0,772
Error	2215,281	10	221,528		
Total	117673,840	17			

Resultados similares en cuanto a producción de metabolitos secundarios, los obtuvieron Pérez *et al.*, (2014) en hojas de Guayabo (*Psidium guajava* L.), donde se encontró que las hojas jóvenes (apicales), son las que contienen una mayor concentración de flavonoides y de compuestos fenólicos. También los trabajos realizados por Ricco *et al.* (2011), reportaron que la concentración de flavonoides totales en las hojas jóvenes de Cedrón (*Aloysia citrodora*) fue mayor que el contenido presente en las hojas adultas y Laitinen *et al.* (2000), identificaron variaciones entre tipos y cantidades de flavonoides en diferentes estados fenológicos de la planta de *Betula pendula*.

De acuerdo a estudios previos, este comportamiento puede deberse a diferentes factores tales como:

Exposición a la radiación UV, que, según explican Taiz & Zeiger (1991); Cuadra *et al.*, (1997); Mazza *et al.*, (1999) y Calatayud, (2010). La producción de flavonoides se incrementa por efecto de la radiación UV y dado que las hojas apicales, como es en este caso, están en la parte más alta de la planta, se hallarían ligeramente más expuestas a este tipo de radiación.

Mecanismo de defensa a la herbivoría, que, como indican Taiz & Zeiger (1991), la producción de metabolitos secundarios son una respuesta de defensa a la herbivoría; así los flavonoides cumplen esta función protectora, (Demkura, 2006). Por lo tanto, las hojas apicales, al ser las hojas más tiernas de la planta, serán más susceptibles a la herbivoría, tal como señalan Simmonds, (2003) y Treutter, (2006). También los trabajos realizados por Coley, (1980); Turner, (2001) y Calatayud, (2010), indican que la producción de metabolitos secundarios, (flavonoides), se incrementan cuando las plantas son sometidas a herbivoría.

Procesos fisiológicos de la planta, los estudios realizados por Strack (1997) y Lavola (1998), reportaron que durante la formación del brote y la etapa de desarrollo temprano de las hojas, es la luz ultravioleta que induce la síntesis fenólica, produciendo un aumento de la concentración de los compuestos fenólicos totales. Ocurre un fenómeno contrario durante el crecimiento tardío de la hoja, que se manifiesta por un incremento en materia seca, lo que daría lugar a un efecto de dilución disminuyendo las concentraciones de los compuestos fenólicos (Jones & Hartley, 1999).

La tabla 9 muestra la prueba de medias de Duncan, donde las hojas apicales, (subconjunto 2), son las que cuentan con una mayor concentración de flavonoides en relación al de las hojas medias y basales, lo que significaría que aquellas son las hojas más convenientes para un propósito productivo. A su vez, se puede ver que entre las hojas medias y basales no existe una diferencia representativa, ya que ambos grupos se encuentran en el mismo subconjunto (subconjunto 1). Este resultado podría tornarse importante desde el punto de vista práctico, en el cual los

pobladores que pretendan realizar, una recolección o cosecha de hojas de Chilca con fines productivos, lo harían idealmente, a las hojas apicales que parecen ser las más ricas en concentración de flavonoides.

Tabla. 9 Prueba de significancia Duncan para la concentración de flavonoides mg flavonoides/ g materia seca en la posición de las hojas en la planta de Chilca

Posición de hojas en la rama	Subconjunto	
	1	2
Basal	46,6350	
Media	64,1217	
Apical		112,5467
Sig.	,069	1,000

5.5. Relación entre la concentración de flavonoides vs parámetros físico químicos de muestras superficiales de suelos (0-30 cm), donde se desarrolla la planta de Chilca

En base a los resultados obtenidos respecto a la concentración de flavonoides, y en cuanto a las características físico - químicas de la capa superficial, (0 -30 cm) de los suelos en las tres zonas de estudio (tabla 3 y 4), se realizó un análisis de correlación entre las propiedades del suelo y la producción de flavonoides encontrados en cada zona. Mediante el análisis de correlación de Pearson, se observó una influencia significativa de pH, conductividad eléctrica, porcentaje de materia orgánica, porcentaje de nitrógeno y porcentaje de arcilla en la concentración de flavonoides (tabla 10).

Tabla. 10 Correlación entre parámetros físico-químicos de suelo con la concentración de flavonoides donde: CE (conductividad eléctrica), MO (materia orgánica), % N (porcentaje de nitrógeno), CIC (capacidad de intercambio catiónico) y % Y (porcentaje de arcilla)

PARAMETRO DE SUELO	NIVEL DE CORRELACION DE PEARSON
pH	0,010*
CE	0,014 *
MO	- 0,048 *
% N	-0,004 *
P	0,356
CIC	0,711
Ca	0,239
Mg	0,387
K	0,861
Na	0,167
Ca/Mg	0,176
% Y	0,024 *

* Correlación significativa

La tabla 10 muestra que existe una correlación positiva significativa en la concentración de flavonoides con el pH, la conductividad eléctrica y el porcentaje de arcilla. Mientras que se observa una correlación negativa significativa respecto al contenido de materia orgánica y nitrógeno total (figura 21).

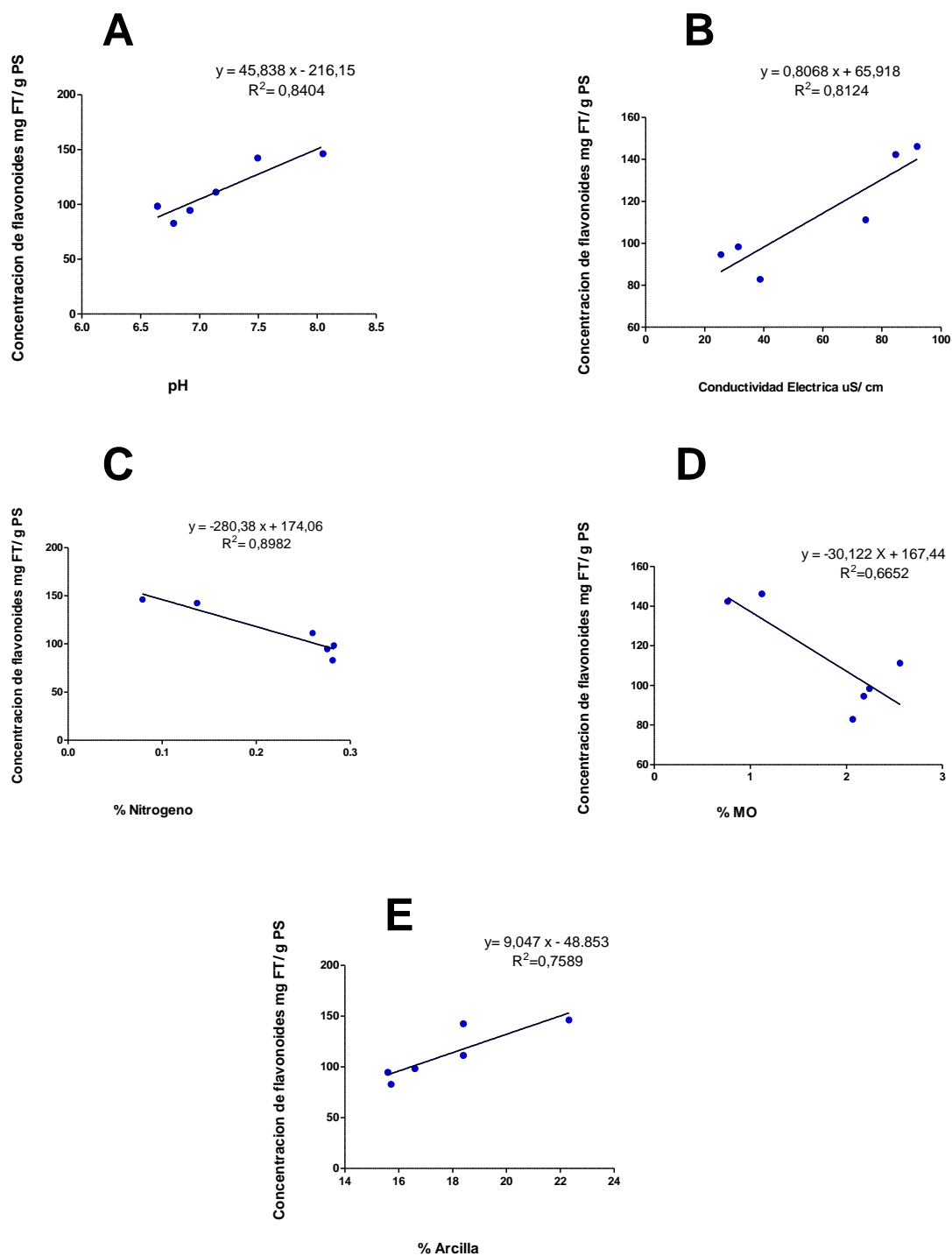


Figura. 18 Correlación parámetros físico-químicos de suelo con la concentración de flavonoides: A) pH, B) Conductividad eléctrica, C) % de Nitrógeno, D) % de materia orgánica, E) % de arcilla

En base a lo expuesto anteriormente y de acuerdo a la alta correlación existente entre la concentración de flavonoides en la planta de Chilca en relación al pH, la conductividad eléctrica y el porcentaje de arcilla en el suelo, (figura 21), se podría deducir que la cantidad de flavonoides aumenta a medida que se incrementan estas propiedades del suelo.

Estudios realizados en diferentes especies, muestran que existe una relación directa entre algunas características edáficas, con la producción de metabolitos secundarios. Así por ejemplo, Gaspar *et al.*, (2009) muestran que el suelo incide en la producción de flavonoides de *Reseda luteola*; también Arámbula *et al.*, (2010) indican que la CE tiene una influencia positiva en la producción de metabolitos secundarios. Indican, además, los mismos autores que en pH comprendidos entre 4 – 5,6 no existe una relación directa en cuanto a la producción de metabolitos secundarios. Así también Santacaloma (2012), coincide en que el incremento de CE, influye directamente en el aumento de metabolitos secundarios.

Arámbula *et al.*, (2010), también mencionan que los altos contenidos de humedad en el suelo, tienen relación con el incremento de compuestos fenólicos, lo que concuerda con datos registrados por el proyecto Cosmecéuticos (2014)³ y Amurrio & Poma, (2015), que muestran a la zona 3 con un mayor contenido de humedad en relación a las zonas 1 y 2. Esto puede estar ocasionado directamente con el porcentaje de arcilla, puesto que en esta zona existe un mayor contenido de este material que, como es sabido, posee una mayor capacidad de retención de agua. La figura 19 y la tabla 11 muestran la relación significativa del porcentaje de arcilla con la concentración de flavonoides.

³Informe del área de suelos del proyecto Desarrollo de productos Cosmeceúticos a partir de plantas del departamento de La Paz, del año 2014.

La tabla 10 y la figura 21, indican que existe una relación significativa negativa entre el porcentaje de materia orgánica y el porcentaje de nitrógeno total, con respecto a la concentración de flavonoides. Es decir, que, a menor contenido de materia orgánica y nitrógeno total, habrá un mayor incremento de flavonoides. Este resultado podría expresar que *Baccharis latifolia* aumenta la producción de sus flavonoides a medida que disminuyen la cantidad de materia orgánica y nitrógeno total. Sin embargo, estos resultados podrían atribuirse a una baja disponibilidad de los nutrientes mencionados en las zonas más altas (1 y 2), haciéndose menos asimilables por las plantas. Esto último producto de una baja mineralización, (Strong *et al.*, 2011). Estudios realizados por Kidanemariam *et al.* (2012), muestran que la altitud influye asimismo directamente en las características del suelo. Parras-Alcántara *et al.* (2015), mencionan que, a mayores altitudes, se observa una reducción de la descomposición de materiales, por lo que se produce una acumulación del contenido de materia orgánica en el suelo.

En este contexto Strong *et al.*(2011) y Parras-Alcántara *et al.*, (2015), mencionan que, a mayores altitudes, la acumulación de materia orgánica está mayormente relacionada con las bajas temperaturas.

Por otro lado, estudios realizados por Angulo & García (2014), muestran que *Baccharis incarum* desarrolla, a nivel de la raíz, una simbiosis con hongos micorrícicos arbusculares. Estos hongos, por medio de sus hifas fúngicas, aumentan la superficie de exploración y así se incrementa la absorción de elementos minerales. Ésta absorción se realiza principalmente a los iones poco solubles en el suelo, tales como el cobre, zinc y fósforo, posibilitando una mayor nutrición para las plantas en sustratos pobres como es el caso de los suelos de Lluto. Así, en los suelos de la zona 3, se encontró un mayor contenido de fósforo, resultado puede atribuirse a la presencia de estos hongos en la mencionada zona, ya que Casilla (2015) encontró que *Baccharis latifolia* está asociada a los hongos micorrícicos arbusculares. Asimismo, Angulo & García *et al.* (2014), encuentran que existe una mayor población de estos hongos en suelos con mayor tiempo de descanso como es el caso de la

zona 3, lo que muestra la posible relación entre el efecto de las poblaciones de hongos, con la disponibilidad de algunos nutrientes del suelo.

Sin embargo, los parámetros de fósforo disponible, capacidad de intercambio catiónico, calcio, magnesio, potasio y relación calcio magnesio no mostraron correlación con respecto a la concentración de flavonoides (tabla 10).

Se evidencia así que, los resultados obtenidos muestran que podría existir una relación directa positiva entre algunas propiedades físico-químicas del suelo, como ser pH, conductividad eléctrica y porcentaje de arcilla, con la concentración de flavonoides. Es decir que, al incrementarse el valor de estos parámetros, también se incrementaría la producción de flavonoides en *Baccharis latifolia*, durante la época seca del año.

6. CONCLUSIONES

En base al estudio realizado sobre la concentración de flavonoides en la masa foliar de Chilca (*Baccharis latifolia*) en tres zonas que corresponden a tres niveles altitudinales (zona 1= 4187 m; zona 2 = 4000 m y zona 3 = 3825 m) durante la época seca en Lluto-La Paz, en la gestión 2014-2015 se ha llegado a las siguientes conclusiones:

Se identificaron las características físico químicas del suelo donde se desarrolla *Baccharis latifolia*, en las tres zonas de estudio, mostrando en general que estos suelos son de baja fertilidad natural. De las tres zonas, los suelos de la zona 3 presentan menor índice de fertilidad.

En cuanto a las variables morfológicas de altura de planta y número de ramas, no se encontró diferencias estadísticamente significativas, aunque las plantas de la zona 2 mostraron de manera general, individuos más altos y con más ramas. Para el diámetro de tallo y diámetro de copa se encontró que existe una diferencia significativa entre las plantas de las tres zonas de estudio, indicando que la zona 2 es la que cuenta con individuos de mayor diámetro tallo (26,9 cm) en relación a las plantas de las zonas 1 y 3 que mostraron diámetros similares entre sí (16 cm; 17,1 cm). De la misma manera en el diámetro de copa se encontró que los individuos de la zona 2 presentaron un valor más alto de diámetro de copa (97,1 cm) en relación a los individuos de las zonas 1 y 3, que mostraron similares diámetros de copa entre sí (71,3 cm; 71,1 cm). Así mismo, se vio que el factor sexo de planta no influye en ninguna de estas variables.

En el porcentaje de masa seca se encontró que no existe una diferencia significativa en cuanto al factor de posición de hojas (apicales, medias y basales) en las ramas de la planta, lo que muestra que el contenido de materia seca es similar en las hojas apicales, medias y basales. También se halló que el sexo de la planta y la altitud no influyen de forma significativa en la producción de masa seca foliar.

En cuanto a la concentración de flavonoides los resultados mostraron que existe diferencia ($p < 0,0001$) en el factor posición de hojas (apicales, medias y basales), notándose que son las hojas apicales las que contienen mayor concentración de flavonoides alcanzando hasta 144,27 mg FT (flavonoides totales)/ g de masa seca), que van disminuyendo en las hojas medias y basales, éstas últimas contienen un similar contenido de flavonoides totales entre sí. Por otro lado los factores, altitud y el sexo de la planta, no muestran diferencia para la concentración de flavonoides.

Se encontró que algunas propiedades físico químicas del suelo influyen en la concentración de flavonoides, se vio que existe una relación positiva significativa del pH, la conductividad eléctrica y el porcentaje de arcilla, indicando que al incrementarse estas propiedades, se incrementa también la concentración de flavonoides. Por el contrario, existe una relación significativa negativa en el porcentaje de materia orgánica y porcentaje de nitrógeno en el suelo, con la concentración de flavonoides en las hojas, lo que indica que al incrementarse estas propiedades la concentración de flavonoides totales disminuye. Estos resultados indican que las características edáficas de la zona donde se desarrolla *Baccharis latifolia* tendrían una relación directa en la producción de estos metabolitos.

7. RECOMENDACIONES

De acuerdo a los resultados y conclusiones obtenidos en el presente trabajo se realiza las siguientes recomendaciones.

Se recomienda realizar el mismo estudio durante la época húmeda, para comparar si la producción de los metabolitos secundarios (flavonoides), la masa foliar y otros, se incrementan o disminuyen durante esta época.

Analizar la concentración de flavonoides en diferentes posiciones de hojas con un mayor número de repeticiones y/o individuos.

Se recomienda realizar estudios comparativos más profundos entre plantas de Chilca cultivadas versus plantas silvestres, en cuanto a su producción de flavonoides y masa foliar.

Estudiarla relación entre: tipos de suelos, fertilidad y clima, donde se desarrolla esta especie, para que en un momento dado se pueda evaluar la posibilidad de cultivar esta especie y de ser así que sea de manera sustentable.

Analizar la relación entre la concentración de flavonoides con: a) la radiación ultravioleta; b) la herbivoría y c) la fisiología de la planta.

Hacer un estudio de la diferencia en concentración de flavonoides que podría existir a mayores rangos altitudinales, aprovechando la amplia distribución de esta especie en cuanto a la altitud.

Por otro lado se recomienda evaluar los requerimientos nutricionales de esta especie y así poder seleccionar condiciones edafo-climáticas óptimas, para su posible producción.

Así también se recomienda realizar un análisis de disponibilidad de nutrientes y presencia de micronutrientes del suelo, para ver la influencia de éstos en el desarrollo de la Chilca y su producción de flavonoides.

8. BIBLIOGRAFIA

- ABAD M.J. Y BERMEJO P. 2007. Baccharis (Compositae): a review update. *Journal of Forestry Research* 22:221- 218.
- ACOSTA, M. 1992. Plantas medicinales del Ecuador. En. Acosta, *Vademecun de Plantas Medicinales del Ecuador* (págs. 50-62). Quito: Abya-Yala- Fundación Ecuatoriana de Estudios Sociales.
- AHERNE S. A., y O`BRIEN (2002). Dietary flavonoids: chemistry, food content and metabolism, *Nutrition*. 18-75 p.
- AMURRIO P. 2011., Estudio de suelos, en *De la planta al medicamento*, Salcedo L. y Almanza G. Universidad Mayor de San Andrés, La Paz-Bolivia Primera edición.
- AMURRIO, P & V, Poma. 2015. Propiedades físico-químicas y variación estacional de los suelos, en un transecto altitudinal en la localidad de Lluto, La Paz-Bolivia " *Revista Boliviana de Química* (32) 5.
- ANGULO W.V. Y GARCIA E, 2014. Baccharis incarum and fungus ArbuscularMycorrhizal symbiotic relationship for land fallow in the Bolivian highland. Relación simbiótica de Baccharis incarum y hongos ArbuscularMycorrhizal en parcelas en descanso en el altiplano Boliviano.
- ARÁMBULA J., IBARRA, Y., GONZÁLEZ, B., GALINDO, O.D., HERNÁNDEZ, H. 2010. Variación estacional de compuestos fenólicos foliares en Quersussideroxila en diferentes tipos de suelo. *Madera y Bosques* 16(3), 49-59. Instituto de ecología, A.C, Xalapa (México)
- ARAUCARIA. 2004. Desarrollo en Apolobamaba. Cultura Kallawaya. Editorial Ego y Sukini asociados, La Paz.
- ARCHIBALD, H.D., BABAJAN, E. A., CONNELL, P. H., EDDY, N. B., GOLDBERG, L., GRANIER-DOYEUX, M. Y HOSOYA, E. 1969. WHO expert committee on drug dependence, sixteenth Report. Genova.
- ARGENBIO. "Programa educativo por qué biotecnología" de 2007, el Consejo Argentino para la Información y el Desarrollo de la Biotecnología.
- ARIZA L. 1974. Las especies Baccharis (Compositae) de Argentina central trabajos del museo central. Tomo III No 4. Universidad Nacional de Cordova.
- ARTEAGA J. 2012. Diseños Experimentales, ed. Agaetra, 110 pag. La Paz-Bolivia
- BATES R. G. 1983. Determination of pH, Wiley, New York.

- BASCONES E. s.f. Análisis de suelo y consejos de abonado. Excm. Diputación provincial de Valladolid.
- BERMEJO J. C. ORMACHEA C. PLATA O. QUEZADA J. 2011., Aplicaciones biotecnológicas en la producción masiva de *Baccharis latifolia*: cultivo in vitro, en: De la planta al medicamento, Salcedo L. y Almanza G. Universidad Mayor de San Andrés, La Paz-Bolivia Primera edición.
- BERTSCHE, F. 1995. La fertilidad de los suelos y su manejo. San José - Costa Rica.
- BLACK, C.A.1965. Methods of soil analysis. Part 1.American society of Agronomy, Madison, Winsconsin. USA. 1572 p.
- BOHLMANN, F., KNAUF, W., KING., R. M. y ROBINSON, H. 1979. Einneues diterpen und weitere in halts stoffeaus *Baccharis* –arten.Phytochemistry, 18, 101-1014.
- BOLFOR; Mostacedo, Bonifacio; Fredecksen, Todel S. 2000. Manual de Métodos Básicos de Muestreo y Análisis en Ecología Vegetal. Santa Cruz Bolivia
- BRACK A, 1999 Diccionario Enciclopedia de Plantas Medicinales Útiles del Perú. Cuzco Perú- Editorial Centro de Estudios Regionales Andinos Bartolomé de las Casas- PNUD.
- BREMNER J. M. 1965. Nitrogen availability indexes. In: C.A. Black et al. (ed.) Methods of soil analysis, Part 2. Agronomy 9:1324-1345. Am. Soc. of Agron Madison, Wis.
- BROMLEY P. The effect of elevation gain on soil .Environmental studies p 102, 1995.
- BUDEL J.M. 2005 O progresso da pesquisa sobre o gênero *Baccharis*, Asteraceae: I- Estudos botânicos, Rev. Brasileira de Farmacognosia; 15 (3) :268–271
- CABRERA, S. E. FREIRE, L. ARIZA ESPINAR, G. DELUCCHI, G. SANCHO, D. A. GIULIANO, L. KATINAS, A. A. SÁENZ, E. URTUBEY, C.RUGGIERO, L. IHARLEGUI, L. IHARLEGUI, ZULOAGA, F. Y O. MORRONE. 1999. En: Zuloaga, F. y O. Morrone (ed.). Catálogo de las plantas vasculares de la República Argentina II. Acanthaceae – Euphorbiaceae (Dicotyledoneae). Missouri Botanical Garden. 1-621p.
- CALATAYUD P. 2010. Compuestos fenólicos y flavonoides como marcadores bioquímicos de la respuesta a estrés abiótico en plantas tolerantes. Trabajo Final De Carrera. Universidad Politecnica De Valencia Escuela Politecnica Superior De Gandia Licenciatura en Ciencias Ambientales.
- CALLE A. 2014, Comunicación personal

- CASILLA, P. 2015. Composición de hongos micorrícicos arbusculares asociados a *Baccharis latifolia* y *B. papillosa* ssp. *Papillosa*, resumen III. Congreso boliviano de botánica Sucre- Bolivia
- CEPEDA, JM. 1991. Química de Suelos. México DF. 2° Edición, Ed. Trillas. p. 105
- CHILÓN E. 1996. Manuel de Edafología. Primera edición. Talleres Gráficos Hisbol. La Paz-Bolivia
- COLEY, P.D. 1993. Gap size and plant defense. *Trends in Ecology and Evolution*, 8:1-2.
- COLEY, P.D. 1980. Effects of leaf age and plant life history patterns of herbivory. *Nature*, 284: 545- 546.
- CORREA, Q. Y BERNAL, H. 1990. especies vegetales promisorias de los países del convenio Andres Bello: *Baccharis*. Bogota: SECAB. Ciencia y Tecnología versión 5
- CYTED. 1995. Actividad Antiinflamatoria. En CYTED, "Búsqueda de principios bioactivos en plantas de la región" Programa iberoamericano de ciencia y tecnología para el desarrollo. Subprograma X química Fina Farmacéutica, proyecto X-1. (págs. 82 - 92).
- DAVICINO R. 2007. Actividad antifúngica de extractos de plantas usadas en medicina popular en Argentina, *Rev. Peru. Biol.*, 14(2):247-251
- DE LA TORRE L, NAVARRETE H, MURIEL P, MACÍA M, BALSLE H. 2008. Enciclopedia de las Plantas Útiles del Ecuador. Herbario QCA & Herbario AAU Quito & Aarhus, pp.: 105-114. Dept. of Pharma, faculty of pharmacy, University Complutense. Rev. -76-80.
- DEMKURA P., 2006. Instituto de investigaciones fisiológicas y ecológicas vinculadas a la agricultura (IFEVA) Escuela para Graduados Ing. Agr. Alberto Soriano Facultad de Agronomía – Universidad de Buenos Aires
- DÍAZ M, CONDE J., FÉLIX P., RAMÍREZ S., VICUÑA R. s.f. Evaluación de la actividad antiinflamatoria de una crema a partir del extracto purificado de *Baccharis Tricuneata* (L.f.) Pers. "taya" Evaluation of the antiinflammatory activity of a cream from purified extract from *Baccharis Tricuneata* (L. f.) Pers. "Taya" Asociación Científica de Investigación Farmacéutica - Facultad de Farmacia y Bioquímica- Universidad Nacional "San Luis Gonzaga" de Ica. Facultad de Agronomía. 290 p.
- FAO. 1999. Rice in the Tropics: A Guide to the Development of National Programs. United States. Westview Press. 249p.

- FERRARO GRACIELA E. s.f. Actualización de su Uso en Terapéutica IQUMEFA (Instituto de la Química y Metabolismo del Fármaco) CONICET-UBA, Facultad de Farmacia y Bioquímica, Junín 956, (1 113) Buenos Aires, Argentina
- FLORES Y. SALCEDO L. ALMANZA G.R. 2011., Estudios químicos, en: De la planta al medicamento, Salcedo L. y Almanza G. Universidad Mayor de San Andrés, La Paz-Bolivia Primera edición.
- FOTH, H. 1997. Fundamentos de la ciencia del suelo. (Fundamental of soil science) implications. Proceedings of the National Academy of Sciences 96: 980–985
- FRANZ G, H KOEHLER. 1992. Drogen und Naturstoffe Grundlagen und Praxis der ChemischenAnalyse. Berlin, Germany. SpringerVerlag.
- FREIRE Y FIERRO, A. 2004. Botánica Sistemática Ecuatoriana. Missouri Botanical Garden, FUNDACYT, QCNE, RLB y FUNBOTANICA. Murray Print, St. Louis, Missouri. 122-123p.
- GARCÍA H. 1992. Flora medicinal de Colombia: botánica médica. Segunda edición. Tercer mundo editores. Bogotá.
- GASPAR H., MOITEIRO C., TURKMAN A., COUTINHO J., CARNIDE V., 2009. Influence of soil fertility on dye flavonoids production in weld (*Reseda luteola* L.) accessions from Portugal
- GIRAULT, L.; 1987. “Kallawayá – Investigación sobre prácticas medicinales y mágicas”, La Paz.
- GIULIANO D.A. 2001. Infrageneric classification of the Argentine species of *Baccharis* (Asteraceae, Astereae). Darwiniana 39(1-2): 131-154
- GONZALES E.L. VILLCA T, ALMANZA R, 2007. Evaluación de la actividad antiinflamatoria de ocho especies del género *Baccharis*: *B. articulata*, *B. dracunculifolia*, *B. salicifolia*, *B. ulcina*, *B. latifolia*, *B. pentlantii*, *B. subalata*. Área de farmacología del Instituto de Investigaciones Farmaco-bioquímicas, Facultad de Ciencias Farmacéuticas y Bioquímicas, Universidad Mayor de San Andrés, Av. Saavedra No 2224, La Paz, Bolivia. Revista Boliviana de Química volumen 24.
- GONZALES E.L. ARIAS J. L. LOZA R. P. 2011., Estudios de toxicidad preclínica, en: De la planta al medicamento, Salcedo L. y Almanza G. Universidad Mayor de San Andrés, La Paz-Bolivia Primera edición.
- GONZALES E. L. APAZA D. 2011., Estudios farmacológicos preclínicos, en: De la planta al medicamento, Salcedo L. y Almanza G. Universidad Mayor de San Andrés, La Paz-Bolivia Primera edición.

- GROTEWOLD ERICH, 2006. The Science of Flavonoids, Springer Science, USA. Environmental Chemistry Letters 4: 147–157
- GUERRA D. 1995. Tesis de aptitud profesional. Aislamiento y elucidación estructural de flavonoides de *Baccharis genistelloides* Pers tres filos Kinsa Kuchu. UNMSM. Lima.
- GUERRERO, B. J. 1993. Abonos orgánicos. Tecnología para el manejo ecológico de suelos edición Mauro Regalado, Lima Perú.
- GUÍA DE CONSULTAS BOTÁNICA II sf. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura (UNNE) ASTERIDAE-Asterales-Asteraceae.
- GUPTA, M.P. 1995. “270 Plantas Medicinales Iberoamericanas”. Ed. Presencia Ltda. Santafé de Bogota, D.C.
- HODSON E. GARCIA H. IDROBO J 1988. Especies vegetales promisorias de los países del convenio Andrés Bello. Secretaria Ejecutiva del convenio Andrés Bello. Tomo 5.
- HOYOS K. 2008. Diseño de una formulación de aplicación tópica a base de *Baccharis latifolia* (Chilca), con efecto antiinflamatorio. Tesis de grado Universidad Nacional Mayor de San Marcos Facultad de Farmacia y Bioquímica e.a.p de Farmacia y Bioquímica. Lima – Perú
- HUDSON, N. 1982. Conservación del suelo. REVERTE, S.A. Barcelona-España 22 p.
- PAULET, M. 1999. Los recursos de agua y suelo para la agricultura y el desarrollo rural. COMUNICA, año 4, N° 11, p. 35-50.
- INE, 1999. Instituto Nacional de Estadística mapa de Municipios. Bolivia. Mapa de provincias fisiográficas de Bolivia 1994 y mapa de erosión de suelos de la región semiárida y subhúmeda.
- ISO. 5725-2. 1994. Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results. Part 2. Basic method for the determination of repeatability and reproducibility of a standard measurement methods International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland.
- JARAMILLO, D. 2002. Introducción a la Ciencia del Suelo. Colombia: Facultad de Ciencias Medellín. 619 p.
- JONES, C.G. Y E. HARTLEY. 1999. A protein competition model of phenolic allocation. Oikos. 86:27–44.
- KIDANEMARIAM A., GEBREKIDAN H., MAMO T., KIBRE K. 2012, Impact of Altitude and Land Use Type on Some Physical and Chemical Properties of Acidic Soils

- in Tsege de Highlands, Northern Ethiopia. Open Journal of Soil Science. Published Online September 2012 (<http://www.SciRP.org/journal/ojss>) 223
- KUKLINSKI, C., 2000. Farmacognosia: Estudio de las drogas y sustancias medicamentosas de origen natural, Barcelona, OMEGA, S.A.
- KUMAZAWA, S., YONEDA, M., SHIBATA, L., KANAEDA, J., HAMASAKA, T., y NAKAYAMA, T., 2003. Direct evidence for the plant origin of Brazilian propolis by the observation of honeybee behavior and Phytochemical Analysis. Chemical y Pharmaceutical Bulletin, 51p.
- LAITINEN, M. L.; R. JULKUNEN-TIITTO Y M. ROUSI. 2000. Variation in phenolic compounds within a birch (*Betula pendula*) population. J. Chem. Ecol. 26: 1609-1622.
- LARCHER, W. 2006. Ecofisiología vegetal. Rima, São Carlos.
- LAVOLA, A. 1998. Accumulation of flavonoids and related compounds in birch induced by UV-B irradiance. Tree Physiol. 18:53–58.
- LOAIZA J. E., 2000. Potencial biocida de extractos de *Gliricidia sepium* contra patógenos del cultivo de la papaya (*Carica papaya*), Rev. Agronomía Costarricense; 24(1):29–36
- LOZA. BALSOG, G. 1995. “Esbozo de Medicina Aymara” , La Paz-Bolivia.
- LOCK, O., CABELLO, I., & DOROTEO, V. H. (2006, Diciembre 1). Análisis de flavonoides en plantas. Consultado el 2012, May 07, from http://old.iupac.org/publications/cd/ medicinal_chemistry/Practica-VI-6.pdf.
- MACÍA M.J. 2006. Las plantas de fibra, Botánica Económica de los Andes Centrales, Editores: M. Moraes R., B. Øllgaard, L. P. Kvist, F. Borchsenius & H. Balslev, Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, 370–384
- MADEIRA F. P. 2003. Flavonoides e Triterpenos de *Baccharis pseudo tenuifolia* – Bioactividade sobre *Artemia salina*, Quim. Nova; 26(3):309–311
- MADIGAN MICHEL T, MARTINKO J. M., PARKER J., BROOK, 1999. Biología de los microorganismos, octava edición revisada, Madrid.
- MAHABIR P. GUPTA: 1995. plantas Medicinales Iberoamericanas. Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el desarrollo. Convención Andres Bello, Editorial Presencia Ltda. Colombia.
- MALAGARRIGA HERAS, R. DE P. 1976. Nomenclator *Baccharis incarum* Omnium. Mem. Soc. Ci. Nat. La Salle 37: 129-224.

- MANGIATERRA A. 2005. Evaluación de parámetros botánicos y fitoquímicos para el control de calidad de carqueja. Tesis de licenciatura en Ciencias Biológicas, Facultad de Ciencias exactas y naturales, Universidad de Belgrano.
- MARGARIS, N.S.; MOONEY, H.A. 1981. Components of productivity of Mediterranean-climate regions. Basic and applied aspects. Dr .W Junk. Publishers. The Hague.
- MARTÍNEZ S.; MOLLINEDO P. MAMANI O. ALMANZA G. TERRAZAS E. 2011. Estudio fitoquímico y de la actividad antihelmíntica de los extractos de Euphorbia, estudio in vitro de la actividad antifúngica de extractos vegetales del género baccharis sobre candida albicans, Instituto de Investigaciones en Productos Naturales, Carrera de Ciencias Químicas, Universidad Mayor de San Andrés.
- MARTINEZ H. S. 2010. Estudio in vitro de la actividad antibacteriana y antifúngica de extractos vegetales del género Baccharis (CARRERA DE CIENCIAS QUIMICAS) sobre Microorganismos fitopatógenos y patógenos humanos (INSTITUTO DE INVESTIGACIONES FARMACO-BIOQUIMICAS), en el año 2010". Universidad Mayor de San Andrés. La Paz Bolivia
- MARTÍNEZ, J., GONZÁLEZ J.M., TUÑÓN, M.J. 2002. Los flavonoides: propiedades y acciones antioxidantes. *Nutr Hosp*, 17:271-278.
- MASASHI, K., N. TAKASHI Y H. KOUHEI. 2007. Among-tree variation in leaf and herbivore attacks in a deciduous oak. *Quercus dentate*. Scandinavian
- MAZZA C.A., ZAVALA J., SCOPEL A.L., BALLARÉ C.L. 1999. Perception of solar UVB radiation by phytophagous insects: Behavioral responses and ecosystem.
- MENA M., 2010. Estrategias de conservación de tolares en el sistema TDPS (sector boliviano), Instituto de Ecología. La Paz –Bolivia.
- MENDIVIL BOGGETTI MARIA JIMENA 1995. Estudio de plantas con actividad contra bacterias frecuentes en quemados. Tesis Licenciatura Bioquímica y farmacia. México. 19p.
- MULLER, J. 2006. Systematics of Baccharis (Compositae-Asteracea) en Bolivia, including a new view of the genus. *Systematic Botany Monographs*. 76, 137-142.
- NARRO, E. 1994. Física de suelos, con enfoque agrícola. México DF., Ed.
- NOGUÉS, S.; ALLEN, D.J.; MORISON, JIL; BAKER, N.R. 1998. Ultraviolet-B radiation effects on water relations, leaf development, and photosynthesis in droughted pea plants. *Plant Physiol* 117 (1): 173-181.

- OBLITAS, E.1992. "Plantas Medicinales de Bolivia". 2da edición.; Ed. Amigos del Libro
- OCAMPO E. 2011. Apéndice importancia de productos naturales para la industria farmacéutica boliviana. Laboratorios Farmacéuticos LAFAR
- OLIVEIRA A. C., EMDRIMGUER E. C., AMORIM L. A., BRANDAO M., COHELO M. M., 2005. Effect of the extracts and fractions of *Baccharis trimera* and *Byzygium cumini* on glycaemia of diabetic and non-diabetic .*Journal of Ethnopharmacology* 102 (3).
- ORTEGA S., F.- 1986. Las causas de la salinidad de los suelos de Cuba. *Ciencia. de la Agric.*,27:126-136
- ORTIZ M.A., 2009. Colonización bacteriana y susceptibilidad antibacteriana de *Pseudomonas aeruginosa* aisladas de pacientes quemados infectados del Hospital Regional de Alta Especialidad de Veracruz, *Enf. Inf. Microbiol.* 29 (1): 11-19
- PALACIO A. 1999. Tratamiento Antifungico: Ultimos avances en Dermatología, *Rev. Iberoam. Micol*;16:86–91
- PAREDES, B. 2002. Análisis de la Chilca. Ibarra-Ecuador: s/ed.
- PARK, Y. K., PAREDES J. F., AGUILAR, C. L., ALENCAR, S. M.,Y FUJIWARA, F. Y., 2004. Chemical Constituents in *Baccharis dracunculifolia* the Main Botanical Origen of Southeastern Brazilian Propolis. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52.
- PARRAS L., LOZANO B. Y GALÁN, A. 2015. Soil organic carbon along an altitudinal gradient in the Despeñaderos Natural Park, southern Spain.*Solid Earth*, 6, 125–134p.
- PASTOR, J. 1987. Suelos y Agroquímica. Cuba la Habana: Pueblo y Educación. 192p.
- PAUL E. L., LUNARDELLI A., CABERLON E. 2009. Anti-inflammatory and immune modulatory effects of *Baccharis trimera* aqueous extract on induced pleurisy in rats and lympho proliferation in vitro. *Inflammation* 36 (6).
- PDM 2000. Plan de Desarrollo Municipal Mecapaca La Paz-Bolivia
- PÉREZ E., ETTIENE G., CASASSA A., SILVA N. RAGA J., GONZÁLEZ C., SANDOVAL L. Y MEDINA D. 2014. Determinación de fenoles y flavonoides totales en hojas de guayabo (*Psidiumguajava* L.) *Rev. Fac. Agron. (LUZ)*. 2014, 31: 60-77.

- PORTA C.ROQUERO De L. López R.1994. Edafología: para la agricultura y el Medio ambiente. Madrid, España; Mundi Prensa. p. 23, p. 533-534, p. 572-578.
- QUISPE R. E., 2015. Comunicación personal
- QUISPE R. E., 2012. Morfoanatomía e histoquímica foliar de *Baccharis papillosa* sub sp. *Papillosa* Muller (Asteraceae) en el valle de La Paz. P. 9.
- REYNEL C, LEÓN J. 1990. Árboles y arbustos andinos para agroforestería y conservación de suelos. Proyecto FAO Holanda- DGFF. Tomo II. Perú Chilca
- RICCO, R., M. WAGNER Y A. GURNI. 2011. Dinámica de polifenoles de “Cedrón” (*Aloysia citrodorapalau* verbenaceae) en relación al desarrollo foliar. Bol. Latinoam. Caribe Plantas Med. Aromát. 10(1):67–74.
- RODRIGO G. SORIA W. 2011., Estudios de genotoxicidad, en: De la planta al medicamento, Salcedo L. y Almanza G. Universidad Mayor de San Andrés, La Paz-Bolivia Primera edición.
- RODRIGUEZC. R., DIAS J. H., DE MELLO D. R., RICHTER M. F., PICADA J. N., FERRAZ A. 2009. Genotoxic and antigenotoxic properties of *Baccharis trimera* in mice. *Journal of Ethnopharmacology* 125 (1).
- ROERSCH C. 1994. plantas medicinales en el sur andino del Perú. Koeltz Scientific Books. Königstein: Peru Chilca Roto diseño y color S.A. p. 33 - 58.
- RUBIO P. 2013. Diseño Y Elaboración De Un Lipo Gel Antiinflamatorio de *Baccharis teindalensis* Kunt. (Chilca). Trabajo de investigación para optar por el grado de Química Farmacéutica. Carrera de Química Farmacéutica. Quito: UCE. 163 p.
- RUCKS L., F. GARCÍA, A. KAPLÁN, J. PONCE DE LEÓN y M. HILL.2004. Propiedades Físicas del Suelo. Universidad De La República. Facultad de Agronomía. Departamento de Suelos y Agua. Montevideo-Uruguay.68 p
- RUTTER R. 1990. Catálogo De Plantas Útiles De Amazonia Peruana. Segunda edición revisada. Instituto lingüístico de verano. Pucallpa: peru Chilca
- SALAZAR W, CÁRDENAS J, NÚÑEZ M, FERNÁNDEZ I, VILLEGAS L, PACHECO L, UNTIVEROS G 2008. Huancha y *Baccharis salicifolia*.
- SALCEDO L. STERNER, O. ALMANZA G. R. 2001 Estudio fitoquímico de *Baccharis latifolia* revista boliviana de química 18, 43-48
- SALCEDO L., ALMANZA G.R., 2011. Uso de *Baccharis latifolia* (Chilca) en La Paz Bolivia, Laboratorio de Bio orgánica. Instituto de Investigaciones Químicas. Facultad de Ciencias Puras y Naturales. Universidad Mayor de San Andrés. La Paz Bolivia. Calle 27 Cota cota C.P. 303

- SALCEDO L. ALMANZA G.R. 2011., Uso tradicional, en: De la planta al medicamento, Salcedo L. y Almanza G. Universidad Mayor de San Andrés, La Paz-Bolivia Primera edición.
- SANCHEZ, J, 1996. Fertilidad de Suelos y la Nutrición Mineral de las plantas.
- SANTACOLOMA L. GRANADOS 2012. Interrelación entre el contenido de metabolitos secundarios de las especies *Gliricidia sepium* y *Tithonia diversifolia* y algunas propiedades físicoquímicas del Suelo (ECAPMA). Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD); Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente Bogotá, Colombia.
- SCHELENGEL B., 2001. Estimación de biomasa y carbono de raíces y sus tasas de acumulación en bosques sucesionales y praderas tropicales de Colombia, Universidad Nacional de Medellín Colombia 16 p.
- SERRADA, R. 2008. Apuntes de Selvicultura. Servicio de Publicaciones. EUIT Forestal. Madrid
- SAEED S., BAROZAI M. Y. K., AHMAD A., HAIDER S. 2014. Impact of Altitude on Soil Physical and Chemical Properties in Sira Ghurgai (Takatu mountain range) Quetta, Balochistan. International Journal of Scientific & Engineering Research, Volume 5, Issue 3, 730 ISSN 2229-5518
- SIMMONDS M.S.J., 2003. Flavonoid–insect interactions: recent advances in our knowledge. *PHYtochemistry* 64: 21–30
- SIQUEIRA N.C.S., 1988. Aspectos farmacognósticos e perfil cromatográfico dos constituintes de *Baccharis articulata* Lam. (Pers.), Compositae, *Caderno de Farmácia*, 1988; 4 (1): 63–76
- STANLEY E. 2010. Herviboria y Características Foliarias en Función de la Edad en Hojas de *Pipersp* (Piperaceae). *Ecología de Mata Atlántica*, Curso de Pós-Graduação em Ecologia - Universidade de São Paulo
- STEVENS, P.F. 2001. Angiosperm Phylogeny Website. Version 9, June 2008.
- STRACK, D. 1997. Phenolic metabolism. In: Dey PM, Harborne JB (eds). *Plant Biochemistry*. Academic Press, London. p 387–416.
- STRONG, C., BOULTER, S., LAIDLAW, M., MAUNSELL, S., PUTLAND, D., KITCHING, R. 2011. The physical environment of an altitudinal gradient in the rainforest of Lamington National Park, southeast Queensland. *Memoirs of the Queensland Museum*, Nature 55(2).
- SUÁREZ F., 1980, Conservación de suelos. 3 edición, IICA, 315 p

- TAIZ L, ZEIGER E. 1991. Surface Protection and Secondary Defense Compounds. In Plant Physiology. California. The Benja min/Cummings Publishing Company. p. 318-345.
- TERCEROS P. QUELCA B. SOLARES M. 2007. Plantas Medicinales en Bolivia. Estudio de Prospectiva sobre el futuro de las plantas medicinales del Altiplano y los valles centrales de los Andes. Organización de las Naciones Unidas para el desarrollo Industrial. Gobierno de Bolivia. Ministerio de Planificación del desarrollo, Viceministerio de Ciencia y Tecnología.
- TITO L. 1996. Manejo y Conservación de suelos. Texto de consulta. La Paz U.M.S.A. 103 p.
- TREUTTER D., 2006. Significance of flavonoids in plant resistance: a review. Environmental Chemistry Letters 4: 147–157
- TURNER, I.M. 2001. The ecology of trees in the tropical rain forest. Trad. Ambrosio, A. México DF., Ed. Continental. p. 37-73, 183 - 206.
- UICN-OMS-WWF. 1993. Directrices sobre la conservación de plantas medicinales. Organización Mundial de la Salud. Unión Internacional para la conservación de la naturaleza (UICN) and WorldWildlifefund (WWF).
- USDA. UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE NATURAL RESOURCES CONSERVATION SERVICE, 1999. Soil taxonomy, a basic system of soil clasification for making and interpreting soil surveys, Agriculture Handbook N° 436, Superintendent of Documents, U.S. government Printing Office, 2da Ed. Washington DC, United States, 863p.
- VELÁSQUEZ L, 2007. Actividad antimicrobiana de extracto de *Franseria Artemisoides* USDA(, *Rumex palustris*, *Baccharis latifolia*, *Cestrum parqui* y *Piper asperifolium* frente a *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* y *Enterococcus faecalis*. Tesis de licenciatura Bioquímica y farmacia Universidad Mayor de San Andrés. La Paz Bolivia.
- VERDI L., BRIGHENTE I. PIZZOLATTI M. 2005. The *Baccharis* genus (Asteraceae): chemical, economic and biological aspects. Quim. Nova (online), vol 28 no. 1 (cited 2008-01-02), pp 85-94.
- VILLAGRÁN C. 2003. Etnobotánica del Sur de los Andes de la Primera Región de Chile: Un enlace entre las Culturas Altiplánicas y las de Quebradas Altas del Loa Superior, Chungara, Revista de Antropología Chilena, 35(1):73–124
- VILLARROEL, J. 1988. Manual práctico para la interpretación de análisis de suelos en el laboratorio. Cochabamba, Bolivia: Universidad Mayor de San Simón, AGRUCO, Agroecología Universidad de Cochabamba.

- WADSWORTH F. H. 2000. Investigación forestal, en : Producción forestal para América Tropical, Departamento de Agricultura de Estados Unidos v, Manual de Agricultura 710-S ,563pp.
- WEBERBAUER A. 1945. El Mundo Vegetal de los Andes Peruanos. Estac. Exper. Agric. La Molina. Edit. Lumen. Lima, Perú.
- WINBERG, R. & LAIRD, S. 2009. Bioprospections, Access and Benefit Sharing: Resisting the “Grand Bargain”. In: Winberg, R., Schroeder, D. & Chennells, R. (eds) Indigenous peoples, Consent and Benefit Sharing. Springer Netherlands.
- ZALLES, J.; DE LUCCA, M.; 1991. “El verde de la Salud”. Punata, Cochabamba
- ZAMORA, J., QUIROZ. 2000. Terminología forestal de uso común en Centro América. Manejo forestal tropical. CATIE. Unidad de manejo de bosques Naturales.(14). ISSN 1409-3456.
- ZAPATA R. 2003. Reducción del desarrollo de hongos fitopatógenos con Extracto de Cardón lefaria (*Cereus deficiens* Otto & Diert), Interciencia,; 28(5):302–306
- ZDERO C.; F. BOHLMANN J.C.; SOLOMON R.M.; KING Y H.ROBINSON. 1989. Ent clerodanes and other constituents from bolivian *Baccharis* species. *Phytochemistry*28: 531-542.

REFERENCIAS

- P1. [http:// www.hear.org/gcw/html/autogend/species/2459. HTM](http://www.hear.org/gcw/html/autogend/species/2459.HTM). Global Compendium of Weeds (recuperado 2015)
- P2. <http://www.infoagro.com/>

ANEXOS

Anexo 1. Descripción del perfil de suelo calicata 1: zona 1

A. Información acerca del sitio de muestreo

PERFIL 1

Autor: Egr. Soledad Enríquez Orellana

- ▶ Fecha de observación : 23 de junio de 2014
- ▶ Ubicación : parte alta de ladera Comunidad de Lluto provincia Murillo
- ▶ Coordenadas : Lat. Sur 16°37'23,3" Long. Oeste 68°01'8,4"
- Norte :
- ▶ Altitud (msnm) : 4187 msnm
- ▶ Forma del terreno
 - i). Posición Fisiográfica : ladera de colina
 - ii). Forma del terreno
- circundante : montañoso
- ▶ Pendiente donde el perfil está situado : Escarpado (25-55%)
Agrícola, con cultivos de papa, cebada, etc. Vegetación natural: Th'ola, KanllaKisk'a
- ▶ Vegetación o uso de la tierra : natural: Th'ola, KanllaKisk'a
- ▶ Clima :

B. Información general acerca del suelo

- ▶ Material de partida : formación uncía
- ▶ Condiciones de humedad : Seco todo el perfil
- ▶ Profundidad efectiva : Superficial y en este caso total (0 - 50 cm)
- ▶ Profundidad del nivel freático : Desconocido
- ▶ Drenaje externo : Bien drenado
- ▶ Drenaje interno : algo excesivamente drenado
- ▶ Presencia de piedras en la superficie : alto
- ▶ Presencia de afloramientos rocosos : medio
- ▶ Evidencia de erosión : Erosión hídrica laminar, grado ligera
- ▶ Presencia de sales o álcalis : no se encontró
 - ▶ Influencia humana: Actividad agrícola bajo tracción humana

Anexo 1a Propiedades físico-químicas de perfil 1

Calicata 1: ZONA 1: 4187 m		Propiedades Físicas				Propiedades Químicas								
Horizonte	Prof.	Textura				pH	CE	Cationes Intercambiables				% MO	% N	P ppm
	Cm	% Arena	% Limo	% Arcilla	Clase Textura		dS/cm	Ca	Mg	Na	K			
A	0-8	52,9	32,2	14,9	FA	6,8	28,4	4,75	4,70	0,0135	0,33	2,21	0,28	2,54
C	8-45	53,8	31,8	14,4	FA	6,4	27,5	4,00	4,50	0,0230	0,14	2,24	0,36	2,12



Anexo 1b: Perfil 1: ZONA 1

Anexo 2. Descripción del perfil de suelo calicata 2: zona 2

A. Información acerca del sitio de muestreo

PERFIL 2	Autor: Egr.. Soledad Enríquez Orellana
▶ Fecha de observación	: 23 de junio de 2014
▶ Ubicación	: parte media de ladera este Lluto Lat. Sur 16°35'24,6" Long. Oeste 68°00'5,1"
▶ Coordenadas	
▶ Altitud (msnm)	: 4000 msnm.
▶ Forma del terreno	
i). Posición Fisiográfica	: ladera de colina
ii). Forma del terreno	
circundante	: montañoso
▶ Pendiente donde el perfil está situado	: Escarpado (25 - 55%) Cultivos: Papa, Cebada, etc. Vegetación natural: Sak'a, Ch'ica, Chapi, koa, thola etc.
▶ Vegetación o uso de la tierra	
▶ Clima	: Edáfico: ustico, térmico

B. Información general acerca del suelo

▶ Material de partida	: Formación uncía
▶ Condiciones de humedad	: Lig. húmedo al momento de la descripción
▶ Profundidad efectiva	: superficial (30 - 50 cm)
▶ Profundidad del nivel freático	: Desconocido
▶ Drenaje externo	: bien drenado
▶ Drenaje interno	: Moderado
▶ Presencia de piedras en la superficie	: pedregoso
▶ Presencia de afloramientos rocosos	: rocoso
▶ Evidencia de erosión	: ligera erosión hídrica moderada
▶ Presencia de sales o álcalis	: Libre
▶ Influencia humana	: Actividades agrícolas, de uso temporal

Anexo 2a: Propiedades físico - químicas de perfil 2

Calicata 2: ZONA 2: 4000 m		Propiedades Físicas				Propiedades Químicas								
Horizonte	Prof.	Textura				pH	CE	Cationes Intercambiables meq/100				% MO	% N	P ppm
	Cm	%	%	%	Clase		uS/cm	g						
		Arena	Limo	Arcilla	Textura			Ca	Mg	Na	K			
A	0-5	52,6	32,4	14,9	FA	7,0	56,6	4,4	1,9	0,0074	0,28	2,32	0,27	3,87
C1	5-11,	58,8	31,8	9,4	FA	6,1	69,5	3,7	1,3	0,0088	0,47	3,51	0,09	6,72
C1	11-40	58,6	32,0	9,4	FA	6,5	53,5	4,3	1,5	0,0079	0,39	4,35	0,10	3,32
C3	40-50	54,2	31,6	14,2	FA	6,3	19,9	3,2	1,0	0,0230	0,16	2,10	0,27	2,95
C4	>50	53,8	31,8	14,4	FA	6,8	16,6	3,6	1,2	0,0170	0,12	1,28	0,12	0,83



Anexo 2b: Perfil 2: ZONA 2

Anexo 3. Descripción del perfil de suelo calicata 3: zona 3

A. Información acerca del sitio de muestreo

PERFIL 3	Autor: egr. Soledad Enríquez Orellana
▶ Fecha de observación	: 24 de junio de 2015
▶ Ubicación	: parte baja de ladera este Lluto Lat. Sur 16°35'20,8" Long. Oeste 68°01'10"
▶ Coordenadas UTM	
▶ Altitud (msnm)	: 3825 msnm.
▶ Forma del terreno	
i). Posición Fisiográfica	: ladera de colina
ii). Forma del terreno	
circundante	: Montañoso
▶ Pendiente donde el perfil está situado	: escarpado (47%) no existe cultivos agrícolas zona en barbecho . Vegetación
▶ Vegetación o uso de la tierra	: natural: Th'ola, KanllaKisk'akoa,
▶ Clima	: Edafico: Árido, térmico

B. Información general acerca del suelo

▶ Material de partida	: Sedimentario - Coluvio aluvial
▶ Condiciones de humedad	: Seco todo el perfil
▶ Profundidad efectiva	: superficial
▶ Profundidad del nivel freático	: Desconocido
▶ Drenaje externo	: moderado
▶ Drenaje interno	: Imperfectamente drenado
▶ Presencia de piedras en la superficie	: muy pedregoso
▶ Presencia de afloramientos rocosos	: Rocoso
▶ Evidencia de erosión	: Erosión hídrica en surcos, grado ligero a medio
▶ Presencia de sales o álcalis	: ligeramente afectado
▶ Influencia humana:	utilizado como zona de pastoreo

Anexo 3a Propiedades físico - químicas de perfil 3

Calicata 3: ZONA		Propiedades Físicas				Propiedades Químicas								
Horizonte	Prof. Cm	Textura				pH	CE	Cationes Intercambiables meq/100 g				% MO	% N	P ppm
		% Arena	% Limo	% Arcilla	Clase Textural		uS/cm	Ca	Mg	Na	K			
A 2	0-21	54,50	29,87	15,64	FA	7,77	88,32	3,50	4,35	0,0036	0,32	0,94	0,11	5,72
C1	21-40	33,40	47,00	19,60	FL	7,76	65,20	4,20	6,00	0,0570	0,34	2,08	0,06	3,70
B	>40	23,60	52,00	24,40	FL	8,10	51,30	3,50	6,70	0,1300	0,47	0,59	0,16	2,95



Anexo 3b: Perfil 3: ZONA 3

Anexo 4. Análisis de varianza: altura de planta, diámetro de tallo, diámetro de copa y número de ramas

FV	SC	GL	CM	Fc	p
Variable dependiente: altura de planta					
Sexo	208,033	1	208,033	,271ns	,607
Zona	3750,067	2	1875,033	2,443ns	,108
b * s	714,467	2	357,233	,465	,633
Error	18422,800	24	767,617		
Total	23095,367	29			

Cv: 10,81

Variable dependiente: diámetro de copa					
Sexo	56,033	1	56,033	,111ns	,742
Zona	4472,267	2	2236,133	4,436 *	,023
b * s	169,867	2	84,933	,168	,846
Error	12098,000	24	504,083		
Total	16796,167	29			

Cv: 17,17

Variable dependiente: diámetro de tallo					
Sexo	8,533	1	8,533	,182ns	,673
Zona	720,200	2	360,100	7,692*	,003
b * s	71,667	2	35,833	,765	,476
Error	1123,600	24	46,817		
Total	1924,000	29			

Cv: 28,29

Variable dependiente: número de ramas					
Sexo	17,633	1	17,633	,446ns	,511
Zona	167,267	2	83,633	2,115ns	,143
b * s	322,067	2	161,033	4,072	,030
Error	949,200	24	39,550		
Total	1456,167	29			

Cv: 11,86

Anexo 5. Análisis estadístico de Kruskal Wallis para los parámetros físico químicos de suelos de la capa superficial (0-30 cm) entre las tres zonas de estudio

Estadísticos de contraste^{a,b}

	pH	Conductividad eléctrica	Porcentaje de arcilla	Materia orgánica	Porcentaje de nitrógeno	Fósforo
Chi-cuadrado	1,907	1,610	,363	,372	1,061	,598
gl	2	2	2	2	2	2
Sig. asintót.	,385	,447	,834	,830	,588	,741

a. Prueba de Kruskal-Wallis

b. Variable de agrupación: zona

Estadísticos de contraste^{a,b}

	Potasio	Sodio	Calcio	Magnesio
Chi-cuadrado	,076	2,000	,074	,000
gl	2	2	2	2
Sig. asintót.	,963	,368	,964	1,000

a. Prueba de Kruskal-Wallis

b. Variable de agrupación: zona

Anexo 6. Análisis estadístico de Kruskal Wallis para los parámetros físico químicos de suelos de la capa superficial (0-30 cm) entre plantas del sexo femenino y masculino de las tres zonas de estudio

Estadísticos de contraste^{a,b}

	pH	Conductividad eléctrica	Porcentaje de arcilla	Materia orgánica	Porcentaje de nitrógeno	Fósforo
Chi-cuadrado	,052	,052	,229	,124	,097	,028
gl	1	1	1	1	1	1
Sig. asintót.	,820	,820	,632	,724	,756	,868

a. Prueba de Kruskal-Wallis

b. Variable de agrupación: sexo

Estadísticos de contraste^{a,b}

	potasio	Sodio	Calcio	Magnesio
Chi-cuadrado	,051	,048	3,971	,429
gl	1	1	1	1
Sig. asintót.	,822	,827	,046	,513

a. Prueba de Kruskal-Wallis

b. Variable de agrupación: sexo