

1. INTRODUCCIÓN

El término Foliar = Folio = Hoja El área foliar de una planta se refiere a la cantidad de superficie de hoja que ella posee. El área foliar es uno de los parámetros más importantes en la evaluación del crecimiento de las plantas; de allí que la determinación adecuada de la misma es fundamental para la correcta interpretación de los procesos fisiológicos de una especie vegetal. Existen varios métodos para la determinación del área foliar o su selección en un momento dado.

La determinación del área foliar de las plantas arbóreas en los ecosistemas que constituyen su morfología esencial para la interpretación de los cambios que se producen debido a los efectos de la sombra que ellos producen de la cobertura foliar de las plantas arbóreas (Sanderson *et al*, 1997n).

La estimación del área foliar constituye un índice importante para establecer la capacidad para el crecimiento de los árboles, está fuertemente relacionada con el nivel de interceptación de luz y varía de acuerdo a las condiciones ambientales en las cuales se desarrolla una determinada especie.

Es muy evidente la influencia de ambiente en el área foliar de los árboles, especialmente cuando baja la temperatura ambiental disminuyendo las horas de luz y hay escasas de agua, esto es, cuando las condiciones ambientales son severas.

El índice de superficie foliar o área es uno de los parámetros más útiles para caracterizar la vegetación, o en este caso la especie a estudiar, el molle Chileno (*Schúnus Sp*). Se define como unidades de superficie de hoja verde por unidad de superficie de terreno, en el cual se va introducir dicha especie.

1.1. JUSTIFICACIÓN

Esta investigación, servirá como consultado para otras investigaciones del área foliar de la especie Molle Chileno (*Schinus Sp.*) y otros trabajos de cálculo de otros estudios. Porque está relacionado con el crecimiento y desarrollo de la planta, y por lo cual esta especie es una de las plantas más utilizadas en la ornamentación y responde de manera óptima en su crecimiento y desarrollo al ambiente que reina en nuestra ciudad. Estando consientes que hoy en día y en las futuras generaciones se dará mayor énfasis en la producción de plantas en el área urbana conociendo la característica de la especie con la interactividad en el medio ambiente, turístico y embellecedor.

El área foliar está directamente relacionado con el proceso fotosintético de ahí que conociendo el área foliar se puede calcular la producción de cultivo, y así también calcular el ataque de plagas en la lámina foliar de la planta. También podemos regular el crecimiento modelar la visibilidad la capacidad de ramificación en el ámbito ornamental.

El área foliar y el índice de área foliar son parámetros altamente utilizados en estudios de eco fisiología de cultivo de crecimiento vegetativo de la planta (Coombs y Hall 1982) a utilizado varios métodos para su determinación.

La determinación de la cobertura foliar servirá para conocer su morfo estructura de la especie, y la regulación del crecimiento de las plantas en la producción ornamental, relacionadas con el incremento de la longitud, cobertura de las plantas empleada en el ornato público. Y realizar planos de ubicación, distribución en las aéreas urbanas como ser: veredas de calles, avenidas, estacionamiento, aéreas verdes y ecológicas, ingresos principales, vehiculares, patios e interiores.

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. OBJETIVO GENERAL

Determinar del área foliar, de la especie molle Chileno (*Schinus sp.*) en el Ornato público en la ciudad de Tarija, para generar información práctica y útil para la silvicultura urbana.

1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar el área foliar de la especie (*Schinus sp.*) a través del método directo mediante el planímetro mecánico.

- Generar modelos alometricos que permitan estimar el área foliar para la especie Molle Chileno (*Chinus Sp.*) Empleando modelos matemáticos.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. ESTRUCTURA MORFOLOGÍA DE LA HOJA

2.1.1. Partes de la hoja

Una hoja típica consta de las siguientes partes: Lámina o limbo, Pecíolo, Estípulas, base foliar o vaina.

- **Lámina o limbo:**

La parte plana, delgada y expandida de la hoja, que contiene la mayor parte de los cloroplastos, se denomina lámina o limbo foliar. Presenta dos caras: la adaxial, superior, ventral, haz o epifilo dirigida hacia el ápice, y la cara abaxial, inferior, dorsal, envés o hipofilo dirigida hacia la base del tallo. Cuando ambas caras son del mismo color, la hoja se llama con colora; cuando son de distinto color, generalmente la adaxial es de color verde más oscuro, se llama discolora. (Rodríguez 1991).

La función principal de las hojas es proveer la energía necesaria a la planta para la realización correcta de sus funciones. Esto lo logra, primero que todo absorbiendo luz a diferentes longitudes de onda, con la ayuda de unos pigmentos foto receptores como la clorofila. Esta luz absorbida será la encargada de iniciar, lo que se conoce como la cadena transportadora de electrones. La hoja permite también la entrada de CO₂, que es el componente orgánico primordial que necesita la planta. Este ingreso de CO₂ se realiza por medio de unas estructuras llamadas "estomas". (Rodríguez 1991).

Estos estomas tienen una función adicional que los autores la definen como " un mal necesario" y es la transpiración de la planta. Recuerda que la transpiración es la

Pérdida de agua en forma de vapor. Pero si la planta no perdiera agua, no se podría mantener el continuo de agua (suelo-planta-atmósfera), necesarias para mantener las necesidades estructurales, Funcionales que tiene la planta con respecto al agua.

Cuando la hoja cumple todas estas relaciones se puede hablar, que el proceso de la fotosíntesis se está realizando y por lo tanto se están sintetizando compuestos que son requeridos por la planta como Proteínas ya pueden ser estructurales o de regulación como las hormonas, y también otra clase de compuestos que son almacenados en los frutos y en algunas especies en las raíces. (Rodríguez 1991).

Fotosíntesis: Solo pueden realizar la fotosíntesis las plantas que poseen clorofila y estén en presencia de la luz, a ello se debe los dos nombres de esta función. Se trata de una síntesis o formación de material orgánico, cumplida por la clorofila que capta energía luminosa y la transforma en energía química, que será empleada para todos los procesos vitales ulteriores. La fotosíntesis consiste en la formación de hidratos de carbono, realizada por la clorofila en presencia del sol, a partir del agua, anhídrido carbónico y sales minerales. (Hervas 1985).

Respiración: La transpiración de la planta consiste en la eliminación de agua en forma de vapor. Se realiza por los estomas y tiene por objeto expulsar el exceso de agua absorbida por las raíces.

Como los pelos absorbentes solo pueden tomar las sales minerales del suelo en solución muy diluidas, la planta absorbe mayor cantidad de agua de la que necesita; y mediante la transpiración y la exudación elimina el exceso de agua. La estructura externa e interna de la hoja le permiten realizar tres funciones: respiración, fotosíntesis y transpiración.

La transpiración es la pérdida de agua de la planta en forma de vapor, a través del ostiolo de las estomas. La transpiración ocurre en todas las partes expuestas de la planta, pero es mayor en las hojas, que están normalmente más expuestas al aire.

El calor del Sol evapora el agua de la superficie de las células del mesófilo y el vapor de agua que resulta escapa por los estomas, salvo que la atmósfera esté saturada de vapor. . (Hervas 1985).

La transpiración facilita las funciones del vegetal al desplazar hacia arriba el agua por el tallo y concentrar en las hojas las soluciones diluidas de minerales absorbidos por las raíces. Estas soluciones son necesarias para la síntesis de nuevos constituyentes celulares y para enfriar las hojas, de manera similar a la evaporación del sudor en los animales. En las plantas, la corriente de agua es continua del suelo al sistema vascular de las raíces, a lo largo del tallo y del pecíolo y las venas del limbo de la hoja.

- **Pecíolo**

Muchas hojas tienen un tallito próximo al, el pecíolo o (por ejemplo, en helechos) el estípite. Generalmente es estrecho, puede ser cilíndrico o deprimido en la cara superior, o aplanado y ancho como en *Citrus*. En muchas ocasiones las hojas no tienen pecíolo, el limbo se une directamente al tallo y la hoja se llama sésil o sentada. Cuando hay dos hojas sésiles insertas en cada nudo, a veces se unen entre sí rodeando completamente al tallo como es el caso del clavel (*Dianthus*). (Rueda 2007).

Muchas especies presentan engrosamientos con aspecto de articulaciones, denominados pulvinos, los que están situados en la base o en el ápice del pecíolo, o pulvínulos si se encuentran en la base de los peciólulos de las hojas compuestas. Ambos tipos de engrosamientos son hinchados, presentan una superficie arrugada y, funcionalmente, se hallan relacionados con los movimientos reversibles de las hojas que ocurren como respuesta a estímulos. Los pulvínulos de ciertas especies de del género *Mimosa* mueven las hojas en respuesta a los estímulos táctiles.

Una hoja o parte de la hoja, normalmente en la base, que encierra parcial o totalmente al tallo por encima del nudo es una vaina foliar, como ocurre en las gramíneas y muchas opiáceas. Un seudopécíolo es una estructura similar a un pecíolo que surge

Entre una vaina de la hoja y la lámina, como se encuentra en varias monocotiledóneas, tales como los bananos y los bambúes. (Rueda 2007).

- **Estípulas**

Se denomina estípula a una estructura, usualmente laminar, que se forma a cada lado de la base foliar de una Traqueofita. Suele encontrarse una a cada lado de la base de la hoja, a veces más. Usualmente son asimétricas y, en cierto modo, son imágenes especulares una de otra. Las estípulas pueden ser: Libres o laterales no se adhieren al pecíolo, quedan unidas sólo al tallo. (Rodríguez 1991).

Peciolares o vaginales: Se sueldan al pecíolo en un trecho más o menos largo; Interpeciolar o caulinar: dos estípulas de hojas opuestas se sueldan en su punto de contacto; Intrapeciolares o axilares: dos estípulas de la misma hoja se sueldan por encima del pecíolo.

Opositifolias u opuestas: Dos estípulas de la misma hoja se sueldan dando la vuelta por el lado opuesto al pecíolo. (Rodríguez 1991).

Muchas hojas tienen estípulas, un par de apéndices similares a hojas a ambos lados de la base de la hoja. Las estípulas pueden aparecer como órganos foliáceos, espinas, glándulas, pelos o escamas. Si las estípulas están presentes, las hojas se dicen estipuladas. Una estructura especializada, escariosa, que se halla por encima de los nudos en algunos miembros de la familia de las poligonáceas, se interpreta como una versión modificada de una estípula y se denomina ocrea. Las estructuras que remedan estípulas en las bases de los folíolos reciben el nombre de estipelas (por ejemplo en *Thalictrum* o en algunas leguminosas). Las estípulas y estipelas pueden, en algunos casos, funcionar como protección del desarrollo de los primordios foliares.

Las estípulas pueden ser libres o laterales, cuando no se adhieren al pecíolo y quedan unidas sólo al tallo; adnatas, peciolares o vaginales si se sueldan al pecíolo en un

trecho más o menos largo; interpeciolares o caulinares cuando las estípulas de hojas opuestas se sueldan en su punto de contacto; intrapeciolares o axilares cuando las estípulas de la misma hoja se sueldan por encima del pecíolo; opuestas cuando las estípulas de la misma hoja se sueldan dando la vuelta por el lado opuesto al pecíolo; ambiguas cuando se sueldan al tallo y al pecíolo. (Rueda, 2007).

- **Base foliar**

Con o sin estípula. La base foliar, en ocasiones, se ensancha mucho y envuelve al tallo. En ese caso se denomina vaina.

2.2. Hojas compuestas

Son aquellas que el limbo está dividido en fragmentos que llegan al nervio principal a cada una de estas partes, que son como hojas le llamamos folíolos.

Las hojas compuestas son las que presentan varias hojuelas articuladas separadamente, conocidas como folíolos. Cuando las hojuelas se insertan a uno y otro lado del pecíolo, como en una pluma de ave, las hojas se denominan pinnadas. Pueden ser paripinnadas (algarrobo) o imparipinnadas (fresno), según sea par o impar la cantidad de folíolos.

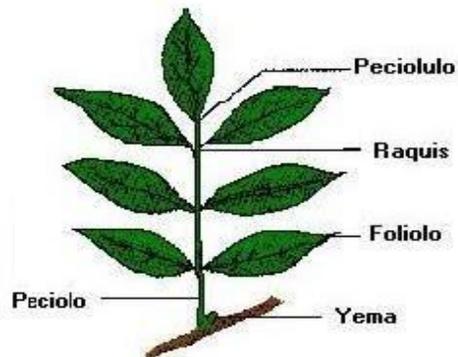
- **Foliolo:** (Parte de la hoja) Cada uno de los fragmentos similares a pequeñas hojas con los cuales está formado el limbo de una hoja compuesta.

2.2.1. Según número de folíolos del ápice

- **Paripinada:** Posee un número par de folíolos
- **Imparipinada:** Posee un número impar de folíolos

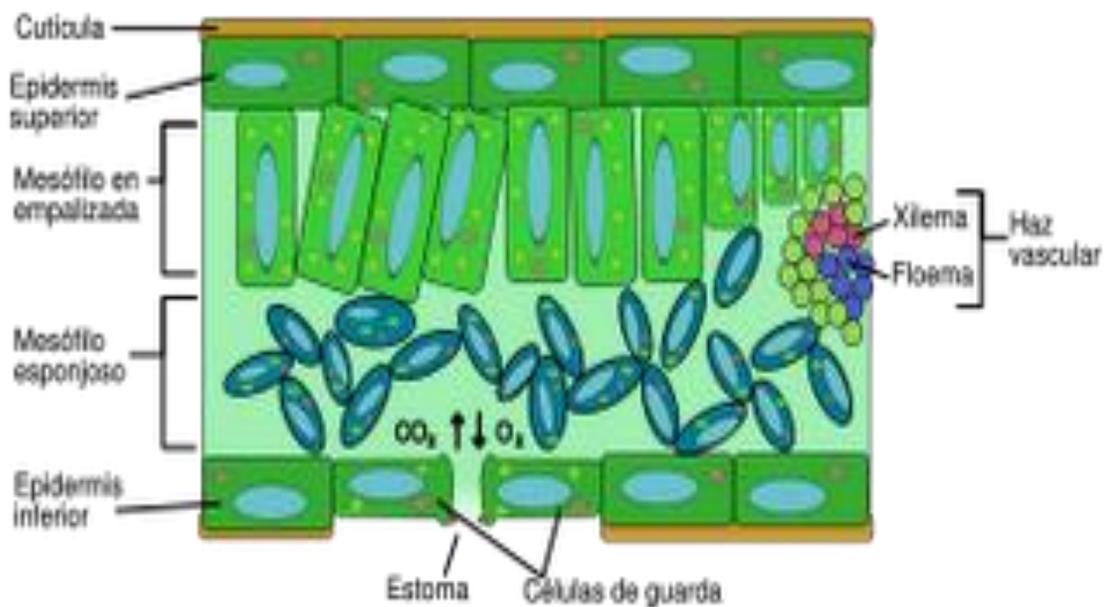
2.2.2. Partes de la hoja compuesta imparipinada

- Folíolo
- Pecíolulo
- Raquis
- Yema



Hoja Compuesta

2.3. ANATOMÍA DE LAS HOJAS DE LAS PLANTAS VASCULARES



FUENTE: <http://lupiisac.blogspot.com/2011/06/repaso-sobre-la-anatomia-de-la-hoja.html>

Desde el punto de vista de la histología, o sea, de los tejidos y otras formaciones de la hoja, este órgano está formado por: epidermis y mesófilo (del griego meso-en medio y phyllon - hoja).

El interior de la hoja - mesófilo - está formado por parénquima, un tejido de células semejantes y muy permeables que normalmente poseen gran cantidad de cloroplastos, en ese caso el tejido pasa a llamarse colénquima.

La función principal de este tejido es realizar la fotosíntesis y producir las sustancias nutritivas que permiten la vida de la planta. Este tejido también puede poseer células especializadas en el almacenamiento de agua u otros fluidos - hojas carnosas, como las de las crasuláceas. (Rodríguez.1991)

El mesófilo se divide en dos tipos diferentes de parénquima: El tejido en empalizada, formado por células alargadas y dispuestas transversalmente a la superficie de la hoja, para darle consistencia. Y el tejido esponjoso, formado por células más redondeadas. Los conductos de los estomas atraviesan el tejido en empalizada y terminan en el Tejido esponjoso.

El color de las hojas puede variar, según los pigmentos existentes en sus células. Estas diferentes coloraciones pueden ser características de la propia especie o estar causadas por virus o por deficiencias nutritivas. En climas templados y boreales, las hojas de muchas especies cambian de coloración con las estaciones del año y caen en la época en que existe menos luz y en que la temperatura es baja.

La Planta sin hojas pasará el invierno en un estado de metabolismo reducido, alimentándose de las reservas nutritivas que hubiera acumulado. En el interior de las hojas de las plantas vasculares existen nervios donde se encuentran los conductos por donde circula la savia, los tejidos vasculares, el xilema y el floema.

2.4. IMPORTANCIA DE LA HOJA

La hoja además de adornar a la planta, tiene la función clorofílica (elabora los alimentos a partir de dióxido de carbono y luz solar liberando oxígeno, mediante un

proceso llamado Fotosíntesis). Además llevan a cabo la Respiración, proceso inverso al anterior) Las hojas nacen en el tallo o en las ramas; son generalmente de color verde.

Los follajes, con objetivos ornamentales, está caracterizado por la utilización de especies, arbóreas o arbustivas de características comunes como los son la forma, color, tamaño de las hojas, brillo, durabilidad, siempre verdes, principalmente coriáceas y con cutícula cerosa de modo que resista y soporte la marchitez y los daños mecánicos producto del transporte (Smith-Ramírez, 1994).

La ornamentación está referida al embellecimiento de espacios naturales y arquitectónicos con la finalidad de entrelazar estos elementos a objeto de obtener una composición equilibrada entre lo natural y lo artificial que permita transmitir un interés de capacitación hacia el individuo que habita en un espacio urbano para que lo convierta en un sitio de esparcimiento o de relajamiento.

Esta organización de lo natural con lo artificial se inicia en la comunidad en pequeños jardines en las viviendas los cuales presentan esa composición estética, los colores agradables y en concordancia con la decoración de la vivienda y a sus habitantes.

Los jardines también forma parte inseparable de las plazas y a su vez constituyen una fuente de inspiración, recreación y tranquilidad para aquellas personas amantes de la naturaleza específicamente de las plantas, estableciéndose entre ellos un vínculo de convivencia y protección al respecto, Él se apropia de un espacio y en su proceso de civilización crea algo que es utilitario, al final el jardín termina siendo una necesidad intelectual (Albedos 2005).

2.5. DESCRIPCIÓN TAXONÓMICA DEL MOLLE CHILENO (*Schinus Sp.*)

REINO: plantae

PHYLUN: Telemophytae.

DIVISIÓN: Tracheophytae.

SUB DIVISIÓN: Anthophyta.

CLASE: Angiospermae.

SUB CLASE: Dicotyledonae.

GRADO EVOLUTIVO: Archiclamideae

GRUPO DE ORDENES: Corolinos

FAMILIA: Anacardiaceae

NOMBRE CIENTÍFICO: *Shinus Sp.*

NOMBRE COMÚN: Molle chileno.

FUENTE: Herbario Universitario (2012)



2.6. Descripción: (*Schinus Sp.* es el nombre latino) Es un Árbol siempre verde de 3-5 m. de altura, con la copa densa de color verde oscuro y tronco corto, a veces algo retorcido, ramas mayormente bifurcadas, con la corteza oscura, al principio lisa, tornándose fisurada, agrietada y escamosa con el paso de los años. Ramillas glabras, resinosas.

Hojas: Imparipinnadas, de 8-17 cm de longitud, con el raquis de 4-9 cm de largo, estrechamente alado, puberulento; de 9 folíolos sésiles o subsésiles, el terminal a menudo peciolulado, opuestos, a veces subopuestos, obovados, de 4-6cn. de largo y de 2-3cn. de ancho con la base cuneada, a veces asimétrica, el margen entero o a veces crenado-aserrado, y el ápice subagudo, raramente obtuso, mucronado; son de textura membranácea o Subcoriácea, glabras excepto en los nervios, con el haz de color verde oscuro brillante y el envés más pálido y mate; nervios secundarios laterales paralelos y más o menos patentes. (Poorter 2000).

Inflorescencias: En panículas axilares, de 2-11 cm. de longitud, con el raquis pubérulo. Flores generalmente unisexuales, blanco-amarillentas, sobre pedicelos puberulentos de 0,7-1 mm de largo; cáliz con 5 sépalos anchamente ovados, de 0,7 mm de largo, glabros o ligeramente puberulentos, ciliados; corola con 5 pétalos ovados, obtusos, de 1,3 mm de largo, glabros; flores masculinas con 10 estambres.

Frutos: En drupas globosas formando una densa aglomeración de 3-5 mm de diámetro, de color rojo vivo.

Flores: De pequeño tamaño con un color blanco que aparecen en inflorescencia de verano a otoño.

Porte: Árbol perennifolio con ramificaciones muy extendidas y a veces densas.

Usos: Se utiliza Es una planta muy ornamental, y tiene uso medicinal como árbol de alineación y en jardines. Por su escaso porte es adecuado para aceras no muy anchas. Este árbol es muy atractivo ornamentalmente, por su follaje decorativo y frutos. Sus drupas secas se venden como pimienta rosada en otros países.

Origen: Nativo de áreas subtropicales y tropicales de Sudamérica, sudeste de Brasil, norte de Argentina y de Paraguay, Venezuela. (Poorter.2000).

2.7. ASPECTOS RELACIONADOS CON EL ÁREA FOLIAR

2.7.1. Área foliar

Medir el área foliar de las plantas abarca muchas disciplinas científicas. El control de la distribución y los cambios de área foliar es importante para evaluar el crecimiento y el vigor de la vegetación en el planeta. Es de fundamental importancia como parámetro en los procesos de la superficie de la tierra y de los modelos climáticos.

Esta variable representa la cantidad de material de la hoja en los ecosistemas y los controles de los vínculos entre la biosfera y la atmósfera a través de diversos procesos como la fotosíntesis, respiración, transpiración y la interceptación de la lluvia. Una

medida que es aparentemente tan simple y fundamental es realmente la columna vertebral que sirve de marco para una mayor investigación en áreas como la ecología, la agronomía, entomología, la investigación del ciclo del carbono y la patología de la planta. Estas y muchas otras disciplinas se basan en la medición de área foliar en gran parte de su trabajo. (Coombs y Hall, 1982)

2.7.2. ORIGEN DEL ANÁLISIS DEL ÁREA FOLIAR

El nacimiento de la técnica del análisis foliar tiene su fundamento en solucionar los inconvenientes planteados, al dejar que el árbol sea encargado de tomar del suelo que necesite y traducir a través de la hojas la oferta nutricional y su entorno.

En los años 50, el análisis foliar comienza a ser empleado en los Estados Unidos, en sus génesis figuran trabajos pioneros de relevamientos nutricionales, donde se muestreo un gran número de plantaciones con buen rendimiento en varios tipos de suelo y distintos tipos de hojas a lo largo del ciclo de crecimiento, hasta encontrar aquella combinación que garantiza la menor variabilidad. (Herbert 2004).

2.7.3. IMPORTANCIA DEL ÁREA FOLIAR

El aumento de la población en las ciudades ha llevado a un incremento de la Contaminación, por consiguiente, se hace necesario buscar alternativas costo-efectivas de disminución de esta. Estudios de vegetación urbana permitirían determinar el rol de las plantas en la disminución de los niveles de CO₂ atmosférico y de partículas contaminantes.

Uno de los parámetros que permite conocer la cantidad de carbono almacenado dentro de un árbol es la biomasa, mientras que el área foliar permite conocer los procesos de intercambio gaseoso y captura de partículas contaminantes realizados por los árboles dentro de la ciudad. (Coombs y Hall, 1982).

El muestreo de ramas al azar es un método no destructivo y poco dañino para el árbol, que se presenta como una herramienta eficiente y precisa para la toma de muestras de árboles individuales en la ciudad. En este estudio, se aplicó para la obtención de muestras de biomasa de las especies más frecuentes en la ciudad, luego, probar los datos contra cinco fórmulas de regresión. Se utilizaron criterios estadísticos para la selección del modelo más adecuado. (Herbert 2004).

La obtención de muestras de área foliar consistirá en la extracción de hojas de distintas partes de la copa del árbol. Los datos recolectados se probarán contra de regresión, escogiendo la que presentaba las mejores estadísticas, es decir, menores.

Los modelos seleccionados, para ambas características del árbol, tienen un buen poder de predicción. Estos entregan datos cercanos a los observados y a los esperados para la especie.

2.7.4. FORMAS DE MEDICIÓN

Existen diversos procedimientos para la determinación del área foliar, los cuales van desde modernos y automáticos equipos hasta laboriosos y tediosos métodos de laboratorio. Por ser los primeros bastante costosos y requerir los segundos la dedicación de largos períodos de tiempo, muchos investigadores han tratado de desarrollar procedimientos de fácil ejecución para la determinación del área foliar de diferentes especies. De esos intentos han resultado algunas relaciones sencillas como el caso de (MONTGOMERY,) E.G. (1911) que encontró la relación $\text{largo de la hoja} \times \text{máximo ancho de la hoja} \times 0,75$ como un método preciso para determinar área foliar en maíz, y la cual ha sido ampliamente utilizada en este cultivo.

Posteriormente (STICKLER), F. C. y otros (1961) encontraron que la relación $\text{largo} \times \text{máximo ancho} \times 0,747$ es bastante preciso en la determinación del área foliar del sorgo granero independientemente de la variedad o híbrido estudiado. Igualmente, en

la literatura se encuentran otras relaciones que pueden ser utilizadas en la estimación del área foliar de diversas especies.

El área foliar es uno de los parámetros más importantes en la evaluación del crecimiento de las plantas; de allí que la determinación adecuada de la misma sea fundamental, para la correcta interpretación de los procesos en una especie vegetal. Existen diferentes métodos para la determinación del área foliar. Su selección en un momento dado, dependerá del objetivo para la cual se realiza la medición y del nivel de precisión deseado en el trabajo. (Herbert, 2004).

El tamaño de la muestra, la morfología de la hoja y las disponibilidades de tiempo y equipo, por parte del investigador, son aspectos de importancia relevante en la escogencia del método a emplear. Cuando las plantas son individualizables, las medidas lineales de la hoja pueden utilizarse en relaciones matemáticas simples; en caso de hojas muy grandes como las de banano, caña de azúcar o maíz, generalmente se determina el área como el producto del largo por el ancho. (Coombs y Hall, 1982)

Cuando se trabaja en análisis, con fines de vegetación, cambios de biomasa y en general cuando se utilizan grandes poblaciones de plantas no individualizables, lo más conveniente es determinar el área foliar de las plantas utilizando una sub-muestra representativa de la población, sistema este que también se puede aplicar en la determinación del área foliar en la copa de un árbol.

El área foliar ha sido objeto de interés en los estudios de fisiología vegetal y genética, ya que se encuentra muy relacionada con la eficiencia fotosintética de los cultivos (1, 8, 9, 12) y es por esto que se requieren procedimientos sencillos y rápidos para realizar la evaluación. Se han desarrollado diferentes métodos para la planimetría, la aplicación de ecuaciones y coeficientes, etc; para diversos cultivos, (Coombs y Hall, 1982).

En investigaciones realizadas sobre diferentes tipos de pasturas y otras especies encontró diferentes ecuaciones de regresión, las cuales fueron examinadas considerando el peso de las hojas para lograr de manera satisfactoria la constante de la ecuación (K), en el modelo $A = KLB$, donde L= longitud de la hoja en cm, B= el punto más ancho de la hoja en toda su longitud en cm, A = área en cm^2 . Un conjunto de 4 variedades de pasturas fueron examinadas y la ecuación $A = 0.905 L \times B$ fue la más consistente en todo el conjunto de datos analizados. Realizaron estudios de los coeficientes para el cálculo del área foliar de algunas variedades de caña de azúcar. En muestras sucesivas tomaron 780 láminas de hojas de la variedad C. 43972, de cualquier edad e inserción en la planta, midiendo a las hojas el largo y el ancho máximo. Posteriormente determinaron el área foliar de cada una de las hojas con un medidor electrónico, calculando el coeficiente según la siguiente relación:

$$C = \text{Área foliar real} / (L \times A).$$

Dónde:

L: es el largo de la hoja, en cm.

A: es el ancho máximo de las hojas, en cm.

El coeficiente resultó igual a 0.75 para el área foliar de la variedad en cada ciclo, o etapa fenológica.

San José y Medina. (13), en un análisis de productividad en caña de azúcar, variedad PR 980, sembrada en Tacarigua estado Carabobo, determinaron la superficie foliar con un planímetro fotoeléctrico a lo largo de todo el ciclo del cultivo. El incremento del índice de superficie foliar (m de hoja/m de suelo) fue casi lineal hasta los 230-250 días, encontrando que la producción de hojas balanceo la perdida por muerte de las hojas basales del cañaveral.

Se encontró dentro del estudio de los índices biométricos de dos variedades de caña de azúcar, que el aumento del área foliar mantenía un comportamiento semejante.

En ambas variedades el I AF máximo fue de aproximadamente 3.7 correspondiente a 410 dm² de área foliar por planta, lo cual se encontraba dentro de los límites citados en la bibliografía. Así mismo, el índice de área foliar aumentó continuamente hasta el máximo de 3.7 dm² logrado a los 300 días después de la siembra, permaneciendo casi constante hasta el final del ciclo del cultivo (Parresol 1999).

La razón por la cual se ha considerado la variedad C 323-68 en el presente estudio, obedece a su alto potencial de producción como resultado de las evaluaciones en ensayos regionales (16), y su alta aceptabilidad por la agroindustria. Es así que debido a la importancia que tiene la evaluación de diferentes cultivares cañeros, se plantea la necesidad de determinar el área foliar para la variedad señalada, lo que facilitará una mejor interpretación de los resultados de las investigaciones en las que éste cultivar pueda estar involucrado (Parresol 1999).

2.8. ASPECTOS RELACIONADOS A MODELOS ALOMÉTRICOS

Los modelos alométricos son ecuaciones matemáticas que permiten estimar el VBC de AAP en función de unas pocas variables de fácil medición, tales como el diámetro del tronco a la altura del pecho (dap) y/o la altura total, (Parresol 1999).

Una aplicación importante es la estimación de la altura del árbol a partir de su diámetro medido a la altura de pecho (DAP), a una altura estándar de 1,37m. El (dap) explica mucha de las variaciones en altura (y como resultado, la relación alométrica DAP-altura ha sido utilizada como uno de los factores en el estudio de la dinámica de crecimiento del bosque.

Esta relación ha sido también empleada para demostrar que el diámetro se incrementa a una tasa más rápida que la altura durante el crecimiento, como lo predicho por los modelos biomecánicas (Henry y Aarssen, 1999).

Las ecuaciones alométricas que relacionan al DAP con otros atributos, tales como biomasa, volumen de carbono y área foliar, son una importante y frecuente herramienta usada en investigaciones ecológicas (Parresol 1999).

La estimación del área foliar constituye un índice importante para establecer la capacidad para el crecimiento de los árboles y, por lo tanto, para la productividad y dinámica de los rodales (Oliver y Larson 1996). En general, una alta productividad requiere una interceptación adecuada que aproveche al máximo la radiación solar incidente (Herbert, 2004). Los métodos para calcular el área foliar en especies forestales se clasifican en dos categorías principales: métodos directos e indirectos. Los primeros miden el área foliar propiamente sobre el material, mientras que los segundos derivan el área foliar de parámetros más fácilmente medibles (Jonckheere 2004).

La estimación del área foliar a partir de la medida directa de las dimensiones de los órganos implicados (especialmente el largo y ancho de las hojas) tiene aún hoy aplicabilidad. Entre las ventajas de este método se menciona su bajo costo de implementación una mayor precisión en la evaluación del crecimiento de la planta respecto de los métodos destructivos.

El área foliar está fuertemente relacionada con el nivel de interceptación de luz, transpiración y fotosíntesis neta en la copa, y varía de acuerdo a las condiciones ambientales en las cuales se desarrolla un rodal, a la época del año (Simioni et al. 2004).

Por lo tanto, la estimación del área foliar puede ser usada como una herramienta de manejo de gran valor para monitorear y predecir el crecimiento de la plantación (Cherry et al. 2002), aspecto de importancia en el manejo de plantaciones de rápido crecimiento (Muñoz 2007).

Crecimiento como es el caso de la especie que nos ocupa. La cantidad de luz interceptada por el follaje es importante para el crecimiento de los árboles.

El índice de área foliar (IAF) relaciona la extensión del follaje por unidad de superficie siendo considerado un buen indicador de la capacidad de la copa para absorber la radiación fotosintéticamente activa (Perry 1994). Los métodos directos de estimación de área foliar, como muestreo destructivo de árboles y ramas, Variable de predicción al diámetro a la altura del pecho o a la altura total del árbol. Al ser estos parámetros de fácil medición permiten su aplicación sin la necesidad de una mayor capacitación. Es así como, la construcción de modelos de biomasa y área foliar se vislumbra como una alternativa para el desarrollo de estrategias de manejo dirigidas hacia la descontaminación (Espinoza 2007).

2.8.1. ÍNDICE DEL ÁREA FOLIAR

Índice del área foliar (**IAF**) es la proporción de área foliar superior de la hoja o superficie de vegetación dividida por el área de la superficie de la tierra en que crece la vegetación. El **IAF** es una dimensión de valor, por lo general van desde 0 para suelo desnudo a 6 de un denso bosque:

- Mediciones no destructivas del índice de área foliar
- Calcula la media ángulo de inclinación de follaje y la fracción de vacío del dosel
- Rápida y económica las medidas eficaces
- Evaluación en sitio de los datos de IAF
- Para su uso en una variedad de tipos de cubierta

Índice de área foliar (IAF) es la proporción de área foliar de la zona baja. La medición de la IAF es de fundamental importancia para la investigación agrícola y ecológica, como IAF es un indicador del crecimiento de las plantas. IAF afecta directamente a la interceptación y absorción de luz por el dosel e influye en el balance de calor y la evaporación del paisaje. (Raúl Agustín 2002).

2.9. IMPORTANCIA DEL MOLLE CHILENO (*Schinus sp*).

Este árbol es muy atractivo ornamentalmente, en regiones sudamericanas por su follaje decorativo hojas con brillo atractivo, copa densa y frutos y lo más importante que se adecua fácilmente a los cambios o modificaciones realizadas a la copa. Sus drupas secas se venden como pimienta rosada en Venezuela y en restos de otros países donde cultivan.

Planta ornamental, que se ha convertido en una regiones subtropicales este árbol fue introducido a Florida en 1891, prosperando mucho, reemplazando plantas nativas, crece en condiciones húmedas, secas y se adecua fácilmente en condiciones expuestas. Forma denso dosel.

El efecto la "isla de calor" en ambientes urbanos modernos es uno de los serios Problemas que enfrentan las ciudades en todo el mundo. Los especialistas estudian Las formas de mitigar tal fenómeno que se agrava por el llamado "calentamiento Global", con pronóstico crítico para mediados de siglo. Por tales motivos, se coincide la necesidad urgente de incrementar la superficie urbana de los espacios verdes públicos. Beneficios potenciales de la aplicación y la mantención de áreas verdes 19. (Poorter 2000).

La temperatura en las zonas urbanas es densamente mayor que alrededor de la ciudad este fenómeno se conoce como el calor urbano y entre los factores de mayor peso se encuentra la geometría urbana la influencia de calor antropogenico y las propiedades térmicas de los materiales de construcción.

En los medio académicos la llaman dasimetría urbana es la ciencia relacionada con la administración y al manejo de los bosque en las áreas urbanas. En otro trabajo como la lo conoce como silvicultura urbana. (FAO).

Nuestra hipótesis es que el debilitamiento de las relaciones cotidianas con la naturaleza está inmerso en una visión muy sesgada e incompleta de los servicios ecológicos que presta la naturaleza a las sociedades urbanas y, los servicios ecológicos concretos de reciclado de residuos del metabolismo urbano que presta el territorio periurbano y aquellos que se debilitan o cancelan durante el proceso de urbanización.

Nuestro enfoque considera que el verde urbano puede cumplir funciones educativas singulares en la formación de una conciencia ambiental basada en el conocimiento del funcionamiento de la naturaleza. Para ello describimos las aptitudes de distintos tipos de verde urbano y periurbano desde el árbol de vereda hasta los bosques urbanos y las áreas verdes. (Albedos 2005).

2.9.1. REPRODUCCIÓN Y CULTIVO

Se reproduce por semilla, ramillas o yemas terminales. Las semillas se tienen que recolectar cuando tienen color rosado. Se recomienda lavarlos y restregarlos para eliminar la sustancia dulce que recubre la semilla; luego se seca para almacenarla o se procede a sembrar, previo remojo de las semillas en agua fría durante 48 horas, germinan entre 20 o 25 días.

Es un árbol rústico que solo requiere algo de humedad en sus fases jóvenes. Necesita en ocasiones poda de formación para lograr una copa compacta, y bastante rústica en general, no soporta las extremas heladas en invierno. Dejar secar la primera capa del sustrato antes de regar, prefiere suelos secos a húmedos o encharcados. Por su rusticidad, crece en cualquier clase de suelo, excepto los muy calcáreos, crecimiento rápido. (Poorter 2000).



3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. LOCALIZACIÓN Y EXTENSIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO.



FUENTE:<http://www.google.com.bo/search?hl=es&output=search&sclient=psy>

El Departamento de Tarija, ubicado al sur de Bolivia limita al sur con la República Argentina y al este con Paraguay, al norte con el departamento de Chuquisaca, al oeste Potosí, Está a una altura de (1850- 1950 m.s.n.m) y está situado a $23^{\circ}33''$ latitud sur, y de longitud oeste $64^{\circ} 48''$ y una extensión de 37.623 km².(I.G.M.) Tiene una población de 391.226 habitantes (CENSO INE. 2006) Tarija cuenta con 6 provincias y 11 municipios 157 cantones .el porcentaje de habitantes en el área urbana es de 63% en el área rural es de 36.67%.

3.2. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO



FUENTE: <http://www.google.com.bo/search?hl=es&output=search&scIient=psy>

La Ciudad de Tarija capital del departamento de Tarija, está ubicada en las riveras del río Guadalquivir, y fue trazado en base a manzanos cuadrados y calles rectas entorno a la plaza central de acuerdo a las características propias de las ciudades españolas en América, .mantiene esa arquitectura de la época colonial que le ha valido la denominación de la Andalucía de Bolivia.

Y está en el eje del valle central, y se encuentra a 1.905 msnm. Situada entre los 14° 45' 20" latitud sur 64° 48' de longitud oeste.

El municipio tiene una población de 170.900 habitantes (INE 2006) un 20% de habitantes procede del área rural y un 20 % son gente migrantes del interior o exterior del país la población se caracteriza por el empleo idioma Castellano un 10% de la población total que habla el quechua y menos del 2% que habla Aimara.

El trabajo de investigación se realizó en el ornato público de la ciudad de Tarija. Limita al norte y oeste con la provincia Méndez, al este con O'Connor y al sur con las provincias Avilés.

En agricultura se destacan: Maíz, trigo, papa, y hortalizas el mayor potencial es la vid. La ganadería se refiere a la cría de ganado vacuno en menor dimensión

3.3. ASPECTOS BIOFÍSICOS

- **CLIMA**

Tarija es sin duda una de las ciudades de Bolivia con mejor clima, privilegiada. El clima de la ciudad de Tarija que predomina durante la mayor parte del año un clima templado o meso térmico, Si se hace un promedio de temperaturas se obtiene una media que oscila entre los 17 °C a 23 °C, siendo las zonas con temperaturas más bajas en directa razón proporcional a los aumentos de altitud y disminución de latitud.

En diciembre se registra una temperatura máxima de 28°C en el mes de julio una mínima de 2.45 °C La humedad relativa anual en la ciudad de Tarija es de 61%. Precipitaciones medias anuales de 500 a 600 mm.

- **HIDROGRAFÍA:**

La totalidad de los ríos de Tarija desembocan en la cuenca del Plata; sus principales afluentes son: el río Pilcomayo; el río Grande de Tarija y el Río Bermejo. Por las riveras de la ciudad se encuentran micro cuencas las que desembocan al Guadalquivir.

- **SUELOS**

las tierras más fértiles del país, dispuesta cual si fuera un jardín, con variedades de flores, la Zona está conformada por suelos casi en general de origen aluvial variando la textura de moderadamente livianos a mediano y pesado de moderadamente profundos a profundos (AGRO ciencias, 2006).

La producción de rocas de aplicación (cal, mármol, dolomita, etc.) ha aumentado notablemente desde 1963 en ambas provincias. (Fuente: INDEC).

- **VEGETACIÓN**

**ALGUNAS ESPECIES EXISTENTES EN EL ÁREA URBANA DE LA
CIUDAD DE TARIJA**

CUADRO N°1

NOMBRE: COMÚN DE LAS ESPECIES	NOMBRE: CIENTÍFICO
Jarca	<i>Acacia visco</i>
Churqui	<i>Acacia caven</i>
Tusca	<i>Acacia Aromo</i>
Algarrobos	<i>Prosopis sp.</i>
Chañar	<i>Geoffrea decorticans</i>
Sauce	<i>Galis humbotianay S Babilonica</i>
Tipa	<i>Tijuana tipu</i>
Molle	<i>Schinus molle</i>
Ciprés	<i>Cupressus sempervirens</i>
Eucalipto	<i>Eucalyptus camaldulensis dehn.</i>
Lecherón	<i>Sapium glandulosum</i>
Mora	<i>Morus nigra</i>
Níspero	<i>Mespilus y eriobotrya</i>

Ceiba	<i>Ceiba pentandra (L.) Gaertn.</i>
Timboy	<i>Enterolobium contortisiliquum</i>
Toborochoi	<i>Choricea sp.</i>
Yuquilla	<i>Curcuma longa</i>
Palmera	<i>Bactris gasipaes Kunth</i>
Arce	<i>Mandshuricum</i>
Carnaval	<i>Cassia Carnaval</i>
Fresno Americano	<i>Fraxinus americana L.</i>
Fresno Europeo	<i>Fraxinus excelsior L.</i>
Grevilla	<i>Grevillea robusta A.Cunn</i>
Guaranguay	<i>Tecomastans</i>
Lapachos	<i>Tabebuia sp.</i>
Leucaena	<i>Leucaena leucocephala</i>
Paraíso	<i>Melia azedarach L.</i>
Tarco	<i>Jacaranda mimosifolia D.</i>
Toronja	<i>Citrus aurantium</i>
Olmo	<i>Ulmus glabra Huds</i>
Crespón	<i>Lagerstroemia indica L</i>
Laurel rosa	<i>Nerium oleander L.</i>

Fuente: Elaboración propia (2012)

3.4. ASPECTOS SOCIO ECONÓMICOS

- **POBLACIÓN**

La ciudad de Tarija tiene una población de 170.900 habitantes según el último censo (INE 2006).

- **EDUCACIÓN**

Tarija cuenta con unidades educativas a nivel primaria y secundaria con 25000 alumnos, una población en edad escolar total estimada en 74000 personas. Esta situación se ve agravada por el hecho de que hay altas tasas de deserción y repetición.

Información acerca del número de analfabetos en la ciudad de Tarija se eleva al 14,6%. Se supone que en el interior del departamento este porcentaje es mucho más elevado. En formación en educación superior, en Tarija funciona la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho, y universidades privadas:

- **SALUD**

La ciudad de Tarija consta de servicios de salud como ser hospital regional san Juan de Dios, Hospital obrero, centros de salud en determinados barrios de la ciudad, clínicas particulares que están al servicio del público.

3.5. MATERIALES

3.5.1. MATERIAL VEGETAL

Hojas de molle Chileno (*Schinus Sp.*)

3.5.2. MATERIAL DE CAMPO

Libreta de registro

Lápiz

Flexo para medir

Prensa para colocar muestras

Cámara fotográfica

3.5.3. MATERIAL DE LABORATORIO

Planímetro mecánico

Lápiz

Planillas de datos

Máquina de calcular

Computadora

Máquina fotográfica

3.6. MÉTODOS

El empleo de la metodología estuvo en función a los objetivos, cada objetivo tiene su propia metodología, aplicable a la zona de estudio.

3.6.1. Muestreo

La caracterización de la estructura de la vegetación urbana se llevó a cabo bajo el diseño de muestreo sistemático estratificado.

El muestreo se realizó en los diferentes zonas que abarca el área de trabajo ubicando sistemáticamente los puntos de muestreo a diferentes distancias.

3.7. ELECCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DEL ÁRBOL TIPO

Elección del árbol tipo para cada uno de los estratos seleccionados por el procedimiento descrito en el anterior acápite, se eligieron árboles para su correspondiente caracterización definiéndose como árbol tipo al ejemplar representativo de la especie, en las zonas que se constituye determinada actividad (Rios 1996).

3.7.1. Variables caracterizadas en los árboles tipo

Se puede caracterizar muchas variables en un árbol tipo dependiendo la investigación o de estudio que se desee realizar, en este caso para este estudio solo se tomaron cinco variables dasométricas en cada árbol

3.8. METODOLOGÍA

3.8.1. TOMA DE MUESTRAS

El primer paso en la elección de los árboles, es definir sin ambigüedad la población de la cual serán seleccionados, esta definición se hace considerando:

2. Localización geográfica
3. Densidad de la población
4. El tamaño de los árboles
5. caracterización cualitativa y cuantitativa
6. Estado fitosanitario de los árboles
7. árboles libres de bifurcaciones, inclinación, con copas no dañadas sin defectos de crecimientos.

Los criterios para elegir estos ejemplares se han considerado básicamente las diferentes características de ubicación en cinco zonas localizadas en diferentes puntos de la ciudad de Tarija. Se ha seleccionado árboles de diferentes diámetros un individuo por cada zona que se mencionaran a continuación: Zona San Luis, zona Tabladita, zona Moto Méndez, zona Lourdes.

En la ejecución del presente trabajo y con la finalidad de obtener los objetivos planteados se dividió el mismo en las siguientes fases:

3.8.2. FASE DE CAMPO

Identificación de categorías de ramas de cada Árbol

Con la información levantada en el muestreo preliminar de los árboles se identifico los tres tipos de ramas que consta cada árbol, tomando en cuenta las características dasométricas de las ramas la longitud y el diámetro, y se determinó el número total de cada ramas de cada tipo y la cantidad total de ramas que consta toda la copa del árbol, en estudio.

CUADRO N°2

CATEGORÍA DE RAMAS IDENTIFICADAS				
N° DE ÁRBOL	DIÁMETRO DE TRONCO (m)	CATEGORÍAS DE RAMAS	LONGITUD DE RAMAS (m)	DIÁMETRO DE RAMAS(m)
Árbol 1	0,04	Rama A (Tipo 1)	> 1,20	> 0,03
		Rama B (Tipo 2)	0,50 - 1,20	0,01 - 0,02
		Rama C (Tipo 3)	< 0,50	< 0,01
Árbol 2	0,13	Rama A (Tipo 1)	> 2,00	> 0,08
		Rama B (Tipo 2)	0,70 - 2,00	0,05 - 0,08
		Rama C (Tipo 3)	< 0,70	< 0,05
Árbol 3	0,13	Rama A (Tipo 1)	> 2,00	> 0,08
		Rama B (Tipo 2)	0,70 - 2,00	0,05 - 0,08
		Rama C (Tipo 3)	< 0,70	< 0,05
Árbol 4	0,14	Rama A (Tipo 1)	> 2,00	> 0,08
		Rama B (Tipo 2)	0,70 - 2,00	0,05 - 0,08
		Rama C (Tipo 3)	< 0,70	< 0,05
Árbol 5	0,12	Rama A (Tipo 1)	> 2,50	> 0,08
		Rama B (Tipo 2)	1,50 - 2,50	0,05 - 0,08
		Rama C (Tipo 3)	< 1,50	< 0,05

Determinación de las características dasométricas del Árbol

Posteriormente se procedió a la determinación de las características dasométricas que presenta el árbol, se tomaron las siguientes:

- Altura total
- Altura de tallo
- Altura de copa
- Diámetro de tallo
- Diámetro de copa

Cabe hacer notar que la altura de tallo consta del suelo hasta la base de la copa, el diámetro de copa se midió con cinta métrica de manera perpendicular a la copa, el diámetro de tallo en este caso por ser árbol de porte mediano se tomó a la altura de la primera rama, todos los datos se registró en la planilla de datos de campo.

Extracción y conteo de hojas

Una vez identificado el número total de ramas se tomó una muestra ejemplar de rama de cada tipo, y se procedió a la extracción de las hojas a un 100% y se la registro en planilla de campo y se la colocó en una prensa para su posterior traslado a gabinete,

Toma de fotos

Una vez extraídos los datos por consiguiente se recurrió a la toma de fotos del árbol, se tomaron las siguientes partes: Foto del árbol completo, ramas, hojas, disposición de los foliolos y frutos. Todos estos pasos dados se aplicaron independientemente para los cinco árboles de las zonas que se eligió.

3.8.3. FASE DE GABINETE

Planimetrado de las hojas

Posteriormente todas las hojas extraídas se tomaron muestras al azar en cada rama tipo, de un máximo 25 unidades de hojas de Molle Chileno (*Schinus sp.*) por cada categoría de ramas de cada individuo, una vez obtenida las hoja se procede al fotocopiado de las mismas, y con la presencia del planímetro mecánico, perteneciente a la facultad de ciencias agrícolas y forestales, se logra acumular lecturas parciales interpretadas en cm^2 de cada hoja y se registra en la planilla de datos de gabinete, y se manejan según (Rodríguez, 1998).

Cálculo del área foliar

A continuación los datos extraídos de campo altura total, altura de tallo, altura de copa, diámetro de tallo, diámetro de copa, se la represento en un cuadro de filas y columnas de datos para proceder a su respectivo cálculo y estimación de las mismas para cada árbol.

De tal manera que las tres categorías de ramas con sus respectivos datos de áreas foliares de hojas y más las características dasométricas extraídas se introdujeron al programa Excel y en un modelo de tabla dado se siguió los siguientes pasos.

- Sumatoria total del área foliar de las hojas de cada rama tipo (1.2.3).
- Media aritmética del área foliar de cada rama tipo.
- Número de ramas de cada tipo.
- Número de hojas totales de cada rama.
- Media aritmética por número de hojas.
- Media Aritmética por número de hojas, y estas por número total de ramas.
- Área total del árbol en Cm^2 .

Modelos Alométricos

Para la generación de modelos alométricos se obtiene usando las relaciones de variables dependientes y variables independientes, en el programa curva Expert 1.3 en este programa se introdujo todos los datos de que se determinó de cada árbol como ser:

Variable dependiente arrea foliar de cada árbol,

Variable independiente: a Altura total, Altura de tallo, Altura de copa, Diámetro de tallo, y diámetro de copa,

El programa Expert 1.3 obtiene un plano de coordenadas en (X) y coordenada en (Y) se introdujo estos datos paso por paso.

Las variables dependientes (área foliar) corresponden a (Y) son solo un dato de cada árbol. Las variables independientes corresponden a (X) y son cinco de cada árbol, una vez introducido estos datos en el programa con todas estas relaciones nos arroja modelos y cada modelo con su curva, su respectiva ecuación. Y se elige el mejor modelo y que obtenga el mínimo error estándar (E.S.) y cada modelo con su ecuación de regresión.

3.8.4. MODELO DE CUADRO PARA EL CÁLCULO DEL ÁREA FOLIAR

CUADRO N°3

Número de árbol

Nº	Altura total (m)	Altura del tallo (m)	Altura de copa (m)	Diámetro de tallo (m)	Diámetro de copa (m)	Tipo 1: 6 ramas (cn2)	Tipo 2: 12 ramas (cn2)	Tipo 3: 50 ramas (cn2)
1	-	-	-	-	-	-	-	-
2						-	-	-
3						-	-	-
4						-	-	-
5						-	-	-
6						-	-	-
7						-	-	-
8						-	-	-
9						-	-	-
10						-	-	-
11						-	-	-
12						-	-	-
13						-	-	-
14						-	-	-
15						-	-	-
16						-	-	-
17						-	-	-
18						-	-	-
19						-	-	-
20						-	-	-
21						-	-	-
22						-	-	-
23						-	-	-
24						-	-	-
25						-	-	-
SUMATORIA (1) cn2						-	-	-
MEDIA ARITMÉTICA(2) cn2						-	-	-
Nº RAMAS						-	-	-
SUMATORIA X Nº RAMAS						-	-	-
TIPO	Nº DE HOJAS	MEDIA ARITMÉTICA (2)	MEDIA ARIT.(2) x Nº HOJAS	(MEDIA ARIT. x Nº RAMAS) x Nº RAMAS				
T1	-	-	-	-				
T2	-	-	-	-				
T3	-	-	-	-				
ÁREA TOTAL DEL ARBOL cn2								

4. RESULTADOS

4.1. NÚMERO DE FOLIÓLOS POR ÁRBOL

(CUADRO N°4) TABLA DE CÁLCULO DE FOLIÓLOS POR ÁRBOL

Nº DE ARBOLES	CATEGORIA DE RAMAS	Nº DE HOJAS POR RAMA	Nº DE RAMA POR CATEGORIA	TOTAL DE HOJAS POR RAMA	Nº FOLIÓLOS POR HOJA	TOTAL DE FOLIÓLOS POR RAMA	TOTAL DE FOLIÓLOS POR ARBOL
Arbol 1	Rama 1	68	6	408	9	3672	14850
	Rama 2	41	12	492	9	4428	
	Rama 3	15	50	750	9	6750	
Arbol 2	Rama 1	79	7	553	9	4977	27615
	Rama 2	38	37	1406	9	1254	
	Rama 3	24	99	2376	9	21384	
Arbol 3	Rama 1	76	5	380	9	3420	37818
	Rama 2	39	48	1872	9	16848	
	Rama 3	25	78	1950	9	17550	
Arbol 4	Rama 1	75	8	600	9	5400	39645
	Rama 2	47	40	1880	9	16920	
	Rama 3	25	77	1925	9	17325	
Arbol 5	Rama 1	87	8	696	9	6264	73800
	Rama 2	58	72	4176	9	37584	
	Rama 3	26	128	3328	9	29952	

Observando el cuadro n°4 para el cálculo el número de hojas total por planta. Se multiplica el número de hojas por cada categoría de rama, el resultado obtenido, por el número de folíolos aproximado de una hoja, y se tiene el número total de folíolos por árbol, que es altamente numeroso.

El árbol uno tiene 14850 folíolos, el árbol dos tiene 27615 folíolos, el árbol tres tiene 37818 folíolos, el árbol cuatro tiene 39645 folíolos, el árbol cinco tiene 73800 folíolos.

A continuación se muestran los resultados dados de cada árbol se logró determinar sus respectivas características de variables dependientes y variables independientes. A continuación lo resumimos en el siguiente cuadro de valores.

ÁRBOL N° 1

EL siguiente cuadro consta de datos extraídos del área foliar que corresponde a 65 muestras de hojas y sus características dazometricas. Ramas tipo **I** Se extrajeron 25 muestras de hojas, Ramas tipo **II** se extrajeron 25 muestras de hojas y de las ramas tipo **III** se extrajeron 15 muestras de hojas.

(CUADRO N°5) CÁLCULO DEL ÁREA FOLIAR DEL ÁRBOL N°1

Nº	Altura Total (m)	Altura del Tallo (m)	Altura de Copa (m)	Diámetro de Tallo (m)	Diámetro de Copa (m)	Tipo 1: 6 ramas (cn2)	Tipo 2: 12 ramas (cn2)	Tipo 3: 50 ramas (cn2)
1	1,2	0,3	0,9	0,04	1,2	90,8	101,5	102,8
2						95,6	97,1	99,1
3						108,4	106,2	98,4
4						92,3	101,5	85,3
5						92,8	95,9	101,1
6						91,2	106,2	102,8
7						90,5	103,3	92,1
8						98,4	107,2	80,5
9						100,1	102,4	82,7
10						95,9	104,3	79,7
11						84,1	99,9	76,4
12						99,4	103,2	78,8
13						100,4	103,4	74,9
14						86,3	95,2	72,8
15						93,1	106,5	98,8
16						91,6	104,2	
17						99,5	107,6	
18						98,7	105,9	
19						91,1	98,5	
20						95,5	104,8	
21						87,7	107,6	
22						96,2	99,5	
23						100,2	100,1	
24						90,2	99,8	
25						84,5	107,5	

SUMATORIA (1) cn2	2.354,50	2.569,30	1.227,40
MEDIA ARITMÉTICA(2) cn2	94,18	102,77	87,67
Nº RAMAS	6,00	12,00	50,00
SUMATORIA X Nº RAMAS			

TIPO	Nº DE HOJAS	MEDIA ARITMÉTICA (2)	MEDIA ARIT.(2) x Nº HOJAS	(MEDIA ARIT. x Nº RAMAS) x Nº RAMAS
T1	68,00	94,18	6.404,24	38.425,44
T2	41,00	102,77	4.213,57	50.562,84
T3	15,00	88,41	1.326,15	66.307,50
ÁREA TOTAL DEL ÁRBOL cn2				155.295,78

ÁRBOL N° 2

EL siguiente cuadro consta de datos extraídos del área foliar que corresponde a 67 muestras de hojas y sus características dasométricas. Ramas tipo **I** Se extrajeron 25 muestras, Ramas tipo **II** se extrajeron 25 muestras de hojas y de las ramas tipo **III** se extrajeron 17 muestras de hojas.

(CUADRO N°6) CÁLCULO DEL ÁREA FOLIAR DEL ÁRBOL N°2

Nº	Altura Total (m)	Altura del Tallo (m)	Altura de Copa (m)	Diámetro de Tallo (m)	Diámetro de Copa (m)	Tipo 1: 7 Ramas (cn2)	Tipo 2: 37 Ramas (cn2)	Tipo 3: 99 Ramas (cn2)
1	2,3	0,8	1,5	13	2,5	88,2	81,5	99,9
2						94,5	80,2	93,5
3						99,3	87,2	98,8
4						95,2	96,8	79
5						98,8	90,5	0,4
6						96,3	95,7	85
7						99,5	98,1	0,1
8						98,5	96,3	83,4
9						95,7	92,5	94
10						97,6	99,9	90,5
12						94,3	98,5	91,5
13						92,9	91,1	87,6
14						98,1	90,1	82,9
15						96,2	96,7	92,8
16						99,2	99,9	95,8
17						97,7	91,3	99,8
18						95,4	95,4	
19						99,5	92,7	
20						97,2	98,3	
21						90,1	96,5	
22						99,8	92,6	
23						95,5	98,6	
24						95,1	96,4	
25						98,8	99,7	
SUMATORIA (1) cn2						2.313,40	2.256,50	1.275,00
MEDIA ARITMÉTICA(2) cn2						96,39	94,02	79,69
Nº RAMAS						7,00	37,00	99,00
SUMATORIA X Nº RAMAS								
TIPO	Nº DE HOJAS	MEDIA ARITMÉTICA (2)	MEDIA ARIT.(2) x Nº HOJAS	(MEDIA ARIT. x Nº RAMAS) x Nº RAMAS				
T1	79,00	96,39	7.614,81	53.303,67				
T2	38,00	94,02	3.572,76	132.192,12				
T3	24,00	80,95	1.942,80	192.337,20				
ÁREA TOTAL DEL ÁRBOL cn2						377.832,99		

ÁRBOL N°3

EL siguiente cuadro consta de datos extraídos del área foliar que corresponde a 68 muestras de hojas y sus características dasométricas. Ramas tipo **I** Se extrajeron 25 muestras de hojas, Ramas tipo **II** se extrajeron 25 muestras de hojas y de las ramas tipo **III** se extrajeron 18 muestras de hojas.

CUADRO N°7) CÁLCULO DEL ÁREA FOLIAR DEL ÁRBOL N°3

Nº	Altura Total (m)	Altura del Tallo (m)	Altura de Copa (m)	Diámetro de Tallo (m)	Diámetro de Copa (m)	Tipo 1: 5 ramas (cn2)	Tipo 2: 48 ramas (cn2)	Tipo 3: 78 ramas (cn2)
1	2,4	0,9	1,5	0,13	2,6	91,2	97,2	101,3
2						89,7	91,4	99,9
3						95,5	92,9	93,5
4						96,8	92,5	98,1
5						89,2	93,9	102,8
6						90,4	98,6	105,4
7						98,3	93,3	72,8
8						89,1	96,4	89,1
9						91,3	97,2	105,4
10						97,4	92,3	84,2
12						94,2	90,5	97,8
13						96,2	98,6	103,4
14						92,5	97,9	88,8
15						95,6	93,9	76,2
16						99,9	98,1	95,3
17						90,1	95,2	99,4
18						95,8	94,7	104,5
19						96,7	91,8	
20						99,5	89,9	
21						91,1	90,8	
22						96,2	96,7	
23						97,7	94,6	
24						91,3	93,2	
25						18,6	97,6	
SUMATORIA (1) cn2						2.184,30	2.165,70	2.171,60
MEDIA ARITMÉTICA(2) cn2						91,01	94,16	94,42
Nº RAMAS						5,00	48,00	78,00
SUMATORIA X Nº RAMAS								
TIPO	Nº DE HOJAS	MEDIA ARITMÉTICA (2)	MEDIA ARIT.(2) x Nº HOJAS	(MEDIA ARIT. x Nº RAMAS) x Nº RAMAS				
T1	76,00	91,01	6.916,76	34.583,80				
T2	39,00	94,55	3.687,45	176.997,60				
T3	25,00	95,17	2.379,25	185.581,50				
ÁREA TOTAL DEL ÁRBOL cn2						397.162,90		

ÁRBOL N°4

EL siguiente cuadro consta de datos extraídos del área foliar que corresponde a 68 muestras de hojas y sus características dasometricas. Ramas tipo **I** Se extrajeron 25 muestras de hojas, Ramas tipo **II** se extrajeron 25 muestras de hojas y de las ramas tipo **III** se extrajeron 18 muestras de hojas

(CUADRO N°8) CÁLCULO DEL ÁREA FOLIAR DEL ÁRBOL N°4

Nº	Altura Total (m)	Altura del Tallo (m)	Altura de Copa (m)	Diámetro de Tallo (m)	Diámetro de Copa (m)	Tipo 1: 8 ramas (cn2)	Tipo 2: 40 ramas (cn2)	Tipo 3: 77 ramas (cn2)
1	2,5	1	1,7	0,14	2,85	92,3	90,4	82,1
2						98,1	89,2	85,9
3						95,5	94,5	79,1
4						82,9	99,5	89,4
5						97,3	97,8	73,5
6						98,8	90,2	82,1
7						94,4	93,5	90,1
8						91,1	96,2	92,2
9						96,8	97,5	94,8
10						99,1	99,2	99,5
11						97,5	88,6	75,5
12						89,3	90,5	81,8
13						92,8	95,5	80,1
14						99,7	98,4	80,6
15						90,1	91,1	75,9
16						86,2	99,3	82,6
17						79,8	98,1	94,3
18						71,1	95,8	76,6
19						92,2	99,7	
20						95,4	91,1	
21						99,1	95,9	
22						97,3	97,8	
23						85,3	92,8	
24						88,6	96,1	
25						94,1	90,5	
SUMATORIA (1) cn2						2.304,80	2.210,70	2.278,70
MEDIA ARITMÉTICA(2) cn2						92,19	92,11	84,23
Nº RAMAS						8,00	40,00	77,00
SUMATORIA X Nº RAMAS								
TIPO	Nº DE HOJAS	MEDIA ARITMÉTICA (2)	MEDIA ARIT.(2) x Nº HOJAS	(MEDIA ARIT. x Nº RAMAS) x Nº RAMAS				
T1	75,00	92,19	6.914,25	55.314,00				
T2	47,00	94,77	4.454,19	178.167,60				
T3	25,00	84,23	2.123,00	163.933,00				
ÁREA TOTAL DEL ÁRBOL cn2						397.414,60		

ÁRBOL N°5

EL siguiente cuadro consta de datos extraídos del área foliar que corresponde a 74 muestras de hojas y sus características dasométricas. Ramas tipo I Se extrajeron 25 muestras de hojas, Ramas tipo II se extrajeron 25 muestras de hojas y de las ramas tipo III se extrajeron 24 muestras de hojas.

(CUADRO N°9) CÁLCULO DEL ÁREA FOLIAR DEL ÁRBOL N°5

Nº	Altura (m)	Altura (m)	Altura (m)	Diámetro (m)	Diámetro (m)	Tipo 1: 8 (cn2)	Tipo 2: 72 (cn2)	Tipo 3: 128 (cn2)
1	3,7	0,8	1,5	0,12	3,2	91,2	92,2	81,6
2						80,4	80,8	84,7
3						92,1	92,1	79,2
4						84,6	97,6	83,1
5						83,3	98,2	75,6
6						72,9	97,1	89,4
7						87,7	94,4	85,3
8						86,2	89,2	78,1
9						98,5	91,1	76,4
10						90,4	82,5	84,5
11						99,9	91,3	80,1
12						80,1	77,6	88,2
13						70,2	96,1	82,4
14						99,6	98,9	86,1
15						95,5	90,3	77,9
16						82,9	89,2	85,5
17						81,7	85,5	89,1
18						93,3	92,9	82,4
19						98,2	91,1	78,9
20						95,5	87,6	83,2
21						97,1	93,4	75,5
22						90,7	89,5	76,4
23						90,2	90,1	72,1
24						91,9	93,2	85,6
25						107,9	87,8	
SUMATORIA (1) cn2						2.242,00	2.134,10	2.175,30
MEDIA ARITMÉTICA(2) cn2						89,68	88,92	90,76
Nº RAMAS						8,00	72,00	128,00
SUMATORIA X Nº RAMAS								
TIPO	Nº DE HOJAS	MEDIA ARITMÉTICA (2)	MEDIA ARIT.(2) x Nº HOJAS	(MEDIA ARIT. x Nº RAMAS) x Nº RAMAS				
T1	87,00	89,68	1.592,16	62.417,28				
T2	58,00	90,6375	5.257,12	378.512,64				
T3	26,00	81,72	2.124,72	271.964,16				
ÁREA TOTAL DEL ÁRBOL cn2						712.894,08		

En los cuadros (5, 6, 7, 8, 9) muestran los procedimientos que se aplicaron en cada una de las categorías de ramas (tipo 1 tipo 2 tipo 3) los datos extraídos de campo más las muestras de hojas en cn^2 . Se sacó una sumatoria y un promedio de cada categoría, luego se multiplicó el número de total de hojas de cada rama tipo, y se obtiene el área foliar de cada rama, luego por el número total de rama que consta cada individuo y nos arroja el área foliar total / árbol en cn^2 .

Las ramas colectadas (jóvenes, intermedias y grandes) se mezclaron en cada uno de los árboles de tal manera que los datos resultantes estaban representados por los tres tipos de rama identificadas. En cada pie. Varas (2011), ver en (Cuadro 2, 3, 4, 5, 6).

4.2. DETERMINACIÓN DEL ÁREA FOLIAR DE CINCO ÁRBOLES Y SUS CARACTERÍSTICAS DASOMÉTRICAS

CUADRO N°10.

RESUMEN DE VALORES DE ARBOLES TIPOS						
Nº de Arbol	Área foliar (cn^2)	Altura total (m)	Altura de tallo (m)	Altura de copa (m)	Diámetro de tallo (m)	Diámetro de copa (m)
1	155295,78	1,2	0,3	0,9	0,04	1,2
2	377832,99	2,3	0,8	1,5	0,13	2,5
3	397162,9	2,4	0,9	1,5	0,13	2,6
4	397414,6	2,5	1	1,7	0,14	2,85
5	712894,08	3,7	2,2	1,9	0,12	3,2

En el cuadro n°10 refleja los cinco árboles de la especie (*Shinus sp*) Con sus respectiva área foliar y sus datos de altura total, altura de tallo, altura de copa, diámetro de tallo, diámetro de copa.

El árbol uno con un área foliar de 155295,78 cm^2 una altura total de 1.20 m. altura de tallo de 0.3 m. altura de copa 0.9m. Diámetro de tallo 0.04m. Diámetro de copa 1.20 m.

El árbol dos con un área foliar de 377832,99 cm^2 una altura total de 2.30m. Altura de tallo de 0.80m. Altura de copa 1.50m. Diámetro de tallo 0.13m. Diámetro de copa 2.50 m.

El árbol tres con un área foliar de 397162,9 cm^2 una altura total de 2.40 m. altura de tallo de 0.90m. Altura de copa 1.50 m. diámetro de tallo 0.13 m. diámetro de copa 2.60 m.

El árbol cuatro con un área foliar de 397414,6 cm^2 una altura total de 2.50 m. altura de tallo de 1 m. altura de copa 1.70 m. diámetro de tallo 0.1 m. diámetro de copa 2.85 m.

El Árbol cinco tiene un área foliar de 712894,08 cm^2 una altura total de 3.70 m. una altura de tallo de 2.20 m. altura de copa 1.90 m. diámetro de tallo 0.12 m. diámetro de copa 3.20 m.

Viendo este resultado de área foliar, se podría decir que se tiene tres diferentes tamaños o edades, el árboles, uno es el de menor dimensión y el árbol cinco es el de mayor dimensión, los arboles dos, tres, y cuatro se encuentran en el rango medio entre el uno y el árbol cinco.

Progresivamente la eficiencia o deficiencia productiva de la planta en área foliar y sus magnitudes dasométricas de cada árbol dependería a causa de diferentes factores que influyen en su desarrollo regular.

4.2.1. VARIABLES DEPENDIENTES Y VARIABLES INDEPENDIENTES

Cuando hablamos de variables dependientes nos referimos al área foliar, que se obtuvo en los cuadros anteriores y las variables independientes son las características dasométricas que refleja cada árbol como ser: altura total, altura de tallo, altura de copa, diámetro de tallo y diámetro de copa.

El resultado obtenido concuerda razonablemente con la naturaleza de la especie. Y tienen un parámetro indicador de competencias entre árboles, que lo veremos posteriormente.

4.2.1.1. MODELOS ENCONTRADOS DE MEJOR AJUSTE PARA EL ÁREA FOLIAR DE LA ESPECIE MOLLE CHILENO (*Schinus Sp.*)

A continuación se muestran mediante un cuadro los modelos de ecuaciones que dio como resultado de las relaciones a través del programa utilizado (curva Expert 1.3).

(CUADRO N°11.) MODELOS DE ECUACIONES

TIPO DE MODELO	MODELO	ECUACION DE REGRESION	VARIABLE DEPEN.	VARIABLE INDEPEN.	R ²	SIGNIF	E.S.
polynomial	$y = a + bx + cx^2 + dx^3$	$Y = -868282.9 + 1410395.2X + (-559968.61X^2) + (79534.607X^3)$	AREA FOLIAR	H. TOTAL	0.999	***	78.924
polynomial	$y = a + bx + cx^2 + dx^3$	$Y = -179993.22 + 1446417.5X + (-1195396.9X^2) + (328369.81X^3)$	AREA FOLIAR	H. TALLO	0.999	***	52.757
polynomial	$y = a + bx + cx^2 + dx^3$	$Y = -10496210 + 24429577X + (-17811146X^2) + (4241309.8X^3)$	AREA FOLIAR	H.COPA	0.999	***	13.668
polynomial	$y = a + bx + cx^2 + dx^3$	$Y = -15431769 + 6.19E+15X + (-6.57E+16X^2 + 2.12E+17X^3)$	AREA FOLIAR	D. TALLO	0.999	***	13.668
polynomial	$y = a + bx + cx^2 + dx^3$	$Y = -5757305.3 + 9112750.4X + (-4251243X^2 + 636004.79X^3)$	AREA FOLIAR	D. COPA	0.997	***	270.477

*** $p < 0.001$ (Altamente Significativo)

EL TIPO DE MODELO	=	Polynomial de 3er grado
MODELO	=	$(y=a+bx+cx^2+dx^3)$
ECUACIÓN DE REGRESIÓN		
VARIABLE DEPEND.	=	Área foliar (cm ²)
VARIABLE INDEPEND.	=	Características dasométricas (m.)
R²	=	Coefficiente de determinación
***	=	Significancia
E. S.	=	Error estándar

En el cuadro n°11 es el resultado de la correlación de los valores de variables dependientes con las variables independientes obtenida, de cada árbol estudiado y su respectivo modelo para todas estas relaciones nos muestra el modelo polynomial de 3er grado con la ecuación $(y=a+bx+cx^2+dx^3)$

En los modelos encontrados, el coeficiente de determinación (R²) de acuerdo a las variables está probablemente relacionado con la menor variación que se presenta, en los diferentes individuos de Molle Chileno (*Schinus Sp.*) independientemente de sus particularidades de cada árbol. Por otra parte, el error estándar (E.S.) presenta diferencias entre sus consiguientes modelos dados para cada relación,

La relación de área foliar con las variables independientes altura de copa y diámetro de tallo, tiene la mayor relación por lo que presente el menor error estándar.

4.2.1.2 CURVAS DE RELACIÓN DE VARIABLES

En las siguientes gráficas o curvas de relaciones (1.2.3.4.5) de dichas variables mencionadas, se optó por conveniente utilizar una sola ecuación para cada caso de combinación, por ser de muy Buen ajuste. Lo que refleja el comportamiento de los Datos, Además se pueden apreciar los puntos que ascienden y descienden los cuales están representados por la curva que crece y decrece.

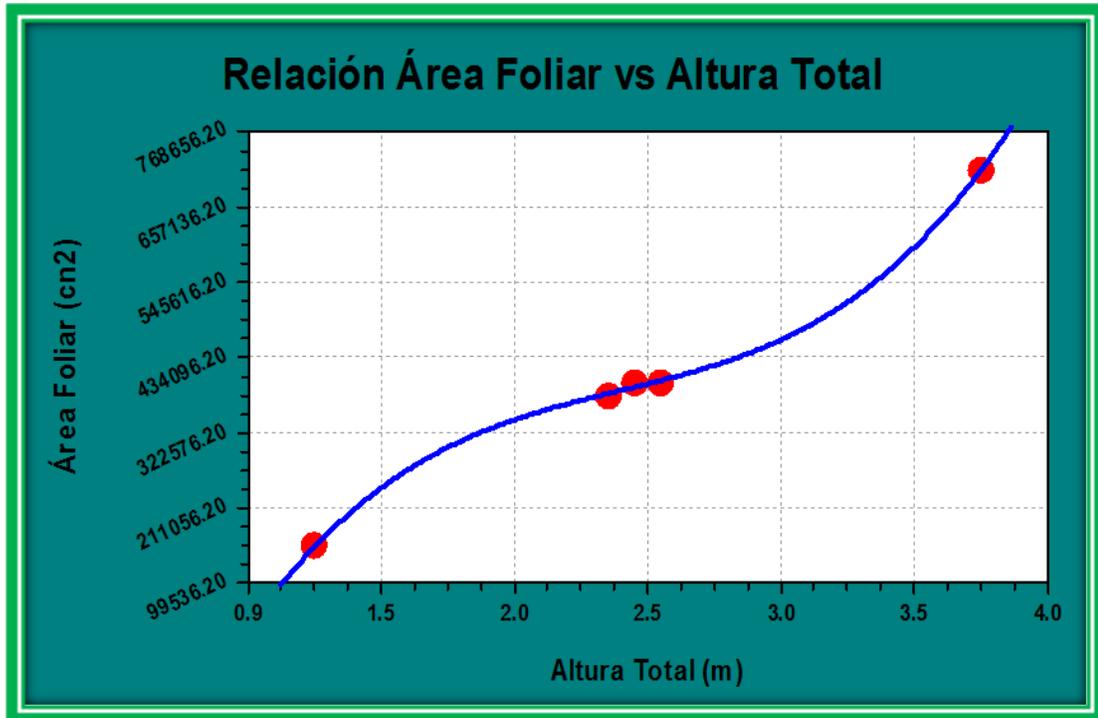
Es importante destacar que cuando hay puntos extremos (fuera del intervalo de confianza), una proporción pequeña de éstos puede producir un gran efecto sobre la ecuación de regresión. Es de mucha importancia el conocimiento del comportamiento dado.

4.2.1.3. GRÁFICO DE RESIDUALES

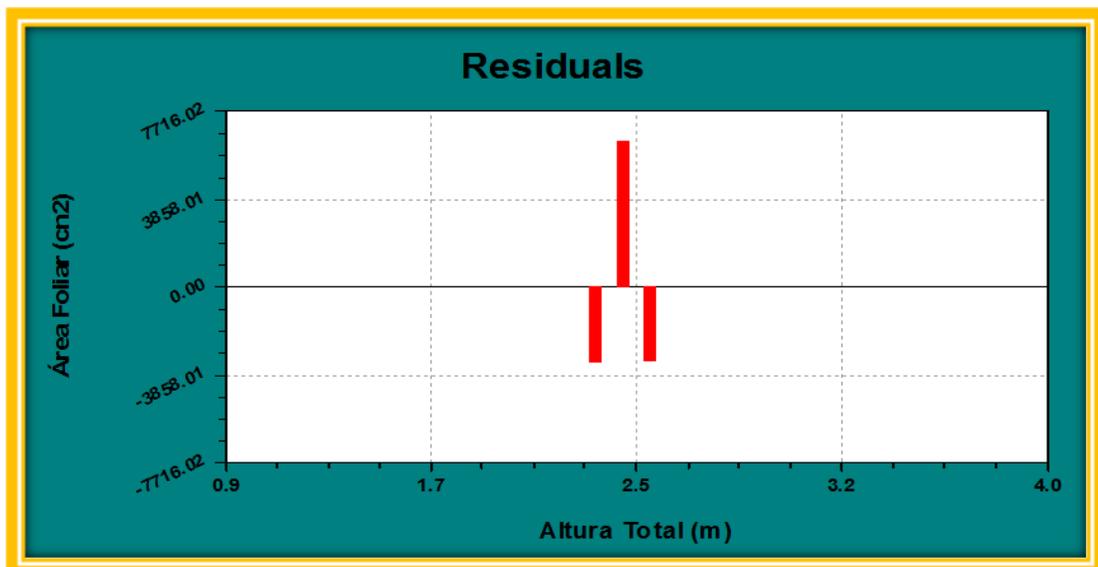
Los residuales es la distancia vertical de cada punto en la recta. Un gráfico de residuales no es nada más que una representación de la coordenada x de cada punto experimental, respecto a su valor residual de cada relación de las variables dependientes y las variables independientes.

La utilización del coeficiente de determinación junto con el examen visual del gráfico de residuales constituye una potente herramienta que debería ser suficiente en la mayoría de los casos para poder comprobar la validez del ajuste de un conjunto de puntos experimentales a un modelo elegido. (Jordi Riu 2000).

GRÁFICAS N°1
CURVA DE RELCIÓN DEL ÁREA FOLIAR Y ALTURA TOTAL



GRÁFICAS DE RESIDUALES



GRÁFICAS N°1

CURVA DE RELCIÓN DEL ÁREA DEL FOLIAR Y ALTURA TOTAL

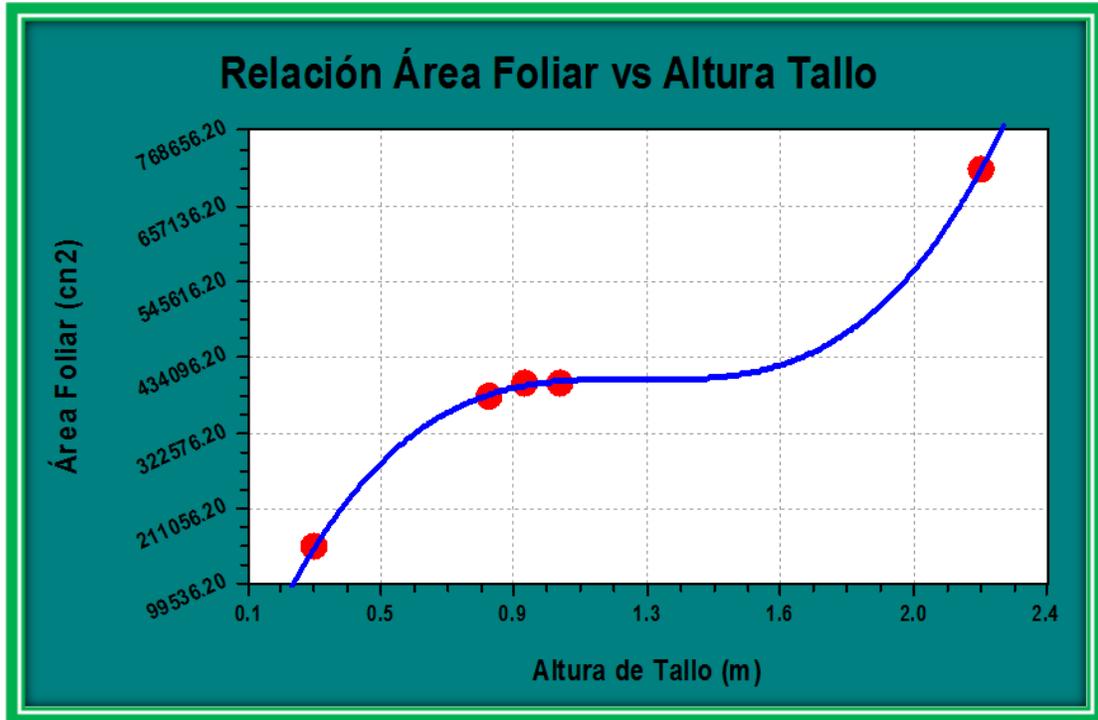
En esta relación de Las variables área foliar y altura total, esta línea representa mayor relación, porque se observa que esta (gráfica N°1) tiene una moderada curvatura o variación, que asciende en forma diagonal conforme aumenta las variables independientes (altura total) el modelo que presento mejor ajuste, es el modelo polynomial de tercer grado, con un coeficiente de determinación (R^2) de 0.999, refleja un coeficiente altamente significativos (***), indica la relación de variables área foliar altura total en un 99.9% tiene relación.

Y presenta un error estándar (E.R.) de 78.924, y los puntos se encuentran dispersados exactamente conforme la curva, (ver grafica N°1). Morales (2012) relacionando las mismas variables para la especie Nerium oleander encontró un modelo Logistic Model lo cual no coincide en nuestro estudio.

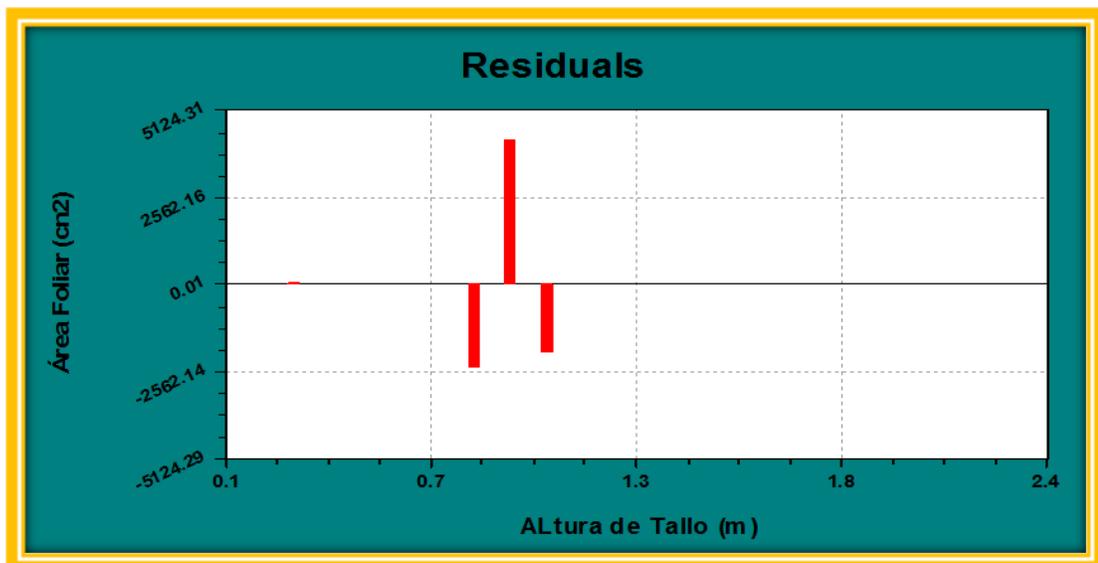
GRÁFICAS DE RESIDUALES

En los Residuales podemos apreciar con mayor exactitud la dispersión de los puntos en relación a la tendencia del modelo, se observa en la gráfica (N° 1) que los puntos de ambos extremos tienen valores exactos y no presentan residuos, y los tres puntos centrales tiene baja fluctuación de acuerdo a la curva del polinomio (Ver gráfica N°1)

GRÁFICAS N°2
CURVA DE RELCIÓN DEL ÁREA FOLIAR Y ALTURA DE TALLO



GRÁFICAS DE RESIDUALES



GRÁFICAS N°2

CURVA DE RELCIÓN DEL ÁREA FOLIAR Y ALTURA DE TALLO

En estas relaciones de las variables área foliar y altura de tallo, el mejor tipo de modelo encontrado para estas variables, por lo que presento mejor ajuste, fue el modelo Polynomial de tercer grado, con un coeficiente de determinación (R^2) de 0.999 refleja un coeficiente altamente significativos (***) , indica la relación de variables área foliar y altura total en un 99.9% tiene relación.

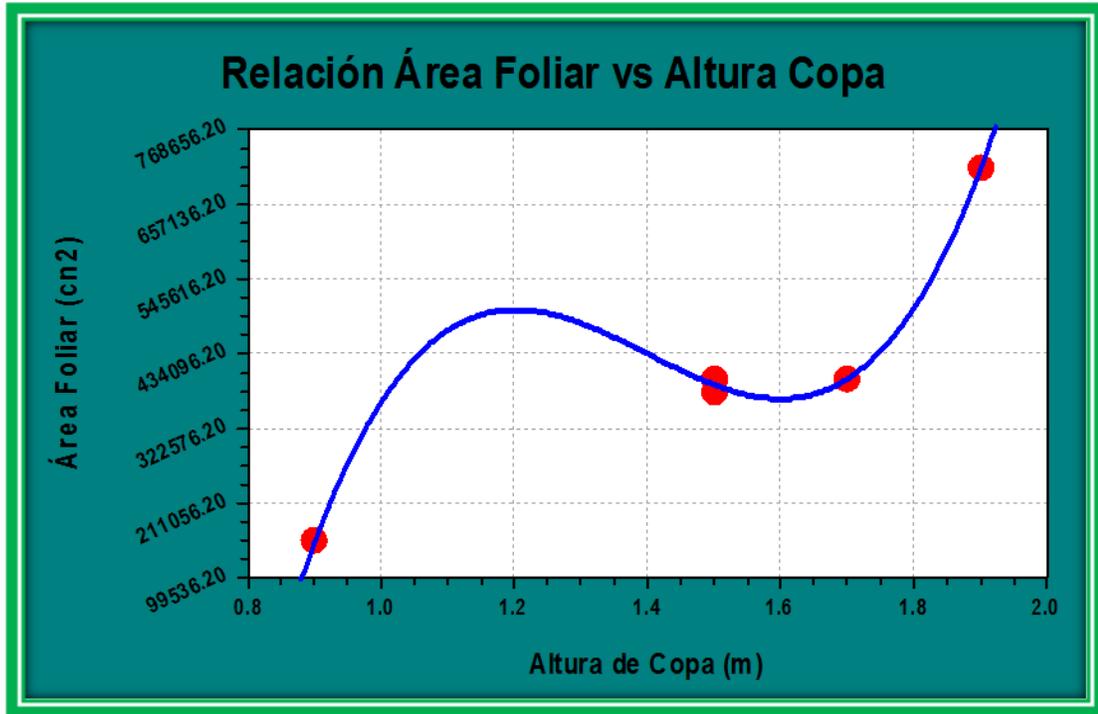
Y presenta un error estándar (E.R.) de 52.757 este error nos indica que los puntos de las relaciones de variables tienen una mínima dispersión (Ver gráfica N°2). (Castellanos, 2003) relacionando las mismas variables para la especie *Alexa imperatricis*, y *Catostemma commune*, encontró un modelo lineal, el cual no coincide con nuestro estudio.

GRÁFICAS DE RESIDUALES

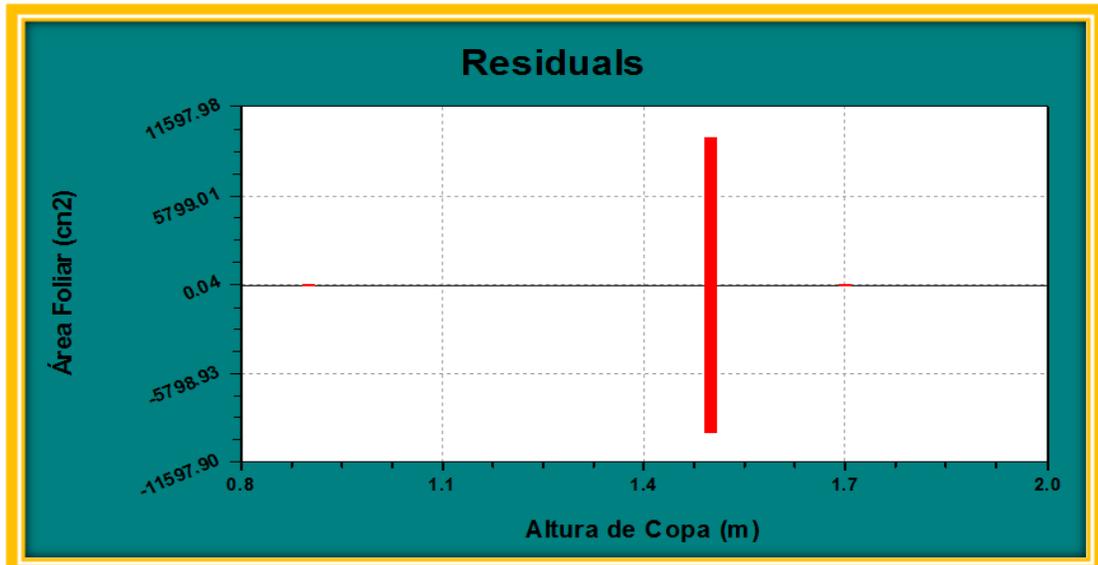
En los residuales podemos apreciar con mayor exactitud la dispersión de los puntos de las relaciones de las variables pendientes con las variables independientes en el modelo aplicado (polynomial de tercer grado).

En relación a la tendencia del modelo, se observa en la (gráfica N° 2) que los puntos de ambos extremos tienen valores exactos y no presentan residuos, y los tres puntos centrales tiene baja fluctuación de acuerdo a la curva del polinomio (Ver gráfica N°2).

GRÁFICAS N°3
CURVA DE RELCIÓN DEL ÁREA FOLIAR Y LA ALTURA DE COPA



GRÁFICAS DE RESIDUALES



GRÁFICAS N°3

CURVA DE RELCIÓN DEL ÁREA FOLIAR Y LA ALTURA DE COPA

En esta gráfica de resultados de las variables del área foliar y altura de copas, el mejor tipo de modelo para estas relaciones es el modelo Polynomial de tercer grado por ser el más aceptable,

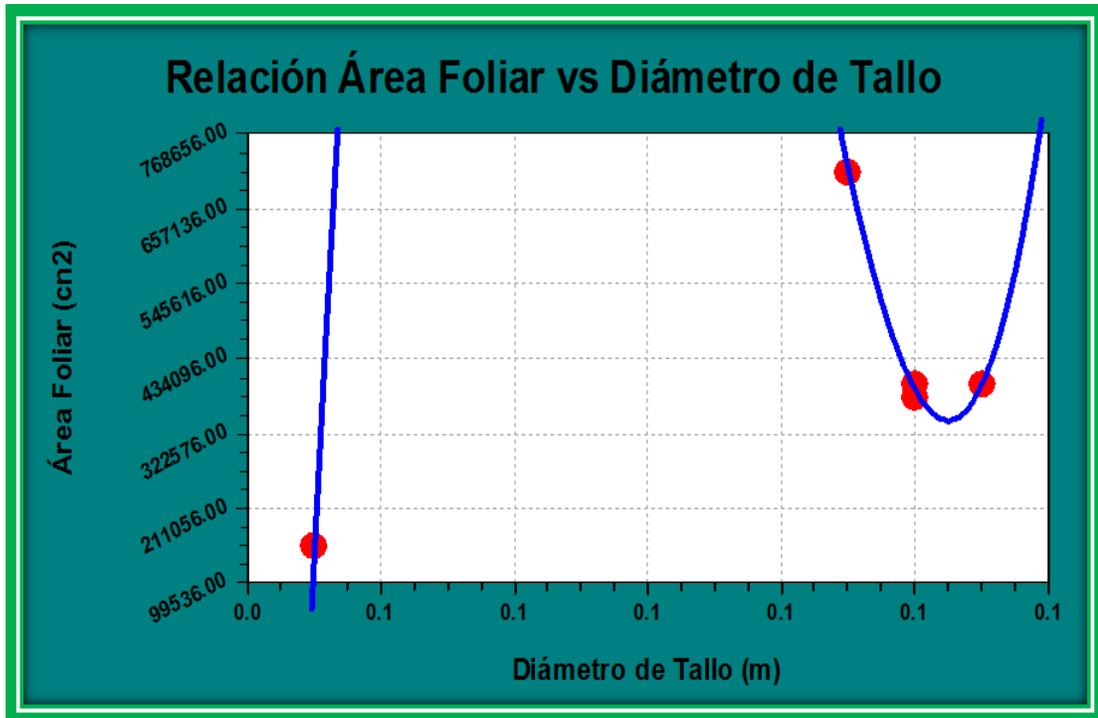
Este modelo ajustado muestra un coeficiente de determinación (R^2) de 0.999 altamente significativos (***) , indica la relación de variables área foliar altura total en un 99.9% tiene relación,

Presenta un error estándar (E.S.) de 13.668. Sé muestra un error más bajo, se debe a que estas variables de área foliar y altura de copas tiene una mayor relación. (Ver grafica N°3). Morales (2012) también relaciono las mismas variables para la especie Nerium oleander encontró un modelo el Resiprocal Quadratic. Lo cual no coincide en nuestro estudio.

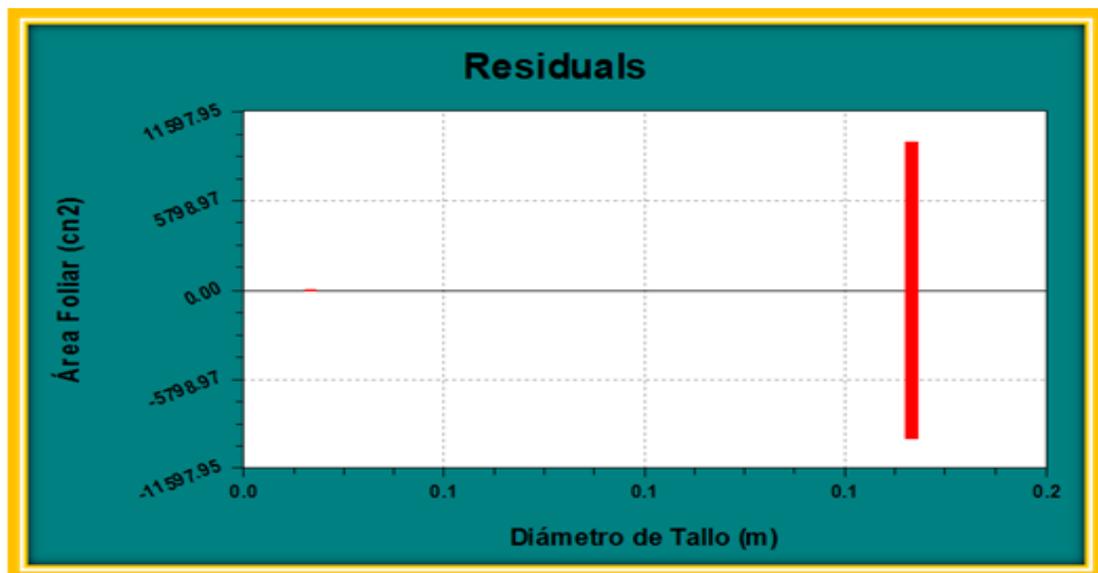
GRÁFICAS DE RESIDUALES

En los residuales podemos apreciar con mayor exactitud la medida de dispersión de los puntos en relación a la tendencia del modelo, se observa en la gráfica (N°3) los puntos uno y cuatro presentan residuos mínimos, y el punto cinco tiene valor exacto y no presenta residuos, y los dos puntos centrales presentan una misma altura de copa tiene baja fluctuación por lo que el uno sobreestima y el otro subestima, de acuerdo al polinomio (Ver gráfica N°1).

GRÁFICAS N°4
CURVA DE RELCIÓN DEL ÁREA FOLIAR Y DIAMETRO DE TALLO



GRÁFICAS DE RESIDUALES



GRÁFICAS N°4

CURVA DE RELCIÓN DEL ÁREA FOLIAR Y DIAMETRO DE TALLO

En esta gráficas la curva de relación del área foliar y diámetro de tallo muestra que asciende y desciende con mayor magnitud, de acuerdo a estas relaciones el mejor tipo de modelo que se aplicó para esta combinación por su mayor aproximación fue el modelo Polynomial de tercer grado, que muestra un coeficiente de determinación (R^2) de 0.999 altamente significativo (***) .Indica que estas variables en un 99.9% tiene relación.

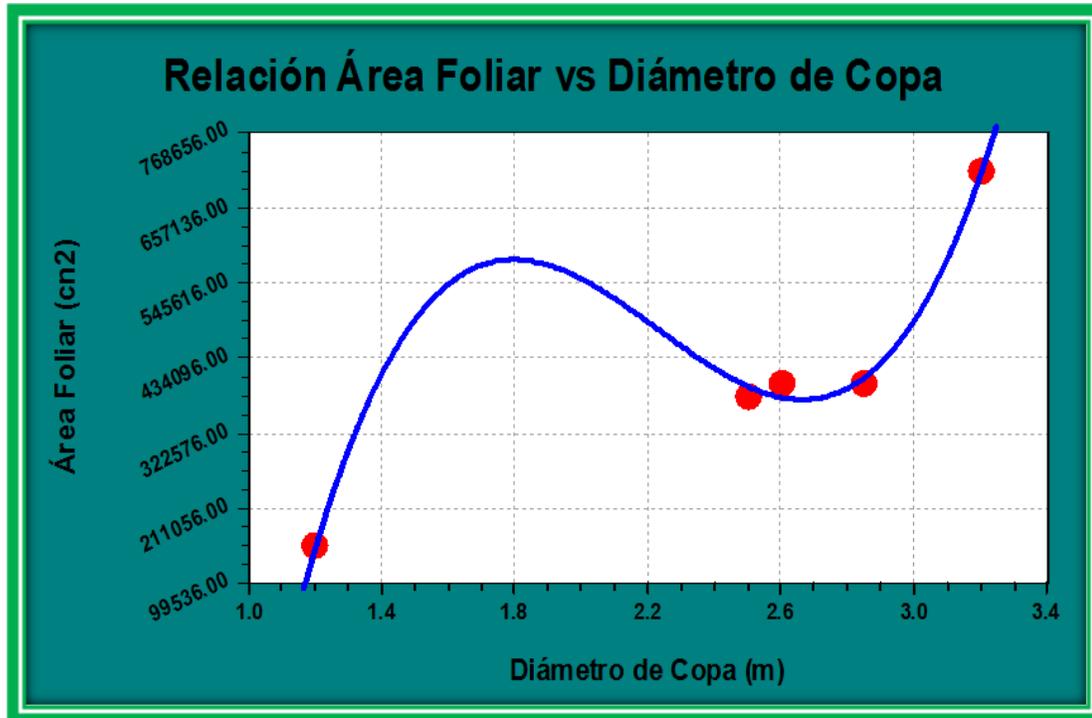
Presenta un error estándar (E.S.) de 13.668 demuestra que los puntos de las relaciones de las variables tienen una mayor exactitud con el modelo elegido. (Ver gráfica N°4). (Muñoz F. 2002) relaciono el área foliar diámetro de tocón (d.a.p.) de la especie Eucalyptus nitens en el cual encontró el modelo logarítmico, el cual no coincide con nuestro estudio.

GRÁFICAS DE RESIDUALES

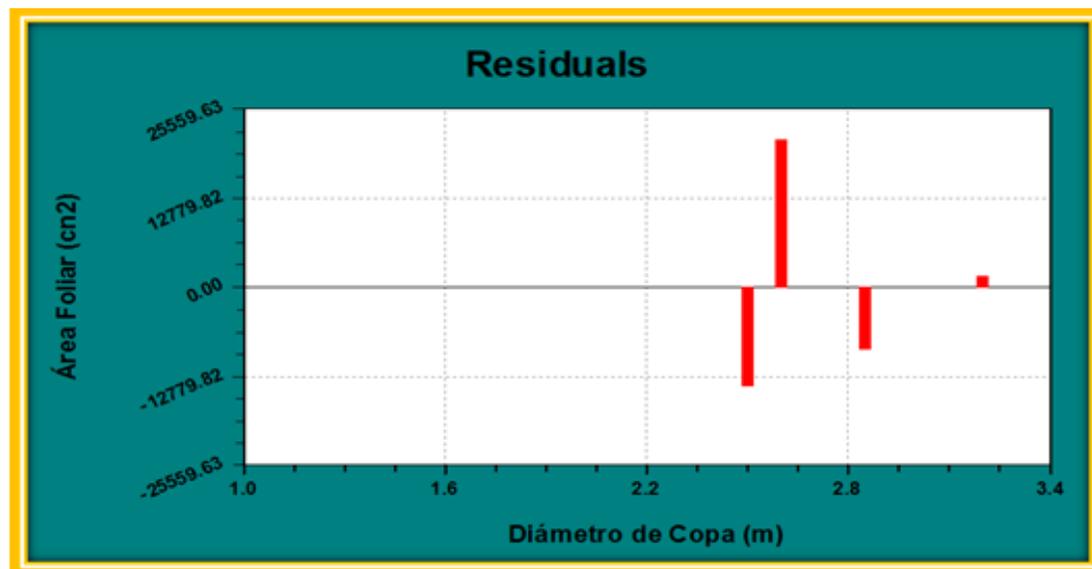
En los residuales podemos apreciar con mayor claridad o exactitud los puntos de dispersión de las relaciones de las variables dependientes con las variables independientes con la línea de la curva del modelo elegido de la (gráfica N°4)

En los residuales, el resultado de la relación uno, tienen valor más exacto y los puntos cuatro y cinco tienen valores exactos y no presentan residuos los puntos centrales dos y tres presentan mayor residuo de acuerdo a la curva del polinomio y tiene un mismo número de variable independiente o diámetro de tallo (Ver gráfica N°4).

GRÁFICAS N°5
CURVA DE RELCIÓN DEL ÁREA FOLIAR Y DIÁMETRO DE COPA



GRÁFICAS DE RESIDUALES



GRÁFICAS N°5

CURVA DE RELACIÓN DEL ÁREA FOLIAR Y DIÁMETRO DE COPA

En esta gráfica nos refleja la curva de combinación entre las variables del área foliar y el diámetro de copa, el mejor tipo de modelo que se aplicó para esta combinación por su mayor aproximación y aceptación fue el modelo Polynomial de tercer grado, que muestra un coeficiente de determinación (R^2) de 0.997 altamente significativos (***) Indica la relación de variables área foliar diámetro de tallo en un 99.7% tiene relación.

Presenta un error estándar (E.S.) de 270.447 demuestra que los puntos de las relaciones de las variables tienen una mayor error, con respecto a las anteriores combinaciones. (Ver gráfica N°5). (Muñoz F.2002) relaciono las variables área foliar diámetro de copas de la especie *Eucalyptus nitens*, encontró el modelo cuadrático, el cual de la misma manera no coincide con nuestro estudio.

GRÁFICAS DE RESIDUALES

En los residuales podemos apreciar con mayor claridad o exactitud los puntos de dispersión de las relaciones de las variables dependientes con las variables independientes, en relación con la curva del modelo elegido de la (gráfica N°5)

En la relación, uno no se observa el plano, debido a que esta combinación de área foliar y diámetro de copa, tiene una óptima combinación y no presenta residuos.

El punto dos y cuatro presenta una subestimación en relación a la línea media el punto tres sobrestima o se ubica por encima de la línea cero. El punto cinco tiene una sobrestimación con mínima dispersión, de acuerdo al polinomio (Ver gráfica N°5)

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

En base a los resultados obtenidos el presente trabajo de investigación se tiene las siguientes conclusiones:

- Este método indirecto no destructivo con el planimetrado permite obtener rápidamente el área foliar de la especie.
- Se generó modelos alométricos con los modelos matemáticos encontrados a base de las relaciones de variables propuestas de la especie Molle Chileno (*Schinus Sp.*)
- En base a lo anterior, se confirma la hipótesis que es posible la determinación del área foliar, utilizando el método de planimetría en la especie Molle Chileno *Schinus Sp.*, presente en el ornato público de la ciudad de Tarija.
- El modelo Polynomial de tercer grado se repite en la relación de las diferentes variables estudiadas, presentando altos coeficientes de determinación cercanos a la unidad y bajos errores estándares en todos los casos, por tanto existe fuerte relación.
- En cuanto a la combinación de las variables área foliar y diámetro de tallo presento un alto error estándar E.S. de 270.477 en relación a las demás combinaciones, se podría justificar por el efectos de diferente factores entre ellos silviculturales específicamente la poda que se aplica a las especies en el Ornato.

- Determinar el área foliar de La especie Molle Chileno (*Schinis Sp.*) es de gran necesidad, porque es la especie de mayor utilización o presente en el ornato público de la ciudad, también presenta características atractivas y su follaje, se adecua fácilmente a las modificaciones dadas, y por ser de tamaño regular y de hojas casi perennifolias.

5.2. RECOMENDACIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en este trabajo de investigación de las relaciones de variables de la especie estudiada se llegó a las siguientes recomendaciones:

- En base a los modelos obtenidos se recomienda su empleo para estimar el área foliar de la especie en la ciudad, lo cual permitirá medir la intensidad de podas de la misma
- Se sugiere emplear la metodología de la presente investigación para otras especies presentes en el ornato público ya que es de fácil aplicación y se obtienen resultados confiables.
- La estimación del Área Foliar en la zona urbana es una actividad que permite conocer y cuantificar la gran importancia de los ecosistemas y el servicio ambiental que brindan.
- Realizar trabajos en la estimación de área foliar de especies arbóreas es de mucha importancia, porque mediante la cual podemos cuantificar daños causados en la hoja, provocados por diferentes macroorganismos y microorganismos.

Promover el estudio de especies que se adecuan y se desarrollan fácilmente en la ciudad será de gran valor para poder tener información disponible de cobertura foliar y para el usos de otros estudios en el ornato público de la ciudad de Tarija.