

1. INTRODUCCION

Según Flores (1998), la hoja es una de las partes más importantes de los vegetales puesto que es la parte de la planta que está encargada de realizar la función fotosintética. Desde el punto de vista de la histología, o sea, de los tejidos y otras formaciones de la hoja, este órgano está formado por la Epidermis y el Mesófilo (del griego meso - en medio y phyllon - hoja).

En las hojas se encuentran los mismos sistemas de tejidos que en el resto de la planta: el sistema dérmico, el sistema mecánico, el sistema de elaboración y reserva y el sistema vascular. El sistema secretor también puede estar presente, depende de las especies. La distribución de todos estos tejidos se adapta para cumplir con la mayor eficiencia las funciones de este órgano, entre las cuales la principal es la *fotosíntesis*.

De esta manera, la apariencia y la **anatomía de** las hojas típicas se relaciona directamente con su capacidad para el intercambio gaseoso y la absorción de radiación, procesos involucrados con su actividad fotosintética (Nasca, 2010):

- Para una máxima eficiencia en la absorción de radiación, la hoja necesita una superficie amplia y delgada y una orientación en ángulo recto respecto a la fuente de radiación.
- Para ser eficiente en el intercambio gaseoso requiere un área máxima por unidad de peso. Esto explica la forma laminar de la mayoría de las hojas.

De igual manera la anatomía foliar de las plantas, es de consideración, para determinar por su distribución del tejido clorenquimático en el mesófilo de las hojas, si estas corresponden a plantas C3, C4, y/o CAM, es de vital importancia conocer, por el funcionamiento propio de cada una de ellas que tienen, en sus procesos de asimilación fotosintéticas y esto hace que tenga una distribución ecológica diferente.

Por estos antecedentes planteamos caracterizar y describir la anatomía foliar de dos especies arbóreas del ornato de la ciudad de Tarija, las mismas que son nativas de nuestros bosques y que son utilizadas también como maderables.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GENERAL

- Realizar una descripción anatómica foliar de dos especies de plantas empleadas en el ornato público de la ciudad de Tarija (*Podocarpus parlatoarei Pilger* y *Tabebuia impetiginosa (Mart) Standl*) mediante la aplicación de observaciones y mediciones microscópicas.

2.2 OBJETIVO ESPECÍFICO

- Describir las características de la anatomía foliar del Pino del Cerro (*Podocarpus parlatoarei Pilger*) y del lapacho morado (*Tabebuia impetiginosa (Mart) Standl*) presentes del ornato público de la ciudad de Tarija, a través de las observaciones microscópicas en cortes anatómicos.
- Establecer características anatómicas foliares que puedan ser utilizadas por un lado para diferenciar desde el punto de vista taxonómico las especies y por otro permitan comparar las mismas con individuos que crecen en ambientes naturales.

3. JUSTIFICACION

Dado que la caracterización de la anatomía foliar es importante para establecer diferencias entre rasgos adaptativos a un determinado ambiente o fijados por el genotipo, se realizó esta investigación con la finalidad de obtener una descripción actualizada sobre la anatomía foliar del pino del cerro y lapacho morado a fin de aportar información sobre estas especies.

La elaboración del siguiente trabajo, está basada en la escasa información existente de la anatomía foliar de plantas ornamentales en nuestro medio, siendo de gran importancia para realizar la evaluación de densidad estomática, caracteres microhistológicos que sirven en descripciones taxonómicas de estas especies de interés maderable y ornamental.

Las plantas del Pino del cerro se caracterizan por tener alturas de 15 m, copa frondosa y ramificación densa; se encuentra distribuida al sur y centro del País (Tarija, Chuquisaca, Santa Cruz y Cochabamba), en alturas que van desde 1700 a 3000 m.s.n.m.; especie siempre verde que se encuentra en la formación Tucumano.Boliviano (Mostacedo y otros, 2001).

El lapacho morado es un enorme árbol, que abunda en las selvas tropicales y subtropicales de Sudamérica, tanto de Argentina como en Brasil, y Paraguay. En Bolivia está distribuido Santa Cruz, Chuquisaca y Tarija. Alcanza alturas de hasta 25 m. y diámetro de 80 cm, de follaje caduco, hojas opuestas y digitadas, tiene flores purpuras reunidas en panículas terminales.

Las dos especies son nativas de la formación Tucumano – Boliviana, y en los últimos años se las emplea en la ornamentación de la ciudad de Tarija, por lo que se hace necesario conocer la repuesta a las condiciones en las que se encuentra creciendo.

Tebeuia impetiginosa (Mart) Standl. Misma especie *Tabebuia heptaphylla* (Vell.) Toledo.

CAPÍTULO I REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1.- DEFINICIÓN DE LA HOJA

La **hoja** (del latín *fōllium, ïi*) es un órgano vegetativo y generalmente aplanado de las plantas vasculares, principalmente especializado para realizar la fotosíntesis. La morfología y la anatomía de los tallos y de las hojas están estrechamente relacionadas y, en conjunto, ambos órganos constituyen el vástago de la planta.

Las hojas típicas, los nomófilos, no son las únicas que se desarrollan durante el ciclo de vida de una planta ya que desde la germinación se suceden distintos tipos de hojas (wikipedia, 2011). Órgano generalmente plano y fotosintético que presentan lateralmente los tallos, insertos a nivel de los nudos. Órgano que brota del tallo o ramas, con forma laminar y generalmente de color verde. La morfología y anatomía de tallos y hojas están estrechamente relacionadas. Un órgano no puede existir sin el otro, en conjunto constituyen el vástago (biología. Edu.ar 2011)

1.2.- FUNCIONES DE LAS HOJAS

El conocimiento de las funciones específicas de cada una de las partes de la planta, permiten al técnico o aficionado crear las condiciones que estas necesitan para desarrollarse.

Todas las plantas, al igual que el cuerpo humano, tienen sus partes bien definidas y cada una de ellas cumple una función específica.

La estructura externa e interna de la hoja le permiten realizar tres funciones: respiración, fotosíntesis y transpiración.

- La respiración es el intercambio de los gases O₂ (oxígeno) y CO₂ (dióxido de carbono), que se realiza en la hoja, a través de las estomas.

- La fotosíntesis es el proceso en donde el intercambio gaseoso que se realiza es de CO₂ por O₂, para formar compuestos orgánicos.
- La transpiración es la pérdida de agua de la planta en forma de vapor, a través del ostíolo 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.

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.

En el área de la denominada 'calidad de vida', entre las funciones de las hojas de las plantas está el darnos sombra en el campo o el jardín. Y en el caso de los árboles de hoja caduca, en invierno... al estar sin hojas, dejan pasar la luz y así nos proporcionarnos una agradable luz solar aunque estemos debajo de ellos.

Y también contribuyen de forma decisiva en el área ornamental, decorando con sus formas de hojas y matices de verdes... e incluso de otros colores... el paisaje tanto natural como el del jardín.

Ayudan y mucho a limpiar el aire que respiramos para que este sea más sano, ya que ellas se quedan adheridas una gran cantidad de polvo y elementos perjudiciales que hay en el ambiente. Este aspecto tiene gran interés en las ciudades ya que la polución es mucho mayor.

Es necesario también saber que las hojas cumplen diversa utilidades para el hombre: Son alimenticias, las que sirven al ser humano para su alimento como la lechuga, la acelga, el repollo, la espinaca y otras.

Son medicinales, las que se usan para las enfermedades, como el eucalipto, la malva, la borraja y la coca.

Son industriales, las que se usan para la elaboración de productos destinados al comercio, como el tabaco, el añil, la cocuiza, la coca, y otras.

La forma de la hoja tiende a modificarse o adaptarse considerablemente para efectuar funciones distintas a la de la fotosíntesis. Algunas plantas usan alcaloides para defenderse, por ejemplo la familia Urticariaceae.

Cotiledón: Hoja modificada que se encuentra junto al embrión, proporciona nutrientes en las primeras etapas de vida. Es la primera que hace fotosíntesis en forma de almidón o en forma de aceite.

Espina: Hoja modificada de plantas xerófilas no se arrancan, pero la punta o pico se arrancan fácilmente. Este último, es una excrecencia del peciolo y tienen función de proteger la yema, puede ser leñosa o foliar.

Zarcillos: Hojas modificadas que ayudan a la planta a trepar, como la fam. *Cucurbitaceae* y *Vitaceae*

1.3 PARTES DE LA HOJA

Las hojas constan de las siguientes partes (fig.1):

- Limbo: es la parte plana de la hoja. La cara superior se llama haz y el reverso envés.

- Nervio o Venas: ensanchamientos del limbo que llevan el agua y los alimentos al interior de la hoja.
- Pecíolo: filamento que une la hoja al tallo o la rama. Algunas hojas carecen de él, uniéndose de forma directa al tallo. Estas hojas se denominan sésiles.
- Estípula: pequeño apéndice que protege a la yema que dará lugar a la hoja y que puede mantenerse pegado al pecíolo. Son desde membranosas hasta espinosas.
- Vaina: Ensanchamiento del pecíolo o limbo que cubre el tallo.

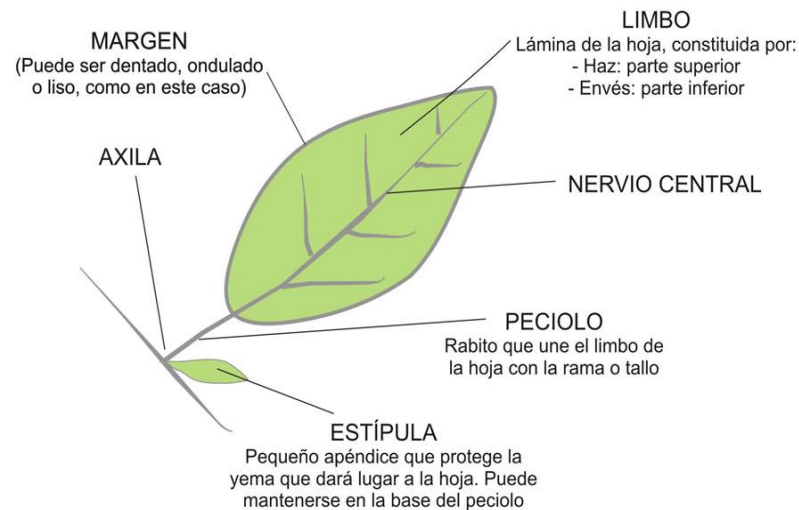


Fig. 1- Partes de la hoja FUENTE: Rodríguez 2010

No todas las hojas tienen una estructura laminar. También hay hojas aciculares y escuamiformes, típicas de las coníferas (fig.2).

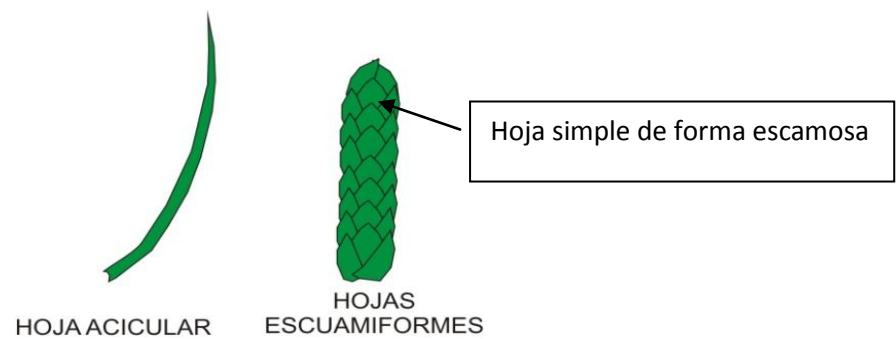


Fig. 2- Hojas aciculares y escuadriformes FUENTE: biología.edu.ar

En la hoja se distinguen; limbo, pecíolo y vaina (fig.3). Limbo o lámina es la parte ensanchada de la hoja donde se cumplen las diferentes e importantes funciones antes citadas; presenta una cara ventral (superior) lisa y una cara dorsal con nervaduras que sobresalen.

El pecíolo es el cabillo o parte delgada, de forma acanalada, cilíndrica o aplanada que une el limbo con el tallo por medio de un ensanchamiento llamado vaina. Su función es la de acomodar el limbo a la luz solar y permitir la conducción de la savia por los haces de conducción que la recorren.

El pecíolo y la vaina pueden faltar en la hoja. Si carece de pecíolo, la hoja se llama sésil o sentada. A veces la vaina abraza al tallo y la hoja es envainadora (como en la achira).

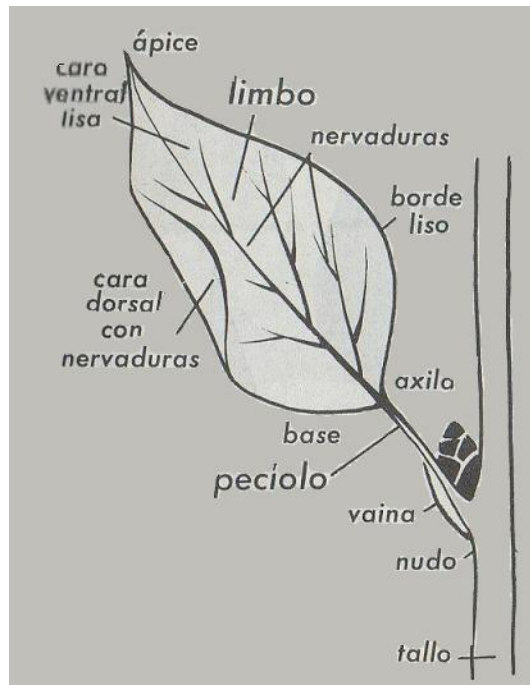


Fig. 3- Limbo peciolo y vaina FUENTE: Nasca (2010)

1.4.- CLASIFICACION DE LAS HOJAS

Las hojas se clasifican en: simples y compuestas (fig 4).

Son simples las que tienen una sola lámina como en el zapallo, el laurel, los alamos y otras especies; a su vez, las hojas simples se clasifican de acuerdo a caracteres como la forma de la lámina, por la nervadura, por la conformación del ápice y de la base y otros caracteres de la lámina (Marzoca, 1985).

Las hojas compuestas están formadas por la reunión de piezas aisladas llamadas folíolos o folíolulos. Cada una de estas se diferencia de una hoja simple por carecer de yema axilar. Atendiendo a la disposición de los folíolos las hojas compuestas pueden ser: según el número de folíolos son: Unifoliadas, bifoliadas, trifoliadas. Atendiendo a la disposición de los folíolos pueden ser pinnadas y palmeadas.

En las hojas compuestas pinnadas los folíolos están insertos a lo largo de un eje o raquis, que representa el nervio central de una hoja simple. Estas se subdividen en imparipinadas y paripinadas, según haya en el ápice uno o dos folíolos respectivamente. Algunas hojas pinnadas suelen tener folíolos compuestos, es decir, formadas por un raquis secundario que lleva insertos a los foliólulos, ellas reciben el nombre de bipinnadas como del timboy (*enterolobium contortisiliquium*) o el tarco (*Jacaranda mimosifolia*), (Rodríguez, 2010).



Fig. 4- Hojas compuestas FUENTE: Nasca (2010)

1.4.1.- HOJAS DE GIMNOSPERMAS

Hay una forma foliar típica de gimnospermas, la hoja acicular, presente en *Pinus*, *Abies*, *Larix* y *Picea*. Cada hoja tiene dos partes, la lámina que es una aguja verde, recorrida por una sola vena y terminada en una punta aguda, y la base concretescente con el eje al que envuelven constituyendo el cojinete foliar. Sobre cada una de sus caras hay dos líneas longitudinales que indican la ubicación de los estomas. En *Sequoia* las hojas presentan un ligero aplastamiento dorsiventral. Los pinos tienen un follaje particular, pues presentan dos clases de hojas: las ramas largas presentan solamente hojas reducidas o escamas, aplicadas contra el tallo.

En la axila de estas escamas se insertan ramas cortas, que llevan en su base algunas escamas y terminan en 1-5 hojas aciculares. En Taxodiáceas, Cupresáceas las hojas son uninervadas y escumiformes, en Podocarpáceas son uninervadas y lineales, mientras en algunas especies de Araucariáceas son anchamente ovadas, con varias venas.

En Ginkgoáceas la hoja tiene forma de abanico, con limbo expandido, con venación dicotómica abierta.

En *Cycas* las hojas son pinnaticompuestas. En los cipreses y en *Thuja* las hojas son reducidas y concrecentes, parcialmente soldadas al tallo.

Por fin en *Gnetum* las hojas son pecioladas, similares a las de dicotiledóneas.

1.5.- ANATOMIA DE LA HOJA

Al hablar de anatomía de la hoja generalmente nos referimos a la lámina en corte transversal (CT) a nivel de la vena media, tomando parte de los semilimbos o alas y expresamos nuestros hallazgos como estructura de la lámina.

También se puede estudiar la estructura del pecíolo en CT, para ello se realizan cortes en la parte media de su longitud, salvo que se desee ver el número de haces vasculares, trazas o rastros que penetran a la hoja. Las trazas al penetrar a la hoja quedan con el xilema hacia el haz y el floema hacia el envés (Fahn,1985).

1.5.1 Corte Transversal de la lámina (CT)

Los tejidos que encontramos son: la *epidermis adaxial* en la cara adaxial, haz o epifilo el *mesofilo* formado por parénquima llevando cordones vasculares, la *epidermis abaxial* en la cara abaxial, envés o hipofilo.

La epidermis en corte transversal (tanto en la cara adaxial como abaxial) (fig 5) presenta células más o menos rectangulares, a veces, globosas con la cara externa convexa formando una epidermis papilosa. Son células vivas sin cloroplastos (incoloras), salvo raras excepciones como en las plantas acuáticas. La pared externa de las células epidérmicas generalmente está engrosada, además está impregnada con cutina (cutinización) y cubierta por una capa de cutina que forma la cutícula (cuticularización). Sobre la cutícula puede haber ceras epicuticulares que forman diversos diseños de valor sistemático. Las ceras contribuyen a la impermeabilización, mejorando la función de protección del órgano que cubre.

En una o ambas epidermis puede haber distintos tipos de indumento (**tricomas o pelos**, papilas, aguijones, etc) La **epidermis** puede estar formado por una sola capa de células (**unistrata**), como es en la mayoría de la hojas, o puede estar formada por un número variable de capas celulares (**pluristrata**), por ejemplo en la higuera (*Ficus carica*) u otras especies del género *Ficus* (Rodríguez, 2010).

En este género también se observa la presencia de cistolitos, éstos son formados por una célula epidérmica (litociste) ampliada de cuya pared se forma un pie celulósico sobre el que se deposita carbonato de calcio.

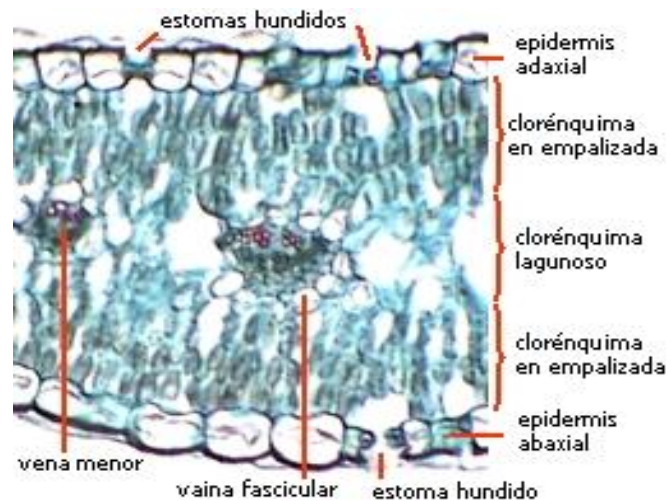


Fig. 5- La Epidermis en corte transversal FUENTE: Orozco Botánica (en línea)

La epidermis puede estar acompañada de una hipodermis uni o pluristrata, como ocurre en la hoja del pino.

La epidermis excepto en la raíz (rizodermis) se ve interrumpida por los **estomas** que permiten el intercambio gaseoso entre la planta y el medio ambiente. En el corte transversal los estomas pueden ubicarse respecto a la epidermis: elevados, a nivel o hundidos. Una forma extrema de estomas hundidos son los ubicados en cripta como en *Nerium oleander* ‘laurel rosa o de jardín.

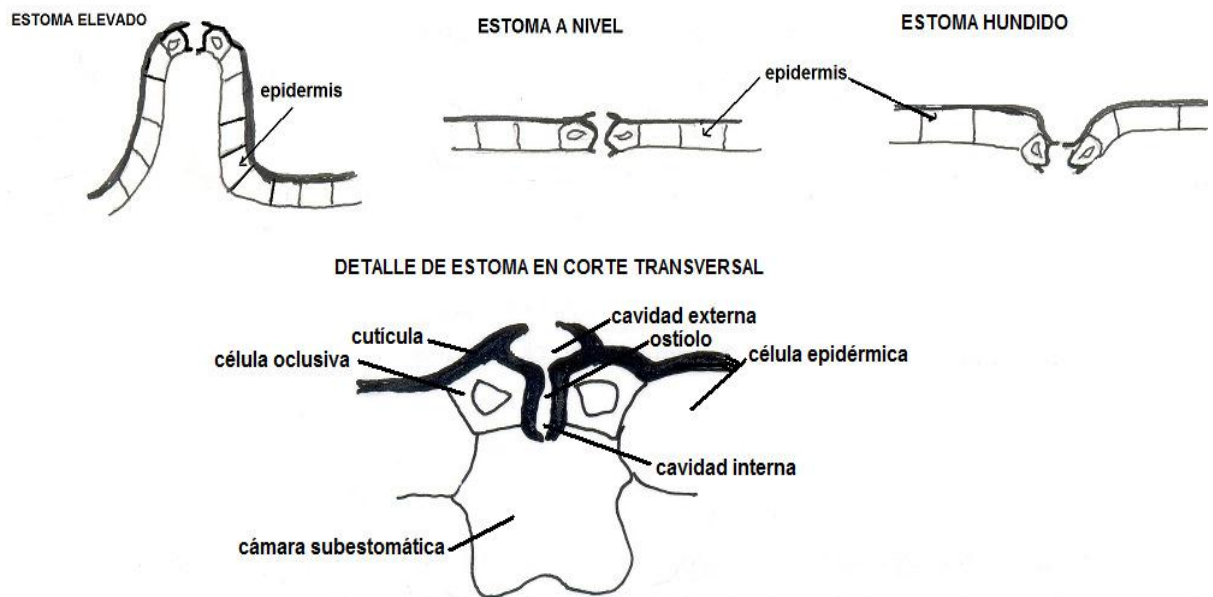


Fig. 6- Clasificación de estomas y corte transversal de estoma FUENTE: Rodríguez (2010)

Las hojas se clasifican de acuerdo a la distribución de los estomas (fig.6) respecto a sus epidermis en:

- hoja es epistomática: posee estomas solamente la epidermis adaxial, superior o epifilo.
- hoja es hipostomática: los estomas están solamente en la epidermis abaxial, inferior o hipofilo.
- hoja es anfistomática: posee estomas en ambas epidermis, adaxial y abaxial

El mesofilo foliar puede ser: dorsiventral, isolateral e indiferenciado.

Dorsiventral:

Con parénquima en empalizada formado por células alargadas parénquima esponjoso (células irregulares que dejan amplios espacios intercelulares)(fig.7)

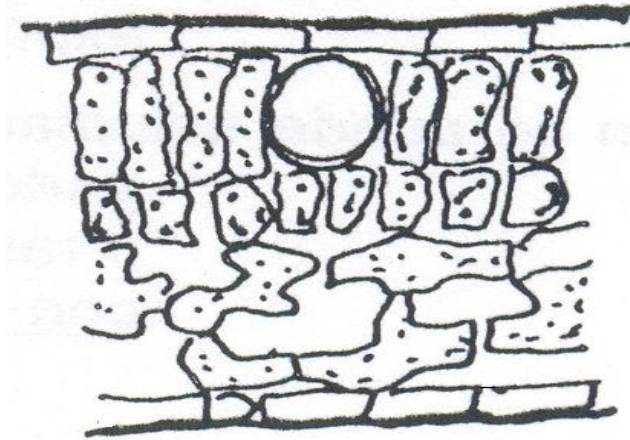
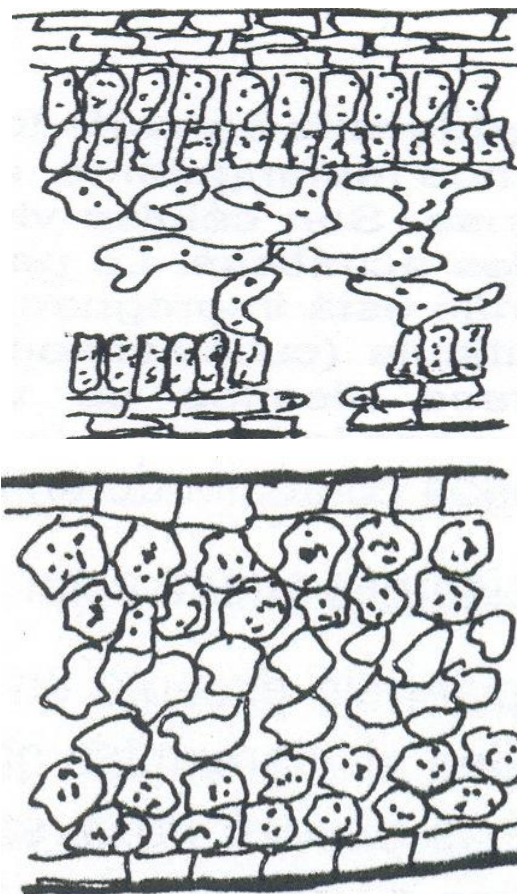


Fig. 7- mesófilo foliar, dorsiventral FUENTE: Rodríguez (2010)

Isolateral: puede ser (fig.8):

- a) **parénquima en empalizada** (células alargadas dispuestas en empalizada)
parénquima esponjoso (células irregulares que dejan amplios espacio intercelulares)
parénquima en empalizada (células alargadas dispuestas en empalizada)
- parénquima homogéneo clorofiliano** (células más o menos isodiamétricas con abundantes cloroplastos)
parénquima homogéneo incoloro (células más o menos isodiamétricas con cloroplastos escasos o ausentes)
parénquima homogéneo clorofiliano (células más o menos isodiamétricas con abundantes cloroplastos).



a) Isolateral

b) Isolateral

Fig. 8- mesofilo foliar, isolateral FUENTE: Rodríguez (2010)

Indiferenciado: parénquima homogéneo clorofiliano (fig.9).

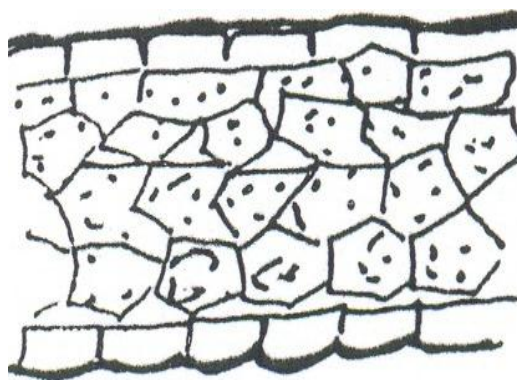


Fig. 9- mesofilo foliar, indiferenciado FUENTE: Rodríguez (2010)

Dentro del parénquima del mesofilo en algunas especies se forma el tejido secretor interno, ya sea como células secretoras, cavidades o conductos lisígenos o esquizógenos.

1.5.2 Estructura de la hoja de la división Angiospermas

La hoja de las dicotiledóneas

La hoja de las Dicotiledóneas varía tanto en su tipo y forma como estructura. Sin embargo, predomina: una lámina plana, con estructura bifacial y con mesofilo dorsiventral (fig.10) (Flores, 1985).

En el epifilo una epidermis adaxial, el mesofilo está diferenciado en parénquima empalizada hacia la cara donde incide el sol (adaxial) y parénquima esponjoso hacia la cara sombreada (abaxial). Salvo raras excepciones.

Las venas tienen los haces vasculares con el xilema hacia la cara adaxial y el floema hacia la cara abaxial y en la vena media en posición subepidérmica y hacia ambas caras hay colénquima.

En algunas hojas como de Camelia o de Té en el parénquima del mesofilo se encuentran **idioblastos**, es decir, células aisladas y distintas al parénquima, por ejemplo: esclereidas y células cristalíferas con drusas.

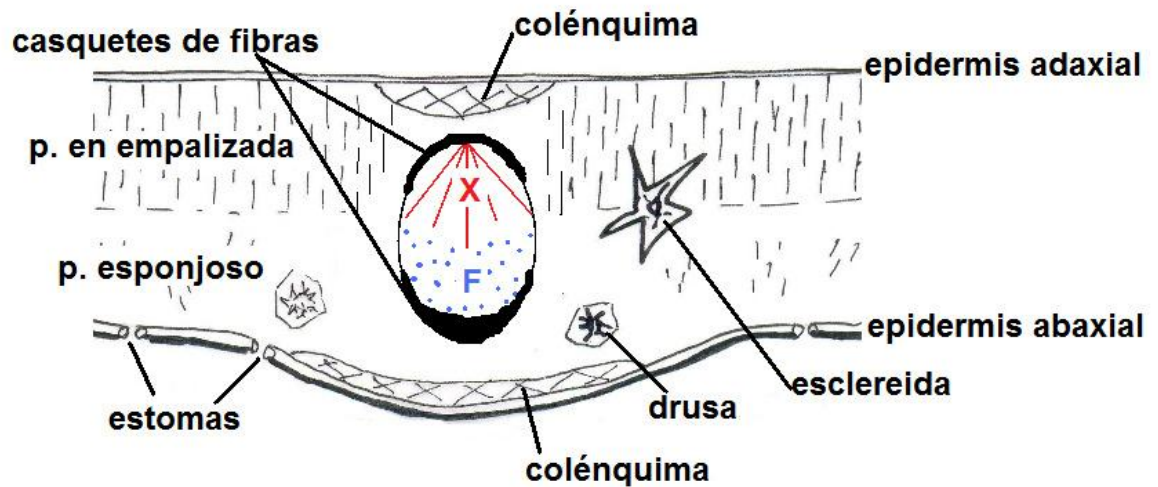


Fig. 10- Estructura de la hoja FUENTE: Nasca (2010)

La epidermis de las Dicotiledóneas vista en superficie (VS) tiene como características:

- (1) Células epidérmicas más o menos isodiamétricas, poligonales, con paredes rectas, curvadas o sinuosas (fig.11).
- (2) Células epidérmicas dispuestas de manera desordenada (fig.11).
- (3) Los estomas se distribuyen de manera desordenada (fig.11).
- (4)

Los estomas están formados por dos células oclusivas arriñonadas, con la pared delgada excepto la pared engrosada que limita al ostíolo. Las células oclusivas del estoma son vivas con núcleo grande y numerosos cloroplastos.

Existen diversos tipos de estomas, los más frecuentes son:

Anomocítico: no tiene células anexas

Anisocítico: tienen tres células anexas de diferente tamaño.

Paracítico: tiene dos células anexas dispuestas con su eje longitudinal paralelo al eje longitudinal de las células oclusivas.

Diacítico: tienen dos células anexas dispuestas con su eje longitudinal en sentido perpendicular al eje longitudinal de las células oclusivas.

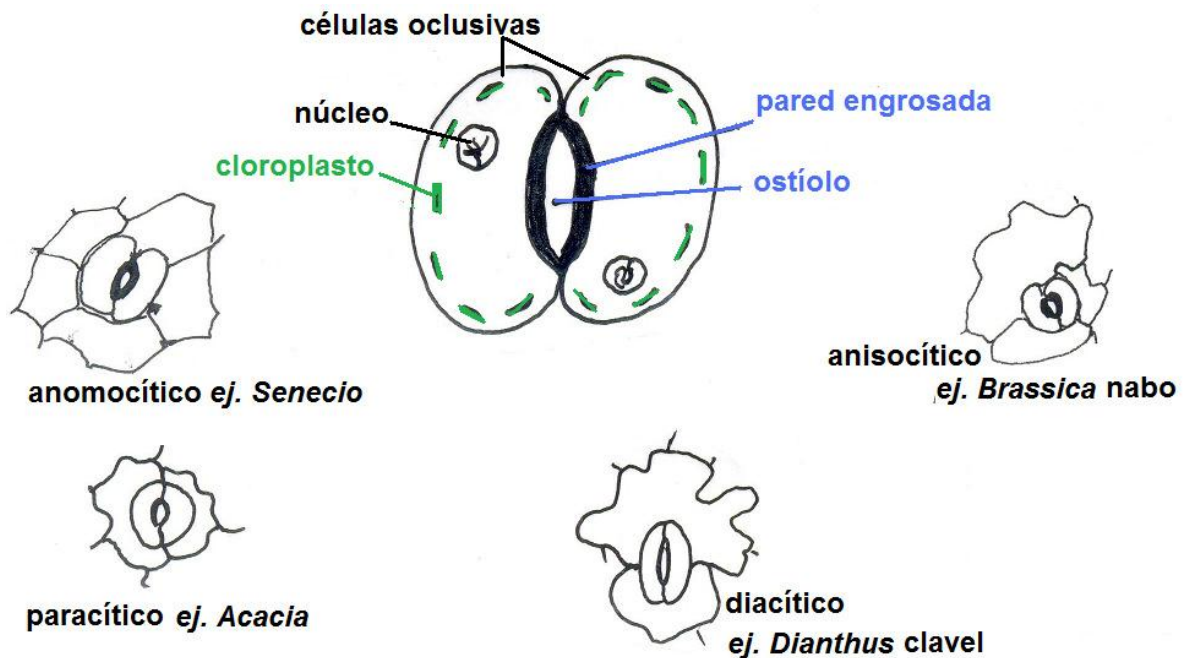


Fig. 11- Células Epidermis y Estomas FUENTE: Flores (1985)

El **pecíolo** frecuentemente muestra forma redondeada en transcorte; cuando la base foliar es amplia, puede tener forma semilunar (*Mahonia*). La epidermis presenta estomas. El córtex generalmente exhibe un anillo completo de colénquima periférico, o cordones de colénquima si el pecíolo presenta costillas. El parénquima fundamental puede contener estructuras glandulares, y células con cristales. A veces hay fibras alrededor del tejido vascular (fig.12).

Se observan tres tipos básicos de organización vascular:

- Un haz vascular con el xilema orientado hacia la cara adaxial y el floema hacia la cara abaxial. Este tipo de organización es muy frecuente (*Camellia*, *Ilex*, *Ligustrum*, *Nerium*)
- Varios haces dispuestos en un semicírculo (*Aristolochia*, *Mahonia*, *Sanguisorba*) o en un círculo completo (*Platanus*, *Pelargonium*, *Liriodendron*, *Vitis*, *Cucurbita*, *Hedera helix*).
- Los tejidos vasculares pueden formar un anillo continuo, donde el xilema es interno y el floema periférico (*Citrus*, *Catalpa*).

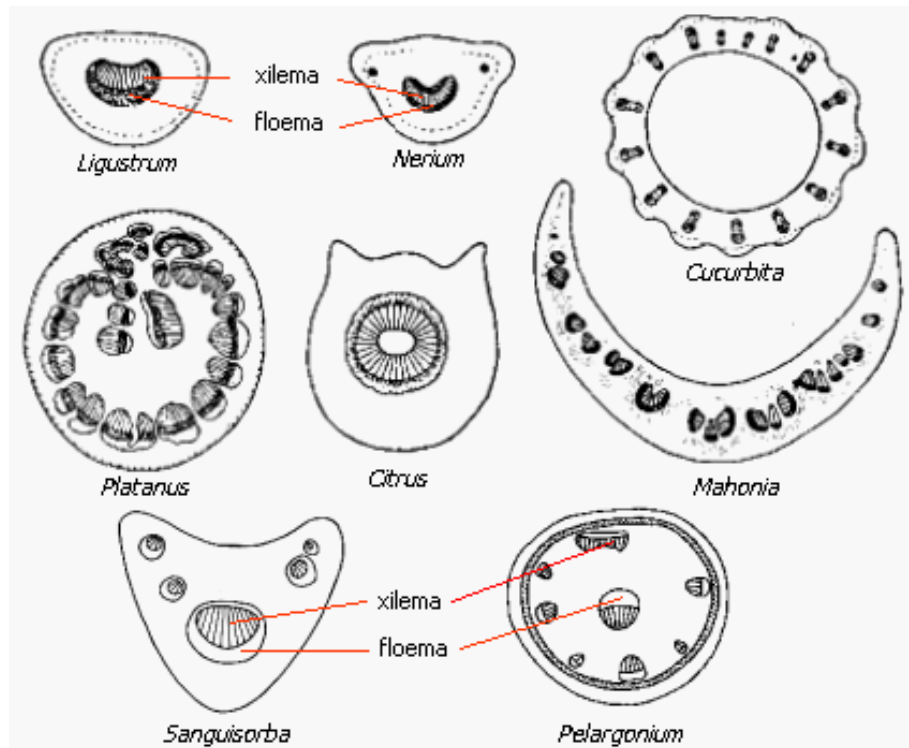


Fig. 10- Pecíolos de hojas de Dicotiledóneas en transcurso: organización vascular FUENTE: Marzoca (1985)

1.5.3 Estructura de la hoja de la división Gimnospermas

La epidermis está formada por células con paredes gruesas, fuertemente cutinizadas, a veces los lúmenes están completamente obliterados. Por debajo de la misma hay una capa, la hipodermis, con células de paredes gruesas y lignificadas. Los estomas están distribuidos siguiendo líneas paralelas al eje de la hoja. La hipodermis se interrumpe a la altura de los estomas, de manera que en corte, éstos se muestran profundamente hundidos, las células oclusivas, situadas más profundamente que las células epidérmicas, están en contacto con las del mesófilo (Biología.edu.ar) (fig.13)

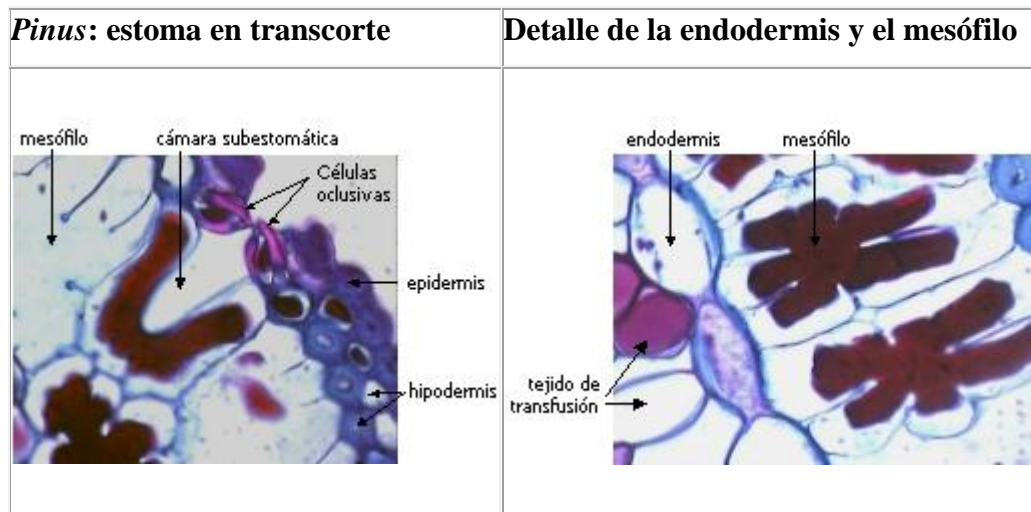
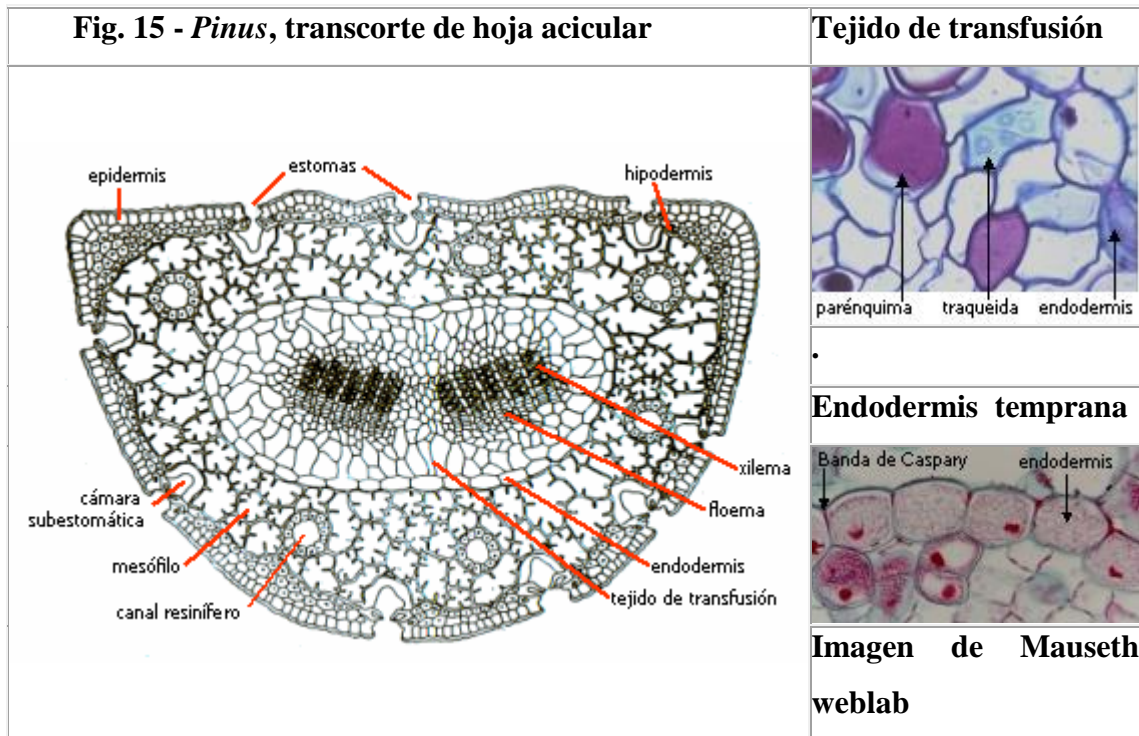


Fig. 13- Corte transversal de estoma Fig. 14- Células del endodermis y el mesófilo

FUENTE: Torres - Romero (1988)

El mesófilo está formado por parénquima clorofiliano homogéneo. Las células tienen en corte un aspecto singular debido a la presencia de crestas internas formadas por las paredes. Se observan 2 a 6 canales resiníferos esquizógenos situados en el mesófilo (fig.14).



FUENTE: Nasca (2010)

En las hojas aciculares de *Pinus* el tejido vascular está representado por dos haces con xilema hacia la cara adaxial y floema hacia abajo. Los haces están rodeados por un tejido particular, el tejido de transfusión, típico de Gimnospermas, que comprende dos clases de células: las parenquimáticas, vivas, con paredes celulósicas, y las traqueidas de transfusión, muertas, con paredes lignificadas con puntuaciones areoladas (fig. 15). Este tejido puede observarse en la mayor parte de las gimnospermas, varía en cantidad y disposición.

El tejido de transfusión está separado del parénquima clorofiliano por una capa de células con paredes muy gruesas: endodermis o vaina protectora. En estados tempranos presenta banda de Caspary, y a la madurez tiene paredes secundarias lignificadas con la suberina confinada a las paredes anticlinales. La endodermis está presente en Pinaceae, *Ginkgo* y *Cycas*. En *Sequoia sempervirens*, *Metasequoia glyptostroboides* y *Araucaria excelsa* los haces vasculares están rodeados sólo por una vaina parenquimática (fig. 16).

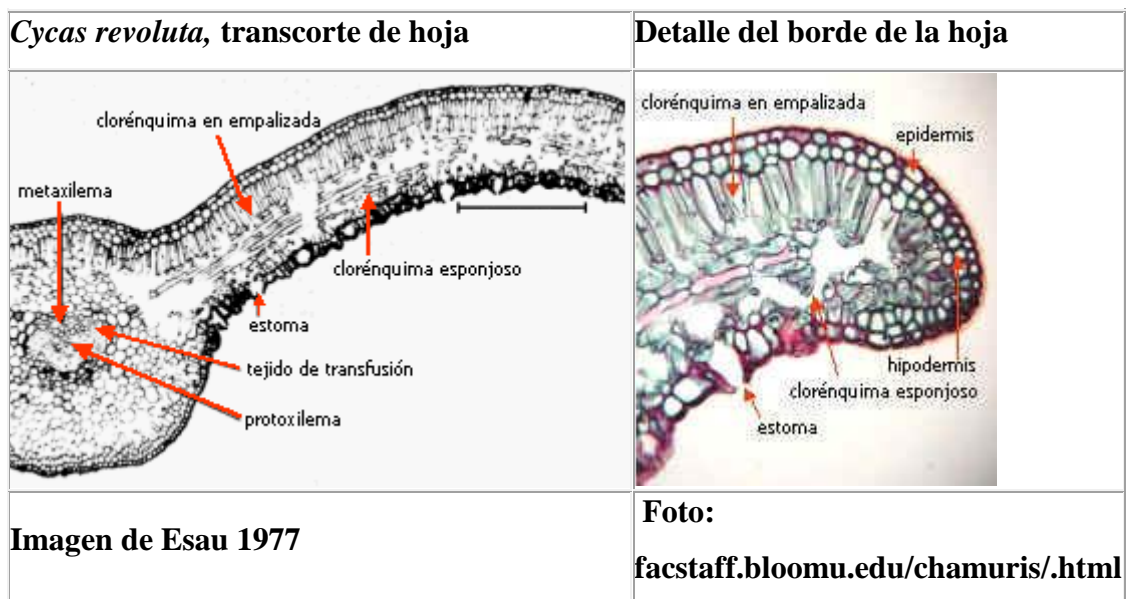


Fig. 16- corte transversal de *Cycas revoluta* FUENTE: Nasca (2010)

En algunas especies de *Abies*, *Sequoia*, *Cycas* y *Ginkgo*, con limbo laminar, el mesófilo está diferenciado en parénquima en empalizada y lagunoso. En *Araucaria* y *Podocarpus* el mesófilo es isobilateral, hay parénquima en empalizada a ambos lados. En *Araucaria* la hipodermis es esclerosada de hasta 5 capas de espesor; está ausente en *Taxus*, *Torreya* y *Ginkgo*. Los canales resiníferos muestran disposición y número variables, entre los géneros uninervados sólo *Taxus* carece de ellos.

1.6 Silvicultura Urbana

El rol del árbol en la ciudad ha evolucionado a través del tiempo y en cada época se ha relacionado directamente con los problemas sociales, ambientales, económicos, culturales y políticos de la sociedad. En la actualidad la tendencia es que la arboricultura o silvicultura urbana forme una trama verde, interactuando sinérgicamente también con las áreas verdes y con los territorios rurales

La silvicultura urbana es la gestión de los árboles dentro de los espacios urbanos. Muchas ciudades tienen espacios verdes como parques o áreas pequeñas de los árboles que las calles de línea, áreas recreativas y monumentos. La silvicultura urbana es un tipo de silvicultura que se centra en la ubicación y el mantenimiento de tales árboles. Hay muchos tipos de personas que participan en el apoyo o ayuda para planificar la silvicultura urbana. Estas personas son los urbanistas, los políticos del medio ambiente, y arboricultores.

Debido a que las poblaciones de árboles en paisajes urbanos están expuestas a mayor cantidad de elementos diferentes de los que están en la naturaleza, es importante que se administren cuidadosamente. Además, las personas que se centran en la importancia de la silvicultura urbana a menudo se refiere a cómo los árboles, mejorar el entorno tanto como se ocupan de cómo los árboles deben ser protegidos en el medio ambiente circundante.

Los árboles pueden proveer muchos beneficios en las áreas urbanas. En primer lugar, es bien sabido que los árboles y otras plantas son excelentes para limpiar y refrescar el aire. El aire en zonas urbanas, que a menudo se encuentra teñido por los vehículos y emisiones de las fábricas por nombrar sólo algunos contaminantes, puede ser mejorado en gran medida por la presencia de árboles. Además, los árboles y plantas, naturalmente, ayudan a enfriar el aire y la tierra. Esto puede ser un gran beneficio. Las ciudades son generalmente construidas principalmente de acero, hormigón, asfalto, y el cristal que reflejan y conducen el calor. Los árboles pueden ayudar a hacer de las ciudades en climas cálidos y las ciudades en climas con veranos cálidos mucho más soportable durante las temporadas de clima cálido.

Debido a que las ciudades pueden ser ambientes hostiles, los árboles que se plantan deben ser atendidas de manera adecuada y oportuna, de lo contrario pueden marchitarse y perecer. Uno de los elementos clave en la silvicultura urbana es asegurarse de que los árboles en los espacios urbanos se plantan en suelos de calidad aceptable y que tiene espacio suficiente para sus sistemas de raíces para crecer. Al igual que los árboles deben tener suficiente espacio para sus raíces para crecer, sino que también debe tener suficiente espacio para sus copas. Esto significa que los árboles deben tener suficiente espacio superior para que sus ramas puedan extenderse y llegar a la luz solar que necesitan para crecer y desarrollarse.

1.7 Árboles nativos y exóticos en el ornato

La plantación de árboles exóticos ha generado una discusión a nivel mundial, con frecuentes enfoques emocionales y poco científicos, que ha venido antagonizando diferentes sectores desde hace décadas. A menudo se ignora la literatura sobre el tema así como la opinión de los campesinos, que los cultivan.

El análisis que se expone a continuación Budowski (2002), indica que a menudo no está claro lo que es una planta exótica: ¿está limitada al país (lo más común), a la zona ecológica, al ambiente donde crece? Si se aplica la frontera política, no hace

mucho sentido para países tan grandes como Brasil, México, Colombia, Perú, Bolivia, Rusia (con el desmantelamiento de la Unión Soviética muchos árboles antes nativos, son ahora exóticos), Australia, etc.

La silvicultura de las pocas especies introducidas en gran escala, se conoce relativamente bien, así como su aprovechamiento industrial.

Algunos crecen más rápido que muchas especies comerciales nativas, especialmente cuando provienen de semilla certificada (e.g. *Gmelina arborea*, ciertos eucaliptos) y tienen mejor forma (*Pinus* y *Eucalyptus* spp en particular). Algunas especies retoñan vigorosamente cuando se cosechan (*Eucalyptus* spp y *Gmelina arborea*) y permiten una segunda rotación basada en el mejor retoño.

Árboles como teca (*Tectona grandis*) tienen un muy alto valor en el mercado internacional de la madera y se prestan para inversiones a largo plazo. Otras especies que al principio no tenían mucha aceptación, están siendo mucho más apreciados. Es el caso de la madera *Gmelina* para muebles y sobre todo ciprés, *Cupressus lusitanica* para muebles y construcciones. También en Costa Rica las plantaciones de ciprés para árboles de navidad cosechados a los 2-3 años de edad, se han convertido en una industria muy lucrativa.

Algunas especies pueden crecer en suelos pobres (*Pinus* spp., *Acacia mangium*) o con cierta salinidad (*Casuarina equisetifolia*) debido a estructuras en sus raíces que facilitan la absorción de nutrimentos a través de bacterias y hongos asociados (*micorriza*, *Rhizobium*, *Frankia*)

Pueden ser atacadas por plagas que no existen en su país de origen. También puede ocurrir que las mismas plagas del país de origen pueden eventualmente llegar y causar mucho daño, ya que pueden no encontrar depredadores u otros enemigos naturales que co-evolucionaron con ellas.

La población local no conoce bien sus usos ni su silvicultura y se necesita un período de aprendizaje, a veces de varios años. Fue el caso de la madera de *Cupressus lusitanica*, que hoy tiene alto valor en Costa Rica, pero que hace tres décadas, nadie la usaba.

Cuando la procedencia de la semilla es dudosa pueden resultar árboles de mala calidad (forma, vigor). Hay casos documentados con *Pinus caribaea*, en Venezuela y *Tectona grandis*, en Panamá y otros países, Budowski (2002).

Los usos son bien conocidos y hay buena aceptación para la madera en el mercado local así como otros productos como postes de cerca, horcones, leña y carbón.

En algunos casos, sobre todo en sistemas agroforestales, ya se conoce muy bien su manejo, como en el caso de árboles de sombra de cafetales, cercos vivos, árboles para leña, árboles en huertos caseros, árboles en pastos o líneas de árboles en las orillas de propiedades.

Las especies nativas son más adaptados a las necesidades de la fauna local si bien falta mucho por dilucidar y algunas especies exóticas también son apreciadas por ciertos animales de la fauna local. Es el caso de los frutos de *Gmelina*, muy apreciados por venados. En muchos casos como en los pinares introducidos, las ardillas se benefician y ciertas aves nativas usan las agujas para la confección de sus nidos, como se ha observado en el CATIE, Turrialba, Costa Rica, Budowski (2002).

Constituyen un eslabón conocido para procesos naturales como polinización por aves, insectos, mamíferos, dispersión de semillas, relación con epífitas y con la fauna del suelo, reciclaje de nutrimentos, pero falta mucho por dilucidar ya que en gran parte depende de las especies nativas plantadas y las exóticas con las cuales se comparan.

Se menciona a menudo (pero sin buena base científica) que las especies nativas están “mejor adaptadas a su ambiente”, o que como “regla general debe preferirse lo conocido”, pero esto naturalmente es muy subjetivo y faltan comparaciones con parcelas bien diseñadas, especialmente cuando son plantaciones de una sola especie. Muchas especies como ciertas leguminosas, el jaúl o aliso (*Alnus acuminata*), fijan el N del aire con sus nódulos por la acción de *Rhizobium* spp. o *Frankia* spp. y favorecen una mejoría física y química del suelo.

Los árboles plantados son refugios de aves que allí se posan (o anidan) dejando caer semillas excretadas (sobre todo de frutos de especies naturales cercanas), que pueden germinar y favorecer el establecimiento eventual de un bosque mixto, cuando se cosechan las especies inicialmente plantadas y se abre el dosel, lo que deja entrar la luz directa.

Las plantaciones para abastecer madera pueden “aliviar la presión” para cosechar árboles valiosos en los bosques naturales primarios y evitar su desaparición por “cambio de uso”. Pero faltan buenos estudios de caso.

Los rendimientos en madera, si se comparan con los árboles extraídos de los bosques naturales son generalmente mucho más altos, por unidad de superficie.

En vez de hacer una sola plantación grande, se puede “escalonar” las parcelas cada año para distribuir mejor la cosecha final en el tiempo.

A las especies nativas, les es difícil competir con algunas exóticas como eucaliptos y pinos en cuanto a rapidez de crecimiento, forma del tronco, capacidad de retoño (eucaliptos), capacidad de crecer en suelos muy pobres o producción de fibra larga para pulpa y papel (pinos).

Resulta a veces difícil conseguir semilla seleccionada, para las condiciones de sitio donde se proyecta plantar.

Hay poco conocimiento de la silvicultura y de los rendimientos esperados rápidamente en las nativas.

La literatura existente es muy escasa y a menudo viene del extranjero con condiciones climáticas, edáficas y socioeconómicas a menudo diferentes. Felizmente este cuadro está cambiando rápidamente y ya existen excelentes publicaciones sobre manejo de semillas y crecimiento inicial de plantaciones con especies nativas.

Por haber sido muy abundantes en el pasado y por pagar bajos precios por sus productos derivados, hay a veces resistencia para plantarlas, especialmente si aún pueden extraerse a bajo costo los árboles maderables de los bosques nativos.

1.8 Árboles del ornato público de Tarija

Según (Guerrero, 2001), en Tarija ciudad capital, existe un promedio de 3.34 árboles por cuadra. El total de especies es de 33, siendo ellas tanto nativas como exóticas, entre las últimas tenemos: Olmo, Fresno, Toronja, Grevilla, Paraíso, Eucaliptos, Arces, Crespon y otras; entre las nativas están: Pino del Cerro, Lapachos, Churqui, Timboy, Carnaval, Toborocho, Tarco, Mora y otras que recién se las está estableciendo.

Es importante destacar que no se conoce el comportamiento silvicultural y los grados de adaptaciones morfoanatómicas a las condiciones climáticas de la ciudad de Tarija, aspectos que es necesario determinar para planificar de manera técnica su manejo silvicultural.

CAPITULO II

MATERIALES Y METODOS

2. - CONTEXTO GENERAL DE LA CIUDAD DE TARIJA

La República de Bolivia se encuentra al sur del continente Americano, tiene como países vecinos Argentina al sur, al oeste Paraguay, al este Perú y Chile; cuenta con una extensión de 1.098.581 Km² (mapa N° 1. Bolivia esta conformada por nueve departamentos, siendo uno de ellos Tarija. El mismo tiene como capital de departamento a la ciudad de Tarija, que es el área donde realizamos la presente investigación.

2.1.- ASPECTOS GEOGRAFICOS Y BIOFISICOS

2.1.1.- UBICACIÓN

El Departamento de Tarija se encuentra al sur de la República de Bolivia, limita al norte con el departamento de Chuquisaca, al sur con la República Argentina, al este con la República del Paraguay, al oeste con los departamentos de Chuquisaca y Potosí y al norte con el departamento de Chuquisaca. Geográficamente se encuentra entre los paralelos 20°50' y 22°50' de latitud sur y los meridianos 62°15' a 65°20' de longitud oeste (ver mapa N° 1). Tiene una extensión territorial de 37.623 Km², que representa 3,4 % del territorio nacional, valor que lo sitúa como el departamento más pequeño del país.

Mapa N° 1 *Mapa político de Bolivia*

Políticamente está organizado en 6 provincias, 11 secciones y 202 cantones, y administrativamente cuenta con 1 prefectura, 6 subprefecturas, 11 gobiernos municipales y 3 corregimientos mayores: Caraparí, Villa Montes y Bermejo. La ciudad de Tarija es la capital del Departamento, constituyéndose en el área urbana más grande de la región y se ubica dentro del Valle del río Guadalquivir. Como se dijo el departamento de Tarija esta integrado por 6 provincias, siendo Cercado la provincia más urbanizada del Departamento, donde se encuentra la capital del Departamento (ver mapa N° 2), que tiene 88 % de su población concentrada en el área urbana y solamente 12 % en el sector rural.

Mapa N° 2 Mapa político de Tarija



La ciudad de Tarija fue fundada por Luis de Fuentes y Vargas. Cuando el conquistador español descendió al valle, encontró los restos de una población que la tradición conoce como Tarixa la vieja, en el lugar donde existe el pueblo de San Lorenzo. Los conquistadores se dieron cuenta muy pronto que los ríos Calama y Guadalquivir, así como el Erquis y el Victoria, que se alimentaban de las cristalinas aguas de los manantiales, en la época de sequía perdían su caudal superficial, quedando totalmente secos. Sin embargo, en Tomatitas, en el lugar formado por farallones, el río Guadalquivir mantenía un caudal permanente durante todo el año. Por este motivo, unido a la amplitud del valle aguas abajo de Aranjuez, hizo que los conquistadores se trasladaran definitivamente hacia ese lugar y se estableciera la ciudad de Tarija.

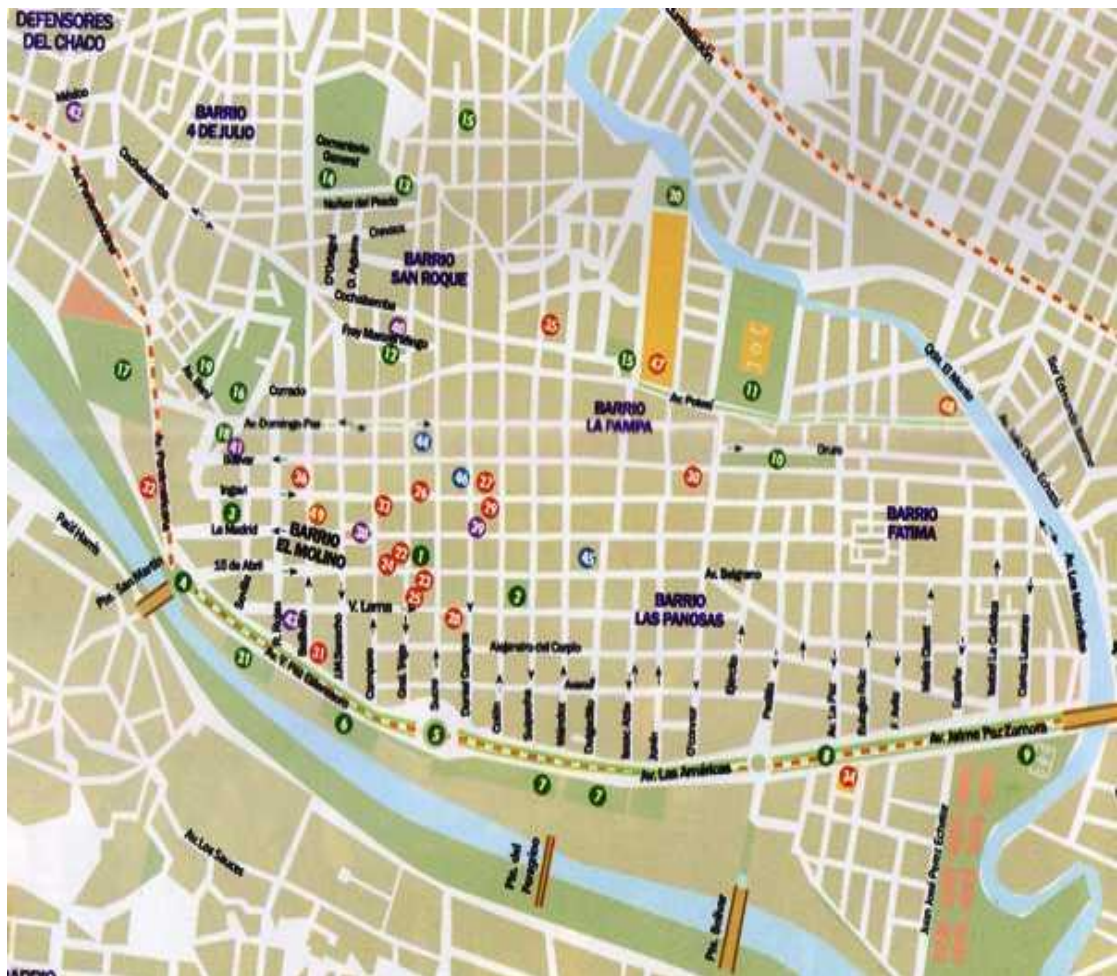
Se halla situada a los $21^{\circ} 29' 36''$ – $21^{\circ} 35' 00''$ de latitud sur y a los $64^{\circ} 40' 00''$ – $64^{\circ} 45' 32''$ de longitud oeste. Limita al norte con el Cantón San Mateo al sur con el Cantón Yesera y al oeste con el Cantón Lazareto. Jurisdiccionalmente corresponde a la administración del Gobierno Municipal de la ciudad de Tarija y la Provincia Cercado. Se encuentra asentada en ambos márgenes del río Guadalquivir, su topografía se caracteriza por estar en terrenos relativamente planos con leves pendientes partiendo de la Loma de San Juan (Barrio La Loma) hacia la parte sur

(Aeropuerto) y otra del nor - oeste hacia el sur es decir de la zona tabladita hacia el aeropuerto.

2.1.2.- SUPERFICIE

La ciudad de Tarija, es decir, la mancha urbana tiene una superficie de 3.655.7 Ha. La densidad poblacional es de 0.025 Ha/ habitante (ver mapa N° 3).

Mapa N° 3 *Plano de Ornato Público del Centro de la Ciudad de Tarija*



2.1.3.- CLIMA

El clima es el factor más importante de la dinámica morfogenética actual. Según los datos registrados se puede definir como subhúmedo seco o templado semiárido. Las características climáticas son muy similares en toda la región, sin embargo, a un nivel microclimático hay modificaciones, debidas a varios factores como son: exposición, distancia a la Cordillera de Sama, cercanía al lago y ríos, etc. Los inviernos son secos y fríos. De acuerdo a la clasificación de Holdridge, corresponde a la región templada y de valle mesotermico. Entre los componentes climáticos más representativos tenemos:

Temperatura

La temperatura media anual es de 17.8°C., la media de los valores máximos es de 26.1°C y la media de las observaciones mínimas es de 9.6°C. En verano la temperatura generalmente pasa los 35°C. y en invierno baja de los – 4°C.

Precipitación

Las lluvias son de origen orográfico, siendo la Cordillera de Sama el principal frente de condensación de las masas húmedas provenientes del Sureste. Esto origina que se presenten elevadas precipitaciones (1.100 mm) en la zona montañosa, las que van disminuyendo a medida que se van alejando de la Cordillera o sea hacia la Serranía de Gamoneda (500-400 mm).

Existe una diferencia de régimen pluviométrico entre la margen derecha y la izquierda de la Cuenca Alta, donde el curso del Guadalquivir se halla paralelo a la isoyeta 600mm. En el valle (Tarija, Canasmoro, Sella), los totales anuales de precipitación no varían mucho y se puede tomar como dato representativo el valor promedio anual pluviómetro Tarija AASANA. Según datos registrados en la estación

metereológica ubicada en el aeropuerto Oriel Lea Plaza, en el período comprendido entre 1963-1993, la precipitación media anual es de 606,8 mm. La precipitación máxima (24 hrs.) registrada fue 106 mm en el mismo período.

Existe una estación lluviosa en el verano y una estación seca en el invierno. El 98% de la lluvia anual cae de octubre a abril (7 meses). Además en la estación húmeda del verano el régimen de las precipitaciones no es uniforme sino variable, con aguaceros intensos concentrados en pocas horas y con días completamente secos.

Por lo tanto, no obstante la abundancia de lluvia, el tipo de precipitaciones no contribuye muchas veces a mejorar y a abastecer el riego sino a erosionar los suelos y poner más aguda la demanda de agua. Aunque los valores de intensidad de lluvia en mm/día sean moderados, es muy elevada la concentración en mm/horas (aguaceros). Por eso se producen a veces en los ríos crecidas rápidas con el arrastre de cantidad de material suelto.

Humedad relativa

La humedad relativa es moderada, con un promedio de 60%, siendo mayor durante los meses de diciembre a abril. Una de las características interesantes con respecto a la humedad es la presencia de masas de aire húmedo y frío (algunos días) en la estación de invierno que, acompañadas de vientos, dan origen a una sensación térmica diferente a la observada en los termómetros.

Vientos

Aparte de los vientos débiles de dirección variable de origen local, el régimen normal de vientos está determinado por el ingreso de masas de aire denso desde el sureste. La velocidad media anual es de 6,3 km/h, mientras que el período crítico de vientos fuertes es el de agosto – septiembre y octubre con 18 km/h con continuidad de una

hora por día. Los vientos pueden ser considerados moderados y no ofrecen problemas para la agricultura.

Radiación solar e insolación

La radiación alcanza un valor promedio de 408.1 cal/cm^2 , registrándose algunos días valores inferiores a 150 cal/cm^2 en invierno, cuando se presentan “surazos” (frentes fríos acompañados de nubosidad y bajas temperaturas) y sobrepasando las 550 cal/cm^2 en verano. En lo que respecta a la insolación o sea horas de brillo solar, se tiene un promedio de 6.8 horas/día, correspondiendo en promedio al mes de agosto el valor más alto con 7.9 horas en el más bajo a enero con 5.7. horas.

Granizo

El granizo es un fenómeno que se presenta generalmente a fines de primavera y en verano. Se origina principalmente debido a la presencia de corrientes convectivas da aire húmedo, que forman las nubes del tipo cumulonimbus. Los meses con más probabilidad de granizada son octubre y noviembre. La granizada representa un evento ocasional en toda el área y su incidencia es mucho menor en la zona de la meseta de Sella.

Heladas

La época de mayor probabilidad de helada se inicia a fines del mes de mayo y se extiende hasta fines del mes de agosto. El periodo medio libre de heladas en Tarija está alrededor de 273 días, quedando un periodo medio con heladas de 92 días comprendidas entre el 25 de mayo y el 25 de agosto. Por lo que se refiere a la frecuencia de heladas se registran alrededor de 25 heladas por año. La frecuencia media mensual mayor ocurre en el mes de julio con 9.5 heladas, seguido de junio con 9.1 y agosto con 4.3. El 89% de las heladas no son inferiores de los -3.9°C .

Evaporación

La evaporación desde una superficie libre de agua está alrededor de los 1.600 mm/año, estimándose la evapotranspiración potencial en 1.280 mm/año, lo que origina un déficit hídrico de 670mm en nueve meses (de marzo a Noviembre). Los meses más críticos son los de agosto y septiembre con valores que sobrepasan los 150 mm. Los meses de balance hídrico positivo (diciembre – febrero) son utilizados para realizar la mayor parte de los cultivos del área.

Un factor importante en la estimación de los recursos hídricos, sin duda, es la evapotranspiración, pues este constituye en algunos casos hasta el 90 % de la precipitación.

Hidrología

La ciudad de Tarija se encuentra dividida en dos partes por el río Guadalquivir, que corre de norte a sur, por el lado éste tenemos las quebradas de: El Monte, San Pedro y Torrecillas que cuentan con caudales importantes en época de lluvias, por el lado oeste se presentan las quebradas: Cabeza de Toro, Sagredo, Verdum y Sossa, siendo su caudal menor que las anteriores.

El régimen de escurrimiento del río y quebradas sigue al régimen de precipitaciones. El caudal empieza a aumentar desde el mes de octubre y alcanza su máximo en el mes de febrero, para descender más tarde. Un estiaje pronunciado se extiende de Mayo a Septiembre y los ríos menores pierden totalmente su caudal. El régimen hidrológico es por lo tanto irregular y torrencial.

El Departamento de Tarija tiene una población de 391.226, representa el 4,7 % de la población de Bolivia, tiene una tasa de crecimiento intercensal de 3,18%, una densidad poblacional de 10 habitantes por Km², la mayor densidad se presenta en la

Provincia Cercado de 74 habitantes por Km². De acuerdo a la estructura por edades de la población, se afirma que el 50 % de la población es menor de 19 años (INE 2001)

Áreas Verdes en la ciudad de Tarija

Cuadro N° 1 Estado actual de áreas verdes en la ciudad de Tarija

DISTRITO	SUPERFICIE TOTAL M2	BALDIOS M2	EN CONSOLIDA CION M2	CONSOLIDA DOS M2
Zona Central Distritos 1, 2, 3, 4 y 5	29.500	0	0	29.500
Distrito 6	71.900	0	30.970	40.930
Distrito 7	65.763	0	61.389	4.374
Distrito 8	88.300	49.150	4.100	35.050
Distrito 9	144.075	132.125	7.425	4.525
Distrito 10	340.586	296.807	6.426	37.353
Distrito 11	146.800	141.250	800	4.750
Distrito 12	39.894	500	0	39.394
Distrito 13	190.500	176.175	0	14.325
TOTAL	1.117.318	796.007	111.110	210.201
PORCENTAJE	100	71	10	19

Fuente: UTEPLAN H.A.M. Tarija, 1999

De acuerdo al cuadro (1) observamos que las áreas verde consolidadas en la ciudad alcanzan el 19 %, por otro lado las áreas verdes en vía de consolidación representan el 10 %, y el 71 % del total de la superficie de la ciudad lo componen los lotes baldíos que son susceptibles de transformarse en basurales.

El tipo de vegetación en las áreas verdes de la ciudad está constituida por especies nativas como el churqui, chañar, molle, sauce, tipa, algarrobo, lapacho, tarco, carnaval y otros; como especies exóticas o introducidas se encuentran diferentes especies de pinos, eucaliptos, grevilla, crespon, olmo, cipreses, paraíso, álamos, acacias, casuarinas, naranjos y otros. Los lugares más importantes lo constituyen las plazas y parques en general de todos los barrios, el bosquecillo de Tomatitas, el parque Nacional Las Barrancas, Avenida Las Américas, Mirador Papal, Parque de la Flores, Mirador Moto Méndez, estos últimos son áreas de recreación de superficies importantes y que conforman el atractivo turístico de la ciudad.

2.1.4.- USO ACTUAL DEL SUELO URBANO

El espacio territorial de la mancha urbana tiene la siguiente clasificación:

Area Residencial.- Forma parte del equipamiento urbano y ésta es todo aquel suelo específico para la construcción de vivienda representando el 52,27% de la superficie total.

Area No Edificada.- Espacios libre que se encuentra delimitada en área de construcción, puede ser público o privado, entre los más frecuentes son lotes baldíos privados que están esparcidos en toda la ciudad, muy especialmente en las zonas periurbanas, esta categoría corresponde a 11,31% del total de la mancha urbana.

Vías.- Espacios que permiten el movimiento de personas en un determinado espacio, las mismas que están jerarquizadas de acuerdo al tipo de uso y finalidad que cumple, corresponde el 12,99 %.

Area Productiva.- Es el suelo suburbano que tiene un uso predominantemente agrícola y ganadero, correspondiendo el 9,94% del total.

Equipamiento de Transporte.- Espacio destinado a la ubicación de terminales aéreas o terrestres y espacios destinados a la ubicación de llegada y salida de destinos a las diferentes comunidades, representando el 5,88%.

Area verde.- Están referidas a áreas libres verde para esparcimiento como ser parques, plazas, parques nacionales, representando el 3,15%.

Equipamiento de Educación y Salud.- área destinada a la construcción de equipamiento educativo y salud representando el 1,06% del total. En la ciudad existen 65 edificios educativos y 11 centros de salud de diferentes categorías.

Equipamiento Administrativo o Gestión.- Equipamiento urbano destinado a la prestación de servicios en administración, seguridad, justicia, trámites en general y de interacción entre Gobierno y ciudadanos, esta categoría se utiliza el 1,13% de la superficie total a esta categoría.

Cuadro N° 2 Ocupación del suelo en metros y porcentajes

CATEGORIAS	SUPERFICIE(m ²)	PORCENTAJE
Area Residencial	19.520.149	52,27
Vías urbanas	4.602.578	12,99
Area No Edificada	4.007.325	11,31
Area de Productiva	3.521.911	9,94
Equipamiento de Transporte	2.083.384	5,88
Areas verdes	1.116.098	3,15
Equipamiento de Administración y gestión	400.378	1,13
Equipamiento Educación – Salud	375.576	1,06
Equipamiento Deportivo	404.713	0,86
Otros (industria, serv. público)	499.588	1,41
TOTAL GENERAL	36.531.700	100,00

Fuente: Unidad Técnica de Planificación HAM año 1999

Equipamiento Deportivo.- Espacio para la práctica de la actividad deportiva, ocupa el 0,86% del total del espacio urbano.

El resto de las categorías como comercio, industrial, servicio público y otros ocupan espacios que tiene poca relevancia a nivel general.

2.2 Descripción del Pino del Cerro (*Podocarpus parlatorei* Pilger)

Orden: Coniferales

Familia: Podocarpaceae

Género: *Podocarpus*

Especie: *parlatorei* Pilg.

Nombre Común: Pino del Cerro, Pino de Monte, Pino Blanco.

Lugar de origen: Hemisferio Norte y Hemisferio Sur, se encuentra en el norte hasta los 35 ° (Japón) y en el sur hasta los 49 ° (Chile).

Árbol inerme, generalmente de 8 - 15 m de altura, tronco de 20 a 60 cm de diámetro.

Árbol dioico, inerme, de tamaño muy variable, de 6 – 20 m de altura, con el tronco de 0,30 – 1,50 m de diámetro. Copa frondosa y con ramificación densa. Fuste recto y ramificado a partir de los 2 m de altura. Corteza externa escamosa y agrietada. Corteza interna de color rosado amarillento. Madera blanquecina o rosada, relativamente blanda. Ramitas glabras, moradas, las más jóvenes verdes, ramas extendidas, las inferiores se van secando paulatinamente.

Hojas simples, dispuestas en espiral, sésiles, coriáceas, lineal-lanceoladas, a veces falcadas, de 4 – 11 cm de largo por 0,4 cm de ancho, con el ápice terminado en una

espina pequeña y punzante, atenuadas en la base, uninervadas, márgenes enteros, cara superior verde oscura, cara inferior verde más clara.

Inflorescencia masculina en amentos espiciformes, rodeadas en la base por escamas estériles; los amentos generalmente 5, en fascículos, situados en el ápice de pedúnculos axilares. Flores femeninas solitarias, axilares el ovulo único, sostenido por un receptáculo carnoso. Fruto sub globoso, liso, es una semilla desnuda, inserta en una base carnosa de color rojo, arqueado. Algo comprimido (Legnane, 1980; Mostacedo y otros, 2001).

Especie siempre verde, parcialmente demandante de luz y con crecimiento rápido en áreas de barbecho y claros de bosque. Se encuentra en el bosque Tucumano-Boliviano.

Cultivo y usos: Árbol que exige climas cálidos y suelos fértiles. Se multiplica por semillas y esquejes.

Distribucion: Distribuida al sur y centro del País (Tarija, Chuquisaca, Santa Cruz y Cochabamba). Se distribuye en alturas de 1700 a 3000 m.s.n.m. (Mostacedo y otros, 2001).

2.3 Descripción del lapacho rosado (*Tabebuia impetiginosa* (Mart) Standl)

Orden: Scrophulariales

Familia: Bignoniaceae

Sinónimos: *Tabebuia avellanadae* Lorentz ex Griseb., *Tecoma impetiginosa* Mart. ex DC., *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos

Nombre común: Lapacho rosado.

Lugar de origen: es una especie arbórea nativa de América, donde crece desde el Paraguay, Bolivia, y el noroeste de la Argentina hasta México.

Etimología: *Tabebuia*, de su nombre vernáculo brasileño *tabebuia* o *taiaveruia*. *impetiginosa*, del latín *impetigo-inis* = erupción cutánea, y el sufijo *-osus-a-um*, que indica abundancia o desarrollo marcado, probablemente por sus usos medicinales, entre los que figura la sanación del impétigo.

Arbol inerme, generalmente de 8 - 20 m de altura, tronco de 20 a 60 cm de diámetro, corteza castaño oscura, algo dura y difícil de desprender, con grietas longitudinales, ramas y ramitas glabras. Hojas opuestas, palmaticompuestas formadas por 5 o raro 7 foliolos, aovados –oblongos de 8 a 11 cm de largo y 8 cm de ancho, margen generalmente entero en la mitad inferior y levemente dentado en la mitad superior, foliolo terminal de mayor tamaño.

Inflorescencias en panículas terminales colocadas en el ápice de ramas afilas. Flores hermafroditas, rosado-moradas, de 4 a 6 cm de largo, sobre pedicelos tomentosos. Fruto capsula péndula, subcilíndrica, de 20 a 30 cm de largo. Semillas numerosas, achatadas, castañas, colocadas en el centro de un ala membranosa, opaca, translúcida (Legnane, 1985).

Especie emergente, decidua, parcilamente demandante de luz, muy común en los bosques deciduos y subhúmedos estacionales, floración vistosa, que ocurre cuando el árbol está sin hojas entre Julio y Agosto.

Cultivo y usos: Árbol que exige climas cálidos y suelos fértiles. Le perjudican los fríos intensos. Se multiplica por semillas y esquejes.

Distribución: Presente en toda la zona Chiquitana y Chaqueña, y en las últimas estribaciones de la cordillera oriental de los Andes, que comprende los departamentos de Beni, Santa Cruz, Chuquisaca, Tarija, La Paz y Pando. Se encuentra en altitudes de 100 a 1400 m.s.n.m. (Mostacedo y otros, 2001)

2.4 METODOLOGIA DE TRABAJO

Se identifico dos lugares de donde se tomaron las muestras de hojas para el Pino del cerro, ellas fueron Zona Alta de la Ciudad, Barrio Catedral a 1880 m.s.n.m. y de la zona central Jardines frente a la Iglesia Catedral a 1830m.s.n.m.

Para el Lapacho también se tomaron muestras de la zona alta, Barrio Catedral y zona baja del Campus Universitario El Tejar a 1825 ms.nm.m..

Las hojas se sacaron de la parte baja, media y superior de copa para las dos especies, en número de 15 hojas por parte, esto con la finalidad de realizar un muestreo estratificado en cada árbol muestra. El material de estudio correspondió a muestras de hojas expuestas, maduras y sanas, con características fenotípicas (tamaño, vigor y estado fitosanitario) semejantes. De las especies lapacho, que posee hojas compuestas, se colectaron los foliolos centrales.

De las hojas recolectadas se seleccionaron al azar 15 hojas, las cuales se dedicaron a la descripción anatómica mediante los procedimientos tradicionales de microtecnia vegetal.

Se realizó el ablandado de la epidermis foliar utilizando una solución acuosa de tiner (quita esmalte) hasta observar el desprendimiento de la epidermis. Luego fueron lavadas con agua destilada para proceder a la observación de epidermis según D'ambrogio de Argueso (1986).

Para el estudio del mesófilo y peciolo se efectuaron cortes transversales de la sección media de la hoja, foliolo y peciolo a mano alzada, donde posteriormente el material fue montado y teñido con safranina.

Los cortes fueron observados en un microscopio Olympus y se tomaron fotomicrografías de los cortes permanentes con una cámara Sony adosada al microscopio

CAPITULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1.- CONCLUSIONES

- Los caracteres observados en (Lapacho) *T. impetiginosa (Mart) Standl*) significan una primera aproximación a la descripción anatómica de la especie que constituyen una herramienta base de trabajos anatómicos de especies nativas, que podrán utilizarse para evaluar respuestas ante la contaminación atmosférica de manera particular y manera ambiental en general, en la ciudad de Tarija. Que se encuentra afectada por todo tipo de impactos, tanto físico como biológico.
- En lo que respecta a la epidermis del lapacho es pluriestratificada y no ha sido posible analizarla, por falta de equipamiento de nuestros laboratorios.
- En corte transversal, el foliolo principal es dorsiventral e hipostomático, la cutícula tiene un espesor variable, la adaxial es lisa y la abaxial con ornamentaciones en ambas se observan divisiones periclinales, que originan una epidermis múltiple, de tres o más estratos. Parénquima en empalizada compacto, con células tubulares angostas, dispuestas en 3 o 4 estratos.
- Nervio medio de contorno plano convexo, con colénquima subepidémico adaxial y abaxial, parénquima fundamental, haz de nervio medio dispuesto en dos arcos colaterales enfrentados, el abaxial de mayor tamaño rodeado por grupos de esclerénquima.

- En corte transversal el peciolo de contorno plano-convexo presenta epidermis uniestrata con pelos simples y escamosos, colénquima angular subepidérmico, parénquima cortical, vaina endodermoide, grupos de esclerénquima (Fibras floemáticas), cilindro vascular continuo y medula con fistula central.
- Para Pino de Cerro, en vista frontal, la epidermis adaxial está constituida solamente por células largas con paredes primarias poco sinuosas y espesas. En ella no se observan estomas, los mismos se encuentran en la epidermis inferior.
- Ese mismo aspecto fue observado en la epidermis abaxial, donde los estomas se sitúan al mismo nivel de las epidérmicas y subsidiarias, están dispuestos en filas longitudinales y son del tipo haploqueélicos.
- Se observa una gruesa cutícula en la cara adaxial (foto 9). Abajo la epidermis está conformada por una capa de células alargadas en vista transversal, observase por debajo la presencia de una capa de fibras, tanto en la epidermis superior como en la inferior, rasgo típico de las coníferas.
- Seguidamente se observa la hipodermis compuesta por 1-2 estratos de células con paredes celulares secundarias y lignificadas.
- El mesófilo de *P. parlatorei* Pilg. Se presenta isolateral, es decir posee parénquima empalizada compuesta por 2 o 3 capas de células en ambas caras de la hoja.
- El sistema vascular es constituido por un solo nervio de posición media, con los elementos de xilema y de floema dispuestos en series radiales.

- Próximo al floema, por debajo del haz vascular se observar la presencia de un canal resinífero (Foto13). Esau (1998) y Torrez-Romero, 1988) revelan que una característica anatómica resaltante de esta especie es la presencia de canales resiníferos localizados bajo la nervura, entre los tejidos de conducción y la epidermis abaxial de la hoja.
- El lapacho morado resulta posible describir con la técnica empleada, lo mismo puede decirse para el Pino del Cerro.
- Las especies estudiadas Lapacho y Pino del cerro, expresan mayormente rasgos que se corresponden con la estructura del tipo de hoja de las Bignoniaceae y las Podocarpaceae (coníferas) respectivamente, de lugares subtropicales subhúmedo: hojas con epidermis gruesa pluriestratificada de cutícula espesa, mesófilo laxo diferenciado en parénquima en empalizada y parénquima esponjoso, presencia de tejido esclerenquimático; también destaca en estas especies la presencia de rasgos asociados con la capacidad de soportar déficit hídrico no extremo. Situaciones en las que hojas mesomórficas presentan rasgos xeromórficos.

4.2.- RECOMENDACIONES

- Para determinar el tipo de estomas en el Lapacho se recomienda utilizar técnicas más sofisticadas, pero también se debe contar con microscopios nuevos que permitan observar con diferentes aumentos y con cámara fotográfica incorporada.
- Se recomienda estudiar o describir la anatomía de las especies estudiadas que crezcan en condiciones naturales y comparar si existen modificaciones estructurales frente a las determinadas en el presente estudio.

- Es necesario estudiar la anatomía de los árboles forestales del Departamento, conformar un banco de información anatómica que permita establecer rasgos taxonómicos de los mismos.
- Surge y es real la necesidad de contar con un laboratorio de Biología que cuente con el equipamiento adecuado para encarar trabajos de investigación a nivel tanto anatómico como morfológico para complementar con la información que genera el Herbario de nuestra Facultad.