

## CAPÍTULO I

### 1. INTRODUCCIÓN

El género *Capsicum*, puede estar presente, como hierbas anuales o perennes, sufrútices o arbustos, es de la familia Solanaceae, consta alrededor de 25 especies y es originario de América tropical y subtropical (Cabrera, 1983). Este mismo autor indica que presenta flores hermafroditas, actinomorfas, cáliz corto, acampanado, truncado superiormente, con 5 ó 10 dientes lineales apenas acrescentes a la madurez del fruto. Los frutos son bayas picantes muy consumidas en la dieta alimenticia nacional o regional, como condimentos o en saborizantes en diferentes platos, lo que se conoce como la llajua (tomate con ají o ají puro ambos molidos). Existen especies domesticadas y especies nativas en todas las regiones.

Bolivia es una de las cunas ancestrales del ají (género *Capsicum*), que incluye entre 20 y 30 especies. Los ajíes domesticados presentan rica diversidad en los tamaños y formas de la baya y por supuesto, variedad en sabor y picor. La mayor concentración de cultivos de ají se encuentra en el departamento de Chuquisaca (Fundación Ayuda en Acción, 2017).

Existen importantes especies nativas de este género que crecen desde el norte de Sudamérica hasta el centro de Argentina, encontrándose en ambientes con clima húmedo de las provincias biogeográficas Paranaense y de las Yungas o en zonas más secas de la Provincia biogeográfica Chaqueña Cabrera & Wilink( 1980) citado por (Palchetti et al., 2014), coincidentes con especies encontradas en nuestro departamento de Tarija - Bolivia, en la provincia biogeográfica Chaqueña de donde serán recolectadas las especies para el estudio foliar . Lleras (1997), citado por (Palchetti et al., 2014), indica que las especies de este género crecen en distintas regiones biogeográficas, algunas de ellas presentan adaptaciones al ambiente en el que viven, de igual manera varios autores como (Cosa, 1991; Fahn & Cutler, 1992; Cosa et al., 2002; Deblon et al., 2007) citados por (Palchetti et al., 2014), que las adaptaciones en la estructura de las plantas, están relacionadas con factores ambientales y se manifiestan particularmente en la morfología y anatomía de la hoja.

## **1.1 Justificación**

Se justifica la presente investigación por la falta de información, en la determinación taxonómica y en las descripciones microhistológicas del tejido epidérmico, de las especies de Capsicum (Solanaceae), que habitan el Valle Central de Tarija, resultados que servirán en los estudios florísticos de la región, y como aporte metodológico el estudio epidérmico foliar, para otras especies nativas en proyectos relacionados con la fitotecnia.

## **Hipótesis**

Todas las especies de Capsicum (Solanaceae), provenientes de las diferentes zonas del Valle Central de Tarija, pertenecen a la misma especie y poseen las mismas características histológicas del tejido epidérmico.

## **1.2 Objetivos**

### **1.3.1. Objetivo General**

- Caracterizar el tejido epidérmico foliar de las especies de Capsicum (Solanaceae)

### **1.3.2. Objetivos Específicos**

- Determinar su taxonomía y caracterizar el tejido epidérmico del haz y del envés, tomando en cuenta las células epidérmicas propiamente dichas y especializadas de las especies de Capsicum (Solanácea).
- Clasificar los estomas por su orientación y el número de célula anexas, para completar su descripción.
- Determinar el índice estomático de cada especie, en el haz y el envés, por carecer de esta información en la familia Solanaceae.

## CAPÍTULO II

### REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

#### **2.1 Clasificación Taxonómica del Género *Capsicum***

Reino: Vegetal.

Phylum: Telemophytae.

División: Tracheophytae.

Subdivisión: Anthophyta.

Clase: Angiospermae.

Subclase: Dicotyledoneae

Grado Evolutivo: Metachlamideae

Grupo de Órdenes: Tetracíclicos

Orden: Polemoniales

Familia: Solanaceae

Nombre científico: *Capsicum* sp.

Nombre común: ají

#### **2.2 Descripción Botánica de la Familia Solanaceae**

Hierbas, arbustos, lianas o árboles. Tallos con leño bicolateral. Hojas alternas u opuestas en la parte superior del tallo, simples o, más raramente, compuestas sin estípulas. Inflorescencias típicamente en cimas axilares o en combinaciones de cimas. Flores hermafroditas, actinomorfas o ligeramente zigomorfas, normalmente pentámeras, más raramente tetrámeras o hexámeras, hipóginas. Cáliz generalmente acampanado, lobado o partido, persistente, en algunos géneros acrescentes envolviendo al fruto. Corola gamopétala, rotácea, acampanada, infundibuliforme, hipocraterimorfa o tubulosa (raramente bilabiada), usualmente plegada o convoluta, raramente valvada. Estambres epipétalos, insertos en el tubo de la corola y alternando con los lóbulos de la misma, por lo común desiguales, típicamente 5, pero a veces 4 o solo 2, siendo los restantes representados por estaminodios. Anteras ditecas (unitecas en *Browalia*), de dehiscencia longitudinal introrsa o por poros apicales. Gineceo súpero, sobre un disco hipógino más o menos conspicuo. Ovario

bicarpelar, típicamente bilocular, pero a veces 3 – 5 locular por desarrollo de falsos tabiques, raramente unilocular (*Melanathus*). Óvulos numerosos, raramente pocos (*Schwenquia*) o uno solo (*Melananthus*), de placentación axilar, anátropos o anfítropos, Estilo simple, con estigma engrosado o bilobado. Fruto baya o cápsula septicida, raramente drupa (*Grabowskia*). Semillas generalmente numerosas, lisas o punteadas. Embrión recto o curvado, con albumen (Cabrera, 1983).

### **2.3 Descripción Botánica del Género *Capsicum***

Hierbas anuales o perennes, sufrútices o arbustos, generalmente divaricado – ramosos. Hojas alternas, enteras u onduladas. Flores solitarias o en fascículos de dos o tres, pequeñas. Flores hermafroditas, actinomorfas. Cáliz corto, acampanado, truncado superiormente, con 5 ó 10 dientes lineales apenas acrescentes a la maduración del fruto. Corola anchamente acampanada o semirotácea con lóbulos valvados. Estambres 5, insertos en el corto tubo de la corola; filamentos filiformes; anteras oblongas, de dehiscencia longitudinal. Disco inconspicuo. Ovario normalmente bilocular, con estilo filiforme y estigma algo engrosado; óvulos numerosos. Fruto baya, globosa, ovoide o fusiforme, con pericarpo carnoso o algo coriáceo. Semillas comprimidas, rugosas o lisas. Embrión curvo o semi - espiralado (Cabrera, 1983).

### **2.4 Tejido Epidérmico de las plantas**

Se da el nombre de epidermis al tejido que recubre todo el cuerpo primario de la planta. No recubre la caliptra y está indiferenciada en los meristemas apicales. En las plantas con crecimiento secundario es reemplazada por la peridermis. Se origina a partir de la capa de células más externa de los meristemas apicales. Su función es limitación de la transpiración; protección mecánica; intercambio de gases a través de los estomas. Como funciones accesorias se pueden mencionar: fotosíntesis; secreción; absorción; acumulación de agua y productos metabólicos. A veces también puede tener potencialidades meristemáticas ya que el felógeno puede originarse de ella. Su estructura está formada por células propiamente dichas, las

cuales pueden ser consideradas como los elementos menos especializados del sistema, y dispersas entre ellas existen células especializadas (U.N.C., 1981).

La epidermis es el tejido que cubre el cuerpo primario de la planta y se encuentra en contacto con el medio ambiente, por lo tanto es objeto de la acción de numerosos agentes biológicos y no biológicos.

Aunque por lo general consta de una capa de células, en algunas especies se divide periclinalmente y da origen a una epidermis múltiple o también podemos observar una hipodermis, pero en este caso se origina del meristema fundamental.

La epidermis de tallos, hojas y estructuras reproductoras deriva de la protodermis del meristema apical caulinar, mientras que en las raíces lo hace desde el meristema radical.

Los órganos con escaso o nulo crecimiento secundario conservan la epidermis mientras viven, cuando existe un crecimiento secundario es reemplazada por la peridermis.

En la epidermis pueden diferenciarse varios tipos celulares: células epidérmicas típicas, células oclusivas de los estomas. Tricomas, tricomas radicales.

Las células epidérmicas están cubiertas por una “cutícula” más o menos impermeable, la que impide la pérdida de agua por transpiración y por ende la desecación de la planta, pero también se restringe la entrada de dióxido de carbono, son los estomas los responsables de resolver este problema ya que permiten el intercambio gaseoso.

Entre otras funciones poseen la habilidad para desdiferenciarse y volverse meristemática, lo que permite el crecimiento de la planta y la reparación de heridas.

Los tricomas son muy variables en forma y estructura y entre las funciones que desempeñan están: la protección, la absorción y la secreción (Gattuso y Gattuso, s/f). Este mismo autor indica que las células epidérmicas típicas, son células poco especializadas, se disponen sin dejar espacios intercelulares, sólo las células oclusivas de los estomas dejan espacios intercelulares entre ellas. La pared puede ser delgada o gruesa y puede llegar a lignificarse. Generalmente es primaria, aunque

en algunas semillas pueden encontrarse secundarias, a pesar de su grosor no es frecuente la lignificación. En las paredes anticlinales y periclinal interna se observan campos de puntuaciones primarios, mientras que en la pared externa, más gruesa, hay haces de espacios interfibrilares denominados teicodes o ectodesmos, son la mayor vía de penetración de sustancias que penetran por vía superficial, estas áreas definidas y no la pared completa, son los sitios de absorción y excreción de sustancias.

La pared externa está cubierta de materiales cerosos que constituyen las ceras epicuticulares las que están ubicadas formando un mosaico tridimensional constituido por varias zonas que difieren en el arreglo molecular de las ceras, dando lugar a la formación de zonas cristalinas, las que no son permeables y zonas amorfas que sí permiten la difusión de moléculas, es decir que la impermeabilidad de las ceras al agua y los solutos no es dada por la composición química de estas, sino por el ordenamiento físico de las mismas. Los depósitos se pueden presentar en forma amorfa, de grano, plaquitas, escamas, etc. La cutina es una red tridimensional, constituida por una mezcla de poliésteres del ácido palmítico hidroxilado en C16 y ácido oléico en C18. Cuando la cutina se encuentra impregnando a las paredes habla de cutinización y cuando forma una capa continua de cuticularización.

Las funciones de las células epidérmicas y la cutícula son: reducción de la pérdida de agua y solutos; formación de una barrera que impide la penetración de hifas fúngicas y la herbivoría, protección contra el daño mecánico, reflexión de la radiación, reducción de la retención de agua sobre las superficies de la planta, esto último favorece el intercambio gaseoso a través de los estomas, la germinación de esporas, la deposición de contaminantes atmosféricos, polen, polvo etc. Los plaguicidas, auxinas y nutrientes aplicados por vía foliar requieren la adición de un ingrediente activo, llamado surfactante o adyuvante, que facilite su ingreso.

Hay células epidérmicas con estructuras o contenido especiales: en Poáceas entre las células epidérmicas propiamente dichas o células largas, hay también células cortas, las que pueden ser de dos tipos: células síliceas y células suberosas, las primeras contienen cuerpos de sílice, las segundas poseen sus paredes impregnadas

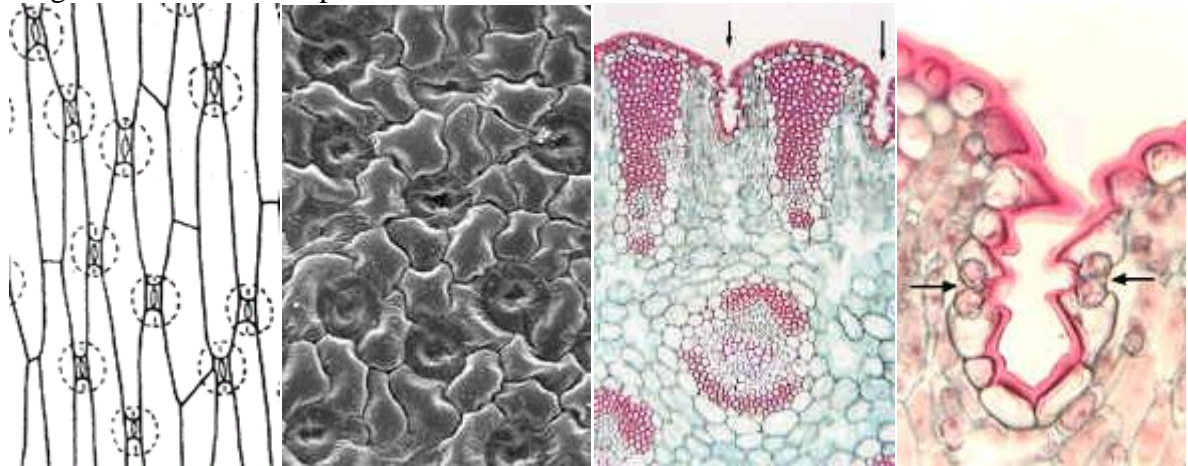
de suberina. En esta familia también encontramos células buliformes, las que son mayores que las células epidérmicas típicas, con paredes delgadas y vacuola grande. Los Estomas se originan de un meristemoide epidérmico, son aberturas de la epidermis. Se hallan formados por dos células oclusivas entre las cuales hay un espacio, el ostíolo; éste se comunica con el interior de un espacio intercelular: la cámara subestomática que se halla recubierta por la cutícula. Suelen acompañar al estoma otras células: las anexas. El conjunto del estoma y las células anexas se denomina aparato estomático (Gattuso y Gattuso, s/f).

#### **2.4.1 Estomas**

Los estomas son grupos de dos o más células epidérmicas especializadas cuya función es regular el intercambio gaseoso y la transpiración. Se encuentran en las partes verdes aéreas de la planta, particularmente en las hojas, donde pueden hallarse en una o ambas epidermis, más frecuentemente en la inferior. Su número oscila entre 22 y 2230/mm<sup>2</sup>.

Las raíces no presentan estomas. Las plantas parásitas sin clorofila como *Monotropa* y *Neottia* no tienen estomas (*Orobancha* los tiene en tallo). Las partes aéreas sin clorofila (hojas variegadas) pueden tener estomas pero no son funcionales (Louguet 1990), igual que los de los pétalos. Las hojas paralelinervadas de monocotiledóneas, algunas dicotiledóneas y las aciculares de Coniferae tienen estomas dispuestos en filas paralelas; en dicotiledóneas con hojas de venación reticulada están dispersos.

*Iris*: en filas longitudinales  
*Victoria cruziana*, irupé: dispersos  
*Yucca*: en surcos



Esquema de Esau

Imágenes

<http://www.sbs.utexas.edu/mauseh/>

de

Figura 1. Disposición de los Estomas

En las mesófitas los estomas están dispuestos al mismo nivel que las células fundamentales, pero en muchas Gimnospermas y en hojas de plantas xerófitas, los estomas están hundidos y como suspendidos de las células anexas que forman una bóveda, u ocultos en criptas. En plantas de ambientes húmedos los estomas están elevados (Gonzales, 2013).

#### 2.4.2 Importancia de los Estomas

Las plantas pueden tener una apariencia sencilla, constituyéndose por el tallo, hojas, flores y las raíces. Sin embargo, en su interior existe un mundo lleno de mecanismos fisiológicos complejos, que trabajan en su conjunto para llevar a cabo las actividades fisiológicas. La principal fuerza que promueve el desarrollo vegetal es el agua, el componente mayoritario de la planta, formando hasta el 95% de su estructura en algunas especies. ¿Cómo interviene el agua en el desarrollo vegetal?

En pocas palabras, es el medio en el que se llevan a cabo todas las reacciones bioquímicas de la planta, siendo también responsable de la absorción y traslocación de nutrientes. El agua es absorbida principalmente a través de las raíces y se transporta a los diferentes órganos, distribuyendo los nutrientes y hormonas en la planta.



Tras establecer la importancia del agua en el desarrollo de la planta, es preciso destacar la importancia de los estomas, los poros que promueven el crecimiento vegetal. Por tanto, ¿qué son los estomas? Son poros en la superficie de las plantas, encontrándose mayoritariamente en las hojas y en menor medida en los tallos y otros órganos. Estos poros se rodean por células parenquimáticas especializadas, denominadas células guardia. Los estomas tienen dos funciones principales, en primer lugar permiten el intercambio gaseoso, dando entrada al dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) y liberando el oxígeno ( $\text{O}_2$ ) que respiramos. La segunda función importante, es la regulación del movimiento del agua a través de la transpiración.

Al igual que en el caso de los animales, las plantas también respiran, y en su caso, lo hacen a través de los estomas. El intercambio gaseoso responsable de facilitar la fotosíntesis, se da gracias a la entrada del  $\text{CO}_2$ . El dióxido de carbono se utiliza como combustible para llevar a cabo el proceso fotosintético, donde se genera oxígeno como un subproducto, el cual, es liberado a la atmósfera.

Ahora bien, ¿cómo pueden los estomas facilitar la fotosíntesis? Lo hacen jugando un papel importante en la transpiración, la cual se define como la absorción de agua y su traslocación en la planta, hasta su salida por evaporación desde la parte aérea. La transpiración por los estomas crea un potencial hídrico en la planta, que a su vez, promueve la absorción pasiva del agua por las raíces y la posterior traslocación al resto de los órganos a través del xilema. Para llevar a cabo la fotosíntesis, la planta necesita seis moléculas de agua y seis moléculas de  $\text{CO}_2$  para generar glucosa y  $\text{O}_2$ . Por tanto, y tal como se ha comentado, los estomas juegan un papel de vital importancia en la entrada de agua y  $\text{CO}_2$  en la planta, facilitando así el proceso fotosintético.

Los estomas regulan la transpiración y la entrada de  $\text{CO}_2$  mediante la modificación de su tamaño, influido por los factores ambientales. Las células guardia son las responsables de este proceso, expandiéndose o contrayéndose, resultando en la apertura o cierre de los estomas. En condiciones óptimas, los estomas se encuentran abiertos, permitiendo el intercambio gaseoso con la atmósfera. Para la apertura de

los mismos, se da la entrada del agua mediante la osmosis, la cual depende de la concentración de potasio en las células. El potasio se transporta al interior o exterior de la célula mediante el transporte activo con gasto energético, dependiendo de los factores ambientales. Los factores de mayor influencia sobre este proceso estomático son: el intercambio iónico, la temperatura, la luz, concentración de CO<sub>2</sub>, etc, los cuales desembocan en señales hormonales que dirigen este tipo de procesos fisiológicos en la planta (Caballero y Roca, 2018).

#### **2.4.3 Clasificación de los Tipos de Estomas en Dicotiledoneas y Monocotiledoneas**

**Anomocítico o Ranunculáceo:** sin células anexas; es el más frecuente en dicotiledóneas y también el más antiguo. En monocotiledoneas: Amaryllidaceae, Dioscoreaceae.

**Paracítico o Rubiáceo:** con 2 células anexas, dispuestas paralelamente con respecto a las oclusivas.

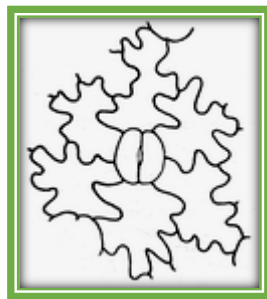
**Anisocítico o Crucífero:** Con 3 células anexas, 1 más pequeña. También en Solanaceae.

**Tetracítico:** 4 células subsidiarias. Común en varias familias de monocotiledóneas como Araceae, Commelinaceae, Musaceae.

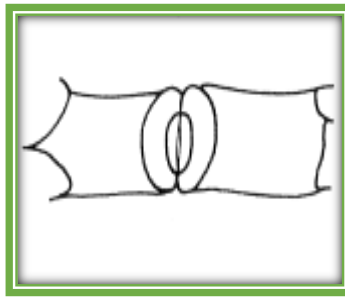
**Diacítico o Cariofiláceo:** 2 células anexas perpendiculares a las oclusivas. Pocas familias, Cariofiláceas, Acantáceas.

**Ciclocítico:** numerosas células subsidiarias, dispuestas en uno o dos círculos alrededor de las células subsidiarias.

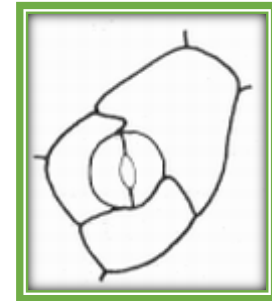
**Helicocítico:** con varias células subsidiarias dispuestas en espiral alrededor de las oclusivas.



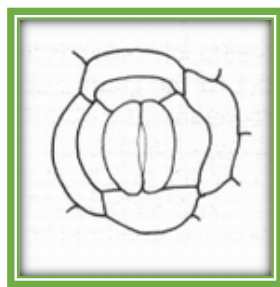
Anomocítico



Paracítico



Anisocítico



Tetracítico



Diacítico



Ciclocítico



Helicocítico

(Gonzales, 2016).

Figura 2. Tipos de Estomas

#### 2.4.4 Clasificación de los Tricomas

Dentro de las células epidérmicas especializadas podemos considerar a los tricomas, que son apéndices epidérmicos de forma, estructura y funciones diversas. Están representados por los pelos glandulares, protectores y escamas, papilas diversas y por los pelos absorbentes de las raíces. Pueden presentarse en todas las partes de la planta, pudiendo persistir durante toda la vida de un órgano o bien ser efímeros. Algunos pelos persistentes permanecen vivos, otros pierden el protoplasma y quedan secos. Los tricomas epidérmicos se desarrollan por lo regular temprano en relación con el crecimiento del órgano.

Los tricomas pueden clasificarse en diferentes categorías morfológicas. Muy frecuentes son los pelos. Éstos pueden ser uni o pluricelular.

A) Unicelulares = ramificados – no ramificados

B) Pluricelulares

- Pelos con una sola hilera de células
- Pelos constituidos por varias hileras de células
- Pelos dendroides o en candelabros
- Pelos estrellados
- Pelos peltados (U.N.C., 1981).

#### 2.4.5 Clasificación de los Tricomas en *Capsicum*

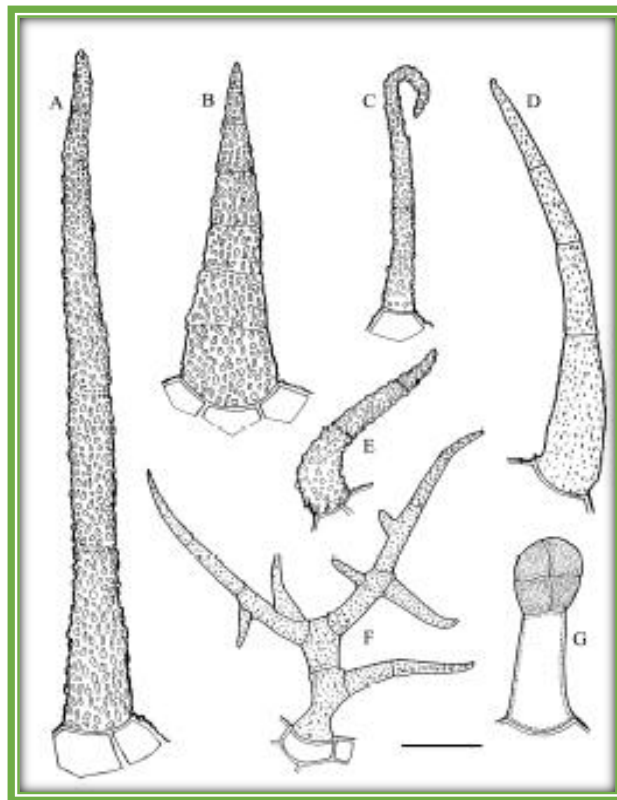


Figura 3. Tipos de tricomas en *Capsicum*. **A-B:** Eglandular simple recto (Tipo I). **C-E:** Eglandular simple curvo (Tipo I). **F:** Eglandular ramificado (Tipo I). **G:** Eglandular peltado (Tipo I).

II). **G:** Glandular simple (Tipo III). Escalas: A-F: 100  $\mu\text{m}$  , G: 50  $\mu\text{m}$ . (Palchetti et al. (2014).

## 2.5 Índice Estomático

Es una medida cuantitativa de gran **importancia** en la identificación de especies muy afines. El **índice estomático** (IE) de Salisbury analiza el número de estomas en relación con el número de células epidérmicas de una superficie dada:

$$\text{IE} = \frac{\text{Número de estomas}}{\text{Número de estomas} + \text{Número de Células Epidérmicas}} * 100$$

El índice estomático proporciona una herramienta muy importante, para la evaluación del medio en que viven o vivían las plantas. Esto porque el número de estomas está relacionado con la luz, la temperatura y la humedad que reciben éstas. La presencia de los estomas es esencial para el mantenimiento de la homeostasis de la planta, esto es la regulación de su medio interno mientras interactúan con el medio ambiente. La función más evidentes de los estomas es la regulación de pérdida de vapor de agua y el ingreso dióxido de carbono, estrechamente relacionado con el metabolismo fotosintético y la transpiración (Vargas, 2011).

## 2.6 Claves Botánicas

Son recursos que permiten determinar a organismos: animales, plantas, hongos o cualquier ser viviente, las claves alcanzan el nivel de especie, género, familia o cualquier otra categoría taxonómica. Para nuestro caso, las plantas pueden determinarse o identificarse gracias a un recurso denominado “clave”. Es la herramienta mediante la cual vamos seleccionando de un conjunto de caracteres contrastados o contradictorios hasta llegar al nombre de la planta que queremos determinar. Las claves en general necesitan que se conozca toda la terminología científica utilizada, a menudo son necesarios una gran cantidad de estos términos técnicos, lo que con frecuencia hace más difícil la utilización de dichas claves si no van acompañadas de un glosario, está organizada en dicotomías (a veces

tricotomías) o dilemas, es decir, en pares de afirmaciones contrapuestas (ejemplo: plantas con flores azules vs. plantas sin flores azules). La planta se determina comparándola con esta serie de opciones hasta que todas las posibilidades menos una quedan eliminadas; dicha elección deberá entonces señalar el nombre de la planta. Estas afirmaciones están nominadas de distinta manera: con números arábigos, romanos, con letras, combinaciones, entre otros, es pues un recurso por el cual, con la elección entre conjuntos de caracteres contrastados o contradictorios llegamos hasta el nombre de la planta que queremos determinar, contienen la información de los caracteres más saltantes de un taxón, tanto aquellos caracteres comunes que los agrupa entre sí, como de aquéllos que los divide de los demás, por eso al momento de aplicar una clave se tendrá en cuenta, sí la muestra posee todos los elementos u órganos que la clave menciona. El que usa la clave tendrá que observar la planta (o la muestra) y optará por una u otra proposición de la clave, generalmente, la que se ajuste más a la muestra.

Idealmente las claves deben ser dicotómicas, esto es ofrecer dos breves y contrastantes alternativas de elección de características objetivas en cada paso o etapa de clasificación. Ya que en algunas especies la escala de características coincidirá en determinados puntos, o bien algunas de éstas son estacionales y no se presentan en todos los ejemplares, a menudo resulta necesario recurrir a una o más características secundarias para basar la identificación o determinación. Por supuesto, las mejores características para emplear en una clave son aquellas que además de ser fácilmente observables, sean también las más constantes (Charcape et al., 2014).

### **2.6.1 Tipos de Claves Botánicas**

Las claves usadas en las floras son usualmente diagnósticas, esto es, identifican una planta desconocida utilizando sólo los rasgos más notorios por los cuales varios taxa pueden ser reconocidos. Los caracteres diagnósticos usados en tales claves deben ser notorios y claramente diferenciables. La mayoría de las llaves usadas hoy en día son dicótomas, o sea, presentan 2 alternativas contrastantes en cada paso. Cada par

de claves alternativas es llamado pareja. La clave es diseñada de manera que una parte de la pareja es aceptada y la otra rechazada. Los primeros caracteres contrastantes en cada pareja se definen como los caracteres claves primarios. Éstos usualmente son los mejores caracteres contrastantes. Los caracteres siguientes son los caracteres claves secundarios. Algunas claves pueden no ser dicótomas y pueden proporcionar 3 o 4 alternativas, pero se prefieren los pares de alternativas.

Actualmente son utilizadas principalmente dos tipos de claves: **Indentadas** y **Paralelas**, las que se diferencian cualitativamente en la presentación de los grupos de caracteres contrastantes a comparar.

**Claves Indentadas:** Las claves indentadas, son las más utilizadas en manuales para la identificación de plantas vasculares. En estas, la descripción de cada grupo de características está a una determinada distancia del margen izquierdo de la página, de manera que el grupo de características contrastantes está a la misma distancia del margen y generalmente empieza con la misma palabra. A medida que se avanza por la clave, las líneas están cada vez más indentadas en cada grupo de características subordinadas.

**Claves Paralelas:** En éstas, los dos grupos de características contrastantes se escriben en líneas consecutivas (seguidas), de manera que es muy fácil hacer la comparación. Al final de cada línea (en el margen derecho de la página), se encuentra un número que indica el nuevo par de caracteres contrastantes a comparar, o el nombre de la especie que se pretende identificar. Este tipo de clave es muy útil cuando se trata de un gran número de especies.

Ambos tipos tienen ventajas y desventajas. Cuando se usa una clave indentada, las líneas son cada vez más indentadas para cada pareja, esto puede ser problemático, ya que se requieren páginas adicionales. En contraste, la paralela hace buen uso del espacio. Las claves Indentadas pueden tener la segunda pareja muy distanciada de la primera. Esto puede provocar confusión cuando se intente encontrar la segunda

parte de la pareja. En las claves paralelas ambas partes de la pareja están subyacentes (Huiña – pukios, 2002).

## **2.7 Nomenclatura de los taxones**

### **2.7.1 Definiciones**

Los nombres de los taxones superiores al rango de género consisten en un solo término y por eso son llamados uninominales o unitarios. Son palabras que se escriben con mayúscula. Ellos son:

#### **División:**

Existe una recomendación que el nombre debería terminar en **–fitas**, ej. Espermató**fitas**. Si se trata de un hongo en **–micota**, ej. Mixo**micota**.

#### **Clase:**

Los nombres deberían terminar para algas en **–ficeas**, ej. Feo**ficeas**; para los hongos en **–micetes**, ej. Basidio**micetes** y para las cormofitas en **–opsidas**, ej. Cicado**opsidas**.

**Los nombres de órdenes, familias, subfamilias y tribu tienen terminaciones normalizadas:**

#### **Orden:**

Si el nombre deriva de una familia en él incluida, debe terminar **–ales**, ej. Poligona**les** está basado en el nombre de la familia Poligona**áceas**.

#### **Familia:**

El nombre de una familia se forma por la adición del sufijo-**áceae**, al nombre de un género incluido en ella, ej. Poligona**áceas** (de Polygonum). Hay ocho familias cuyos nombres hacen excepción a la regla. Sin embargo pueden utilizarse como alternativos los nombres apropiados terminados en **–áceas**, éstos son: **Palmas** = Arecá**ceae**, **Gramíneas** = Poá**ceae**, **Crucíferas** = Brasicá**ceae**,

**Leguminosas** = Fabaceae, **Gutíferas** = Clusiaceae, **Umbelíferas** = Apiaceae,

#### **Labiadas**

= Lamiaceae y **Compuestas** = Asteraceae.

#### **Subfamilia y Tribu:**



El nombre de una subfamilia se forma por la adición del sufijo **-oideas** al nombre del género incluido en ella, ej. **Orizoideas** (de Oriza). Un nombre de tribu se forma de manera análoga, pero con la desinencia **-ea**, ej. **Falaridea** (de Phalaris).

### **Género:**

Un nombre de género puede tener un origen cualquiera e incluso estar constituido de forma arbitraria. Es un nombre uninominal escrito con mayúscula, ej. *Trifolium* (hoja de 3 folíolos), *Lobivia* (anagrama de Bolivia).

**Especies:** El nombre de una especie es una combinación binaria, formada por un nombre genérico seguido de un solo epíteto. El nombre binario completo se conoce como nombre específico. La letra inicial del género se escribe con mayúscula, el segundo término (epíteto específico) se escribe con minúscula. Si el epíteto implica varias palabras, éstas se combinan en una sola o se ligan por un trazo de unión (ej. *Eritrina crista-galli*). El epíteto de una especie puede tener origen y forma cualquiera.

### **Nombre de taxones de rango inferior a la especie (Taxones intraespecíficos)**

Se reconocen categorías de taxones inferiores al rango de especie: **subespecie**, **variedad**, **forma**. El nombre de cada taxon se forma con el nombre de la especie en la que está clasificado seguido del epíteto intraespecífico precedido de un término que designa el rango (subsp., var., f.) ej. *Vigna unguiculata* subsp. *sesquipedalis* (chaucha metro), *Cucúrbita máxima* var. *zapallito* (zapallito), *Cupressus sempervirens* f.

*sempervirens* (ciprés piramidal). Estos nombres son ternarios o trinominales.

### **Cultivar:**

Son las variaciones que aparecen por cultivo, por hibridación, etc. son también llamadas “variedades”. Se escriben con mayúscula y precedidos por la abreviación cv., los nombres son imaginarios ej. *Medicago sativa* cv. Fortinera INTA.

### **Híbridos:**

Los híbridos producidos por cruzamiento sexual pueden ser designados por fórmulas o por nombre, ej. *Digitalis purpurea* x *Digitalis lutea* (híbrido

interespecífico) *Triticum aestivum* x *Secale cereale* (híbrido intergenérico). Los híbridos producidos por injerto se nombran de la misma manera sólo que se coloca el signo (+) en lugar del x.

**Nombre correcto.**

**Cada grupo taxonómico no puede tener nada más que un nombre correcto.**

Si dos o más nombres se refieren al mismo taxón, en general debe ser conocido por el más antiguo, es decir el primer nombre publicado (principio de prioridad) y es el nombre correcto. El nombre es legítimo si está de acuerdo con las provisiones del Código.

**Sinónimos.**

Se conocen como sinónimos, dos o más nombres que se aplican al mismo taxón. Según el principio de prioridad, sólo uno de ellos puede ser el nombre por el cual se conozca correctamente el taxón, en general éste es el más antiguo.

**Citación de autores.**

Los nombres científicos se escriben seguidos de uno o más nombres personales, a veces abreviados. Estos nombres personales constituyen la citación del autor de los nombres que le preceden, ej. *Crucíferas* Juss., *Vigna* Savi, *Manihot esculenta* Crantz,

*Bowlesia incana* Ruiz et Pav., *Simmondsia chinensis* (Link) Schneid (el autor fuera del paréntesis hizo el cambio de ubicación taxonómica de esta planta que originalmente fue colocada por Link en el género *Buxus* (Martínez et al., s/f).

**2.7.2 Clasificación Taxonómica**

Para explicar y dar a conocer los conceptos de cada uno de los taxones, incluimos como ejemplo al rosal.

**Reino: Vegetal**

Organismos pluricelulares adaptados para la vida terrestre; habitualmente con paredes celulares rígidas y clorofilas a y b en sus cloroplastos.

**División: Antófitos**

Plantas vasculares con flores.

**Subdivisión: Angiosperma**

Plantas con los óvulos contenidos dentro del ovario.

**Clase: Dicotiledóneas**

Semillas con dos cotiledones

**Subclase: Arquiclamideas**

Flores con los pétalos libres.

**Serie de Ordenes: Corolinos**

Flores con su perianto diferenciado en cáliz y corola.

**Orden: Rosales**

Plantas leñosas o herbáceas; hojas alternas, opuestas o verticiladas, simples o compuestas, con o sin estípulas.

Flores cíclicas, generalmente pentámeras, períginas, hipóginas o epíginas. Androceo comúnmente de muchos ciclos, estambres usualmente numerosos. Gineceo de 1 a varios carpelos, apocárpicos o sinárpicos. Fruto variado.

**Familia: Rosaceae**

Árboles, arbustos o hierbas. Hojas simples o compuestas, usualmente con estípulas.

Flores actinomorfas, pentámeras, períginas o epígina. Tálamo plano, cóncavo o convexo.

Estambres numerosos, a veces 1-5. Carpelos 1 a numerosos. Estilos libres. Fruto seco o carnoso.

**Subfamilia: Rosoideas**

Flores períginas o hipóginas, pluricarpelares, con hojas generalmente compuestas.

**Género: Rosa**

Flores grandes y vistosas, actinomorfas, perfectas, 5 sépalos, 5 pétalos libres. Estambres numerosos y libres, pistilos numerosos, dispuestos en el interior de un receptáculo, libres. Fruto poliaquenio rodeado totalmente por el receptáculo carnoso, coloreado. Arbustos erguidos o trepadores, con agujones; hojas alternas, trifoliadas, imparipinadas con estípulas.

**Especie:** *Rosa alba* L. Pétalos de corola de color (Martínez et al., s/f).

## **2.8 Estudios Foliare en Especies de la Familia Solanaceae**

(Cosa et al., 2002), Estudiaron la anatomía de órganos vegetativos en *Solanum palinacanthum*, *S. sisymbriifolium* y *S. euacanthum* (Solanaceae) y concluyen con los siguientes resultados:

Células epidérmicas. En vista superficial las células son algo alargadas según el eje mayor de la lámina. En *S. palinacanthum* las paredes anticlinales en ambas caras de la hoja son ligeramente sinuosas (Fig.4 A y B), igual que en el epifilo de *S. euacanthum*

(Fig. 4E); en cambio, son muy sinuosas en las dos caras de la epidermis de *S. sisymbriifolium* (Fig. 4 C y D) y en el hipofilo de *S. euacanthum* (Fig. 4F). Estomas. Los estomas se distribuyen en forma homogénea en ambas caras de la hoja y son más abundantes en la cara abaxial; esta diferencia es mayor en *S. palinacanthum*, según lo indica el índice estomático de la superficie adaxial (5) y abaxial (55); en esta especie, además, se encuentran en hojas adultas estomas sin diferenciar, junto a los maduros (Fig.4 B). En *S. sisymbriifolium* es menos la diferencia entre el índice estomático de la superficie adaxial (13) y abaxial (35) que en la especie anterior y es menor aún en *S. euacanthum*, con un índice de 29 en la superficie adaxial y de 42 en la baxial. Los estomas son anomocíticos, anisocíticos y paracíticos. En *S. palinacanthum* y *S. sisymbriifolium* (Fig. 4 A-D) están presentes los tres tipos señalados, mientras que en *S.euacanthum* faltan los paracíticos (Fig.4 E y F). Tricomas. Se diferencian cuatro tipos y tres subtipos: tipo 1, eglandular simple, pluricelular, uniseriado y con cutícula lisa (Fig. 5 A); tipo 2, eglandular ramificado, pluricelular, uniseriado, con 2 ó 3 ramas (Fig. 5 B); tipo 3, eglandular estrellado, con 4-6 rayos horizontales y un rayo central vertical, todos unicelulares (Fig. 5 C y D). En *S. palinacanthum* y *S. euacanthum* el rayo central es más o menos de igual longitud que los horizontales, mientras que en *S. sisymbriifolium* es más o menos dos veces mayor. El pie consta de uno (Fig. 5 H) o dos estratos con 2-3 células; tipo

4, glandular simple; subtipo 1, pie pluricelular, uniseriado y cabezuela unicelular (Fig. 5 E); subtipo 2, pie pluricelular uniseriado, con la célula distal pequeña y cabezuela con 4 células paralelas al pie (Fig. 5 F); subtipo 3, pie pluricelular, uniseriado y cabezuela pluricelular pluriseriada (Fig. 5 G). En *S. palinacanthum* están representados todos los tipos y subtipos señalados; predominan los eglandulares simples y es la especie con mayor número de tricomas (37 por mm<sup>2</sup> en hipofilo y 20 por mm<sup>2</sup> en epifilo aproximadamente). En *S. sisymbriifolium* hay tricomas eglandulares simples, estrellados y glandulares subtipos.

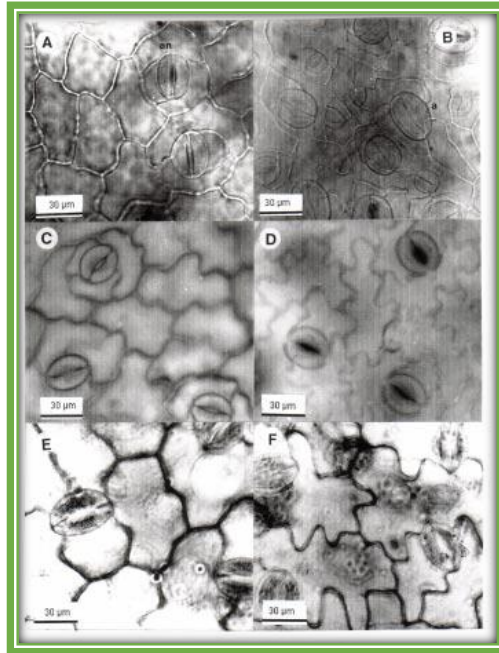


Figura 4. Epidermis en vista superficial. A- B, *Solanum palinacanthum*, epidermis adaxial y abaxial respectivamente, con estomas anisocíticos y estomas en desarrollo; C-D, *S. sisymbriifolium*, epidermis adaxial y abaxial respectivamente con estomas anisocíticos y paracíticos; E-F, *S. euacanthum*, epidermis adaxial y abaxial respectivamente, mostrando estomas anomocíticos y anisocíticos. Abreviaturas: a: anomocítico; an: anisocítico.

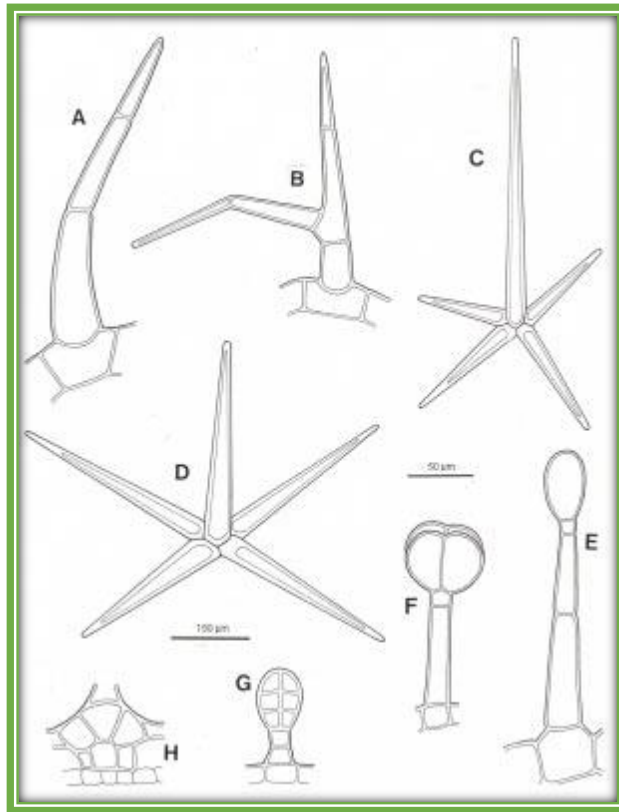


Figura 5. Tricomas. A-D y H, foliares; E-G, caulinares. *Solanum palinacanthum*: A, eglandular simple; B, estrellado; E-G, glandular con cabezuela unicelular, tetracelular y pluricelular, respectivamente. *S. sisymbriifolium*: C, estrellado. *S. euacanthum*: D, estrellado. (Elias et al., 20003), muestran microfotografías foliares de plantas jóvenes de *Solanum lycocarpum* A. St. - Hil

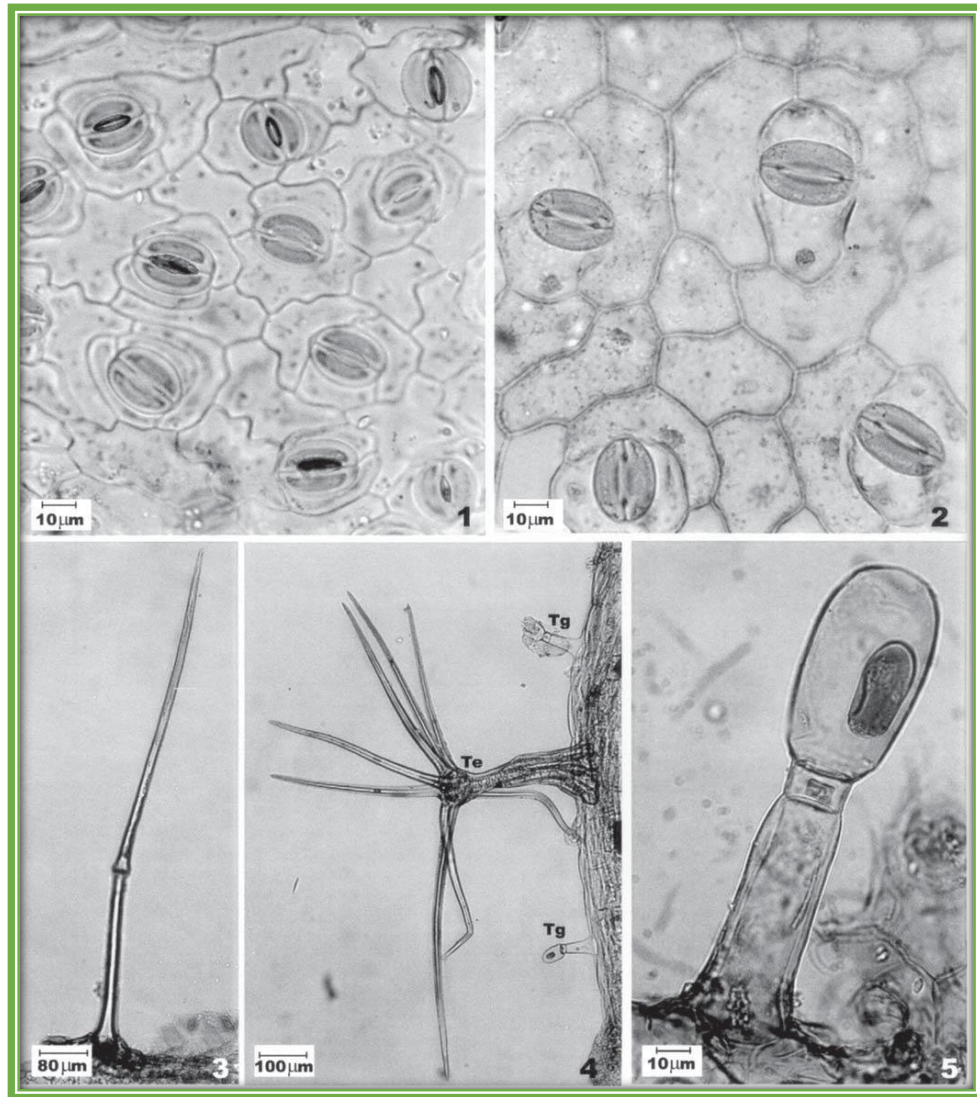


Figura 6. Secciones paradérmicas da hojas de *Solanum lycocarpum* A. St.-Hil. 1. Epidermis abaxial. 2. Epidermis adaxial. 3. Tricoma bicelular. 4. Tricoma estrellado (Te) e tricomas glandulares (Tg). 5. Detalle dl tricoma glandular.

## **CAPÍTULO III**

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1 Localización**

El presente trabajo de investigación, se realizó en el laboratorio de biología, Herbario Universitario y el laboratorio de suelos, de la Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales, dependiente de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho, Tarija – Bolivia con muestras provenientes de Yesera Norte y Santa Ana de la Provincia Cercado del Dpto de Tarija.

#### **3.2 Ubicación de las Zonas Geográficas de Extracción de las Especies en Estudio**

##### **3.2.1 Yesera Norte**

Comunidad ubicada al noreste de la ciudad de Tarija Capital, entre las coordenadas de Latitud sur  $21^{\circ} 22' 26.57''$  y Longitud oeste  $64^{\circ} 32' 53.8''$ , altitud de 2267 msnm.

##### **3.2.2 Santa Ana**

Comunidad ubicada al este de la ciudad de Tarija Capital, entre las coordenadas de Latitud sur  $21^{\circ} 33' 11.7''$  y Longitud oeste  $64^{\circ} 36' 1.37''$ , altitud de 1893 msnm.

#### **3.3. Materiales**

##### **3.3.1. Material Vegetal**

Se recolectaron especies de *Capsicum* sp. (Solanaceae), de diferentes zonas geográficas como de, Yesera Norte y Santa Ana de la Provincia Cercado del Dpto de Tarija.

##### **3.3.2. Materiales y Equipo**

Para la recolección del material vegetal:

- Bolsa de polietileno



- Carpeta de colección
- Tijera
- Papel periódico usado
- Libreta de campo
- Conservador

Equipos:

- Microscopio óptico con cámara fotográfica incluida
- Lupa estereoscópica
- Cámara fotográfica
- Altimetro

Material de laboratorio:

- Estuche de disección
- Hoja de afeitar
- Agua destilada
- Soluciones preparadas
- Lavandina

Material de vidrio:

- Cubreobjetos
- Portaobjetos
- Cajas petris

### **3.4 Metodología**

#### **3.4.1 Recolección del Material Vegetal de las distintas Zonas de Estudio**

##### **3.4.1.1 Material Vegetal Para su Determinación Taxonómica**

Las muestras vegetales se colectaron en un número de cinco por cada especie, colocadas en papel periódico, y luego fueron trasladadas al Herbario Universitario dependiente de nuestra Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales, para cumplir con todo el proceso de secado y su posterior determinación.

### **3.4.1.2 Material Vegetal Para el Estudio Microhistológico**

Las muestras vegetales se colectaron frescas y fértiles, en un número determinado, para ser seleccionadas posteriormente quienes fueron conservadas con hielo, para evitar su deshidratación y ser trasladadas al Laboratorio de Biología, Herbario, y el laboratorio de Suelos todos dependientes de la Facultad de Ciencias Agrícolas y Forestales de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho de la ciudad de Tarija, para el estudio microhistológico.

De cada especie se tomarán tres individuos y de distinta procedencia y a cada uno, cuatro hojas adultas de tamaño medio ubicadas en los 2/3 de la altura total de la planta.

### **3.4.2 Obtención del Tejido Epidérmico Foliar**

Los preparados histológicos, son basados en la técnica de Metcalfe (1960) citado por la (Universidad Nacional de la Patagonia San Juan Bosco, 2009) y Acosta (2016).

Preparado

- 1.- Con la ayuda de la pinza, se quitó la epidermis (superior e inferior) de la hoja seleccionada en *Capsicum* sp.
- 2.- Se colocó sobre un portaobjeto con la parte interna hacia arriba.
- 3.- Se procedió a raspar suavemente con una hoja de afeitar para quitar los restos del mesófilo, todo el preparado se realiza en la fuente de agua (lavamanos)
- 4.- Colocar sobre la muestra unas gotas de solución concentrada de hipoclorito de sodio al 30%, dejar actuar 15'.
- 5.- Se procedió a raspar nuevamente con la hoja de afeitar el mesófilo, procediendo con mucha suavidad hasta acercarse a la epidermis inferior.
- 6.- Se agregó una gota de hipoclorito de Na. (Lavandina) y con un pincel de escobilla plástica eliminar el resto de mesófilo que pudiera quedar.

7.- Se lavó 6 veces con agua destilada, la penúltima vez con agua y 3 gotas de amoníaco y la última con agua destilada. Estos lavados se hacen en el mismo portaobjeto utilizando una pipeta gotero, con el propósito de transparentar el tejido epidérmico.

8.- Posteriormente se invierte el tejido (muestra), para que la superficie exterior de la epidermis quede hacia arriba.

9.- Se agregó una gota de agua destilada al preparado, luego hemos cubierto la muestra con cubreobjetos y fue llevado al microscopio, para su observación en 10x a las células propiamente dichas y las especializadas (estomas).

### **3.4.3 Preparación de las Muestras para el Estudio Microhistológico**

En cada preparado (pseudoréplicas) se contaron al azar cinco campos (haz y envés). Los valores de las pseudoréplicas de cada especie serán promediados y el resultado expresado como la densidad en  $1 \text{ mm}^2$  de lámina foliar (Palchetti et al., 2014).

Para el análisis cuantitativo, se determinó realizando un conteo de las células epidérmicas propiamente dichas y de las especializadas en cada campo microscópico tanto en el haz y el envés de cada hoja, con un aumento de 100X, ( $0.0232 \text{ mm}^2$ ) de área con la ayuda de un microscopio MEIJI TM. 400, haciendo un total de 240 observaciones de todas las especies estudiadas en las diferentes zonas del Valle Central de Tarija.

### **3.4.4 Caracterización del Tejido Epidérmico (células propiamente dichas y especializadas)**

### **3.4.5 Células Epidérmicas Propiamente Dichas**

La descripción ha sido basada de acuerdo a bibliografía especializada en el tema

### **3.4.5.1 Células Epidérmicas Especializadas**

#### **3.4.5.1.1 Clasificación de los estomas**

De acuerdo a Gonzales (2016), comparando con las ilustraciones, que se indican en el capítulo de Revisión bibliográfica.

#### **3.4.5.1.2 Clasificación de los tricomas**

De acuerdo a (Palchetti et al., 2014), comparando con las ilustraciones, que se indican en el capítulo de Revisión bibliográfica.

### **3.4.6 Microfotografías del Tejido Epidérmico**

Las microfotografías fueron tomadas con cámara digital incorporadas, en el laboratorio de Suelos

### **3.4.7 Índice Estomático**

$$\text{I.E.} = \left( \frac{\text{densidad de estomas}}{\text{densidad de estomas} + \text{densidad de células epidérmicas}} \right) \times 100$$

Stace (1965) citado por (Palchetti et al., 2014).

### **3.4.8 Análisis Estadísticos**

Fueron analizadas medidas de dispersión como: Varianza, Desviación estándar y el coeficiente de variación.

- Pruebas estadísticas: La prueba de **t** de student.

### **3.4.9 Determinación de Especies**

Se ha utilizado, claves botánicas específicas para determinar la familia, género y especies, las que se detallan a continuación.

### Claves Taxonómicas de Familias - Orden Polemoniales.

#### A.- Ovario con placentación axilar.

B.- Estilo trifido; por lo común 3 carpelos.....Familia: Polemoniaceae

#### BB.- Estilo nunca trifido; carpelo 2.

C.- Gineceo 4 – ovulado.

D.- Estilo por lo común ginobásico; cuando terminal, el estigma es truncado.....Familia: Borraginaceae

DD.- Estilo terminal; estigma nunca cónico....

.....Familia: Convolvulaceae

#### CC.- Gineceo con numerosos óvulos.....Familia: Solanaceae

AA.- Ovario con placentación parietal.....Familia:Hydrophyllaceae

La utilización de claves botánicas, es muy importante porque nos ayuda a identificar a las especies a que familia pertenecen, con la utilización de sus partes florales.

### Clave Taxonómica de Géneros – Familia Solanaceae, basada en (Cabrera, 1983).

A.- Frutos secos.

B.- Fruto indehiscente con una o dos semillas, envuelto por el cáliz cuyos lóbulos hacen espinosos .....1. *Sclerophylax*

BB.- Fruto cápsula dehiscente.

C.- Cápsula espinosa. Flores grandes, blancas, solitarias en las ramificaciones del tallo.....2. *Datura*

CC.- Cápsulas no espinosas.

D.- Estambres fértiles 2 o 4.

E.- Estambres fértiles 2.....3. *Swenkia*

EE.- Estambres fértiles 4

F.- Hierbas.....4. *Bouchetia*

FF.- Arbustos o arbolitos.....5. *Brunfelsia*

DD.- Estambres fértiles 5.

G.- Flores en racimos o corimbos definidos...6. *Nicotiana*

GG.- Flores solitarias o en cimas paucifloras hojosas.

H.- Flores con corola tubulosa, de tubo estrecho y limbo breve.

Arbusto con hojas reducidas o sin .....  
ellas.....7. *Fabiana*

HH.- Flores con corola infundibuliforme o hipocraterimorfa, con limbo amplio. Hierbas o sufrútices.

I. Corola con tubo cilíndrico, ensanchándose gradualmente hacia el limbo. Estambres insertos en la parte inferior del tubo corolino.....8. *Petunia*

II. Corola con tubo largo y estrecho, dilatado bruscamente en un limbo en forma de campana o copa.  
Filamentos estaminales insertos en la parte superior del tubo corolino.. 9. *Nierembergia*

**AA.- Frutos carnosos indehiscentes.**

J.- Anteras dehiscentes por un poro apical (a veces prolongado luego hacia la base de la antera).

K.- Conectivo de las anteras delgado, no giboso. Bayas esféricas de menos de 5 cm. de diámetro.....10. *Solanum*

KK.- Conectivo de las anteras grueso y más o menos giboso. Bayas ovoides de 5cm. o más de largo.....11 *Syphomandra*

**JJ.- Anteras de dehiscencia longitudinal.**

K.- Cáliz muy acrescente después de la floración, formando una envoltura globosa, membranácea, alrededor de la baya.

L.- Ovario 3 - 5 – locular. Flores azules.....12. *Nicandra*

LL.- Ovario bilocular. Flores amarillas.....13. *Physalis*

**KK.- Cáliz no o poco acrescente, no encerrado al fruto**

M.- Hierbas rastreras o ascendentes.

N.- Corola muy anchamente acampanada o rotácea, con tubo muy breve.

O.- Flores amarillas. Plantas volubles.....14. *Lycopersicum*

OO.- Flores pardo – violáceas. Plantas rastreras.....  
..... 15. *Trechonaetes*

NN.- Corola tubulosa, infundibuliforme o urceolada, con tubo conspicuo.

P.- Corola urceolada o tubulosa.....16.. *Salpichroa*

PP.- Corola infundibuliforme.

Q.- Estigma formado por 2 – 5 ramitas o láminas lineales. Corola de 4 – 7 cm de long.....  
.....17. *Jaborosa*

QQ.- Estigma grueso, inconspicuamente bilobado.  
Corola de menos de 2 cm de long.....  
.....18. *Lonchestigma*

**MM.- Sufrutices o arbusto (raramente hierbas no rastreras).**  
**R.- Corola anchamente acampanada o rotácea, con tubo muy breve.**

S.-Flores en fascículos. Arbustos o arbolitos.....  
..... 19. *Vassobia*

**SS.- Flores solitarias. Sufrutices divaricados –  
Ramosas.....20. *Capsicum***

De igual manera esta clave botánica, propuesta por (Cabrera, 1983), es de mucha aplicación, por tratarse de géneros que se encuentran en nuestra vegetación autóctona del Valle Central y la región Chaqueña.

**Clave taxonómica de especie del género *Capsicum*, basada en (Cabrera, 1983)**

A.- Corola violácea. Fruto globoso.....1. *C. eximium*

AA.- Corola blanca. Frutos ovoides.

B.- Filamentos estaminales con apéndices libres a cada lado de su base.

Flores blancas.....2. *C. chacoense*

BB.- Filamentos estaminales sin apéndices libres en su base.

Flores blancas con manchas amarillentas.....3. *C. baccatum*

### 3.4.10 Variables de Estudio

- Determinación Taxonómica
- Descripciones y clasificación de la célula especializada y células propiamente dicha
- Índice estomático en porcentaje
- Número de células epidérmicas propiamente dichas/mm<sup>2</sup>
- Número de estomas/ mm<sup>2</sup>
- Número de tricomas/ mm<sup>2</sup>

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1 Determinación de las Especies

Con la utilización de las claves propuestas por Cabrera (1983), se han determinado las especies, tomando en cuenta caracteres propios de la flor y como resultado se obtiene, que las especies en estudio corresponden a: *Capsicum eximiun* A.T. Hunziker. y *Capsicum chacoense* A.T. Hunziker

#### 4.2 Taxonomía y Descripción Botánica de *Capsicum eximiun* A.T. Hunziker.

##### 4.2.1 Taxonomía de *Capsicum eximiun* A.T. Hunziker.

Reino: Vegetal.

Phylum: Telemophytae

División: Tracheophytae

Subdivisión: Anthophyta

Clase: Angiospermae

Subclase: Dicotyledoneae

Grado Evolutivo: Metachlamideae

Grupo de Ordenes: Tetracíclicos

Orden: Polemoniales

Familia: Solanaceae

Nombre científico: *Capsicum eximiun* A.T. Hunziker.

Nombre común: ají ulupica

##### 4.2.2 Descripción Botánica de *Capsicum eximiun* A.T. Hunziker.

Arbusto apoyante de 1 a 2,5 m de altura, ramificado, glabro o muy poco pubescente. Ramas angulosas frágiles. Hojas simples, alternas, pecioladas, ovadas, acuminada en el ápice, ligeramente decurrentes en la base, de borde entero con nervaduras prominentes en el envés, muy laxamente pubescente o glabra de hasta 7cm de long. por 1 – 2 cm de ancho. Flores solitarias o agrupadas en cimas, con pedicelo de hasta 15 mm de long., presentando la siguiente



formula floral:  $\text{FF} = \text{O}; \times; \text{♀}; \text{K}_{(5)}; \text{C}_{(5)}; \text{A}_5; \underline{\text{G}}_2^{26-10}$ . Cáliz acampanado, truncado, con 5 nervaduras principales que terminan en dientes. Corola rotácea de color violeta. Fruto baya globosa, verde oscuro y al madurar de color rojo (Figura 7).

Florece en verano y vegeta en el Valle Central de Tarija, en la zona de Yesera Norte a los 2280 msnm asociadas con *Acacia caven* (Mol.) Mol. y otras especies de la familia Compositae y Solanaceae.



Figura 7. Rama con flor de *Capsicum eximium* A.T. Hunziker.

### 4.3 Taxonomía y Descripción Botánica de *Capsicum chacoense* A.T. Hunziker.

#### 4.3.1 Taxonomía de *Capsicum chacoense* A.T. Hunziker.

Reino: Vegetal.

Phylum: Telemophytae.

División: Tracheophytae.

Subdivisión: Anthophyta.

Clase: Angiospermae.

Subclase: Dicotyledoneae

Grado Evolutivo: Metachlamideae

Grupo de Órdenes: Tetracíclicos

Orden: Polemoniales

Familia: Solanaceae

Nombre científico: *Capsicum chacoense* A.T. Hunziker.

Nombre común: ají covincho

#### 4.3.2 Descripción Botánica de *Capsicum chacoense* A.T. Hunziker.

Arbusto de 0.60 – 0.90 m de altura, ramificado desde la base, glabro o muy poco pubescente. Ramas Angulosas divaricadas y frágiles. Hojas simples, alternas, pecioladas ovadas, de ápice acuminado, laxamente pubescente, de 4 – 7,5 cm de long. por 2 – 3 cm de ancho. Flores solitarias, con pedicelos de hasta 18 mm de long., presentando la siguiente fórmula floral:  $FF = \text{O}; \text{X}; \text{♀}; K_{(5)}; C_{(5)}; A_5; \underline{G}2^{2-9-17}$ . Cáliz anchamente acampanado, truncado, con 10 costillas, de las cuales 5 se prolongan. Corola rotácea de color blanca. Fruto baya ovoide, verde oscuro y al madurar de color rojo (Figura 8- 9 – 10). Florece en verano y vegeta en el Valle Central de Tarija, en las zonas de Santa Ana y el Portillo a los 1900 msnm, asociadas con *Prosopis* sp. y otras especies de la familia Cactaceae.



Figura 8. Parte terminal de la planta de *Capsicum chacoense* A.T. Hunziker.



Figura 9. Detalle de la flor de *Capsicum chacoense* A.T. Hunziker.



Figura 10. Rama con frutos de *Capsicum chacoense* A.T. Hunziker.

**4.3. Descripción del Tejido Epidérmico del Haz de la Hoja de *Capsicum eximium***  
A.T. Hunziker

Paredes de las células propiamente dichas irregulares o alargadas, de contorno sinuosas. Estomas no presentes. Tricomas eglandular simple recto y glandular simple (Figura 11).

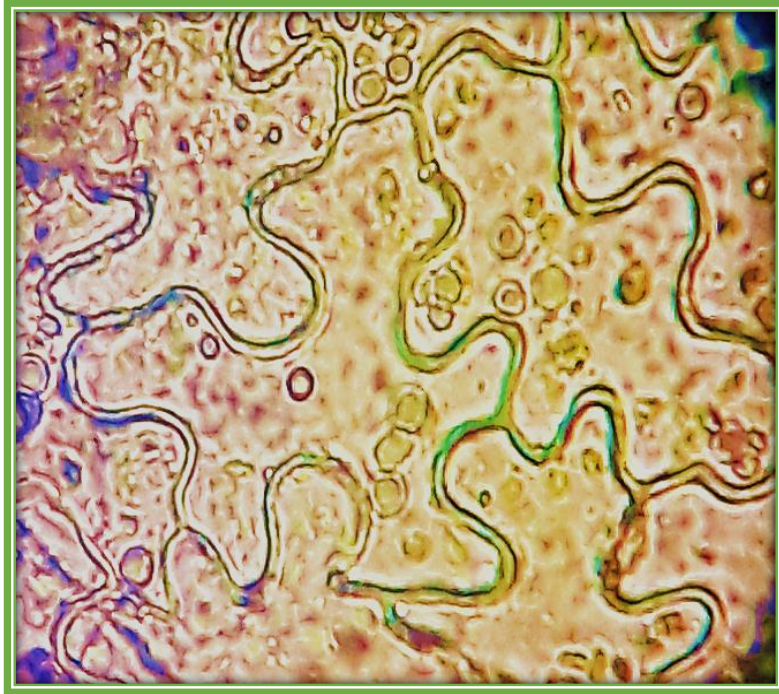


Figura 11. Microfotografía del Haz de la Epidermis Foliar de *Capsicum eximium*  
A.T. Hunziker (40x)

#### **4.4. Descripción del Tejido Epidérmico del Envés de la Hoja de *Capsicum eximium***

A.T. Hunziker

Paredes de las células propiamente dichas irregulares, de contorno sinuosas. Estomas anomocíticos. Tricomas eglandular simple recto y glandular simple (Figura 12 - 13)

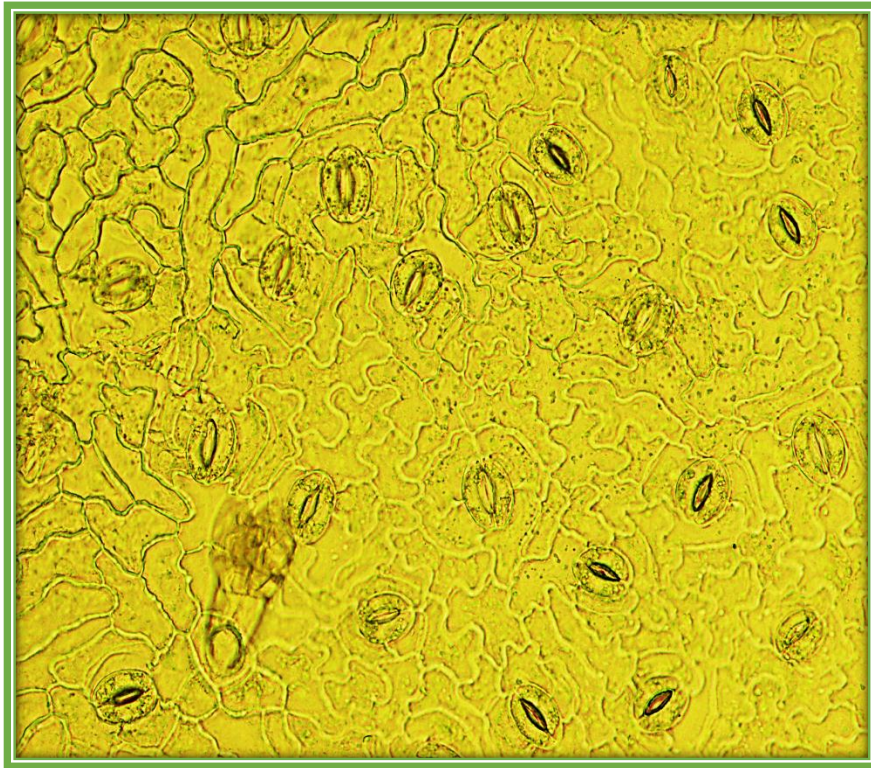


Figura 12. Microfotografía del Envés de la Epidermis Foliar de *Capsicum eximium*  
A.T. Hunziker (40x)

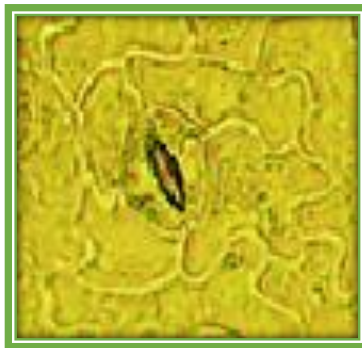


Figura 13. Aparato Estomático  
Anomocítico

#### 4.5. Descripción del Tejido Epidérmico del Haz de la Hoja de *Capsicum chacoense*

A.T. Hunziker.

Paredes de las células propiamente dichas irregulares o alargadas, de contorno lobulado. Estomas anomocítico - anisocítico. Tricomas eglandular simple recto y glandular simple (Figura 14 – 15 – 16)

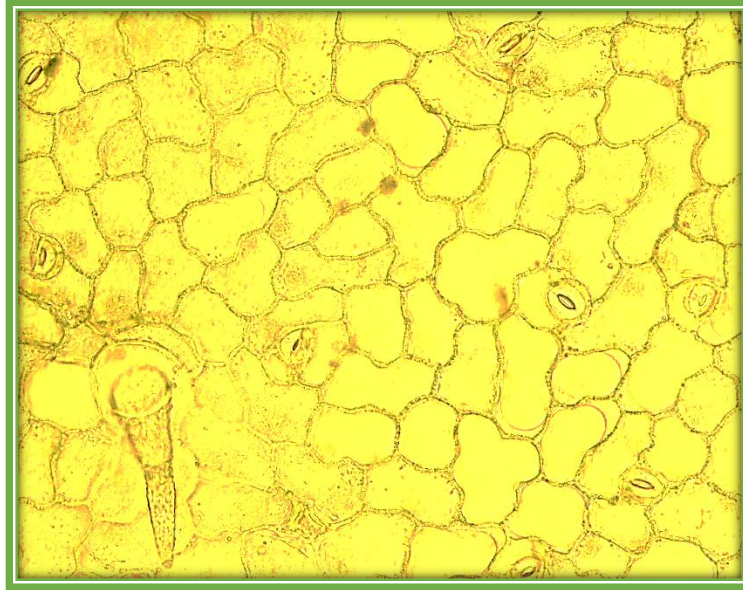


Figura 14. Microfotografía del Haz de la Epidermis Foliar de *Capsicum chacoense*

A.T. Hunziker.( 40x)

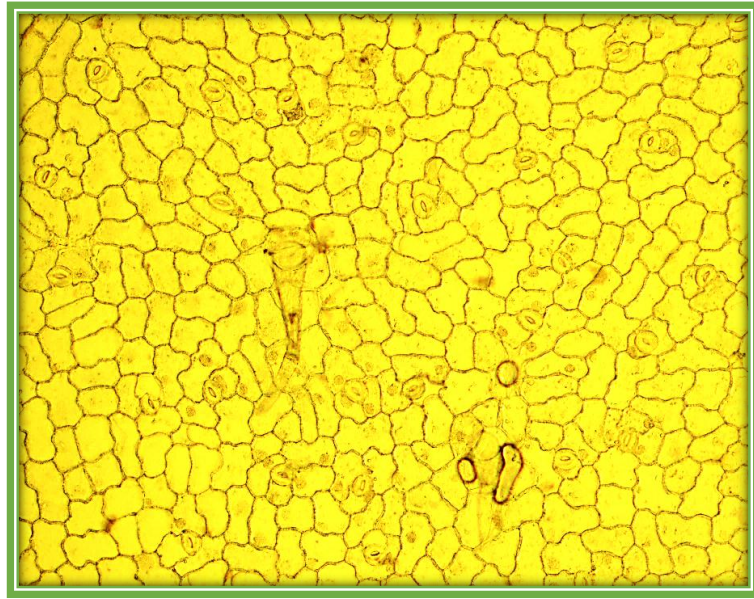
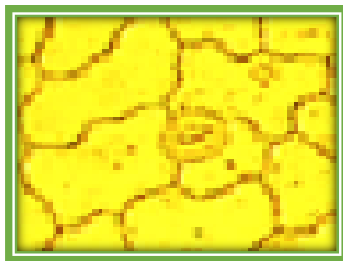


Figura 15. Microfotografía del Haz de la Epidermis Foliar de *Capsicum chacoense*  
A.T. Hunziker.( 10x)



Aparato estomático  
Anisocítico



Aparato estomático  
Anomocítico

Figura 16. Microfotografía del Haz de la Epidermis Foliar de *Capsicum chacoense*  
A.T. Hunziker. (20x)

#### 4.6. Descripción del Tejido Epidérmico del Envés de la Hoja de *Capsicum chacoense* A.T. Hunziker.

Paredes de las células propiamente dichas irregulares, de contorno sinuosas. Estomas anomocíticos. Tricomas eglandular simple recto y glandular simple (Figura 18).





Figura 17. Microfotografía del Envés de la Epidermis Foliar de *Capsicum chacoense*  
A.T. Hunziker. (40x)



Aparato estomático  
Anomocítico

Figura 18. Microfotografía del Envés de la Epidermis Foliar de *Capsicum chacoense*  
A.T. Hunziker. (40x)

Resultados coincidentes con Palchetti et al. (2014), en estudios del género *Capsicum*. en ambientes biogeográficos sudamericanos, el mismo encontrándose en la provincia biogeográfica chaqueña, que se encuentra en nuestro departamento de Tarija - Bolivia. DeCosa et al. (2002), ha realizado estudios en especies de solanáceas como: *S. palinacanthum* están representados todos los tipos y subtipos señalados; predominan los eglandulares simples y es la especie con mayor número de tricomas (37 por mm<sup>2</sup> en hipofilo y 20 por mm<sup>2</sup> en epifilo aproximadamente). En *S. sisymbriifolium* hay

tricomas eglandulares simples, resultados similares a los encontrados en nuestro estudio del género *Capsicum*, demostrando que puede existir en otros géneros de las solanáceas, los tricomas con la misma característica morfológicas.

#### 4.7. Clasificación de los Estomas

**Cuadro 1. Clasificación de los Estomas**

Especie	Procedencia	Tipo de Aparato estomático	
		Haz	Envés
<i>Capsicum eximiun</i> A.T. Hunziker	Yesera Norte	-----	Anomocítico
<i>Capsicum chacoense</i> A.T. Hunziker.	Santa Ana	Anomocítico - Anisocítico	Anomocítico

#### 4.8. Ubicación de los Estomas

**Cuadro 2. Ubicación de los Estomas**

Especie	Procedencia	Ubicación		
		Epiestomática	Hipoestomática	Anfiestomática
<i>Capsicum eximiun</i> A.T. Hunziker	Yesera Norte		✓	
<i>Capsicum chacoense</i> A.T. Hunziker.	Santa Ana			✓

Los estomas son grupos de dos o más células epidérmicas especializadas cuya función es regular el intercambio gaseoso y la transpiración. Se encuentran en las partes verdes aéreas de la planta, particularmente en las hojas, donde pueden hallarse en una o ambas epidermis, más frecuentemente en la inferior (Gonzales, 2013).

En *Capsicum chacoense* A.T. Hunziker, los estomas se encuentra en ambas epidermis y en *Capsicum eximium* A.T. Hunziker, solamente encontramos en la epidermis inferior lo que coincide con la afirmación de este autor.

#### 4.9. Clasificación de los Tricomas

**Cuadro 3. Clasificación de los Tricomas en el Haz**

Especie	Tipo I		Tipo II	Tipo III
	Eglandular simple recto	Eglandular simple curvo	Eglandular ramificado	Glandular simple
<i>Capsicum eximium</i> A.T. Hunziker	✓			✓
<i>Capsicum chacoense</i> A.T. Hunziker.	✓			✓

**Cuadro 4. Clasificación de los Tricomos en el Envés**

Especie	Tipo I		Tipo II	Tipo III
	Eglandular simple recto	Eglandular simple curvo	Eglandular ramificado	Glandular simple
<i>Capsicum eximiun</i> A.T. Hunziker	✓			✓
<i>Capsicum chacoense</i> A.T. Hunziker.	✓			✓

Los tricomas observados en la lámina foliar de *Capsicum eximiun* A.T. Hunziker y *Capsicum chacoense* A.T. Hunziker. son clasificados como glandulares y eglandulares. Estos mismos tipos de tricomas fueron descritos en las investigaciones realizadas por Palchetti et al., (2014).

#### 4.10. Medidas de Dispersión de *Capsicum eximiun* A.T. Hunziker

**Cuadro 5. Número de Células Propiamente Dichas, del Haz en *Capsicum eximiun* A.T. Hunziker/mm<sup>2</sup>**

<i>Capsicum eximiun</i> A.T. Hunziker	X	S <sup>2</sup>	S	CV %
CPD	870	40337	201	23

**Cuadro 6. Número de Estomas y Células Propiamente Dichas, del Envés en *Capsicum eximium* A.T. Hunziker/mm<sup>2</sup>**

<i>Capsicum eximium</i> A.T. Hunziker	X	S <sup>2</sup>	S	CV %
Estomas	102	570	24	23
CPD	976	60855	247	25

**4.11. Medidas de Dispersión de *Capsicum chacoense* A.T. Hunziker.**

**Cuadro 7. Número de Estomas y Células Propiamente Dichas, del Haz en *Capsicum chacoense* A.T. Hunziker. /mm<sup>2</sup>**

<i>Capsicum chacoense</i> A.T. Hunziker.	X	S <sup>2</sup>	S	CV%
Estomas	51	28	5	9.8
CPD	499	7107	84	16.8

**Cuadro 8. Número de Estomas y Células Propiamente Dichas, del Envés en *Capsicum chacoense* A.T. Hunziker./mm<sup>2</sup>**

<i>Capsicum chacoense</i> A.T. Hunziker	X	S <sup>2</sup>	S	CV%
Estomas	148	1339	36	24
CPD	880	13356	115	13

Las epidermis presentan células con paredes celulares sinuosas en vista superficial (Salas *et al.*, 2007,) y variables en cuanto a forma y tamaño, citado por (Salas *et al.*, 2009); descripciones de caracteres muy similares por los descritos en nuestro estudio.

Por otra parte se demuestra que la mayor densidad estomática en las dos especies estudiadas, *Capsicum eximium* A.T. Hunziker y *Capsicum chacoense* A.T. Hunziker, se encuentran en el envés de sus hojas, al respecto (Salas *et al.*, 2009), también encontró mayor cantidad de estomas en el envés de las hojas en *Solanum tuberosum* L. pudiendo atribuirse esta situación, a la pertenencia de ambos géneros a las Solanaceas.

El número de estomas determinados en ambas especies, están dentro del rango indicado por

Gonzales (2013), quien afirma que el número oscila entre 22 y 2230/mm<sup>2</sup>

#### 4.12 Número de Tricomas/mm<sup>2</sup>

**Cuadro 9. Número de Tricomas/mm<sup>2</sup>**

<b>Especies</b>	<b>Haz</b>	<b>Envés</b>
<i>Capsicum eximium</i> A.T. Hunziker	2	7
<i>Capsicum chacoense</i> A.T. Hunziker	6	9

Como se puede observar en el Cuadro 9, los tricomas están en ambas especies muy disperso, mostrando poca cantidad, no siendo la densidad de importancia, sino los tipos de estomas que poseen.

**4.13. Medidas de Dispersión del Índice Estomático del Envés en *Capsicum eximiun* A.T. Hunziker**

**Cuadro 10. Índice Estomático del Envés Expresado en Porcentaje**

<i>Capsicum eximiun</i> A.T. Hunziker	X	S <sup>2</sup>	S	CV%
Índice Estomático	10.2	15	3.8	37

**4.14. Medidas de Dispersión del Índice Estomático del Haz en *Capsicum chacoense* A.T. Hunziker.**

**Cuadro 11. Índice Estomático Expresado en Porcentaje**

<i>Capsicum chacoense</i> A.T. Hunziker.	X	S <sup>2</sup>	S	CV%
Índice Estomático	9.3	8.4	2.8	30

**4.15. Medidas de Dispersión del Índice Estomático del Envés en *Capsicum chacoense* A.T. Hunziker.**

**Cuadro 12. Índice Estomático Expresado en Porcentaje**

<i>Capsicum chacoense</i> A.T. Hunziker.	X	S <sup>2</sup>	S	CV%
Índice Estomático	14.4	12.3	3.5	24

**Cuadro 13. Comparación de Medias Entre Ambas Especies, en Estudio del Índice Estomático del Envés**

<b>Especie</b>	<b>Índice estomático (%)</b>	<b>tc</b>	<b>t<sub>r</sub></b>	<b>Significancia al 95%</b>
<i>Capsicum eximiun</i> A.T. Hunziker	10.2	6.25	2.01	S
<i>Capsicum chacoense</i> A.T. Hunziker.	14.4			

Los valores del índice estomático, nos demuestran que estadísticamente son diferentes en el envés entre las especies de *Capsicum eximiun* A.T. Hunziker y *Capsicum chacoense* A.T. Hunziker., esto por tratarse de dos especies diferentes, en su morfología y en la anatomía epidérmica, como así también en su hábitat que tienen.



## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1 Conclusiones

- Las especies en estudio corresponden a: *Capsicum eximium* A.T. Hunziker y *Capsicum chacoense* A.T. Hunziker

- El Tejido epidérmico del haz y del envés de la hoja de *Capsicum eximium* A.T. Hunziker

Posee, paredes de las células propiamente dichas irregulares o alargadas, de contornos sinuosos. Estomas anomocíticos. Tricomas eglandular simple recto y glandular simple.

- El tejido Epidérmico del haz de la Hoja de *Capsicum chacoense* A.T. Hunziker es similar a *Capsicum eximium* A.T. Hunziker, con la diferencia del contorno de las células propiamente dichas que son lobuladas, y el tipo de estoma que puede tener anomocíticos y anisocítico. El envés tiene las mismas estructuras epidérmicas.

- Los tricomas en ambas especies son dispersos y escasos

- Los aparatos estomáticos de *Capsicum eximium* A.T. Hunziker y *Capsicum chacoense* A.T. Hunziker, corresponden al tipo anomocítico.

- Realizando la comparación de los índices estomáticos del envés de las hojas, de *Capsicum eximium* A.T. Hunziker versus *Capsicum chacoense* A.T. Hunziker, a través de la prueba de t de student, se concluye que existe diferencias significativas entre ambas especies.

## 5.2 Recomendaciones

- Al conocer su clasificación taxonómica, descripción botánica y el estudio epidérmico, de estas dos especies *Capsicum eximium* A.T. Hunziker y *Capsicum chacoense* A.T. Hunziker, que habitan el Valle Central de Tarija, continuar con estudios de incorporarlas a la producción agrícola, por mostrar similar estructura anatómica foliar, que las especies domesticadas de esta familia de plantas.
- Aplicar la misma metodología en estudios epidérmicos de otras especies nativas y de cultivos, con el propósito de aportar con caracteres, propios de la planta a su descripción botánica, y que ésta sea más completa