

# **INTRODUCCIÓN**

## INTRODUCCIÓN

Las Leguminosas forrajeras son plantas pertenecientes a la familia de las dicotiledóneas. Tienen la particularidad de formar en sus raíces unas estructuras llamadas nódulos, resultado de la interacción con bacterias del género *Rhizobium*. Estas bacterias toman y fijan nitrógeno atmosférico, almacenándolo en las hojas en forma de proteína. Por este motivo, las leguminosas ayudan a la fertilidad del suelo. Además, producen una legumbre (vaina) como fruto, que al madurar se abre en dos valvas, dispersando las semillas.

Las gramíneas forrajeras poseen una extraordinaria capacidad para cubrir rápidamente los suelos desnudos, protegerlos contra la erosión, retener humedad y restaurar la fertilidad. Las leguminosas por su parte son fuente importante de proteínas y minerales, son los agentes más eficientes y baratos para el mejoramiento de la estructura del suelo y la fuente más económica de nitrógeno para la producción de otras especies (Bernal, 1986).

La asociación de gramíneas y leguminosas presentan una serie de características favorables que hacen que actualmente se le preste mucha atención a la utilización como tal, destacándose la capacidad de las leguminosas, especialmente las de clima frío, para fijar el nitrógeno del aire, mediante su simbiosis con bacterias del género *Rhizobium* que forman nódulos radiculares, permitiendo de esta manera incrementar la producción de la pradera. (Hughes, et al 1982)

Existen importantes especies nativas de este género que crecen desde el norte de Sudamérica, 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), 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), Palchetti et al.(2014); citado por (Acosta, 2019), 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), 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.

### **Planteamiento del Problema**

Se presenta la investigación por la falta de información, en la determinación taxonómica y en las descripciones microhistológicas del tejido epidérmico, de las especies forrajeras (Leguminosae), 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.

### **Justificación**

La determinación del índice estomático y su densidad, están muy ligados al conocimiento de la anatomía foliar, siendo necesarios para comprender su organización y funcionamiento.

### **Hipótesis**

H0. - Las cuatro especies en estudio, tienen similar estructura anatómica del tejido epidérmico, referente a las células propiamente dichas y las especializadas.

H1.- Las cuatro especies (Leguminosae) en estudio son diferentes, su estructura anatómica del tejido epidérmico, referente a las células propiamente dichas y las especializadas.

## **Objetivos**

### **Objetivo General**

Caracterizar el tejido epidérmico foliar de cuatro especies forrajeras, a través de micro histología.

### **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 forrajeras (Leguminosae).

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 Leguminosae.

**CAPÍTULO I**  
**REVISIÓN BIBLIOGRAFICA**

## CAPITULO I

### 1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

#### 1.1. Taxonomía de la sub familia Papilionoideae

Reino: Vegetal

Phylum: Telemophytae

División: Tracheophytae

Sub división: Anthophyta

Clase: Angiospermae

Sub clase: Dicotyledoneae

Grado Evolutivo: Archichlamydeae

Grupo de Ordenes: Corolinos

Orden: Rosales

Familia: Leguminosae

Sub familia: Papilionoideae

Fuente: (Herbario Universitario (T.B.), 2024)

#### **Descripción Botánica de la Sub familia Papilionoideae**

Son árboles, arbustos, trepadoras leñosas o herbáceas perennes o anuales. Las hojas son, por lo general, pinadas o digitadas, frecuentemente trifoliadas, algunas veces unifoliadas y hasta nulas, pero nunca bipinadas. Las flores se disponen en racimos, panojas, capítulos o espigas. Son zigomorfas, rara vez actinomorfas. La prefloración es imbricada, rara vez valvar; la prefloración de la corola se dice descendente: el estandarte es externo, cubriendo los pétalos vecinos. La corola es generalmente "amariposada" o "papilionoidea", con los dos pétalos inferiores conniventes o unidos en el ápice, formando la quilla (o carena), los dos laterales extendidos como alas y el superior erguido o reflejo, de mayor tamaño, llamado estandarte. EL cáliz está formado por 5 sépalos soldados entre sí y es

campanulado o tubuloso. El androceo está formado por 10 estambres, rara vez menos, generalmente escondidos dentro de la quilla y se hallan más o menos soldados entre sí, típicamente son diadelfos (9+1), pero también poliadelfos o libres. Los óvulos son campilótrofos. Las semillas presentan un embrión curvado, raramente recto; el hilo es de tamaño mediano a grande (Naturalista s/f).

## **1.2. 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); citado por (Acosta, 2019).

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 diferenciarse y volverse meristemática, lo que permite el crecimiento de la planta y la reparación de heridas.

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 las 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.

### **1.2.1. Estomas**

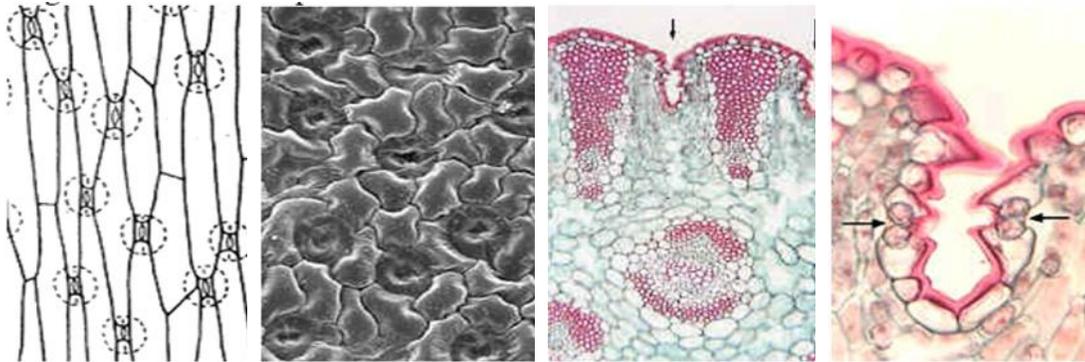
Las estomas son grupos de dos o más células epidérmicas especializadas cuya función es regular el intercambio gaseoso y la transpiración. Se encuentran en las partes verdes aéreas de la planta, particularmente en las hojas, donde pueden hallarse en una o ambas epidermis, más frecuentemente en la inferior.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

**Figura N°1. Estomas**

**Longitudinales      Dispersos**



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); citado por (Acosta, 2019).

**1.2.2. 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.

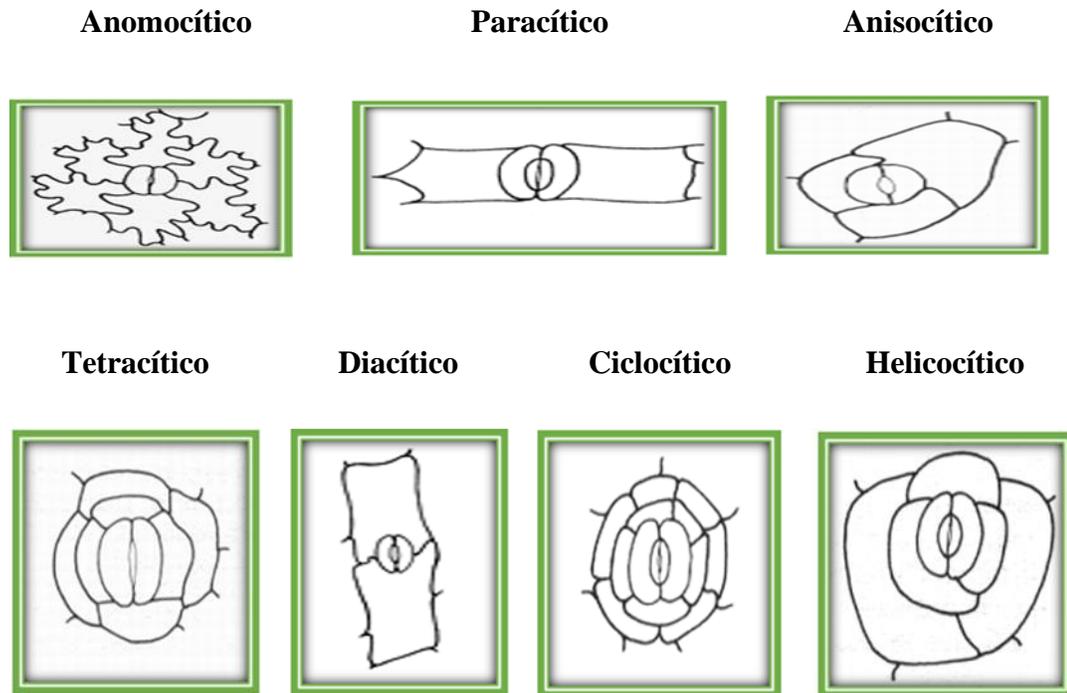
Los estomas regulan la transpiración y la entrada de  $\text{CO}_2$  mediante la modificación de su tamaño, influido por los factores ambientales. Las células guardia son las responsables de este proceso, expandiéndose o contrayéndose, resultando en la apertura o cierre de los estomas. En condiciones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

permitiendo el intercambio gaseoso con la atmosfera. 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); citado por (Acosta 2019).

### 1.2.3. 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.

Figura N°2. Tipos de estomas



#### 1.2.4. 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 evidente 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); citado por (Acosta, 2019).

### **1.2.5. 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.

### **1.2.6. Tipos de Claves Botánicas**

La mayor parte de las claves que se usan actualmente son dicotómicas, a su vez han sido también las más difundidas. Estas presentan dos alternativas contrastantes a escoger en cada una de las etapas de identificación, el par de alternativas en una clave dicotómica es llamado pareado. La clave es diseñada de tal manera que una de las partes del par es aceptado y el otro elemento es rechazado. El primer carácter contrastante en cada parte es referido como salida. Se utilizan generalmente los caracteres más contrastantes (Rodríguez, 1996). Una clave se considera NO dicotómica cuando se presentan más de dos alternativas a escoger. Dentro las claves dicotómicas se encuentran los siguientes tipos:

#### **1. Dentadas:**

Escalonadas o con sangría; en la cual el par de alternativas contrastantes(pareado) está arreglado de tal forma que al escribir las sucesivas divisiones se va comiendo el papel. Se puede presentar una variación leve: 1) parejas escalonadas o sangradas y 2) parejas por Yuxtaposición, la cual incluye números de búsqueda en la parte derecha (texto de color rojo), hasta encontrar el taxón objetivo de búsqueda, como en la vista en nuestro ejemplo N.º 1. (Adaptado y complementado de Rodríguez & Rojas, 2006)

#### **2. Paralelas:**

En la cual el par de alternativas contrastantes se escriben en líneas consecutivas una debajo de la otra (Ariza,2020).

### **1.3. Nomenclatura de los taxones**

#### **1.3.1. 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:

##### **a. División:**

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

##### **b. Clase:**

Los nombres deberían terminar para algas en –ficeas, ej. Feoficeas; para los hongos en –micetes, ej. Basidiomicetes y para las cormofitas en –opsidas, ej. Cicadopsidas.

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

##### **c. Orden:**

Si el nombre deriva de una familia en él incluida, debe terminar –ales, ej. Poligonales está basado en el nombre de la familia Polygonáceas.

##### **d. Familia:**

El nombre de una familia se forma por la adición del sufijo-ácea, al nombre de un género incluido en ella, ej. Polygonáceas (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 = Arecáceas, Gramíneas = Poáceas, Crucíferas = Brasicáceas,

Leguminosas = Fabaceae, Gutíferas = Clusiaceae, Umbelíferas = Apiaceae, Labiadas = Lamiaceae y Compuestas = Asteraceae.

##### **e. 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).

**f. 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).

**g. 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.

**h. 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.

**i. 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.

**j. 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.

**k. 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.

**l. 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.

**m. 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* .

## **CAPÍTULO II**

### **MATERIALES Y METODOS**

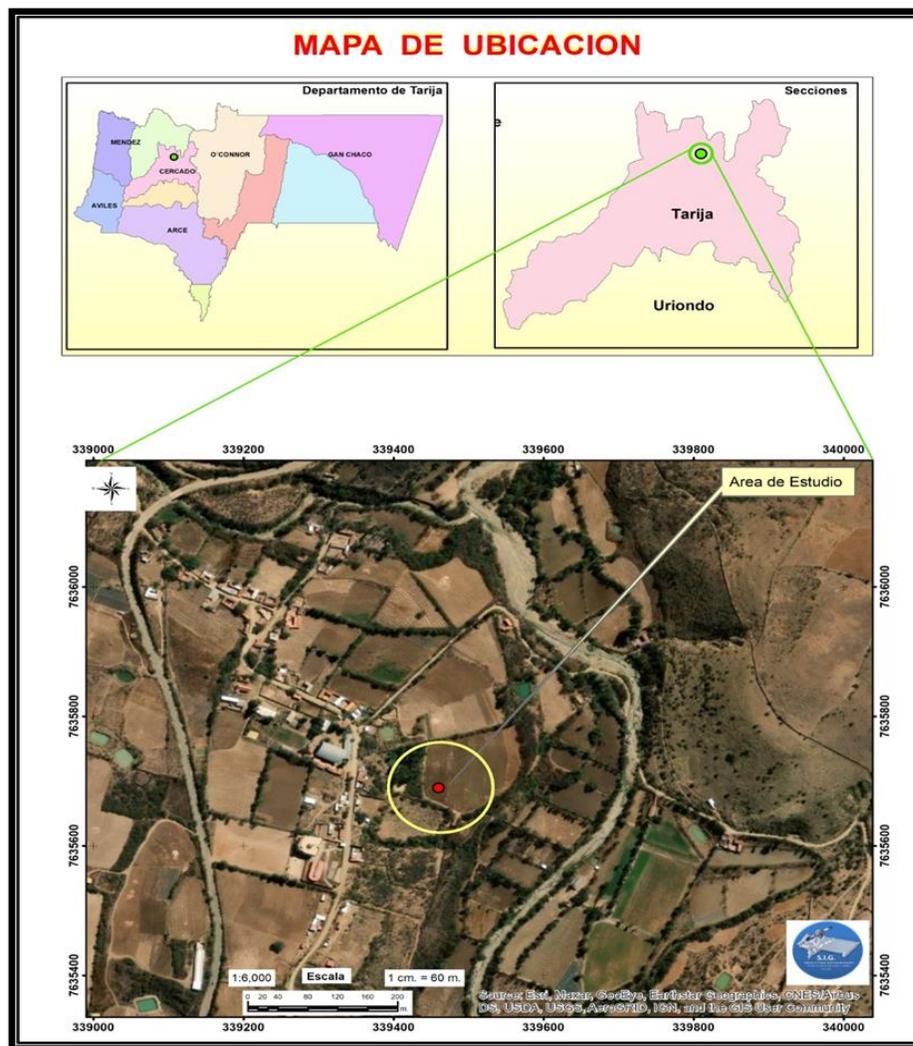
## CAPITULO II

### 2. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 2.1. Localización

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

**Figura N°3. Mapa de localización de la zona de estudio.**



**Fuente:** Laboratorio de SIG.

## **2.2. Ubicación de las Zonas Geográficas de Extracción de las Especies en Estudio**

### **2.2.1. Yesera Norte**

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

### **2.2.2. Características Agroecológica.**

#### **2.2.2.1. Clima**

El clima de Yesera Norte es subtropical de montaña, con temperaturas diurnas bastante estables durante el año, mientras que, durante el invierno austral, de mayo a agosto, hace frío por la noche. La ciudad está ubicada en el sur de Bolivia, en la meseta andina, a 2.260 metros sobre el nivel del mar.

#### **2.2.2.2. Temperatura**

Su temperatura es templado y muy agradable oscila entre 17 y 23 °C.

#### **2.2.2.3. Precipitación**

La precipitación varía 402 mm entre el mes más seco y el mes más húmedo. Durante el año.

#### **2.2.2.4. Humedad**

La humedad relativa más alta se mide en septiembre (86.66 %). El más bajo en abril (41.69 %).

#### **2.2.2.5. Viento**

Viento NNO 6 mi/h Ráfagas de viento 14 mi/h.

### 2.2.2.6. Vegetación

**Cuadro N°1. Vegetación Cultivada**

N°	Nombre común	Nombre científico	Familia
1	Arveja	<i>Pisum sativum</i> L.	Leguminosae
2	Cebolla	<i>Allium cepa</i> L.	Liliaceae
3	Papa	<i>Solanum tuberosum</i> L.	Solanaceae
4	Duraznero	<i>Prunus persica</i> (L.) Batsch	Rosaceae
5	Membrillero	<i>Cydonia oblonga</i> Miller	Rosaceae
6	Maíz	<i>Zea mays</i> L.	Poaceae
7	Tomate	<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill	Solanaceae
8	Vid	<i>Vitis vinifera</i> L.	Vitaceae
9	Trigo	<i>Triticum aestivum</i> L.	Poaceae

Fuente: (Herbario Universitario (T.B.), 2024)

**Cuadro N°2. Vegetación Nativa**

N°	Nombre común	Nombre científico	Familia
1	Algarrobo	<i>Prosopis</i> sp.	Leguminosae
2	Churqui	<i>Acacia caven</i> (Molina) Molina	Leguminosae
3	Molle	<i>Schinus molle</i> L.	Anacardiaceae

Fuente: (Herbario Universitario (T.B.), 2024)

## 2.3. Materiales

### 2.3.1. Material Vegetal

Se recolectaron cuatro especies forrajeras (leguminosae), *Medicago* sp., *Dalea elegans* Gillies ex Hook. & Arn., *Crotalaria* sp., *Desmodium* sp., de la zona geográfica de Yesera Norte de la Provincia Cercado del Dpto. de Tarija.

### **2.3.2. Materiales y Equipo**

#### **Para la recolección del material vegetal:**

- Bolsa de polietileno
- Carpeta de colección
- Tijera
- Papel periódico
- Libreta de campo
- Conservadora

#### **Equipos:**

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

#### **Material de laboratorio:**

- Estuche de disección
- Hoja de afeitar
- Agua destilada
- Lavandina (hipoclorito de sodio)
- Material de vidrio
- Cubreobjetos
- Portaobjetos
- Cajas petris

## **2.4. Metodología**

### **2.4.1. Obtención de la epidermis**

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 (2006).

1.- Con la ayuda de la pinza, quitar la epidermis inferior de la hoja seleccionada de: *Crotalaria* sp.; *Desmodium* sp.; *Medicago* sp; *Dalea elegans* Gillies ex Hook. & Arn.

- 2.- Colocar sobre un portaobjeto con la parte interna hacia arriba.
- 3.- 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 ella unas gotas de solución concentrada de hipoclorito de sodio al 30%, dejar actuar 15’.
- 5.- Raspar nuevamente con la hoja de afeitar el mesófilo, procediendo con mucha suavidad hasta acercarse a la epidermis inferior.
- 6.- Agregar una gota de hipoclorito de Na. (Lavandina) y con un pincel de escobilla plástica eliminar el resto de mesófilo que pudiera quedar.
- 7.- Lavar 5 – 6 veces 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.- Agregar una gota de agua destilada al preparado, cubrir la muestra con cubreobjetos y llevar al microscopio, para su observación en 10x de las células propiamente dichas y las especializadas (estomas).

#### **2.4.2. Recolección del material vegetal de la zona de estudio**

##### **2.4.2.1. Recolección de muestras para su determinación taxonómica**

Las muestras vegetales se colectaron en un número de cinco por cada especie, colocadas en papel periódico y en una conservadora con agua y hielo, 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.

##### **2.4.2.2. Recolección de muestras 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.

### **2.4.3. 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.

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, ( $0.0260 \text{ mm}^2$ ) de área con la ayuda de un microscopio OLYMPUS CX31, haciendo un total de 240 observaciones de todas las especies estudiadas.

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

#### **2.4.3.1. Células Epidérmicas Propiamente Dichas**

La descripción se realizó de acuerdo a bibliografía especializada en el tema.

#### **2.4.3.2. Células Epidérmicas Especializadas**

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

De acuerdo con Gonzales (2016) citado por (Acosta, 2019), comparando con las ilustraciones, que se indican en el capítulo de Revisión bibliográfica.

#### **2.4.4. Microfotografías del Tejido Epidérmico**

Las microfotografías fueron tomadas con cámara digital incorporadas, en el Herbario Universitario (T.B.).

#### 2.4.5. Índice Estomático

I.E. = (densidad de estomas / densidad de estomas + densidad de células epidérmicas) x 100

Fuente: Azcón Bieto (2006); citado por (Taiz y Zeiger, 2008)

#### Análisis Estadísticos

Se analizaron medidas de dispersión como: Varianza, Desviación estándar y el coeficiente de variación.

- Pruebas estadísticas: La prueba de t de student. Para comparar el haz y envés para las células especializadas.

$$t = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{S_{X_1 X_2} \cdot \sqrt{\frac{2}{n}}} \quad S_{X_1 X_2} = \sqrt{\frac{1}{2}(S_{X_1}^2 + S_{X_2}^2)}$$

**CAPITULO III**

**RESULTADOS Y DISCUSION**

## CAPITULO III

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1. Taxonomía y Descripción Botánica de las cuatro especies forrajeras

##### 3.1.1. Taxonomía de *Medicago* sp.

**Reino:** Vegetal

**Phylum:** Telemophytae

**División:** Tracheophytae

**Sub división:** Anthophyta

**Clase:** Angiospermae

**Sub clase:** Dicotyledoneae

**Grado Evolutivo:** Archichlamydeae

**Grupo de Ordenes:** Corolinos

**Orden:** Rosales

**Familia:** Leguminosae

**Sub familia:** Papilionoideae

**Nombre científico:** *Medicago* sp.

**Nombre común:** Trébol carretilla

**Figura N°4. Rama fértil *Medicago* sp.**



Fuente: Fotografía tomada en la comunidad de Yesera Norte.

**Figura N°5. Fruto: Vaina espiralada *Medicago* sp.**



Fuente: Fotografía tomada en la comunidad de Yesera Norte.

**Figura N°6. Inflorescencia *Medicago* sp.**



Fuente: Fotografía tomada en la comunidad de Yesera Norte.

**Figura N°7. Rama terminal *Medicago* sp.**



Fuente: Fotografía tomada en la comunidad de Yesera Norte.

Planta perenne herbácea de hasta 0.5 m de altura, se encuentran en áreas de cultivos a las orillas de las parcelas. Hojas compuestas trifolioladas con estípulas basales laciniadas, bordes de los folíolos algo crenados a aserrados, alternas. Inflorescencias conformadas por racimos paucifloros con tres flores. Flores papilionadas de color amarillo con  $FF=\bigcirc$  ; ,%; ♀ ; K5; C5; A9 +1; G 111-∞ pm. Fruto vaina espiralada, hasta con cuatro espiras.

Introducida desde hace muchos años conjuntamente con semillas de especies forrajeras (alfalfa), al Valle Central de Tarija Bolivia, habitando desde los 1850 m.s.n.m. hasta los 2265m.s.n.m. donde fue recolectada, y utilizado por el ganado caprino y ovino en pastoreo directo.

Especie que coincide con las características botánicas, que indica Peralta (2023), además este autor manifiesta que esta especie aporta forraje de bajo costo para ser aprovechado mediante pastoreo directo de ovino. A pesar de ello esta especie no soporta demasiado bien el pisoteo del ganado. Es conveniente además realizar prácticas de pastoreo diferido para asegurar la posterior autoresiembra, evitando el pastoreo durante la época de floración y pastando el rastrojo a inicios del verano para favorecer el enterrado de la semilla.

### 3.1.2. Taxonomía de *Dalea elegans* Gillies ex Hook. & Arn

**Reino:** Vegetal

**Phylum:** Telemophytae

**División:** Tracheophytae

**Sub división:** Anthophyta

**Clase:** Angiospermae

**Sub clase:** Dicotyledoneae

**Grado Evolutivo:** Archichlamydeae

**Grupo de Ordenes:** Corolinos

**Orden:** Rosales

**Familia:** Leguminosae

**Sub familia:** Papilionoideae

**Nombre científico:** *Dalea elegans* Gillies ex Hook. & Arn

**Nombre común:** Dalea

**Figura N°8. Parte terminal de la planta *Dalea elegans* Gillies ex Hook. & Arn**



Fuente: Fotografía tomada en la comunidad de Yesera Norte.

**Figura N°9. Detalle de las flores en la inflorescencia *Dalea elegans* Gillies ex Hook. & Arn**



Fuente: Fotografía tomada en la comunidad de Yesera Norte.

Planta herbácea anual, presente en áreas cultivadas, como maleza de 0,40m a 1,5m de altura. Hojas compuestas imparipinnadas que pueden tener hasta 35 pares de pinnulas a lo largo del raquis, alternas verde glaucas. Inflorescencias en racimo simple terminales. Flores papilionadas de color lilacinas, con FF: FF= ○ ; ,%; ♀ ; K5; C5; A9 +1; G 111-∞ pm. Fruto. es una legumbre de contorno triangular.

Especie presente en el Valle Central de Tarija desde los 1850 msnm. hasta los 2265msnm donde fue encontrada, florece a partir del mes de febrero a abril. Pinilla (2020) indica que esta especie tiene su distribución que abarca las provincias Córdoba, Jujuy, Salta y San Luis. La altura mínima a la que crece es 500 m y la máxima, 2000m sobre nivel del mar. Habita las regiones fitogeográficas Prepuneña, a lo largo del Pedemonte andino del Espinal y Chaqueña, a lo largo de las Sierras de San Luis y las Sierras Grandes y chicas de Córdoba.

### 3.1.3. Taxonomía de *Crotalaria* sp.

**Reino:** Vegetal

**Phylum:** Telemophytae

**División:** Tracheophytae

**Sub división:** Anthophyta

**Clase:** Angiospermae

**Sub clase:** Dicotyledoneae

**Grado Evolutivo:** Archichlamydeae

**Grupo de Ordenes:** Corolinos

**Orden:** Rosales

**Familia:** Leguminosae

**Sub familia:** Papilionoideae

**Nombre científico:** *Crotalaria* sp.

**Nombre común:** Sonajita

### 3.1.3.1. Descripción botánica de *Crotalaria* sp.

**Figura N°10. Parte terminal de la planta**



Fuente: Fotografía tomada en la comunidad de Yesera Norte.

**Figura N°11. Racimos en fructificación**



Fuente: Fotografía tomada en la comunidad de Yesera Norte.

**Figura N°12. Inflorescencia en racimo simple**



Fuente: Fotografía tomada en la comunidad de Yesera Norte.

**Figura N°13. Fruto: vaina globosa**



Fuente: Fotografía tomada en la comunidad de Yesera Norte.

Planta herbácea a subfrutice anual, presente en áreas cultivadas como maleza de 0,50 m a 1,6m de altura. Hojas compuestas trifolioladas con el foliolo central de mayor longitud que los laterales. Inflorescencia en racimos simples axilares en las ramas terminales. Flores papilionadas de color anaranjado, con FF= ○ ; ,%; ♀ ; K5; C5; A9 +1; G 111-∞ pm. Fruto. Vaina oblonga globosa.

Especie conocida en el valle central como sonajitas por los ruidos que producen las semillas del fruto de dicha especie al ser agitadas a causa de los vientos, siendo muy palatable por el ganado bovino, caprino, equino y roedores silvestres que se encuentran en las parcelas cultivadas al respecto. (Burkant, 1987) indica que produce ruido de cascabel al agitar las vainas maduras, este mismo autor manifiesta que puede habitar en America del sur.

### 3.1.4. Taxonomía de *Desmodium* sp.

**Reino:** Vegetal

**Phylum:** Telemophytae

**División:** Tracheophytae

**Sub división:** Anthophyta

**Clase:** Angiospermae

**Sub clase:** Dicotyledoneae

**Grado Evolutivo:** Archichlamydeae

**Grupo de Ordenes:** Corolinos

**Orden:** Rosales

**Familia:** Leguminosae

**Sub familia:** Papilionoideae

**Nombre científico:** *Desmodium* sp.

**Nombre común:** Desmodium

**Figura N°14. Rama terminal en floración *Desmodium* sp.**



Fuente: Fotografía tomada en la comunidad de Yesera Norte.

**Figura N°15. Fruto *Desmodium* sp.**



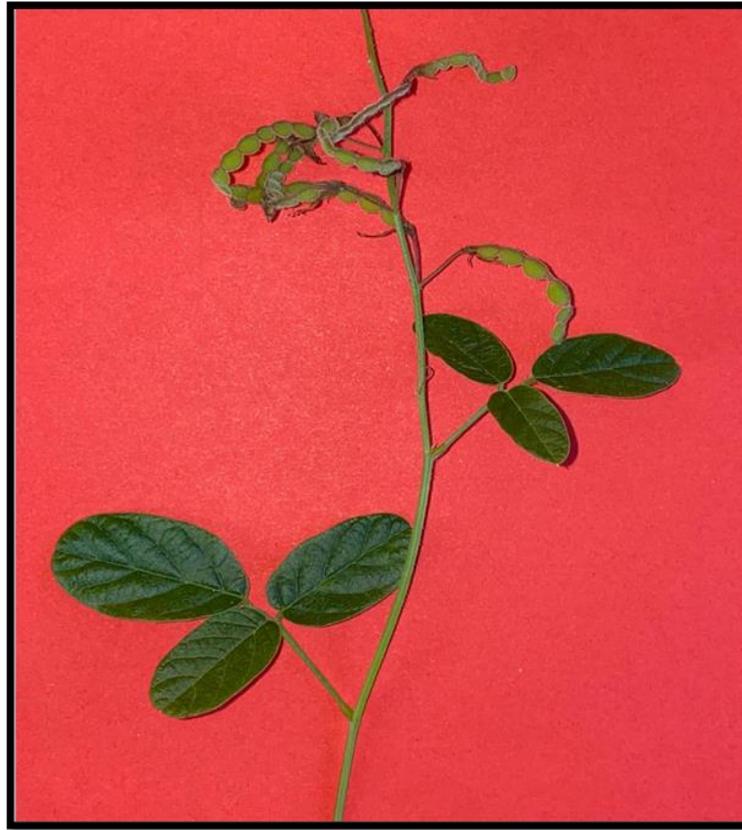
Fuente: Fotografía tomada en la comunidad de Yesera Norte.

**Figura N°16. Flor *Desmodium* sp.**



Fuente: Fotografía tomada en la comunidad de Yesera Norte.

**Figura N°17. Rama terminal en fructificación *Desmodium* sp.**



Fuente: Fotografía tomada en la comunidad de Yesera Norte.

Planta herbácea perenne, postrada sobre la superficie del suelo, con ramificaciones de hasta 3m de longitud, encontrándose asociado con arbusto, pastizales y árboles. Hojas compuestas trifolioladas, alternas. Inflorescencia en racimos simples, Flores papilionáceas lilacinas con FF=  $\bigcirc$  ; ,% ; ♀ ; K5; C5; A9 +1; G 111-∞ pm. Fruto de tipo lomento, pegajoso en la ropa y en las lanas de las ovejas, muy característico por esta condición.

Crece bien hasta los 2500 msnm y persiste, aún, en suelos con bajos niveles de materia orgánica o ácidos. Se adapta tanto a ambientes con altas precipitaciones (3000 a 4000

mm) como a sequía y sombra. Sin embargo, no resiste períodos largos de anegamiento o inundación (Fernandez,2018).

### 3.2. Clasificación del tipo de hojas en las especies en estudio

**Cuadro N°3. Tipo de hoja de *Medicago* sp.**

<b>Especie:</b>		<i>Medicago</i> sp.	
<b>Tipo de hoja:</b>		Compuesta trifoliolada	
Haz		Envés	
			

Fuente: Elaboración propia.

**Cuadro N°4. Tipo de hoja de *Dalea elegans* Gillies ex Hook. & Arn**

<b>Especie:</b>		<i>Dalea elegans</i> Gillies ex Hook. & Arn	
<b>Tipo de hoja:</b>		Compuesta imparipinnada	
<b>Haz</b>		<b>Envés</b>	
			

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro N°5. Tipo de hoja de *Crotalaria* sp.

<b>Especie:</b>	<i>Crotalaria</i> sp.	
<b>Tipo de hoja:</b>	Compuesta trifoliolada	
	<b>Haz</b>	<b>Envés</b>
		

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro N°6. Tipo de hoja de *Desmodium* sp.

<b>Especie:</b>	<i>Desmodium</i> sp.	
<b>Tipo de hoja:</b>	Compuesta trifoliolada	
	Haz	Envés
		

Fuente: Elaboración propia.

El tipo de hojas son propias de la subfamilia Papilionoideae de las fabaceae, compuestas trifolioladas e imparipinnadas.

3.3. Descripción del Tejido Epidérmico del Haz de la Hoja de *Medicago* sp.

Figura N°18. Microfotografía de 100x del Haz de la Epidermis Foliar

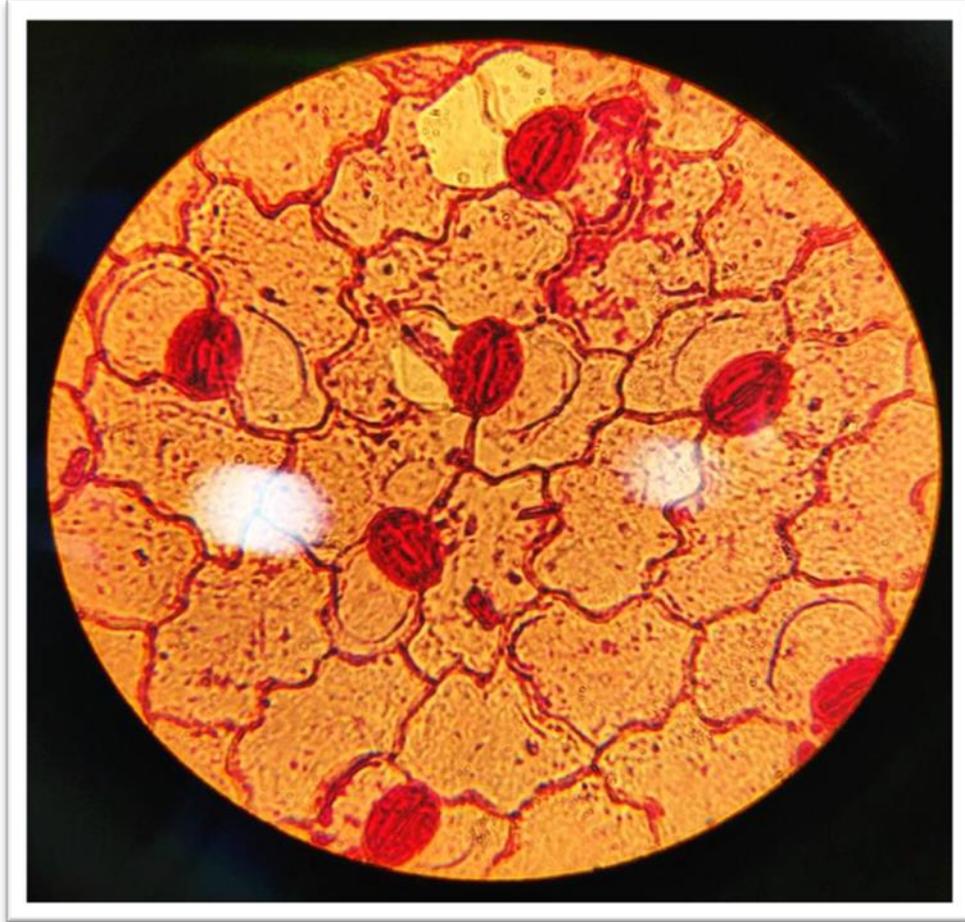


Fuente: Microfotografía tomada en el herbario de la UAJMS.

Paredes de las células propiamente dichas irregulares, de contorno agudo en algunas células. Estomas anomocíticos. Tricomas no presente.

**3.4. Descripción del Tejido Epidérmico del Envés de la Hoja de *Medicago* sp.**

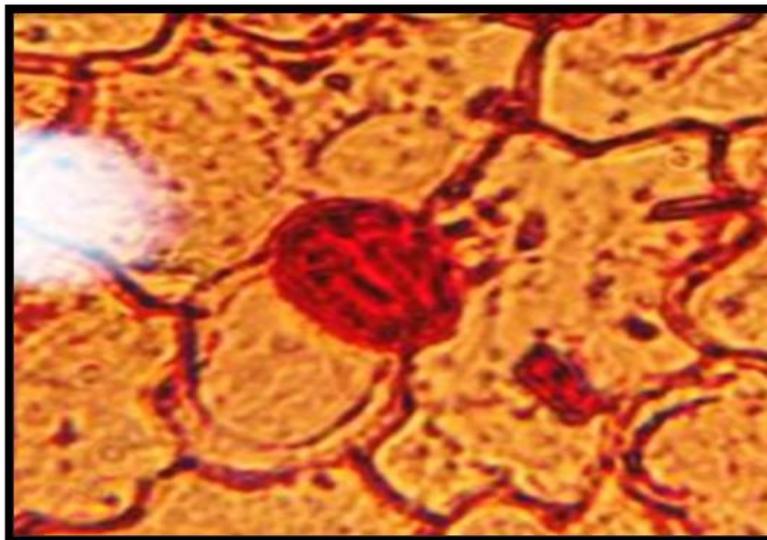
**Figura N°19. Microfotografía de 100x del Envés de la Epidermis Foliar**



Fuente: Microfotografía tomada en el herbario de la UAJMS.

Paredes de las células propiamente dichas irregulares de contorno semi agudo. Estomas anomocíticos. Tricomas no presentes.

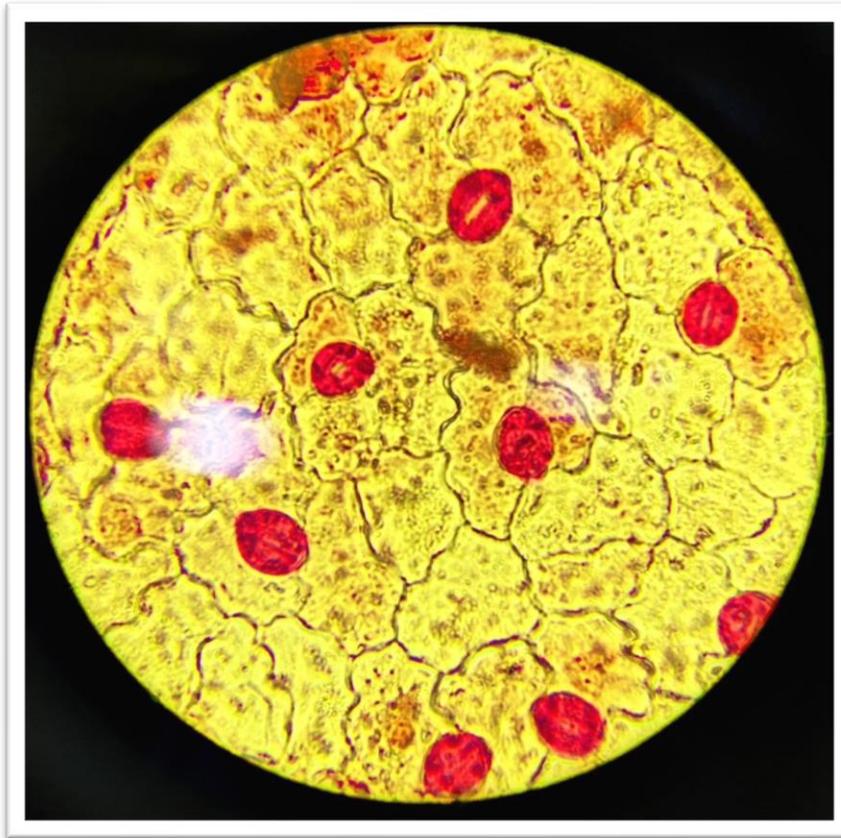
**Figura N°20. Aparato Estomático Anomocítico**



Fuente: Microfotografía tomada en el herbario de la UAJMS.

**3.5. Descripción del Tejido Epidérmico del Haz de la Hoja de *Dalea elegans* Gillies ex Hook. & Arn**

**Figura N°21. Microfotografía de 100x del Haz de la Epidermis Foliar**



Fuente: Microfotografía tomada en el herbario de la UAJMS.

Paredes de las células propiamente dichas irregulares, de contorno semi agudo en algunas células, y en otras lobulados. Estomas anomocítico. Tricomas no presentes.

**3.6. Descripción del Tejido Epidérmico del Envés de la Hoja de *Dalea elegans* Gillies ex Hook. & Arn.**

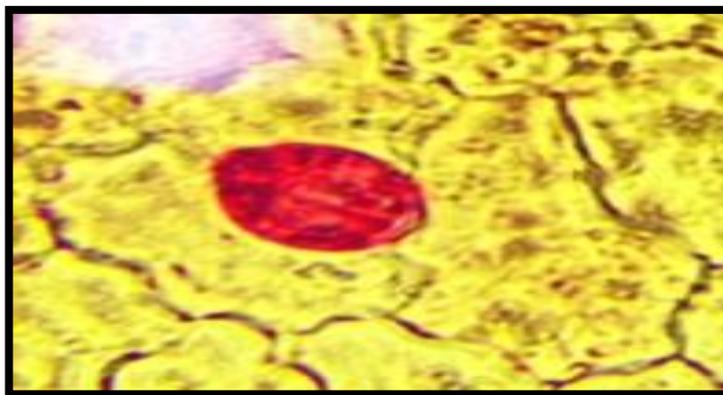
**Figura N°22. Microfotografía de 100x del Envés de la Epidermis Foliar**



Fuente: Microfotografía tomada en el herbario de la UAJMS.

Paredes de las células propiamente dichas irregulares, de contorno semi agudo en algunas células, y en otras lobulados. Estomas anomocítico. Tricomas no presente.

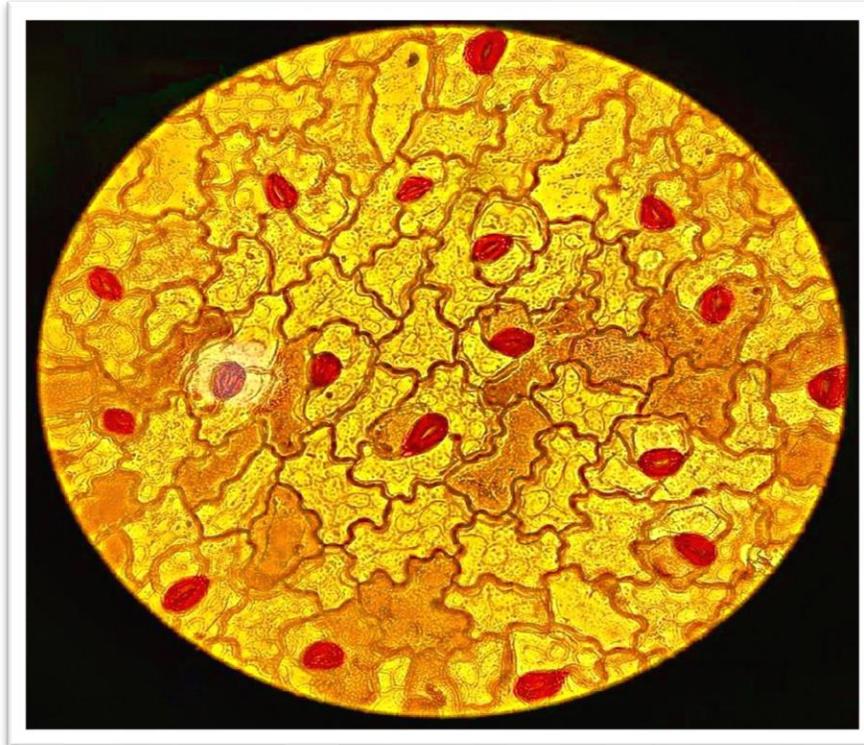
**Figura N°23. Aparato Estomático Anomocítico**



Fuente: Microfotografía tomada en el herbario de la UAJMS.

3.7. Descripción del Tejido Epidérmico del Haz de la Hoja de *Crotalaria* sp.

Figura N°24. Microfotografía de 40x del Haz de la Epidermis Foliar

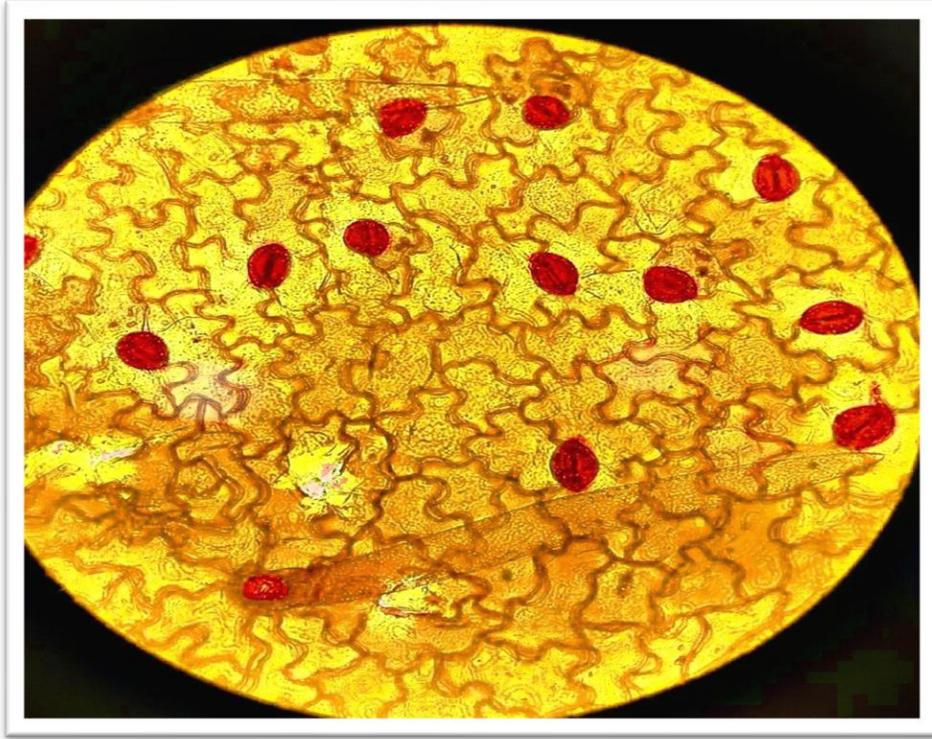


Fuente: Microfotografía tomada en el herbario de la UAJMS.

Paredes de las células propiamente dichas irregulares, alargadas sinuosas. Estomas presentes anomocíticos. Tricomas no presente.

3.8. Descripción del Tejido Epidérmico del Envés de la Hoja de *Crotalaria* sp..

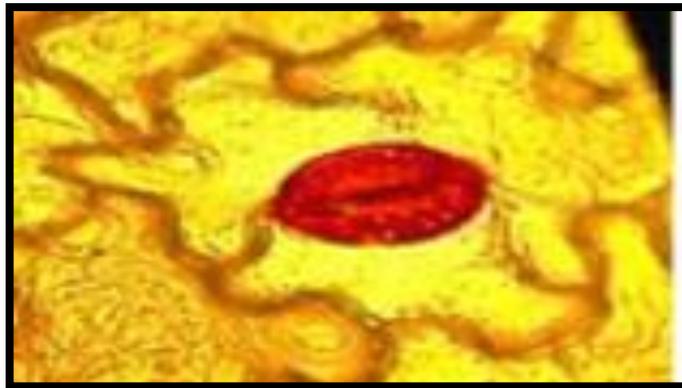
**Figura N°25. Microfotografía de 40x del Envés de la Epidermis Foliar**



Fuente: Microfotografía tomada en el herbario de la UAJMS.

Paredes de las células propiamente dichas irregulares, alargadas sinuosas. Estomas presentes anomocíticos. Tricomas presentes unicelulares pluricelulares.

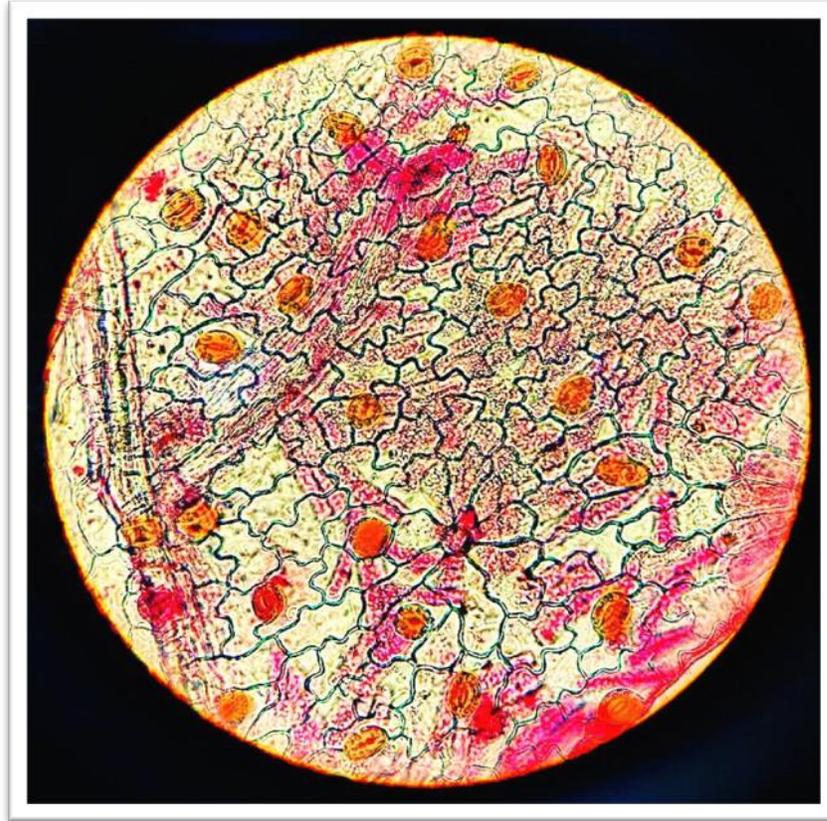
**Figura N°26. Aparato Estomático Anomocítico**



Fuente: Microfotografía tomada en el herbario de la UAJMS.

3.9. Descripción del Tejido Epidérmico del Haz de la Hoja de *Desmodium* sp.

Figura N°27. Microfotografía de 40x del Haz de la Epidermis Foliar

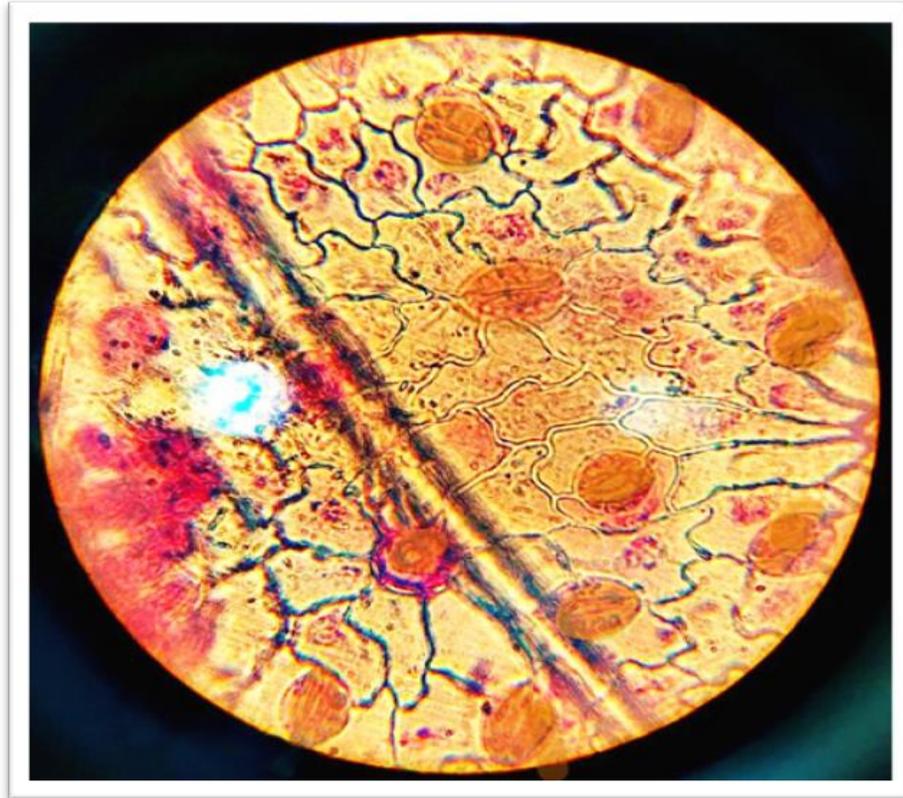


Fuente: Microfotografía tomada en el herbario de la UAJMS.

Paredes de las células propiamente dichas irregulares, alargadas sinuosas. Estomas presentes anomocíticos. Tricomas presentes unicelulares pluricelulares.

**3.10. Descripción del Tejido Epidérmico del Envés de la Hoja de *Desmodium* sp..**

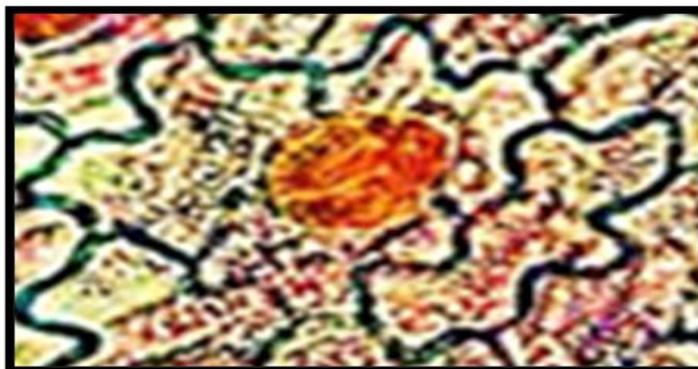
**Figura N°28. Microfotografía de 100x del Envés de la Epidermis Foliar**



Fuente: Microfotografía tomada en el herbario de la UAJMS.

Paredes de las células propiamente dichas irregulares, alargadas sinuosas. Estomas presentes anomocíticos. Tricomas presentes unicelulares pluricelulares.

**Figura N°29. Aparato Estomático Anomocítico**



Fuente: Microfotografía tomada en el herbario de la UAJMS.

Nuestros resultados coinciden con lo que indica (Metcalf and Chalk, 1979; Metcalfe, 1960; Johnson et al., 1983); citado por (Falczuk, V et al., 1996), que los tejidos de las plantas poseen caracteres identificables que usualmente varían en forma marcada entre las diferentes especies en lo que se refiere al tamaño relativo, forma y abundancia (Hansen, 1971). Entre estos tejidos la epidermis foliar un importante valor taxonómico para la identificación y clasificación de géneros y especies.

### 3.11. Clasificación de los Estomas

**Cuadro N°7. Clasificación de los Estomas**

Especie	Tipo de Aparato Estomático	
	Haz	Envés
<i>Medicago sp.</i>	Anomocítico	Anomocítico
<i>Dalea elegans</i> Gillies ex Hook. & Arn.	Anomocítico	Anomocítico
<i>Crotalaria sp.</i>	Anomocítico	Anomocítico
<i>Desmodium sp.</i>	Anomocítico	Anomocítico

Fuente: Elaboración propia en base a los resultados obtenidos del herbario.

Las cuatro especies que pertenecen a la familia leguminosae, también corresponde a la subfamilia papilionoideae son tipo de aparato estomático Anomocíticos.

### 3.12. Ubicación de los Estomas

**Cuadro N°8. Ubicación de los Estomas**

Especie	Ubicación		
	Epiestomática	Hipoestomática	Anfiestomática
<i>Medicago sp.</i>			✓
<i>Dalea elegans</i> Gillies ex Hook. & Arn.			✓
<i>Crotalaria sp.</i>			✓
<i>Desmodium sp.</i>			✓

Fuente: Elaboración propia.

Las cuatro especies tienen una posesión Anfiestomáticas coincidiendo lo que afirma Cañizares et al., (2003), quien corrobora lo que indica varios autores que han trabajado en estudios epidérmicos foliares. Quienes indican que la posesión de los estomas sobre

la superficie de la lámina es variable en sección transversal; se pueden presentar hundidos, al mismo nivel de las otras células epidérmicas o proyectarse hacia el exterior de la lámina (Flores-Vindas, 1999). Otra característica es la distribución en la superficie de la lámina foliar, en las hojas en las cuales estas estructuras se ubican en la epidermis superior de la lámina se conocen como epiestomáticas; si están en la inferior, son hipostomáticas y por último, si se presentan en ambas superficies, adaxial y abaxial, son anfiestomáticas.

### 3.13. Medidas de Dispersión de *Medicago sp.*

**Cuadro N°9. Número de estomas y células propiamente dichas, del haz en *Medicago sp.* /mm<sup>2</sup>**

<i>Medicago sp.</i>	X	S <sup>2</sup>	S	CV %
<b>Celulas Propiamente Dichas (CPD)</b>	1.344	180	13	0,96%
<b>Estomas</b>	315	0	0	0%

Fuente: Elaboración propia.

**Cuadro N°10. Número de estomas y células propiamente dichas, del envés en *Medicago sp.* /mm<sup>2</sup>**

<i>Medicago sp.</i>	X	S <sup>2</sup>	S	CV %
<b>Celulas Propiamente Dichas (CPD)</b>	1.293	204	14,3	1,11%
<b>Estomas</b>	276	0	0	0%

Fuente: Elaboración propia.

El número de Células propiamente dichas y Estomas son menores en el envés.

### 3.14. Medidas de Dispersión de *Dalea elegans* Gillies ex Hook. & Arn

**Cuadro N°11. Número de estomas y células propiamente dichas, del haz en *Dalea elegans* /mm<sup>2</sup>**

<i>Dalea elegans</i> Gillies ex Hook. & Arn.	X	S2	S	CV %
<b>Celulas Propiamente Dichas (CPD)</b>	2.092	180	13	0,62%
<b>Estomas</b>	354	0	0	0%

Fuente: Elaboración propia.

**Cuadro N°12. Número de estomas y células propiamente dichas, del envés en *Dalea elegans* /mm<sup>2</sup>**

<i>Dalea elegans</i> Gillies ex Hook. & Arn.	X	S2	S	CV %
<b>Celulas Propiamente Dichas (CPD)</b>	1.215	180	13,4	1,10%
<b>Estomas</b>	315	0	0	0%

Fuente: Elaboración propia.

El número de Células propiamente dichas y Estomas son menores en el envés.

### 3.15. Medidas de Dispersión de *Crotalaria* sp.

**Cuadro N°13. Número de estomas y células propiamente dichas, del haz en *Crotalaria* sp. /mm<sup>2</sup>**

<i>Crotalaria</i> sp.	X	S2	S	CV %
<b>Celulas Propiamente Dichas (CPD)</b>	657	333	18	2,74%
<b>Estomas</b>	84	86	9,3	11%

Fuente: Elaboración propia.

**Cuadro N°14. Número de estomas y células propiamente dichas, del envés en *Crotalaria* sp. /mm<sup>2</sup>**

<i>Crotalaria</i> sp.	X	S2	S	CV %
<b>Celulas Propiamente Dichas (CPD)</b>	625	725	27	4,32%
<b>Estomas</b>	81	66	8	10%

Fuente: Elaboración propia.

El número de Células propiamente dichas y Estomas son menores en el envés.

### 3.16. Medidas de Dispersión de *Desmodium sp.*

**Cuadro N°15. Número de estomas y células propiamente dichas, del haz en *Desmodium sp.* /mm<sup>2</sup>**

<i>Desmodium sp.</i>	X	S2	S	CV %
<b>Celulas Propiamente Dichas (CPD)</b>	1.308	287	17	1,3%
<b>Estomas</b>	157	0	0	0%

Fuente: Elaboración propia.

**Cuadro N°16. Número de estomas y células propiamente dichas, del envés en *Desmodium sp.* /mm<sup>2</sup>**

<i>Desmodium sp.</i>	X	S2	S	CV %
<b>Celulas Propiamente Dichas (CPD)</b>	1.819	269	16	0,88%
<b>Estomas</b>	275	0	0	0%

Fuente: Elaboración propia.

*Medicago sp.*, *Dalea elegans*, y *Crotalaria sp.*, poseen mayor número de Células propiamente dichas y Estomas en el haz; mientras que *Desmodium sp.*, posee mayor número de Células propiamente dichas y Estomas en el envés comparada con el haz.

### 3.17. Medidas de Dispersión del Índice Estomático del Haz en *Medicago sp.*

**Cuadro N°17. Índice Estomático de *Medicago sp.* Expresado en Porcentaje**

<i>Medicago sp.</i>	X	S2	S	CV%
<b>Índice Estomático</b>	18,98	0,022	0,14	0,73%

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con los resultados del cuadro N°17 la desviación estándar es de 0,14, el índice estomático con 18,98%, puede ser de 19,12% de índice estomático hasta 18,84% respectivamente. Los resultados del coeficiente de variación (cv), es 0,73% demostrando uniformidad de los datos con el 99,27%.

### 3.18. Medidas de Dispersión del Índice Estomático del envés en *Medicago sp.*

**Cuadro N°18. Índice Estomático de *Medicago sp.* Expresado en Porcentaje**

<i>Medicago sp.</i>	X	S <sup>2</sup>	S	CV%
<b>Índice Estomático</b>	17,58	0,027	0,16	0,91%

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con los resultados del cuadro N°18 la desviación estándar es de 0,16, el índice estomático con 17,58%, puede ser de 17,74% de índice estomático hasta 17,42% respectivamente. Los resultados del coeficiente de variación (cv), es 0,91% demostrando uniformidad de los datos con el 99,09%.

### 3.19. Medidas de Dispersión del Índice Estomático del Haz en *Dalea elegans Gillies ex Hook. & Arn.*

**Cuadro N°19. Índice Estomático de *Dalea elegans Gillies ex Hook. & Arn* Expresado en Porcentaje**

<i>Dalea elegans Gillies ex Hook. &amp; Arn.</i>	X	S <sup>2</sup>	S	CV%
<b>Índice Estomático</b>	14,47	0,00625	0,08	0,55%

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con los resultados del cuadro N°19 la desviación estándar es de 0,08, el índice estomático con 14,47%, puede ser de 14,55% de índice estomático hasta 14,39% respectivamente. Los resultados del coeficiente de variación (cv), es 0,55% demostrando uniformidad de los datos con el 99,45%.

### 3.20. Medidas de Dispersión del Índice Estomático del envés en *Dalea elegans Gillies ex Hook. & Arn*

**Cuadro N°20. Índice Estomático de *Dalea elegans Gillies ex Hook. & Arn* Expresado en Porcentaje**

<i>Dalea elegans Gillies ex Hook. &amp; Arn.</i>	X	S <sup>2</sup>	S	CV%
<b>Índice Estomático</b>	20,59	0,034	0,18	0,87%

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con los resultados del cuadro N°20 la desviación estándar es de 0,18, el índice estomático con 20,59%, puede ser de 20,77% de índice estomático hasta 20,41% respectivamente. Los resultados del coeficiente de variación (cv), es 0,87% demostrando uniformidad de los datos con el 99,13%.

### 3.21. Medidas de Dispersión del Índice Estomático del Haz en *Crotalaria* sp.

**Cuadro N°21. Índice Estomático de *Crotalaria* sp. Expresado en Porcentaje**

<i>Crotalaria</i> sp.	X	S2	S	CV%
<b>Índice Estomático</b>	11,34	2,48	1,57	13,84%

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con los resultados del cuadro N°21, la desviación estándar es de 1,57, el índice estomático con 11,34%, puede ser de 12,91% de índice estomático hasta 9,77% respectivamente. Los resultados del coeficiente de variación (cv), es 13,84% demostrando uniformidad de los datos con el 86,16%.

### 3.22. Medidas de Dispersión del Índice Estomático del envés en *Crotalaria* sp.

**Cuadro N°22. Índice Estomático de *Crotalaria* sp. Expresado en Porcentaje**

<i>Crotalaria</i> sp.	X	S2	S	CV%
<b>Índice Estomático</b>	11,43	0,94	0,97	8,49%

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con los resultados del cuadro N°22, la desviación estándar es de 0,97, el índice estomático con 11,43%, puede ser de 12,4% de índice estomático hasta 10,46% respectivamente. Los resultados del coeficiente de variación (cv), es 8,49% demostrando uniformidad de los datos con el 91,51%.

### 3.23. Medidas de Dispersión del Índice Estomático del Haz en *Desmodium* sp.

**Cuadro N°23. Índice Estomático de *Desmodium* sp. Expresado en Porcentaje**

<i>Desmodium</i> sp.	X	S2	S	CV%
<b>Índice Estomático</b>	10,71	0,015	0,12	1,12%

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con los resultados del cuadro N°23, la desviación estándar es de 0,12, el índice estomático con 10,71%, puede ser de 10,83% de índice estomático hasta 10,59% respectivamente. Los resultados del coeficiente de variación (cv), es 1,12% demostrando uniformidad de los datos con el 98,88%.

### 3.24. Medidas de Dispersión del Índice Estomático del envés en *Desmodium* sp.

**Cuadro N°24. Índice Estomático de *Desmodium* sp. Expresado en Porcentaje**

<i>Desmodium</i> sp.	X	S <sup>2</sup>	S	CV%
<b>Índice Estomático</b>	13,13	0,010	0,1	0,76%

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con los resultados del cuadro N°24, la desviación estándar es de 0,1, el índice estomático con 13,13%, puede ser de 13,23% de índice estomático hasta 13,03% respectivamente. Los resultados del coeficiente de variación (cv), es 0,76% demostrando uniformidad de los datos con el 99,24%.

Los índices estomáticos de *Medicago* sp., *Dalea elegans*., *Crotalaria* sp., *Desmodium* sp., estudiadas tienen resultados de índices estomático diferentes en el haz como el envés de cada especie, como así también el valor del índice estomático es diferente debido probablemente a las condiciones climáticas de la zona y de las especies. Corroborando lo que indica Cañizares et al. (2003), y otros autores. Quienes manifiestan que la transpiración y la intensidad de la respiración está en razón directa al número y abertura de los estomas y como las hojas son los principales órganos de las plantas donde se realiza la fotosíntesis, la cantidad y distribución de los estomas influyen directamente sobre la asimilación clorofílica (Ruiz et al., 1962). Rubino et al. (1989) ; citado por Cañizares et al., (2003), quien señala que la disminución de la cantidad de estomas por mm<sup>2</sup> incrementa la resistencia estomática de la planta y de esta manera evita un exceso de transpiración; sin embargo, tanto la DE como el IE son tan variables que están fuertemente influenciadas por diversas condiciones estresantes como condiciones de sequía y altas concentraciones salinas además el material vegetal que se trate. Salas et al., (2001); Bethke y Drew, (1992); (Rubino et al., 1989).

### 3.25. Comparación de medias.

**Cuadro N°25. Comparación de medias entre el haz y envés de cada especie, en estudio del Índice Estomático del haz y envés**

<b>Especie</b>	<b>Índice estomático (%) Haz</b>	<b>Índice estomático (%) Envés</b>	<b>tC</b>	<b>tT</b>	<b>Significancia al 95%</b>
<i>Medicago sp.</i>	18,98	17,58	42	1,98	Si
<i>Dalea elegans Gillies ex Hook. &amp; Arn</i>	14,47	20,59	6,8	1,98	Si
<i>Crotalaria sp.</i>	11,34	11,43	0,33	1,98	No
<i>Desmodium sp.</i>	10,71	13,13	1,05	1,98	No

Fuente: Elaboración propia.

Haciendo las comparaciones del haz con el envés por especie con referencia a los valores del índice estomático, nos demuestran que estadísticamente existe diferencia significativa, excepto *Crotalaria sp.* y *Desmodium sp.*, en el cual no hay diferencias significativas.

**Cuadro N°26. Comparación de medias entre el haz y haz entre todas las especies, en estudio del Índice Estomático del haz y haz.**

Especies	Índice estomático (%) Haz X1	Índice estomático (%) Haz X2	tC	tT	Significancia al 95%
<i>Medicago sp.</i> Vs <i>Dalea elegans</i> Gillies ex Hook. & Arn.	18,98	14,47	5,70	1,98	Si
<i>Medicago sp.</i> Vs <i>Crotalaria sp.</i>	18,98	11,34	33	1,98	Si
<i>Medicago sp.</i> Vs <i>Desmodium sp.</i>	18,98	10,71	295	1,98	Si
<i>Dalea elegans</i> Gillies ex Hook. & Arn. Vs <i>Crotalaria sp.</i>	14,47	11,34	13	1,98	Si
<i>Dalea elegans</i> Gillies ex Hook. & Arn. Vs <i>Desmodium sp.</i>	14,47	10,71	179	1,98	Si
<i>Crotalaria sp.</i> Vs <i>Desmodium sp.</i>	11,34	10,71	2,73	1,98	Si

Fuente: Elaboración propia.

Los valores del índice estomático, nos demuestran que estadísticamente son diferentes en el haz entre *Medicago sp.*, *Dalea elegans.*, *Crotalaria sp.* Y *Desmodium sp.*, esto por tratarse de cuatro especies diferentes, en su anatomía epidérmica.

**Cuadro N°27. Comparación de medias entre el envés y envés entre todas las especies, en estudio del Índice Estomático del envés y envés.**

<b>Especies</b>	<b>Índice estomático (%) Envés X1</b>	<b>Índice estomático (%) Envés X2</b>	<b>tC</b>	<b>tT</b>	<b>Significancia al 95%</b>
<i>Medicago sp.</i> Vs <i>Dalea elegans</i> Gillies ex Hook. & Arn.	17,58	20,59	2,61	1,98	Si
<i>Medicago sp.</i> Vs <i>Crotalaria sp.</i>	17,58	11,43	41	1,98	Si
<i>Medicago sp.</i> Vs <i>Desmodium sp.</i>	17,58	13,13	4,94	1,98	Si
<i>Dalea elegans</i> Gillies ex Hook. & Arn. Vs <i>Crotalaria sp.</i>	20,59	11,43	65	1,98	Si
<i>Dalea elegans</i> Gillies ex Hook. & Arn. Vs <i>Desmodium sp.</i>	20,59	13,13	240	1,98	Si
<i>Crotalaria sp.</i> Vs <i>Desmodium sp.</i>	11,43	13,13	12	1,98	Si

Fuente: Elaboración propia.

Los valores del índice estomático, nos demuestran que estadísticamente son diferentes en el envés entre las cuatro especies de *Medicago sp.*, *Dalea elegans.*, *Crotalaria sp.* y *Desmodium sp.*, esto por tratarse de cuatro especies diferentes, en su anatomía epidérmica.

## **CAPÍTULO IV**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## CAPITULO IV

### 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 4.1. Conclusiones

- Las cuatro especies estudiadas *Medicago* sp., *Dalea elegans* Gillies ex Hook. & Arn., *Crotalaria* sp., *Desmodium* sp., corresponden a la Familia Leguminosae y sub familia Papilionoideae; con hojas compuestas trifolioladas e imparipinnadas
- La ubicación de los estómas es anfiestomático para las cuatro especies, como así también el aparato estomático es del tipo anomocítico en cada una de ellas.
- La densidad estomática del haz, corresponde a *Medicago* sp. con 315 estomas/mm<sup>2</sup>; *Dalea elegans* Gillies ex Hook. & Arn 354 estomas/mm<sup>2</sup>; *Crotalaria* sp. 84 estomas/mm<sup>2</sup> y *Desmodium* sp. con 157 estomas/mm<sup>2</sup> respectivamente.
- La densidad estomática del envés, corresponde a *Medicago* sp. con 276 estomas/mm<sup>2</sup>; *Dalea elegans* Gillies ex Hook. & Arn 315 estomas/mm<sup>2</sup>; *Crotalaria* sp. 81 estomas/mm<sup>2</sup> y *Desmodium* sp. con 275 estomas/mm<sup>2</sup> respectivamente.
- La densidad de células propiamente dichas (CPD) del haz, corresponde a *Medicago* sp. con 1.344 CPD/mm<sup>2</sup>; *Dalea elegans* Gillies ex Hook. & Arn 2.092 CPD/mm<sup>2</sup>; *Crotalaria* sp. 657 CPD/mm<sup>2</sup> y *Desmodium* sp. con 1.308 CPD/mm<sup>2</sup> respectivamente.
- La densidad de células propiamente dichas (CPD) del envés, corresponde a *Medicago* sp. con 1.293 CPD/mm<sup>2</sup>; *Dalea elegans* Gillies ex Hook. & Arn 1.215 CPD/mm<sup>2</sup>; *Crotalaria* sp. 625 CPD/mm<sup>2</sup> y *Desmodium* sp. con 1.819 CPD/mm<sup>2</sup> respectivamente.
- Los índices estomáticos determinados con promedio, en el haz de las hojas en cada especie son: *Medicago* sp. con el 18,98%; *Dalea elegans* Gillies ex Hook. & Arn 14,47%; *Crotalaria* sp. 11,34% y *Desmodium* sp. 10,71% respectivamente.

- Los índices estomáticos determinados con promedio, en el envés de las hojas en cada especie son: *Medicago* sp. con el 17,58%; *Dalea elegans* Gillies ex Hook. & Arn 20,59%; *Crotalaria* sp. 11,43% y *Desmodium* sp. 13,13% respectivamente.
- Haciendo las comparaciones del haz con el envés con referencia al Índice estomático por especie, estadísticamente existe diferencia significativa, excepto *Crotalaria* sp. y *Desmodium* sp., en el cual no hay diferencias significativas.
- Haciendo las comparaciones entre especies, del Índice estomático del haz y el envés, existe diferencias estadísticamente significativas entre todas las especies.

#### **4.2. Recomendaciones**

- Al conocer su clasificación taxonómica, descripción botánica y el estudio epidérmico, de estas cuatro especies *Medicago* sp., *Dalea elegans* Gillies ex Hook. & Arn., *Crotalaria* sp., *Desmodium* sp., que habitan el Valle Central de Tarija, continuar con estudios para incorporar estas como forraje para el ganado bovino y caprino.
- Aplicar la misma metodología en estudios epidérmicos de otras especies nativas, con el propósito de aportar con caracteres, propios de la planta a su descripción botánica, y que ésta sea más completa.
- Gracias a la identificación epidérmica de estas cuatro especies forrajeras nativas se podría repercutir en el sector pecuario ganadero, ya que con estas plantas nativas se puede alimentar un buen potencial pecuario, y así mismo puedan ser tomadas en cuenta para alimento forrajero en bovinos y caprinos.