


# UNIVERSIDAD DISTRITAL
# FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

**UNIVERSIDAD DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS**

**FACULTAD DE CIENCIAS Y EDUCACIÓN**

**PROYECTO CURRICULAR LICENCIATURA EN BIOLOGÍA**

**2019**

# DESCRIPCIÓN HISTOMORFOLÓGICA DE LOS ÓRGANOS VEGETATIVOS DE *Tillandsia fendleri* GRISEB, FAMILIA BROMELIACEAE PRESENTE EN UN SENDERO DEL PARQUE NATURAL CHICAQUE

**Daniela Paola Zambrano Álvarez**

**Proyecto de Trabajo de Grado para optar al título de Licenciada en Biología**

**Modalidad Investigación- innovación**

**Director**

**Mg. Germán Antonio Niño Galeano**

Nota de aceptación

_____

_____

_____

_____

_____

_____

_____

Firma del director

Bogotá. D.C., Enero de 2019

**Agradecimientos**

La presente investigación va en agradecimiento en primera instancia a Dios y mi familia por todo el apoyo durante toda mi vida y más en un proceso de formación tan importante. Al estimado profesor Germán Niño Galeano por la formación académica y amistad que me brindó; a la Universidad Distrital Francisco José de caldas por ser mi alma máter, permitirme ser parte de su alumnado y culminar con éxito mi carrera profesional. A Willy Camelo por ser una excelente persona y por su apoyo y acompañamiento. Al Parque Natural Chicaque por permitirme realizar el proyecto en sus instalaciones. Al Semillero de Investigación en Limnología Ecología, Educación Ambiental y Tecnología (SILEAT) por el apoyo y por permitirme ser parte del mejor grupo. A Fabian Calderón por apoyarme en el proyecto, ser mi amigo y guía en mi vida y formación académica además por ser una persona sumamente importante en mi vida. Finalmente a todos aquellos que me acompañaron durante mi formación. ¡Gracias!

## Justificación

Las características anatómicas y morfológicas de las especies nos permiten saber con exactitud los rasgos que las identifican, asimismo, permiten clasificar de manera más acertada el agrupo taxonómico al que pertenecen. Las descripciones histológicas de los organismos vegetales son esenciales para saber su anatomía y cómo los tejidos funcionan teniendo diferente morfología.

Además de ello los estudios de morfología proporcionan información acerca de las relaciones que las especies poseen con su medio y cómo éstas responden ante ciertos factores ambientales. Dichos estudios resuelven promover la conservación de la flora y fauna por medio de la difusión científica. Es por ello que ésta investigación pretende aportar al conocimiento científico de las plantas, además de difundir la importancia y ecología de las bromelias en nuestro entorno.

**Tabla De Contenido**


1. Resumen 9
2. Descripción del problema 11
3. Estado del arte 12
4. Objetivos 20
5. Marco teórico 21
    5.1 Las Bromelias 21
        5.1.1 Género *Tillandsia* 24
        5.1.2 Usos e importancia 26
    5.2 Bosque de niebla 28
    5.3 Técnicas de Histología Vegetal 29
    5.4 Tejidos Vegetales 29
        5.4.1 Sistemas vegetales 29
        5.4.2 Parénquima 31
        5.4.3 Tejido de sostén 34
        5.4.4 Tejido fundamental 35
        5.4.5 Tejido de protección 37
6. Metodología 38
        6.1 Fase de campo 38
        6.2 Fase de laboratorio 40
7. Resultados 41
        7.1 Descripción de la planta 41

7.2 Hoja 42

7.3 Tallo 47

7.4 Raíz 49

8. Análisis de resutlados 51

9. Conclusiones 56

10. Recomendaciones 57

11. Bibliografía 57

**Lista de figuras**

Tabla 1: Taxonomía de *T. fendleri*, Griseb. 25

Imagen 1: Partes de una Bromelia 22

Imagen 2: Bosque de niebla del Parque Chicaque 39

Imagen 3: Vista satelital de Parque Chicaque 40

Fotografía 1: *T. fendleri* del Parque Chicaque 42

Fotografía 2: Corte transversal y vista superficial de tricoma peltado 43

Fotografía 3: Corte transversal de hoja 44

Fotografía 4: Vista superficial y corte transversal de estoma 45

Fotografía 5: Corte transversal de hoja 46

Fotografía 6: Detalle de rafidios y gránulos de almidón 47

Fotografía 7: Corte transversal de tallo 48

Fotografía 8: Detalle del haz vascular y células del Xilema 48

Fotografía 9: Corte transversal de raíz 49

Fotografía 10: Detalle córtex de raíz 50

Fotografía 11: Detalle Córtex y cilindro vascular de raíz 50

## 1. Resumen

El presente estudio corresponde a una investigación descriptiva la cual tuvo como objetivo describir histológicamente los órganos vegetativos como hoja, tallo y raíz de *Tillandsia fendleri,* Griseb, especie perteneciente a la familia Bromeliaceae, presente en un sendero del Parque Natural Chicaque ubicado al suroccidente de la sabana de Bogotá, Municipio de San Antonio del Tequendama. Dicha investigación se desarrolló en 2 fases: la primera corresponde a una fase de campo en la cual se ubicó el transecto Pico de Águila para la colecta del espécimen dentro del Parque. Posteriormente se procedió a la identificación del ejemplar por medio de claves dicotómicas de diferentes autores, se realizaron cortes *in situ* de los órganos vegetativos de la planta (hoja, tallo y raíz) y se preservaron en FAA para su posterior estudio en laboratorio. En la segunda fase, de laboratorio, se realizaron cortes histológicos a mano alzada de la sección media de la hoja, tallo y raíz, los cuales se tiñeron con Safranina y Azul de metileno según la metodología propuesta por Johansen (1940). Dichos cortes se montaron con gelatina glicerinada con el fin de caracterizar los tejidos de los órganos anteriormente mencionados de *T. fendleri* y como material de apoyo para posteriores estudios. Como resultado se obtuvo: epidermis de la hoja compuesta por células papilosas únicamente por la cara abaxial; tricomas peltados (característica de la familia) en ambas caras; estomas de tipo ciclocítico. Haces vasculares de la hoja de tipo colateral cerrado, aerénquima rodeando los haces con células de brazos largos y con presencia de cloroplastos. A nivel de tallo se obtuvo parénquima cortical con colénquima lagunoso inmerso, haz de tipo colateral abierto, con presencia de rafidios y gránulos de almidón. Raíz velamen, exodermis multiestratificada con células de pared gruesa, córtex con colénquima

anular y aerénquima en un anillo discontinuo. La presencia de velamen no tan desarrollado muestra una disposición de rasgos epifitos.

**Palabras clave:** bromelia, *Tillandsia fendleri*, histología, bosque de niebla.

**Abstract**

The present study corresponds to a descriptive investigation which had as objective to describe histologically the vegetative organs like leaf, stem and root of *Tillandsia fendleri*, Griseb, species belonging to the family Bromeliaceae, present in a Path of the Natural Park girl located at the southwest of the savannah of Bogotá, municipality of San Antonio del Tequendama. This research was carried out in 2 phases: The first corresponds to a field phase in which the Transect Pico de Águila was located for the collection of the specimen inside the park. Subsequently, the identification of the specimen was carried out by means of dichotomous keys of different authors, in situ cuts of the vegetative organs of the plant were made (leaf, stem and root) and they were preserved in FAA for their later study in laboratory. In the second phase, of laboratory, histological cuts were performed freehand of the middle section of the leaf, stem and root, which were stained with safranin and methylene blue according to the methodology proposed by Johansen (1940). These cuts were mounted with glycerin gelatine in order to characterize the tissues of the aforementioned organs of T. Fendleri and as support material for further studies. As a result was obtained: epidermis of the leaf composed of cells pahaired only by the face axial; Trichomes Peltados (family property) on both sides; Ciclocítico type stomata. Leaf vascular beams of closed collateral type, aerenchyma surrounding the beams with cells of long arms and with presence of chloroplasts. At the stem level, cortical parenchyma was obtained with Colénquima Lagunoso immersed, open collateral type, with the presence of rafidios and starch granules.

Velamen Root, multistoried exodermis with thick-walled cells, cortex with annular Colénquima and aerenchyma in a discontinuous ring. The presence of velamen not so developed shows a disposition of epiphytos traits.

**Keywords:** Bromeliad, *Tillandsia fendleri*, histology, fog forest.

## 2. Descripción Del Problema

Las bromelias son un grupo de plantas que presentan un alto grado de diversidad referente a los lugares en donde se pueden encontrar, desde lugares áridos hasta ecosistemas como los páramos, además presentan diferentes características en su hábito de crecimiento puesto que pueden ser de hábito terrestre, epífita, hemiepífita o escandentes, por lo que presentan asociación con otras plantas a manera de soporte. Habitualmente se establecen en sitios con alta cobertura boscosa para su desarrollo, aunque, se pueden encontrar en sitios bastante luminosos. Es por ésta razón que pueden presentar un alto grado de impacto si las especies a las cuales están asociadas son deforestadas por actividades antrópicas o bien sea por malas prácticas agrícolas lo que implica a su vez la transformación de los ecosistemas naturales.

Actualmente existe gran conocimiento sobre la taxonomía de la familia de las bromelias lo que ha señalado un aporte significativo para la diversidad de este grupo, sin embargo, y aunque se han estudiado a nivel morfológico, hay muy poca información a nivel histológico de las especies de dicho grupo. Las pocas investigaciones relacionadas con la histomorfología de las bromelias, pertenecen a plantas distribuidas en países como Brasil, Argentina, México y Ecuador, de los géneros *Tillandsia, Bromelia* y *Puya.*

El Parque Natural Chicaque es considerado una reserva natural debido a la gran fauna y flora que alberga, aunque hay una clasificación como tal en el parque, aún falta mucha información sobre los diferentes organismos presentes en esta área. Para Colombia no se han encontrado estudios a profundidad histológica sobre algún género perteneciente a la familia Bromeliaceae, es por ello que el presente estudio tiene por objetivo estudiar e identificar la estructura histológica de los órganos vegetativos de *Tillandsia fendleri* presente en un sendero del Parque Chicaque con el fin de aportar a los conocimientos histomorfológicos de este género y sobre todo de la familia.

## 3. Estado Del Arte

- Como antecedentes principales se consideró el trabajo de Gutierrez Diana & Salamanca Andrea, en 2015, titulado **Guía visual de Bromelias presentes en un sector del Parque Natural Chicaque**, en el cual se tuvo como objetivo dar a conocer las principales características de las bromelias presentes en un sector del Parque Natural Chicaque a través del diseño de una guía visual fotográfica; caracterizar la fisionomía y la composición de las bromelias presentes en un sector del Parque Natural Chicaque; establecer las variables ambientales de las bromelias presentes en un sector del Parque Natural Chicaque y diseñar elementos que posibiliten la comprensión de la guía visual por parte del visitante. Este estudio se realizó en cuatro fases, una de referentes teóricos, una fase de campo en donde se selecciona el sendero teniendo en cuenta el tamaño del mismo, mayor número de visitantes y de cantidad de bromelias presentes, posteriormente se toman las medidas de las bromelias seleccionadas y tomando registro fotográfico. En esta misma fase se recolectan diferentes organismos asociados a este tipo de plantas, se preservan en alcohol al 70% y se toman muestras del agua almacenada entre las hojas de dichas plantas. La cuarta fase consta de

diseño de la guía donde se caracterizará la fauna fitotelmata, las bromelias asociadas y los senderos del parque. La última fase consistió de validaciones por parte de dos grupos, 1 )visitantes del parque Chicaque y 2) comunidad perteneciente a la universidad Pedagógica Nacional, los cuales realizaron recorrido por dos senderos; uno sendero Roquedal y el segundo Pico de águila, esto con el objetivo de brindar información a la comunidad visitante del parque sobre las bromelias presentes. Como resultado se obtuvo: guía visual validada y modificada de acuerdo a las opiniones de visitantes, trabajadores del parque y profesores del Departamento de Biología. Las especies encontradas fueron clasificadas dentro del género *Tillandsia sp*.. En el sendero Pico de Águila se registró *Tillandsia sp*. de inflorescencia café la cual fue la única encontrada en un sustrato rocoso, y en el sendero Roquedal la más abundante fue la *Tillandsia fendleri* con menor riqueza de fauna fitotelmata, además se registró otro individuo perteneciente a dicho género de inflorescencia fucsia la cual con menor abundancia. También se concluyó que las bromelias se encontraron en su mayoría en lugares de altitud superior a los 1000 msnm, lo que posiblemente se relaciona con que hubiera mayor abundancia de bromelias en estrato herbáceo.

- También se tuvo en cuenta el trabajo de Hornung Leoni Teresa, en el 2011, titulado **Anatomía Foliar de *Tillandsia complanata* Benth**, cuyo objetivo fue la descripción anatómica foliar de *T. complanata,* encontrada en el Cerro La Bandera, Mpio. Libertador, Estado Mérida, Venezuela. Su metodología se basó en cortes a mano alzada y tinción simple con el método de Johansen (1940) utilizando safranina y alciam blue como colorantes; el montaje se realizó en glicerina. Además de realizar macerados y raspado de epidermis. Dichos cortes se realizaron con una cuchilla luego se colocaron 2/3 partes de cloro y una de

agua, se lavó con agua, luego con alcohol (50 %) por 15 min. Se pasaron a safranina más alciam blue por 15 min. Y luego por alcohol por 15 min. Se realizaron lavados con agua destilada y luego se pasó por glicerina (líquida). Para la observación de epidermis se procedió a realizar cortes a lo largo de la superficie con una cuchilla y se aplicó el mismo método anterior. El macerado se realizó a partir de trozos de hoja en KOH, lavados con agua destilada, luego ácido acético al 10%, lavado con agua destilada y luego se pasó por alcohol al 50%. Se colocó en safranina + alciam blue por 2 horas con 3 gotas de HCl, lavado con agua, macerado y montaje en gelatina-glicerol. Como resultado se obtuvo la anatomía foliar compuesta por una epidermis seguida de una hipodermis gruesa en la cara abaxial, parénquima de tipo esponjoso con espacios intercelulares y de tipo estrellado ubicado a los costados de los haces vasculares, presenta espacios aeríferos y presentan función fotosintetizadora pues tienen un protoplasma denso. Haces vasculares de tipo colateral cerrado rodeados por una vaina fibrosa y pueden tener una vaina de parénquima más externa. La epidermis está constituida por un tejido de células alargadas con forma tubular cubiertas por una cutícula, células epidérmicas e hipodérmicas similares pero con una proporción menor, es decir, por una célula hipodérmica hay tres epidérmicas, hipodermis sinuosa con punteaduras. Los tricomas de la superficie foliar son de tipo peltados o escamosos, encontrados en la superficie adaxial y abaxial los cuales cubren menos del 50% de la superficie foliar. Dichos tricomas son estructuras multicelulares compuestas por un campo de células muertas y un troco de células vivas localizadas en una concavidad de la epidermis. Los estomas, encontrados únicamente en la cara abadaxial, se constituyen por dos células periestomáticas con paredes engrosadas, células oclusivas estomáticas con engrosamientos desiguales de las membranas, así las paredes internas cercanas al poro son más gruesas, mientras que las más cercanas a las células epidérmicas son más finas. En cortes y macerado

se observaron estomas con una estructura bastante particular, pues se encuentran parcialmente cubiertos por una serie de prolongaciones o excrecencias digitiformes de las células periestomáticas, que podrían proteger al estoma hundido bajo estas prolongaciones. En medio de los haces vasculares se observó aerénquima estrellado con actividad fotosíntetica. Haces vasculares desplazados hacia la cara adaxial de la hoja por lo que en la superficie abaxial existen más células parenquimatosas. Hacia el centro foliar se encuentra un parénquima de tipo esponjoso con espacios intercelulares. En las células subepidérmicas se observó gran cantidad de fécula (tejido de almacenamiento). Asimismo presenta un mesófilo isolateral. Esclerénquima constituido únicamente por fibras prosenquimatosas, que se encuentran hacia la cara adaxial sobre los haces vasculares. Dichos haces vasculares son de diferentes tamaños, algunos con conexión a la epidermis mediante la corrida de la vaina parenquimatosa. El xilema se diferencia en protoxilema y metaxilema, y está dispuesto hacia la cara adaxial de la hoja y el floema está dispuesto hacia la cara abaxial y constituido por numerosas células pequeñas anucleadas con algunas células acompañantes.

- También se tomó como referencia lo descrito por Mangone *et al*., 2011, en el trabajo titulado **Anatomía foliar de *Tillandsia didisticha* (Bromeliaceae) en la providencia de Tucumán**, realizado en Argentina, el cual tiene por objetivo describir la anatomía foliar de *T. didisticha*, dicha especie fue colectada en el Jardín Botánico de Fundación Miguel Lillo, se seleccionaron 5 individuos al azar. Para la obtención epidermis se usó la técnica de raspado de Metcalfe. Se realizaron cortes transversales a mano alzada; se empleó safranina, azul de cresilo y lugol como colorantes. Los preparados se montaron en agua glicerinada, se analizaron 4 campos ópticos para el cálculo del tamaño promedio de estomas y densidad de

estomas y escamas. Como resultados se describió: epidermis con células papilosas cuadrangulares y rectangulares con cutícula estriada, paredes sinuosas. Estomas en cara abaxial rodeados por4-8 células subsidianas con índice estomático de 10 estomas/mm2. Escamas hundidas típicas de la subfamilia Tillandsioideae en ambas caras y con pie bicelular, con densidad promedio de 51,52 escamas/mm2. Epidermis uniestratificadas con paredes engrosadas. Tejido subepidérmico formado por tres estratos de células isiodiamétricas. Se continúa con un parénquima acuífero, clorénquima radial asociado a los haces vasculares. Haces vasculares colaterales cerrados con casquetes esclerenquimatosos y vaina parenquimática. Entre los haces se observaron cámaras aeríferas, con diafragma parenquimático braciforme. Esclerénquima intervascular formado por macroesclereidas. Mesófilo con canales esquizógenos secretores de mucílago y cristales de oxalato de calcio en forma de rafidios y estiloides. En vista superficial y en sección transversal la vaina es histológicamente similar a la lámina aunque se diferencia de ella por la ausencia de estomas; en corte transversal se observa parénquima con presencia de granos de almidón con hilo puntiforme.

- Derwiduéf & Gonzalez, 2010, en el trabajo titulado, **Anatomía foliar en Bromeliaceae del Nordeste Argentino y Paraguay**, determinan las características anatómicas de hojas, estructura y desarrollo de escamas peltadas en 14 especies pertenecientes a la subfamilia Bromelioideae, 15 de la subfamilia Tillandsioideae y 2 de la subfamilia Pitcairnioideae. Como metodología, las secciones de hojas se los especímenes fueron fijadas en FAA (alcohol 70%: formol: ácido acético en una relación de 90:5:5). Se realizaron cortes de la parte media de la lámina foliar a mano alzada de o con micrótomo rotativo en previa inclusión en parafina tomando el método de Johansen (1940) modificada por Gonzáles & Cristóbal (1997). Como colorantes se usó safranina-

Astra blue y lugol (reconocimiento de almidón). Para su observación se usó microscopio óptico y microscopio de barrido electrónico, éste último se realizó en base a material fijado en FAA, deshidratado en serie ascendente de acetona, secado a punto crítico y metalizado con oro-paladio. Como resultado para la subfamilia Tillandsioideae se observó que las escamas peltadas están formadas por un escudo escudo y células alares. En corte transversal se observa que las escamas se insertan mediante dos células basales en una depresión de la epidermis, tienen un pedículo uniseriado, y sólo por células lenticulares, sin escudo, en las restantes subfamilias. En corte transversal las láminas presentan una epidermis uniestratificada con cristales de sílice, hipodermis parenquimática y parénquima acuífero. El clorénquima o parénquima clorofílico, se ubica en la zona media, alternando con cámaras o columnas, ocupadas por células aerenquimáticas irregulares a estrelladas. Los haces vasculares presentan vainas fibrosas, en algunos casos con largas prolongaciones. De acuerdo a la disposición de estos tejidos se describen tres tipos de mesófilo: dorsiventral, homogéneo e isolateral.

- Proenca & Gracas, en 2006, en el estudio titulado **Anatomía foliar de bromelias ocorrentes em áreas de cerrado do Estado de Sao Paulo, Brasil**, cuyo objetivo era describir características de la familia Bromeliaceae e indicar posibles adaptaciones anatómicas encontradas en las especies de cerrado, se estudiaron 5 especies de la subfamilia Bromelioideae, 7 especies de la subfamilia Tillandsioideae y 1 de la subfamilia Pitcairnioideae. El material usado se colectó de la Reserva biológica de Moji-Guacu, Estación de Itirapina, Área de protección ambiental de Corumbataí y de la Universidad de Sao Paulo Campus de Pirassununga. Las hojas se fijaron FAA según el método Johansen (1940) y luego en alcohol al 50%. Se hicieron cortes transversales de la parte media de las hojas a mano alzada, se tiñeron con safranina y azul de Astra y montadas en gelatina

glicerinada. Para dicho se usaron las hojas de dos a tres individuos de cada especie. Para la observación se usó microscopio electrónico de barrido, para ello se sometieron las muestras a deshidratación en serie etílica creciente y a punto crítico con gas carbónico, luego las muestras se montaron en soportes metálicos y metalizados con oro. Se realizaron estudios histoquímicos para ello las muestras se sometieron a Sudán IV, para evidencias sustancias lipídicas, a floroglucinol para lignificación y lugol para confirmar la presencia de almidón o compuestos fenólicos; a aceite de clavo y cristales de fenol para presencia de sílice en células epidérmicas y finalmente se usó ácido clorhídrico y ácido acético para la naturaleza química de los cristales. Los resultados se documentaron por medio de electrofotografías y fotomicrografías. Como resultados se obtuvo que en la subfamilia Bromelioideae, los estomas están profundizados en la epidermis, se identificó tejido epidérmico y subepidérmico; tejido parenquimático almacenador de agua; esclereidas no asociadas a los tejidos vasculares; con presencia de canales de aireación recorriendo longitudinalmente el mesofilo. En la subfamilia Tillandsioideae, las hojas tienen mayor proporción de cubrimiento de escamas, escamas en ambas caras de la hoja y mesófilo compacto. En la subfamilia Pitcairnioideae la estructura foliar semejante a las de Bromelioideae, sin embargo los estomas son un poco elevados en relación a la epidermis y son ausentes grupos de células esclerenquimatosas extravasculares.

- El trabajo de Scatena & Segecin, 2005, titulado **Anatomia foliar de *Tillandsia* L. (Bromeliaceae) dos Campos Gerais, Paraná, Brasil**, que tiene por objetivo caracterizar anatómicamente las hojas de doce especies del género *Tillandsia* e interpretar las posibles adaptaciones del hábito epífito de las estructuras anatómicas. Las especies se colectaron de la región de Campos Gerais, en Paraná, en los Parques Estaduales de Vila Velha

y Guartelá y en el Parque Municipal São Jorge. Parte del material recogido fue herborizado para posterior identificación, mientras que el restante fue fijado en FAA según la metodología de Johansen (1940) y almacenado en alcohol 70%. Como metodología se realizaron cortes a mano alzada con cuchillas de afeitar, en las regiones medias de las hojas. Se tiñeron los cortes con fucsina básica y azul de astra (Roeser 1962) y montadas en láminas. Para el estudio de la epidermis, se realizaron secciones paradérmicas a mano libre. Algunas secciones se utilizaron para las pruebas microquímicas, con solución de floroglucina en medio ácido (Johansen 1940) para lignina; y solución de azul de metileno (Langeron 1949), para verificar la presencia de mucilaje celulósico. Como resultado se obtuvieron que algunas estructuras anatómicas de las *Tillandsia* estudiadas, muestran la adaptación al hábito epifítico y algunas son peculiares de determinadas especies, que representan una característica para su identificación taxonómica. *Tillandsia usneoides,* puede ser identificada por presentar limbo plano-convexo. *Tillandsia streptocarpa* es la única especie que presenta cutícula ornamentada y hoja con estomas en ambas caras. *Tillandsia linearis* es la única especie que presenta haces vasculares totalmente envueltas por fibras pericíclicas. Las demás especies presentan estructuras anatómicas que forman agrupamientos por compartir más de un carácter.

- En 2001, Betancur en su **Guía de las Bromelias de Bogotá y sus alrededores** describe las especies de la sabana de Bogotá, dicho libro se realizó en conjunto con la alcaldía mayor de Bogotá, Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente-DAMA, en un arduo trabajo de campo, con toma de fotografías y descripción de cada especie encontrada. Se registran un total de 51 especies de bromelias agrupadas en 10 géneros: *Aechmea, Catopsis, Greigia, Guzmania,*

*Mezomelia, Pitcairnia, Puya, Racinaea, Tillandsia* y *Vriesea*. Describe *Tillandsia fendleri* como planta epífita o terrestre, de 1,70 a 2 metros, con hojas arrosetadas de aproximadamente 56 a 75 centímetros de largo. Inflorescencia terminal visible, erecta de 80 a 120 centímetros de largo, bipnnada u ocasionalmente tripinnada. Flores dísticas sin pedicelo. Con ovario superior, fruto en cápsula y semilla comosa. En Bogotá se encuentra en los bosques andinos como epífita y como saxícola en el matorral subpáramo.

## 4. Objetivos

General:

Describir histomorfológicamente los órganos vegetativos de *Tillandsia fendleri* familia Bromeliaceae

Específicos:

-Identificar y caracterizar la morfología interna de los órganos vegetativos de *T. fendleri.* Como raíz, hoja y tallo.

-Identificar los diferentes tejidos como de sostén, vascular y fundamental.

-Identificar conductos secretores en los diferentes órganos vegetativos.

-Identificar tipo de estomas y tricomas de la epidermis en la lámina foliar.

-Elaborar micropreparados fijos de cada órgano vegetativo de *T. fendleri* como material de apoyo.

## 5. Marco Teórico

### 5.1 Las Bromelias

Las Bromelias son plantas con gran adaptabilidad a condiciones ambientales diversas desde zonas cálidas y lluviosas como en zonas secas y frías. Generalmente crecen en las ramas de algunos árboles (hábitos epífitos), sin embargo algunas son de hábitos terrestres y rupícolas. Las bromelias están adaptadas para nutrirse de la humedad y residuos orgánicos como la hojarasca que caen sobre ellas (Betancur, 2001,& Miranda *et. al*., 2007).

Morfológicamente las bromelias se caracterizan por sus hojas organizadas en roseta alrededor de un tallo casi imperceptible (reducido), aunque algunas especies como *T. usneoides* tienen las hojas dispuestas en espiral. Las hojas pueden diferenciarse en cuanto a su base y su ancho, denotando tres tipos:

a. Triangulares: cuando presentan una base amplia redondeada volviéndose linear hacia el ápice.
b. Liguladas: forma y ancho uniformes en toda la lámina, angostas.
c. Lineales: hojas de forma lineal muy angostas.

La estructura en la cual la inflorescencia se sostiene se divide de acuerdo a su eje, erecta cuando el eje principal es erecto y péndula cuando el eje principal cuelga o cae. Las bromelias presentan inflorescencias simples, compuestas y aglomeradas, en el primer tipo las flores emergen solitarias del eje principal, cuando dos racimos emergen de un mismo punto son digitadas. Las compuestas comprenden aquellas en las que las flores nacen de ejes secundarios o terciarios, pueden ser pinnadas o bipinnadas como en *T. fendleri*. Las

aglomeradas las flores forman o asemejan un globo (Morales, 2002). Respecto a las brácteas se clasifican en:

Brácteas primarias: cuando nacen cerca de la inflorescencia y en la base de los racimos en ejes secundarios (imagen 1).

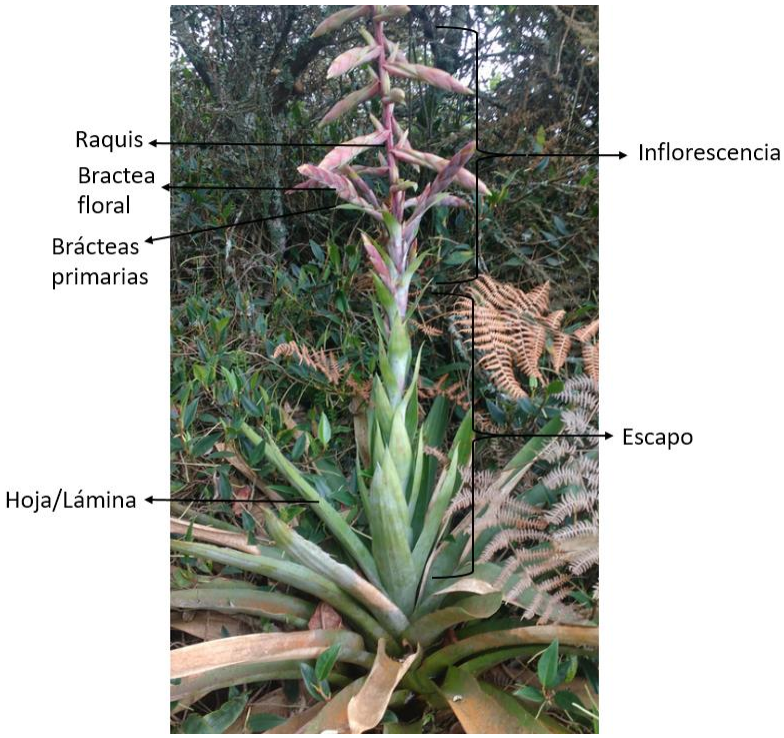



Imagen 1: partes de una bromelia

Brácteas florales: son las adyacentes a los sépalos de las flores cuando se encuentra en forma dística (en un solo plano) o política (distribuidas en varios planos).

Las raíces son reducidas ya que sólo las usan como mecanismo de agarre al sustrato donde viven bien sea a la rama de un árbol (epífita) o al suelo (terrestre). Sus hojas son ensanchadas en la base (vaina) y alargada en la parte terminal llamada lámina. Las vainas de las hojas, al sobreponerse, forman microestanques en donde se almacena agua proveniente de la lluvia y la humedad. Estos estanques cumplen un papel ecológico importante ya que se forma un

microecosistema donde varios organismos como insectos, protozoos, arañas entre otros viven de forma permanente allí, esto favorece el crecimiento y desarrollo de éstos. Éstas plantas son consideradas *fitotelmata* (phyto= planta & telma= estanque), el término hace referencia a plantas que poseen modificaciones en algunas estructuras como hojas, axilas de hojas y flores capaces de almacenar agua. (Betancur, 2001; Jaramillo, 2015).

Taxonómicamente las bromelias son monocotiledóneas pertenecientes a la familia Bromeliaceae, está constituida por 55 géneros aproximadamente y 3010 especies en todo el mundo (Betancur, 2001; Luther, 2004 citado por Alvarado *et. al.,* 2013). Ésta familia se divide en tres subfamilias Bromeliodeae, Pitcairnioideae y Tillandsioideae. En la primera se agrupan las piñas y piñuelas caracterizadas por ser terrestres o epífitas, con margen aserrado, ovario por debajo de los sépalos y pétalos, tienen frutos carnosos en forma de baya indehiscente, semillas desnudas. Contiene aproximadamente 30 géneros y 600 especies las cuales se distribuyen en zonas de baja altitud y humedad especialmente hacia la Amazonía, aunque el género *Greigia* es de preferencia de zonas altas como páramos y bosque andino, sus frutos ejercen un papel importante en la alimentación de algunos roedores (Betancur, 2001).

La subfamilia Pitcairnioideae se caracteriza por tener plantas terrestres con margen aserrado, ovario por encima de sépalos y pétalos, fruto seco en cápsula dehiscente, semillas bicaudadas o aladas. Ésta subfamilia contiene aproximadamente 15 géneros y 800 especies, ubicadas generalmente en los andes y en las formaciones de roca desnuda del escudo de las Guayanas hasta el oriente colombiano. Dentro de este grupo están los géneros *Navia, Pitcairnia* y *Puya* entre otras (Betancur, 2001).

La tercera subfamilia corresponde a Tillandsioideae comúnmente llamadas quiches y chupayas, caracterizadas por ser en su mayoría epífitas, margen entero (sin espinas), ovario por encima de los pétalos y sépalos, fruto en cápsula seca y con aberturas (dehiscente), semillas con penacho plumoso terminal (comosa), presentan tricomas peltados absorbentes en la epidermis de las estructuras vegetativas y florales responsables de la captura agua proveniente de la humedad. Se encuentran aproximadamente 1000 especies agrupadas en 10 géneros los cuales habitan zonas montañosas andinas y algunas zonas bajas tropicales. Dentro de este grupo se encuentra el género *Tillandsia* uno de los más representativos puesto que contiene mayor cantidad de especies. (Betancur, 2001; Cruz *et al.*,2010, citado por Jaramillo, 2015).

### 5.1.1 Género *Tillandsia*

El género *Tillandsia* posee alrededor de 460 especies distribuidas desde los Estados Unidos hasta el norte de Argentina, con un rango altitudinal muy amplio (desde el nivel del mar hasta 3800 metros sobre éste), para Colombia se han reportado 72 especies de éste género distribuidas por todo el territorio, sin embargo, la zona Andina es la que presenta mayor riqueza entre los 2000 y 3000 metros de altitud (Betancur & García, 2002).

Dentro de éste género se caracterizan plantas con hábitos terrestres, epífitas o en ocasiones crecen sobre rocas, pueden ser caulescentes (tallo bien diferenciado de la raíz) o no; hojas arrosetadas o fasciculadas, lámina ligulada a angostamente triangular o lineal, las cuales pueden dar diferentes formas a la planta como la típica forma en roseta, estrellada, en forma de tanque, bulbiforme o aciculares. Las hojas están cubiertas por tricomas peltados que cubren toda la hoja permitiendo captar y retener nutrientes y agua; éstos también le permiten a la planta protegerse ante la radiación solar, puesto que refleja la luz. Escapo terminal erecto

generalmente, se puede encontrar péndulo en la mayoría de hábitos epífitos; la inflorescencia puede ser simple o compuesta, habitualmente en espiga dística, política o espiralada. Cada flor puede estar sujeta por un pedúnculo o no. Las brácteas florales pueden ser visibles o muy pequeñas, sépalos simétrico o no, pueden estar unidos (connados) o libres; los estambres pueden estar unidos al pétalo en la parte basal o libres. Las especies de éste género presentan ovario súpero; fruto en cápsula, fruto seco con aberturas (dehiscente), semillas comosa (con apéndices plumosos) o fusiformes (Betancur, 2001; Chilpa, Andrade, Rodríguez & Reyes, 2017; Standley & Steyermark, 1958, Smith & Downs, 1977, Davidse, Sousa & Chater, 1994, citado por Consejo Nacional de Áreas Protegidas [CONAP], 2010)

La taxonomía de *Tillandsia fendleri* corresponde a:

| | |
|---|---|
| Reino | Plantae |
| División | Tracheophyta |
| Clase | Magnoliopsida |
| Orden | Poales |
| Familia | Bromeliaceae |
| Subfamilia | Tillandsioideae |
| Género | *Tillandsia* |
| Epíteto específico | Fendleri |
| Autor del epíteto específico | Griseb. |
| Nombre científico | *Tillandsia fendleri* Griseb. |

Tabla 1: Taxonomía de *T. fendleri* Griseb.

Según Betancur (2001) *T. fendleri* se caracteriza por ser de hábito epífito o terrestre de 170 a 200 centímetros de altura, hojas arrosetadas de 56 a 75 centímetros de largo sin pseudopecíolo, glabras (sin escamas), liguladas y de margen entero. Tiene inflorescencia terminal visible, erecta de 80 a 120 centímetros de largo, bipinnada u ocasionalmente tripinnada, raquis visible. Brácteas florales imbricadas, con carina, 48-52 milímetros de lago, igualando los sépalos verdes con variación rosada, glabras, ápice recto, margen entero. Flores dísticas sin pedicelo. Sépalos simétricos de 45 a 48 milímetros de largo todos libres y carinados, pétalos de 49-53 milímetros de largo, lilas sin lígula. Ovario superior, fruto en cápsula y semilla comosa. Se distribuye por todo el noroeste de Suramérica y las Islas del Caribe, es de amplio rango de distribución altitudinal puesto que va desde el nivel del mar hasta los páramos, en Bogotá se encuentra en los bosques andinos como epífita y como saxícola en el matorral subpáramo.

### 5.1.2 Usos e importancia

Dentro de las bromelias encontramos su uso a nivel alimenticio como la piña (*Ananas comosus*) la cual era cultivada desde hace mucho por los nativos de la Amazonía, también indígenas americanos la usaban para preparar bebidas alcohólicas, asimismo, la piña contiene una enzima llamada bromelaina la cual se usa como ablandador de carne. Los frutos de *Bromelia karatas* y *Greigia sphacelata* son consumidos directamente o en bebidas en varios países de Latinoamérica, las hojas pueden ser usadas para la creación cestos. En la Amazonía Colombiana se consumen frutos de especies como *Aechmea corymbosa* (sacha piña) y *Aechmea rubiginosa* (piña de monte). Otras bromelias como *Aechmea magdalenae* tiene aplicación textil de alta calidad y resistencia; *Tillandsia usneoides* es usado como heno, adorno navideño y para uso medicinal; *Bromelia pinguin* es usada en algunas bebidas de la

región del Valle del Cauca y en países como Panamá se utiliza como medicina para la tos; algunas especies de los géneros *Guzmania* y *Tillandsia* son usadas para envolver el llamado bollo de quiche, comida típica de las montañas de Cundinamarca y Boyacá. La guapilla o *Hechtia glomerata* es usada como forraje ya que proporcionan alimento y agua en zonas muy secas. Algunas bromelias son utilizadas por su belleza como ornamentales bien sea como plantas de interior o de jardín (Betancur, 2001; Hornung-Leoni, 2011; Mondragón D., Ramírez I., Flores M. & García J., 2011)

A nivel ecológico las Bromelias juegan un papel fundamental para el equilibrio ecosistémico debido a que en varias especies las hojas forman estanques donde se almacena agua y materia orgánica formando un ambiente propicio para otras especies como algas, microorganismos, arácnidos, anfibios, platelmintos entre otros, por lo que se clasifican como fitotelmata (phytotelmata) que se define como pequeños cuerpos de agua provenientes de precipitaciones o secreciones que se almacenan en diferentes partes de la planta; dicha disposición de las bromelias influye en la abundancia, riqueza y diversidad de especies asociadas a éstas plantas. Otras especies como *Tillandsia streptophylla*, *T. bulbosa* y *T. pseudobaileyi* las vainas de las hojas se inflan para formar cámaras que funcionan como sitio de construcción de hormigueros, creando una relación simbiótica (Ramírez, 2012; Ospina F., Estévez J., Realpe E. & Gast F., 2008). Además de establecer relaciones con organismos pequeños, también sirve de alimento para el oso de anteojos debido a que éste trepa a los árboles más grandes y de copas más amplias para alcanzar la planta debido a su gran tamaño (Celsia S.A., 2014).

## 5.2 Bosque de niebla

Los bosques de niebla en Suramérica están ubicados por encima de los 2000 y por debajo de los 3500 metros sobre el nivel del mar, justo debajo del límite de páramo, éstos representan un equilibrio estratégico en el ciclo natural de agua ya que son reservas importantes del preciado líquido, además de sumideros para la captación de carbono. Siendo una característica de éste tipo de bosque el servicio hídrico que proporciona, como captura de agua por medio de la condensación de nubes, neblina (Bubb *et al.*, 2004) y humedad lo que le da la apariencia del manto de nubes que envuelve las cumbres de las montañas (Romero, 2012).

Los bosques de niebla presentan una alta biodiversidad en términos de riqueza de especies de fauna y flora, sobretodo de plantas epífitas vasculares y no vasculares y grupos animales como anfibios, aves y una gran gama de invertebrados. Debido a la riqueza que ofrecen dichos bosques las actividades antrópicas han ejercido un gran impacto sobre éste ecosistema, por lo que son altamente vulnerables tanto a dichas actividades como a cambios climáticos. El aire y humedad proveniente de regiones más bajas se condensan para producir la nubosidad que lo caracteriza. Los bosques de niebla están compuestos por árboles de gran porte, con dosel continuo y vegetación estratificada; sin embargo la presencia de epífita es de gran importancia debido a la capacidad de muchas de almacenar agua la cual se dispone para otras especies (Romero, 2012; Armenteras, 2010).

Los bosques de niebla alojan una gran cantidad de especies animales y vegetales, particularmente los que se ubican en la zona andina puesto que son ricos en especies endémicas de dichas regiones, además son considerados como bancos de germoplasma para

la agricultura puesto que se pueden extraer especies cultivables con fines comerciales (Armenteras, 2010).

Respecto a las epífitas como las bromelias juegan un papel importante como formador de microecosistemas y cuando terminan su ciclo vital hacen parte de la materia orgánica y pueden constituir un 50% de la flora de los bosques de niebla junto con otras epífitas (Toledo, 2014).

### 5.3 Técnicas de histología vegetal

Las técnicas histológicas hacen referencia a una serie de pasos para la obtención y visualización de tejidos de algún individuo para poder estudiar las características morfológicas a nivel celular, funcionamiento, cambios anatómicos, reproducción entre otros. Existen diversas técnicas para el estudio histológico, el uso de cada una será de acuerdo al ejemplar que se esté estudiando y el tipo de tejido que se quiere visualizar, asimismo requiere de una serie de reactivos (como tinciones) e instrumentos para poder llevar a cabo la descripción requerida. Dichas técnicas pueden establecer patrones para determinar, identificar y comparar estructuras de las especies vegetales (Catán *et al.*, 2003; Ortega *et al*., 1993).

### 5.4 Tejidos Vegetales

#### 5.4.1 Sistemas Vegetales

Se agrupan en tres sistemas vegetales: dérmico, encargado de proteger la planta, donde se encuentran epidermis (crecimiento primario) y peridermis (crecimiento secundario); fundamental, distribuido en todos los órganos de la planta menos en la raíz, responsable de hacer la fotosíntesis, almacenar agua y nutrientes y formar el córtex y si está ubicado entre

el tejido vascular se denomina médula, lo conforman parénquima, colénquima y esclerénquima. Por último se encuentra el sistema vascular, el cual transporta agua y nutrientes por toda la planta, en éste se encuentra el xilema (primario y secundario) y floema (primario y secundario) (Alonso, 2011).

En los vegetales así como en los animales, existe una diferenciación en los tejidos de acuerdo a su función, sin embargo, a contraste de los animales, las plantas (superiores) poseen sitios especializados en hacer crecer al organismo aumentando el volumen de sus órganos (raíz, tallo, hoja y flor) y multiplicando el número de éstos, dichos sitios se denominan meristemos. Los meristemos se clasifican en primarios y secundarios.

- Meristemos primarios (apicales e intercalares): causan el crecimiento en longitud de los órganos durante su fase inicial de desarrollo. Los meristemos apicales están situados en los ápices de brotes o caulinares y raíces; el *meristemo apical caulinar* es el encargado del crecimiento del tallo, ramas, hojas y órganos reproductores. *El meristemo apical radical* da lugar a la raíz. Por su parte los meristemos intercalares son zonas de tejido primario activo situados en la base de las ramas y en vainas de las hojas de muchas plantas monocotiledóneas (gramíneas), es el encargado del engrosamiento de los órganos vegetativos (Gómez *et. al*., 2002; Alonso, 2011).
- Meristemos secundarios o laterales: se localizan en los laterales de las ramas del tallo y de las raíces de aquellas plantas que desarrollan crecimiento secundario aumentando su grosor. Se divide en dos: cambium vascular y el interfascicular, responsable del desarrollo en espesor de los tejidos internos de la planta, origina el xilema y floema secundario. El segundo es el cambium suberoso o felógeno, origina

el súber (capa de suberina que impermeabiliza las células) felodermis o felederma (parénquima cortical) el conjunto forma la peridermis (Gómez *et. al.*, 2002).

El conjunto de células iniciales que dan origen a la zona meristemática se denomina *promeristema*, o lo que Hanstein (1868) nombró como *histógenos*, dan origen a tres zonas básicas:

- Protodermis o dermatógeno: da origen a la epidermis.
- Fundamental o periblema: consta de una o varias capas de células situadas subyacentes al dermatógeno, da origen al parénquima cortical, colénquima y esclerénquima.
- Procambium o pleroblema: origina el cilindro central el cual incluye el sistema vascular y el parénquima medular.

### 5.4.2 Parénquima

Se dice que es un tejido precursor de otros, puesto que en las plantas más primitivas se encuentra de manera equivalente. Es un tejido poco diferenciado pero de gran importancia para la planta puesto que se encuentra en todos los órganos de ésta, exceptuando la raíz sólo en la familia Araceae. El parénquima se encuentra en médula, córtex, raíz, mesófilo de hoja, carnosidad de frutos, endosperma de frutos etc. Éste tejido se origina a partir del meristemo fundamental, el parénquima asociado al sistema vascular primario se forma a partir del procambium; y el asociado a los componentes vasculares en desarrollo secundario se forma a partir del cambium. Se caracteriza por tener diversas formas a nivel celular generalmente son prismáticas aunque también se pueden encontrar de forma isodiamétrica, lobulada,

estrellada con o sin espacios intercelulares, dichos espacios pueden conformarse de dos maneras:

- Lisígena: por lisis de células presentes. Es común en la formación de bolsas de secreción y en el parénquima de plantas acuáticas y de raíces de monocotiledóneas.
- Esquizógena: por separación de las células existentes debido al crecimiento celular y reabsorción de la lámina media, tiene lugar en la formación de conductos resiníferos.
- Esquizogenolisis: puede una parte desaparecer por lisogénesis y la otra por esquizogénesis.

Tipos de parénquima

- Parénquima clorofílico o clorénquima: Se localiza debajo de la epidermis, están provistas de numerosos cloroplastos para la fijación del carbono mediante la fotosíntesis. Es el más abundante en las hojas como conjunto de células con forma alargada formando el parénquima de empalizada.
- Parénquima lagunoso: es frecuente por debajo del p. de empalizada, células más redondeadas y con espacios intercelulares muy amplios dando lugar a cámaras o lagunas, el origen de dichos espacios pueden ser esquizógeno o lisígeno.
- Aerénquima o parénquima aerífero: es común en plantas acuáticas o de aquellas que crecen en lugares encharcados, presenta menos cloroplastos y sus células dejan grandes espacios intercelulares llenos de aire, por lo tanto tiene mejor intercambio de gases entre el medio externo e interno, en ciertos casos las células adquieren una forma estrellada.
- Parénquima de reserva: se puede situar en partes diferentes de la planta como cotiledones, médula, rizomas y parénquima de tubérculos. Dichas células tienen

paredes delgadas y presentan espacios intercelulares muy pequeños, aunque pueden almacenar sustancias en la pared celular primaria como celulosa. Entre las sustancias que se pueden almacenar está el almidón (en estructuras llamadas amiloplastos) , lípidos, proteínas, glúcidos simples, sales minerales y agua. Dichas sustancias pueden presentarse de forma concreta o disuelta dentro de la vacuola o el citoplasma. En algunos casos se pueden observar acumulaciones de oxalato de calcio en forma de drusas, ráfides (rafidios), estiloides, arenas cristalinas o redondeada la cual forma un depósito llamado cistolito.

- Parénquima acuífero: se caracteriza por almacenar agua, son de gran tamaño, paredes delgadas, no tienen cloroplastos, las vacuolas de estas células retienen el agua por medio de mucílago, asimismo para evitar la desecación en climas secos, es usual de plantas xerofíticas.
- Parénquima cortical: se encuentra debajo de la epidermis en la raíz o en el tallo, su pared es un poco engrosada gracias a la hemicelulosa.
- Parénquima medular: suele ser de gran tamaño en plantas leñosas, son células de pared fina o a veces pueden ser de pared gruesa y con puntuaciones.
- Células de transferencia: son células que en su pared posee protuberancias internas las cuales transfieren solutos a corta distancia se encuentra en el embrión en desarrollo, dentro de una glándula, hacia dentro o hacia fuera de los tubos del floema, en los vasos del xilema.
- Parénquima asociado al floema: se denominan células anexas en las cuales se depositan productos de la fotosíntesis, se observan en los haces vasculares de las monocotiledóneas como el pasto.

- Células de Strasburguer: se encuentra en gimnospermas, presentan actividad enzimática y respiratoria, cumplen la misma función de las células anexas.

### 5.4.3 Tejido de sostén

Es aquel que le confiere a las plantas resistencia gracias al engrosamiento de la pared celular, los tejidos mecánicos son el colénquima y esclerénquima, se agrupan bajo en nombre de estereoma.

- Colénquima: se halla generalmente en órganos en crecimiento o en órganos maduros de herbáceas, posee cloroplastos, su pared primaria se engrosa uniformemente o en algunas zonas, carece de pared secundaria. Su función radica en resistencia a la tracción, sin embargo al no presentar lignina en su pared le otorga a la planta plasticidad. El colénquima puede esclerificarse en tallos y peciolos maduros. Existen cuatro tipos de colénquima:
    - C. angular: presenta engrosamiento hacia los ángulos.
    - C. anular: presenta lumen circular y su engrosamiento es uniforme.
    - C. laminar o de placa: el engrosamiento se dispone en una sola dirección determinada, es decir, tangencialmente.
    - C. lagunar: el engrosamiento es alrededor de los espacios intercelulares.
- Esclerénquima: son células muertas que poseen bastante celulosa en su pared primaria, y desarrolla una pared secundaria muy engrosada y dura gracias a que contiene lignina. Se divide a su vez en fibras y esclereidas.
    - Fibras: son angostas y largas aguzadas, pueden tener punteaduras, se pueden encontrar en tejido fundamental y vascualr, por ubicación se diferencian en xilemáticas y extraxilemáticas: las primeras corresponden a las que se

encuentran entre el xilema, poseen diferentes tipos de punteaduras aerolar, lenticular o con punteadura simple. Las fibras extraxilemáticas corresponden a aquella ubicadas por fuera de los haces vasculares bien sea en el córtex o rodeando el haz.

- Esclereidas: se encuentran por la corteza y médula de órganos como tallo, raíz, hojas, frutos y en la testa de las semillas. Su pared es sumamente engrosada. Se diferencian cinco tipos: braquiesclereidas de forma isodiamétrica; astroesclereidas ramificacdas y en forma de estrella; tricoesclereidas filiformes con ramas; macroesclereidas con forma de varilla empalizadas; osteosclereida con forma de hueso, engrosado hacia los extremos.

### 5.4.4 Tejido fundamental

Comprende una serie de tejidos distribuidos a lo largo de toda la planta por medio del cual se conduce agua y otros solutos, se compone de xilema encargado del transporte del agua y sustancias disueltas en ella desde la raíz al resto de la planta y floema quien reparte los nutrientes orgánicos por toda la planta.

- Xilema: es el tejido que compone lo que llamamos madera, aunque es de conducción también sirve de sostén para la planta, el transporte es unidireccional hacia las superficies de evaporación. Lo componen células alargadas con paredes lignificadas y sin contenido citoplasmático (muertas), en la pared engrosada se forman relieves que le confieren resistencia a la presión. Existen dos tipos de xilema, el xilema primario (protoxilema y metaxilema) deriva del procámbium, luego a partir del

cambium vascular se forma el xilema secundario cuando hay crecimiento secundario de la planta. El xilema se compone de:

- Elementos vasculares: que se dividen a su vez en tráqueas (vasos) llamadas elementos de la tráquea, que son numerosas células unidas por medio de sus paredes basales y apicales perforadas para la comunicación, formando así canales especiales para el transporte de sustancias. Las tráqueas a su vez se dividen de acuerdo al engrosamiento de la pared del protoxilema en anilladas (engrosamiento en anillo), helicadas (engrosamiento en hélice), doble helicadas y anulo helicadas (hélice y anillos). En el metaxilema se clasifican como escaleriformes, reticuladas y punteadas. Existen un tipo de punteadura areolada que presenta una abertura llamada toro, la cual permite un mayor control sobre la cantidad de agua que entra a la célula.

  Las traqueidas son similares sin embargo se unen sin perforaciones de las paredes quedando de manera individual. Son más estrechas, alargadas y no presentan perforaciones en los extremos sino puteaduras. También presentan engrosamiento de la pared de tipo anillado, helicado, punteado y escaleriformes.

- Elementos no vasculares: donde se encuentran parénquima axial y radiomedular y fibras esclerenquimáticas

- Floema: se encarga del transporte de sustancias derivadas de la fotosíntesis en varias direcciones por toda la planta desde las fuentes hacia los sumideros. Son células vivas con pared delgada, protoplastos y plasmodesmas. El floema primario se origina del

procambium (proto y metafloema). Cuando hay crecimiento secundario se origina del cambium vascular. Consta de:

- Elementos vasculares: entre los elementos vasculares se encuentran los tubos cribosos que son células unidas entre sí por sus bases atravesadas por cribas denominadas elementos e los tubos cribosos. El otro componente corresponde a células cribosas que se superponen sin que las paredes formen una placa.
- Elementos no vasculares: se encuentran células anexas que acompañan a loa tubos cribosos, las células albuminíferas o de Strasburguer acompañando a las células cribosas, parénquima axial y radiomedular, fibras esclerenquimáticas.

### 5.4.5 Tejido de protección

Se define como un tejido vivo que aísla o recubre externamente la planta del medio, está en todos los órganos de la planta es una capa impermeable formada por células aplanadas se denomina epidermis. Cuando hay desarrollo secundario la epidermis aumenta de grosor, éstas no se multiplican, la epidermis se pierde y se recubre de un tejido protector secundario llamado peridermis. Dicho tejido regula la transpiración y el intercambio de gases por medio de los estomas y en la raíz interviene en la absorción de nutrientes y agua. De forma externa se encuentra una capa compuesta por una sustancia lipídica llamada cutina que hace contacto con la pared celular de la epidermis, es impermeable al agua, evita la desecación y refleja ciertos rayos luminosos protegiendo a la planta de la radiación. La epidermis puede ser uniseriada (una sola capa) o multiseriada (más de una capa) la cual se encuentra en el tejido de absorción de la raíz de plantas epífitas. La peridermis aparece en órganos con crecimiento secundario como tallo y raíz de plantas leñosas, como se dijo anteriormente reemplaza la epidermis, está compuesta por súber. En los espacios intercelulares de la epidermis se

encuentran estructuras especializadas para el intercambio de gases llamados estomas, se componen de células oclusivas (donde se genera la apertura para el intercambio) que a su vez están rodeadas de células acompañantes (diferentes a las epidérmicas). Los estomas se clasifican en:

- Anomocíticos: donde las células oclusivas son rodeadas por varias células acompañantes que no se distinguen de las células epidérmicas.
- Anisocíticos: células oclusivas rodeadas de células acompañantes desiguales.
- Diacítico: células oclusivas rodeadas de dos células acompañantes ubicadas hacia los polos.
- Paracítico/rubiáceo: cada célula oclusiva acompañada de una célula acompañante paralelamente.
- Actinocítico: c. oclusivas rodeadas por una corona de células acompañantes.
- Ciclocítico: c. oclusivas rodeada por uno o más anillos de células acompañantes.

## 6. Metodología

### 6.1 Fase de campo

*Descripción del área de estudio*

El Parque Natural Chicaque es una reserva natural ubicada al suroccidente de la sabana de Bogotá, en la vertiente occidental de la cordillera oriental, dentro de la vereda de Chicaque, Municipio de San Antonio del Tequendama, colindando con los municipios de Soacha y Bojacá en el Departamento de Cundinamarca, reconocido a nivel nacional como una reserva natural con presencia de bosque alto andino. Tiene un gradiente altitudinal entre los 2000 m.s.n.m. hasta los 2720 m.s.n.m. Presenta diferentes tipos de vegetación perteneciente a selva

sub andina superior e inferior según Cuatrecasas (1989) citado por Parques Naturales de Colombia ,2012. También se puede encontrar vegetación lacustre como matorrales de zonas inundadas, plantas arbustivas y vegetación forestal en zona de selva nublada, bosques secundarios y de robles.



Imagen 2: Bosque de niebla del Parque Chicaque

En cuanto a fauna y flora, Parques Naturales de Colombia, mencionan que el parque cuenta con un registro de 20 especies de mamíferos, 8 especies de escarabajos y otras especies de anfibios y reptiles, el grupo más estudiado han sido las aves, de las cuales se tiene un registro de 214 especies; 630 especies vegetales conformadas en 121 familias y 275 géneros, siendo las de mayor riqueza pertenecientes a la familia Asteraceae y Ochidaceae. El sedero Pico de Águila presenta uno de los bosques de gaques (*Clusia multiflora*) mejor conservados, se ubica en cumbres de montaña y escarpes rocosos.




Imagen 3: Vista satelital de Parque Chicaque, extraído de Google Maps, 2018.

En la primera fase de campo se determinó el transecto Pico de Águila para la colecta del espécimen, se georreferenció mediante GPS marca Garmin modelo map 62sc, y se anotó la información en una libreta de campo. Para la colecta se tomaron hojas jóvenes y parte de la inflorescencia para no maltratar la planta, luego se introdujeron en fijador FAA (8:1:1 etanol 70%, ácido acético glacial 100%, formaldehído 37%) (Armiñana & García, 2012) las muestras se transportaron en nevera de icopor. Se tomaron fotografías de los rasgos más significativos de la planta para poder determinarla taxonómicamente por medio de claves dicotómicas de diferentes autores como Alvarado *et al*. (2013) y Coffani *et al*.(2010). Se les hizo recambio de fijador a las 24 horas.

**6.2 Fase de laboratorio**

Posterior a esto se realizaron cortes a mano alzada de los componentes vegetativos de la planta con una cuchilla minora de la siguiente manera: cortes transversales: sección

media de la hoja, raíz y tallo. Se utilizó la técnica de diafanización con hipoclorito de sodio para poder desprender y observar el tejido epidérmico. Para teñir los cortes se usó Safranina y Azul de Metileno. Para las muestras de hojas y raíz se usaron ambas tinciones de la siguiente manera: dejaron con Safranina 10 minutos, posterior se pasaron por concentración de alcohol al 70% durante 10 minutos para deshidratar la muestra y aclarar la coloración. Luego se añadió azul de metileno diluido en agua, después se lavaron los cortes con agua destilada para proceder a su observación en microscopio. Para los cortes de tallo sólo se usó azul de metileno diluido en agua para su observación. Los micropreparados se fijaron en gelatina glicerinada. Finalmente se tomaron fotografías en diferentes aumentos de los cortes para la caracterización de los tejidos (micropreparados).

## 7. Resultados

### 7.1 Descripción de la planta

Como resultado se encontró que *Tillandsia fendeleri* se halló en el sendero Pico de águila a unos 503 metros aproximadamente del punto de inicio del sendero, a una altura de 2347 metros sobre el nivel del mar, con ubicación N 04° 36.379', O 074° 18.634'.

*Tillandsia fendleri* objeto de estudio se identificó morfológicamente por las siguientes características: planta de aproximadamente 1 metro y 50 centímetros, hojas dispuestas de manera arrosetada en un cormo. Lámina de la hoja triangular, ápice menor a 45 grados (atenuada), presenta tricomas peltados, tiene manchas irregulares o maculada, margen entero, escapo evidente con brácteas, las más cercanas a la inflorescencia son más cortas. Inflorescencia terminal erecta, raquis visible (laxo) y brácteas primarias rectas. Brácteas florales imbricadas con carina, sin dientes, al parecer más largas que los pétalos, éstos de

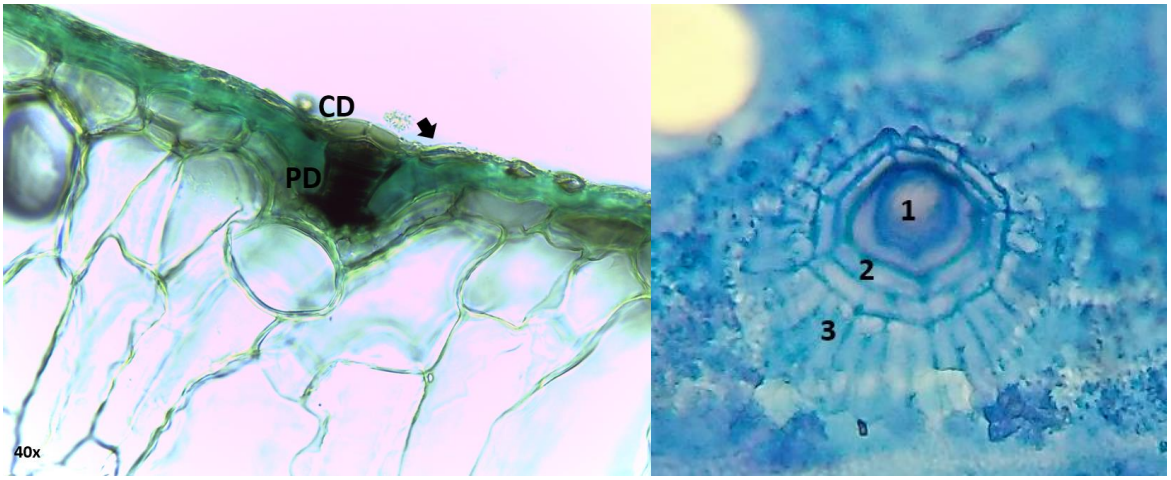
color lila, sin dientes (Fotografía 1). Tipo de flor dística. Tallo reducido de aproximadamente 3 centímetros de largo y 2 de ancho, raíces ramificadas desde la base, lignificadas .



Fotografía 1: *T. fendleri* del Parque Chicaque

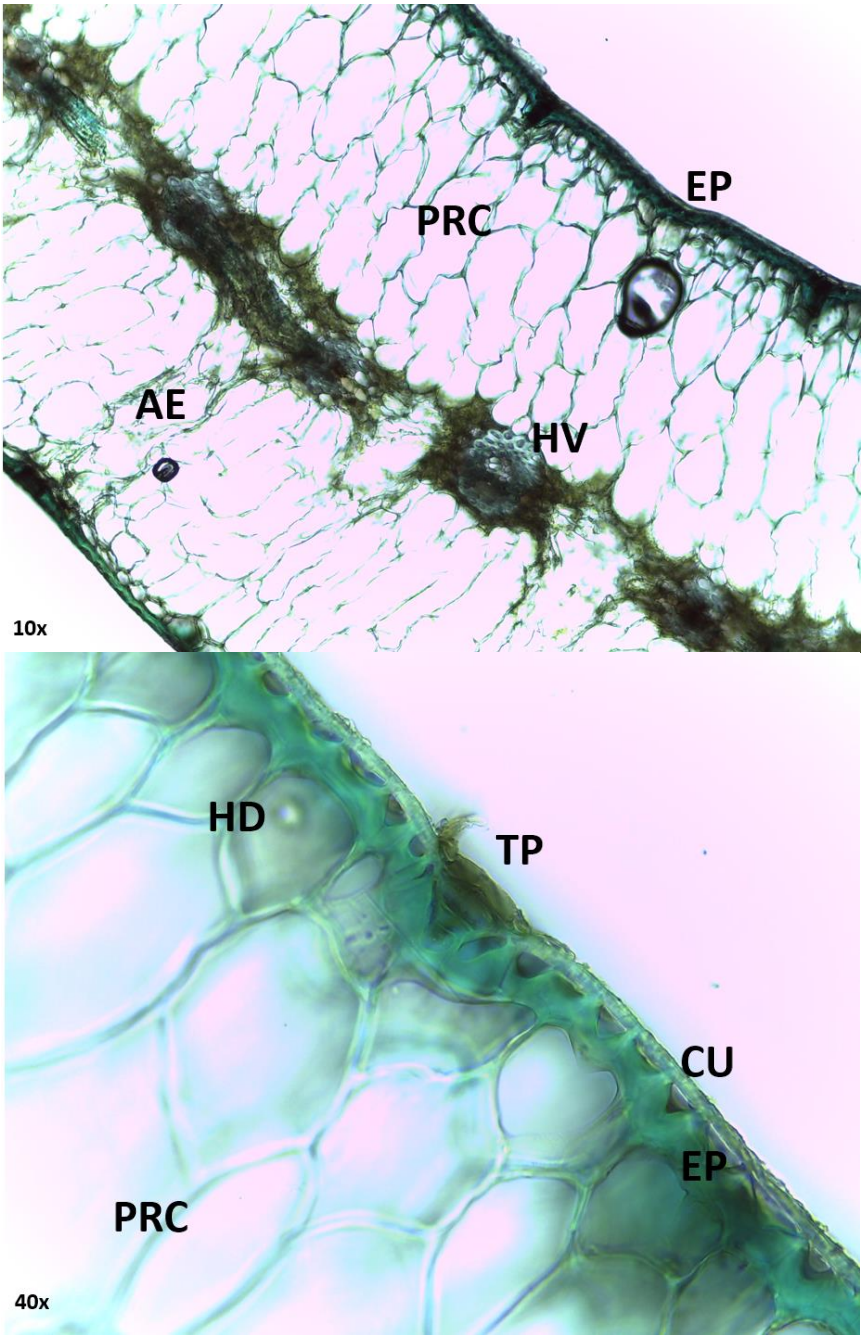
**7.2 Hoja**

Teniendo en cuenta los cortes realizados tanto a la lámina foliar como a las brácteas del escapo esta planta se encontró que presenta tricomas de tipo peltado (característica de la familia Bromeliaceae) distribuidas a lo largo de la lámina foliar y siendo en mayor proporción por el envés. En vista superficial de epidermis se observaron tricomas peltados en criptas, el pedúnculo está compuesto por 3 a 5 células; se observaron 4 células centrales en el disco rodeada por 7 a 9 células de los anillos pericentrales, acompañando a éstas se encuentran una serie de 30 a 32 células alargadas radialmente de pared delgada que conforman el ala de forma simétrica (fotografía 2). En vista superficial se observan células epidérmicas rectangulares, papilosas en el haz, con pared estriada y engrosada (lignificada).




Fotografía 2: Corte transversal y vista superficial de tricoma peltado (escama): CDD- células del disco; PD- pedúnculo; flecha célula alar; 1- células el disco; 2- anillos pericentrales de 7 a 9 células; 3- células alares de 30 a 32. Tinción Azul de metileno

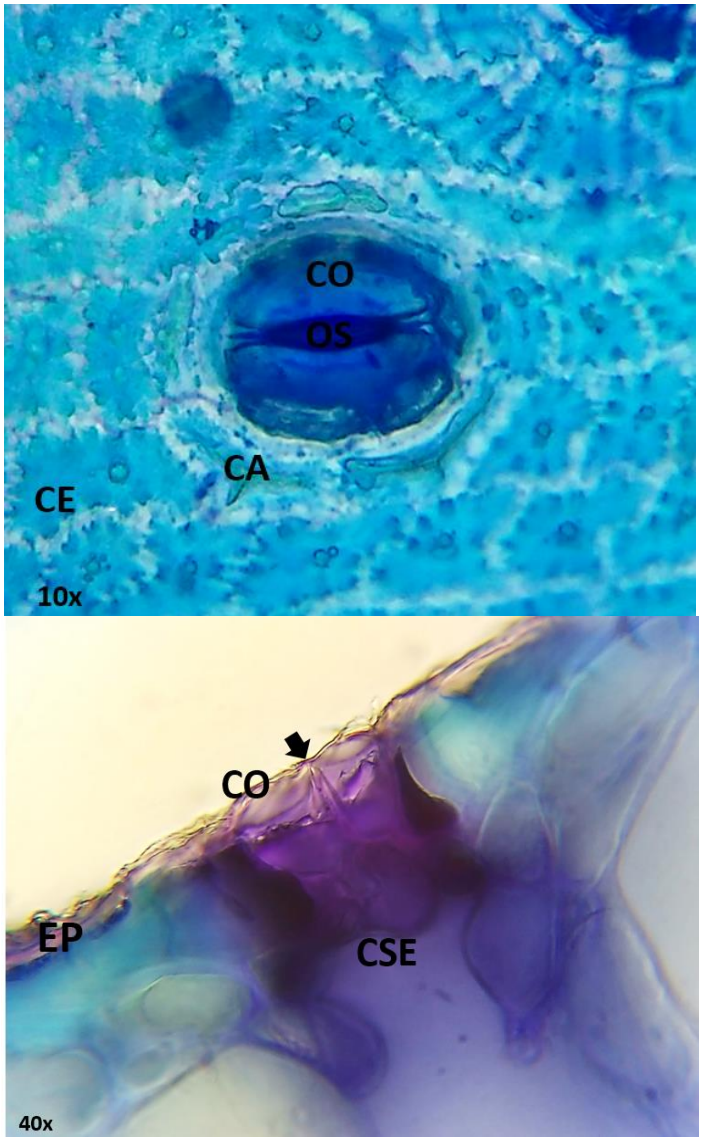
En corte transversal la hoja presenta una curvatura moderada, epidermis con pared engrosada y cutícula, hipodermis clara de pared fina y lumen amplio; hoja equifacial, aerénquima en cordones que se encuentran justo debajo de la cámara subestomática; células del aerénquima con brazos y cloroplastos (fotografía 3). Estomas presentes en la cara abaxial de la hoja (hipoestomática), se observan dispuestos en hileras a lo largo de la lámina foliar y al mismo nivel que las células epidérmicas.




Fotografía 3: Corte transversal de hoja, AE- aerénquima; CU- cutícula; EP-epidermis; HD-hipodermis; HV- haz vascular; PRC- parénquima cortical; TP- tricoma peltado

Estomas de tipo ciclocítico, puesto que dispone de 1 o más anillos de células acompañantes.

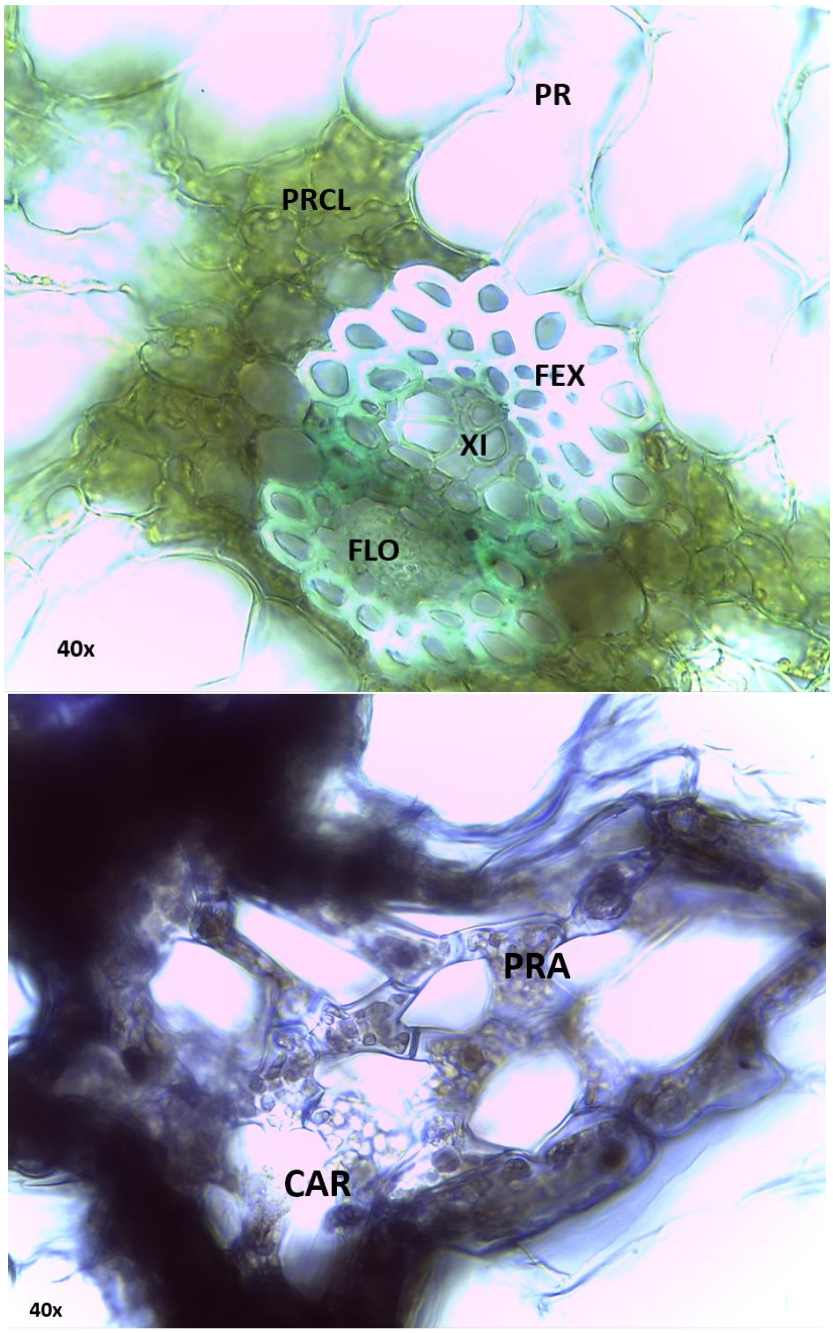
Los estomas en corte transversal se observan con una gran cámara subestomática (fotografía 4).




Fotografía 4: Vista superficial y corte transversal de estoma: CA- célula acompañante; CE- célula epidérmica; CO- célula oclusiva; CSE- cámara subestomática; EP- epidermis; OS y flecha- ostiolo. Tinción Azul de metileno (arriba) y azul + safranina (abajo).

En los extremos terminales de la hoja confluye epidermis con esclerénquima. Aerénquima en dirección hacia los haces vasculares formando un cordón donde se conecta con células de parénquima clorofílico. Parénquima clorofílico, de células de forma regular, con numerosos cloroplastos rodeando el haz. Haz de tipo colateral cerrado, fibras extraxilemáticas (esclerénquima) rodeando el haz; entre los haces se observan cámaras aeríferas de tamaño

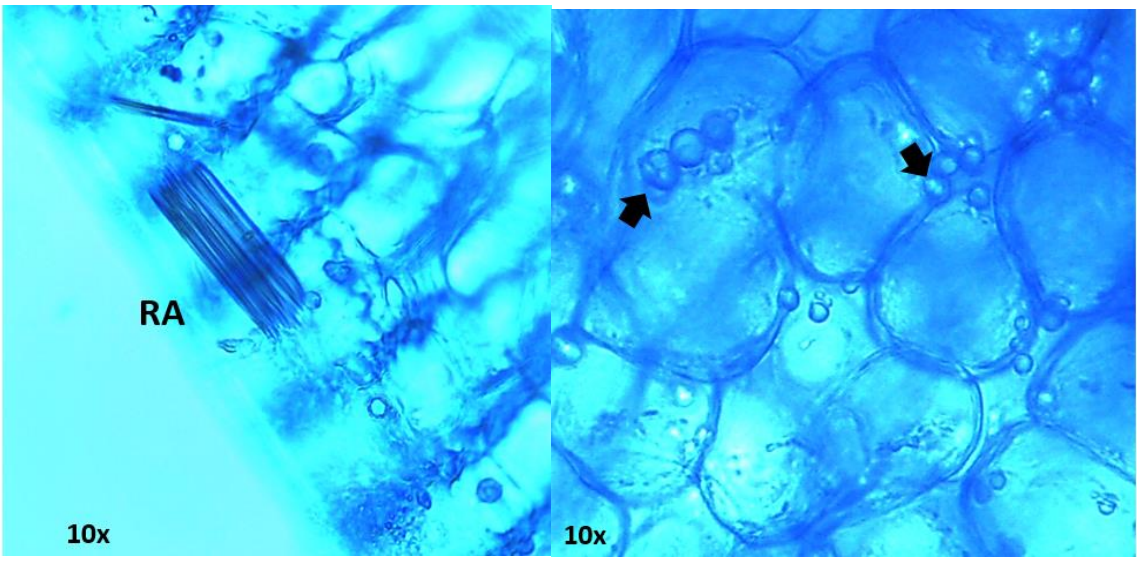
considerable con células parenquimatosas clorofílicas y con brazos que asemejan una forma estrellada (fotografía 5).




Fotografía 5: Corte transversal de hoja, detalle de haz vascular: CAR- cámara aerífera; FEX- fibras extraxilemáticas; FLO- floema; PR- parénquima; PARA- parénquima aerífero; PRCL- parénquima clorofílico. Tinción azul de metileno (arriba) azul + safranina (abajo).

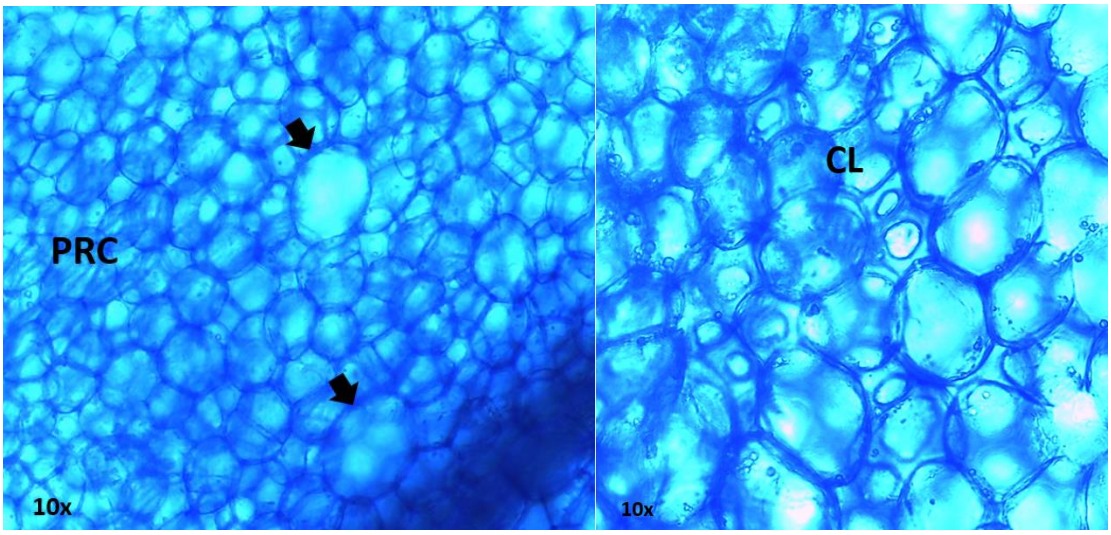
### 7.3 Tallo

Debido a la reducción del tallo y la disposición de las hojas de manera arrosetada, no fue posible distinguir de manera clara la epidermis; se observa rafidios (acumulación oxalato de calcio) y algunos gránulos de almidón (fotografía 6).



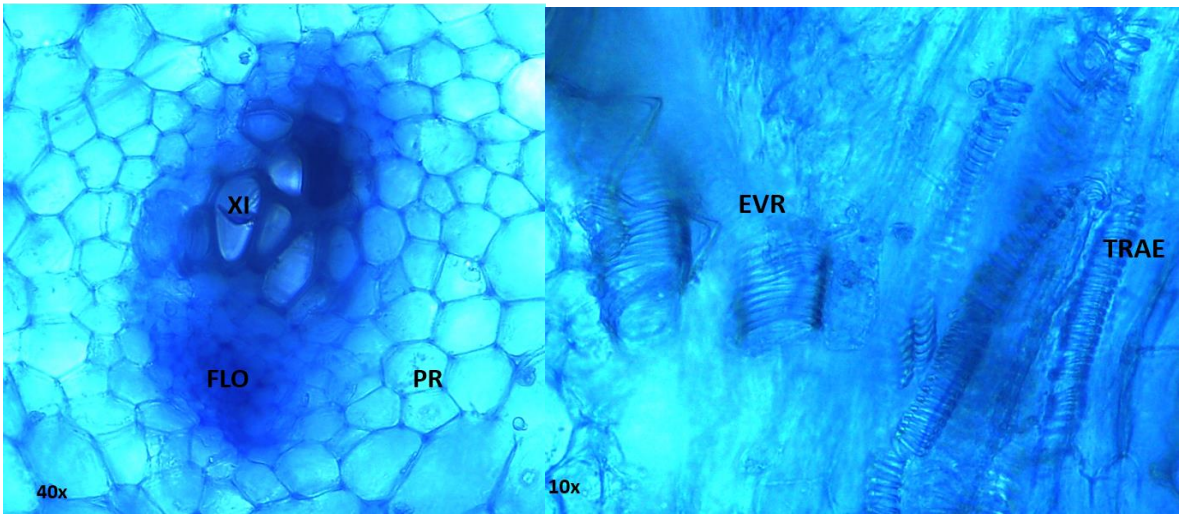

Fotografía 6: Detalle de rafidios y gránulos de almidón: RA- rafidio; flechas- gránulos de almidón. Tinción Azul de metileno

Córtex parenquimatoso de células regulares con presencia de colénquima lagunoso, cambium incipiente, con presencia de canales esquizogénicos (fotografía 7).




Fotografía 7: Corte transversal de tallo: CL- colénquima lagunoso; PRC- parénquima cortical; flechas canales esquizogénicos. Tinción Azul de metileno.

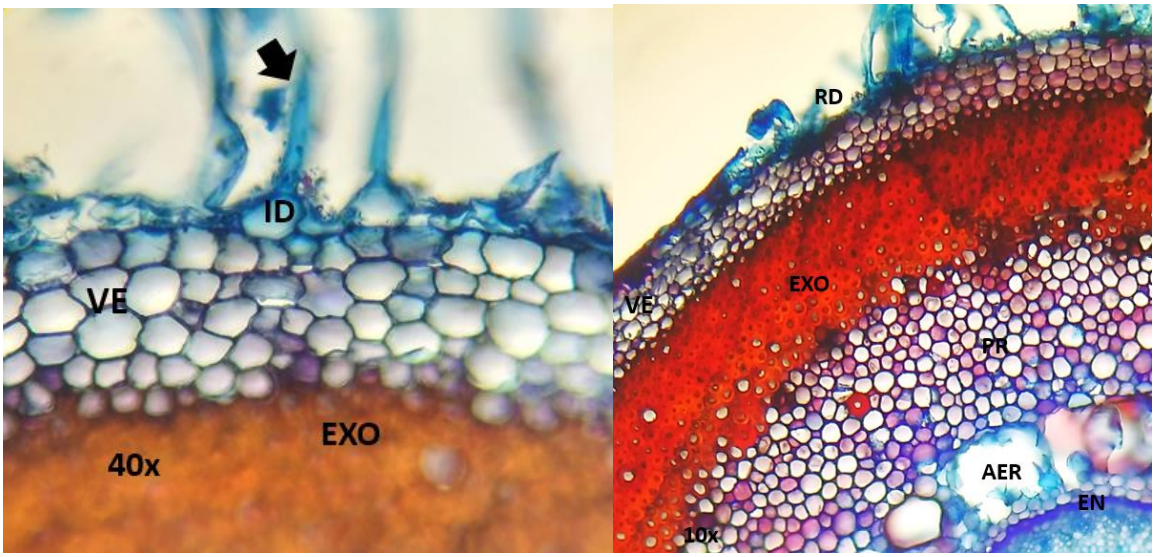
Haces vasculares de tipo colateral puesto que el xilema está ubicado seguidamente del floema, y distribuidos al azar en el córtex y procámbium difuso con células rectangulares. Se observan traqueidas de tipo espiralada/helicada y elementos del vaso de tipo reticulado (fotografía 8).



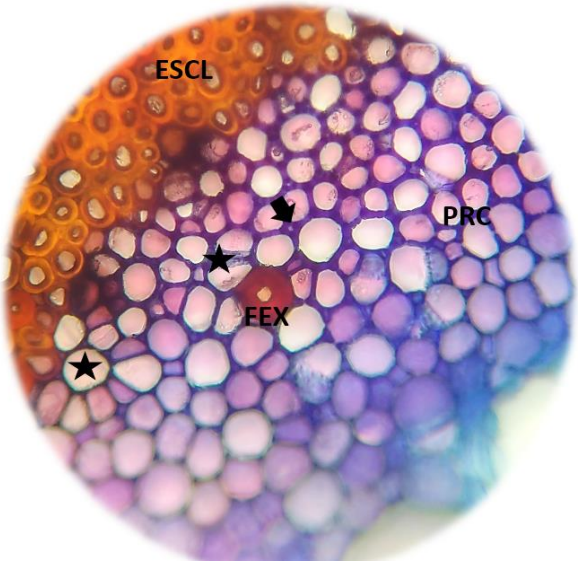

Fotografía 8: Detalle del haz vascular y células del Xilema: EVR- elemento del vaso tipo reticular; FLO- floema; PR- parénquima; TRAE- traqueida espiralada; XI- xilema.

## 7.4 Raíz

Rizodermis con pelos radicales con presencia de idioblastos, se observa rizodermis y exodermis separado por velamen multiestratificado no tan desarrollado de células con paredes delgadas lumen amplio y forma irregular, exodermis pluriestratificada compuesta por células de pared secundaria engrosada por lignina (lignificada), zona de parénquima con tejido de colénquima, trígonos y fibras extraxilématicas, aerénquima rodeando la endodermis en un anillo discontinuo (fotografía 9). Presencia de canales esquizogénicos y trígonos (fotografía 10).

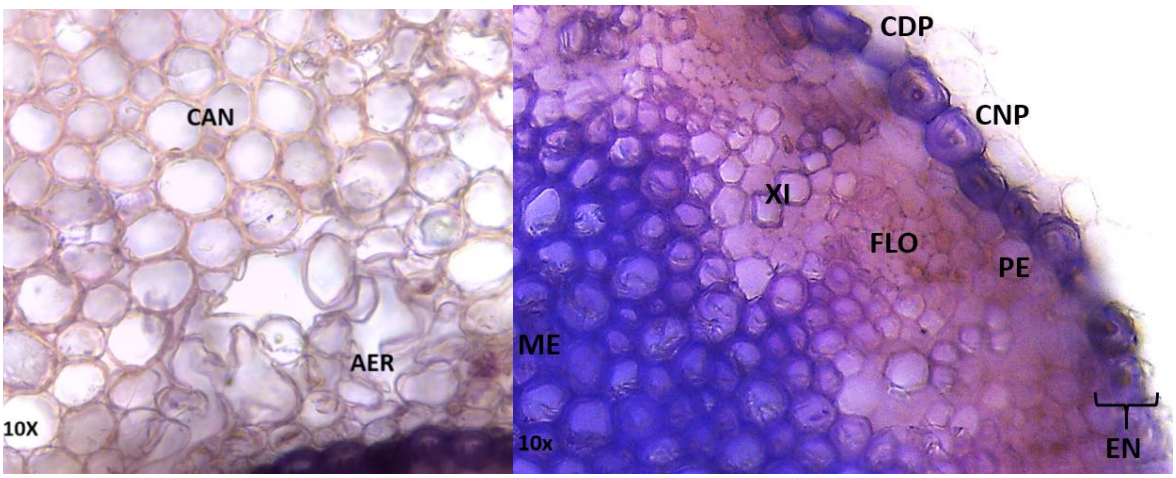



Fotografía 9: Corte transversal de raíz: AER- aerénquima en anillo discontinuo; EN- endodermis; EX- exodermis; ID- idioblasto; PRC- parénquima cortical; RD- rizodermis; VE- velamen; flecha- pelo radical. Tinción azul de metileno y safranina.




Fotografía 10: Detalle córtex de raíz: ESCL- esclerénquima; FEX- fibra extraxilemática: PRC- parénquima cortical; flecha- trígono; estrellas- canales esquizogénicos.

Endodermis uniestratificada con células de paso y no paso de pared engrosada y lumen pequeño, periciclo de una sola capa de células regulares. El sistema de haces vascular se clasifica en protoestela exarca o actinoestela en donde el metaxilema se dispone hacia el centro unido una célula con la otra, rodeando una médula de tipo esclerenquimatosa, con pared engrosada.




Fotografía 11: Detalle Córtex y cilindro vascular de raíz: AER- aerénquima; CAN- colénquima anular; CDP- células de paso; CNP- células de no paso; EN- endodermis; FLO- floema; ME- médula; PE- periciclo; XI- xilema. Tinción azul de metileno y safranina.

## 8. Análisis de resultados

Para la determinación taxonómica se usó la clave de Alvarado *et. al.* (2013), y la descripción dada por Betancur (2001), sin embargo, Betancur menciona que *T. fendleri* es de tipo glabra (sin tricomas) a simple vista, de acuerdo al resultado y vista al microscopio ésta planta si presenta tricomas de tipo peltado.

La características histomorfológicas descritas en el presente trabajo para *Tillandsia fendleri,* en cuanto a la anatomía foliar coinciden con el trabajo realizado por Mangone *et. al*. (2011) ya que en la epidermis se presentan células rectangulares de paredes sinuosas y papilosas. Según Proenca & Gracas, (2007) las células con paredes sinuosas y anticlinales le proporcionan un mayor contacto entre las células lo que confiere una mayor resistencia en las contracciones y expansiones foliares cuando hay turgencia. Sin embargo, en el haz se observó que en las células epidérmicas no se diferenciaron papilas, asimismo los estomas se organizaban en hileras sólo por la cara abaxial (hipoestomática), lo que afirma en parte la hipótesis de Derwidueé & Gonzalez (2010), en donde describieron que la distribución de las escamas está relacionada a la ondulación de la superficie de las especies, aunque en éste caso no corresponde con la ubicación de los estomas bajo la protección de las escamas, puesto que como resultado se obtuvo que los estomas quedan en la superficie de ondulación sobre las escamas o acompañadas en menor proporción por ellas. Las escamas proporcionan a la planta una cobertura significativa en la superficie además de un medio de absorción de agua y nutrientes del medio ambiente y reducción de la transpiración lo que muestra una alta especialización (Scatena & Segencin, 2005). Mongone *et. al.* (2011) afirma que es

característico de la subfamilia las escamas insertadas en la epidermis lo que se verifica con el resultado.

Derwidueé & Gonzalez (2010) afirman que para la subfamilia Tillandsioideae las escamas poseen en el disco 4 células, posterior a éstas se encuentran dos series de células pericentrales dispuestas en dos anillos, el primero consta de 8 y el segundo de 16 células, el número de células alares corresponden entre 50 a 70, lo que como resultado de ésta investigación discrepa puesto que en la mayoría de las escamas se encontraron entre 30 a 40 células alares. Como resultado se observó que la epidermis en los extremos del mesófilo confluye con tejido esclerenquimático, lo que se había reportado en algunas especies del género *Tillandsia* por Scatena & Segecin (2005) y lo que puede significar una adaptación mecánica de las hojas como respuesta a factores medioambientales.

La hipodermis al ser de tipo parenquimatosa coincide con la descripción de lo que caracteriza a la subfamilia Tillandsioideae. Derwidueé & González (2010) plantean una epidermis de forma rectangular y con cuerpos de sílice en la mayoría de especies estudiadas (algunas del género *Tillandsia*) lo que no coincide con los resultados obtenidos. Mangone *et. al*. (2011), registraron una hipodermis uniestrata de células cuadrangulares y engrosamiento en forma de U sin formación de esclereidas ni sílice lo que concuerda totalmente con el resultado obtenido. Sin embargo difiere de la subfamilia en cuanto al parénquima acuífero pues, no se observó presencia alguna de dicho tejido. Los autores mencionados anteriormente también afirman la presencia de gránulos de almacenamiento de almidón en la epidermis o córtex del

mesófilo, lo que no coincide en nuestros resultados puesto que dichos gránulos se encontraron a nivel de tallo. Referente a los estomas Mangone *et., al.(*2011) citando a Scatena & Segecin (2005), describen estomas tipo anomocíticos para el género *Tillandsia*, teniendo esto en cuenta es un nuevo reporte a nivel de tipo de estoma ciclocítico para el género, caracterizado por estar las células oclusivas rodeadas de 1 o más anillos de células acompañantes, para dicho género dado los resultados obtenidos.

Los haces vasculares en la lámina foliar se caracterizan por ser de tipo colateral cerrado lo que coincide con lo expuesto por Mangone *et., al.* (2011), Vallejo (2014), Derwidueé & González (2010) y Hornung (2011), los cuales están rodeados por tejido esclerenquimático y vaina parenquimática y entre los cuales se ve una clara cámara aerífera y clorénquima rodeando los haces con abundantes cloroplastos, esto confirma un carácter esencial de las bromelias puesto que se ha encontrado en especies pertenecientes a las subfamilias Pitcainioideae y Bromelioideae.

De igual manera la presencia de acumulaciones de oxalato de calcio en forma de rafidios no se encontró a nivel de hoja sino de tallo. Para la descripción y comparación de tallo según Bruno *et., al*. (2002) la corteza posee espesor variable con clorénquima y algunos contienen rafidios en su interior, es posible encontrar raíces adventicias; estela de tipo actactoestela con haces colaterales cerrados. Proenca & Gracas, (2007) citando a Brighigna *et., al.* (1984) afirman que el oxalato de calcio le sirve a la planta con diversos fines como neutralizar la gran cantidad de ácido oxálico de las hojas, de almacenamiento de calcio y

ácido oxálico, de reabsorber el oxalato de calcio en caso de descompensación cálcica, o pueden servir como depósitos de residuos producidos por el metabolismo, también se le atribuye el uso para alejar a los herbívoros. En comparación con lo descrito anteriormente los resultados coinciden en parte debido a que el tallo de *Tillandsia fendleri* presenta una amplio córtex parenquimatoso, rafidios, tipo de estela atactoestela (típico de monocotiledóneas), sin embargo difiere respecto que no se encontró clorénquima. Se halló colénquima lagunar, gránulos de almidón, haces dispersos hacia la parte media central, el tipo de haz es colateral abierto puesto que no se hallaron fibras xilemáticas rodeándolo. La presencia de almidón fue observada por Dettke & Milaneze-Gutierre (2008) quienes afirman sobre la funcionalidad del polisacárido en la planta, el cual beneficia la propagación vegetativa de la especie. También se encontraron canales esquizogénicos en tallo y raíz los cuales pueden ser de tipo mucilaginoso según lo reportado en bibliografía, lo cual le provee protección en temporada de alta exposición solar.

Respecto a la raíz los resultados coinciden con lo expuesto por Silva & Scatena (2011), donde describen una rizodermis, exodermis, córtex diferenciado, endodermis y periciclo, en algunas especies del género *Tillandsia* se encontraron células de córtex de paredes engrosadas con lignina, exodermis pluriestraificada, células esclerosadas formando un cilindro, células del parénquima cortical de pared delgada y espacios intercelulares visibles con granos de almidón, y en dicha región son espacios de aire, rafidios, endodermis y periciclo uniseriados, la endodermis teniendo células de paso y no paso; médula con parénquima de pared muy engrosada. En nuestros resultados también se encontró colénquima de tipo anular acompañando el córtex. El velamen se infiere como característico de plantas

de hábitos epífitos, según Fonseca & Mitsuko (2015) citando a Tomlinson (1969), Pita & Menezes (2002) Segecin & Scatena (2004) y Proenca & Sajo (2007) el velamen puede estar o no presente en las bromelias ya que acreditan que éste puede estar más asociado a factores genéticos que ambientales; en nuestro caso el velamen no tan desarrollado presenta una característica de hábito terrestre del individuo encontrado y su presencia puede evidenciar los dos hábitos adaptativos en los que se puede encontrar la planta.

Silva & Scatena (2011) citando a Tomlinson (1969) también sugieren que dichos espacios de aire (aerénquima) en la corteza interior de las raíces puede ejercer función de transporte de agua por medio de la capilaridad, pudiendo ser una respuesta de adaptabilidad al hábito en epífito.

Respecto a la parte ecológica las epífitas representan una parte importante en el ecosistema de bosque de niebla puesto que la gran mayoría son reservorios de agua. Según Cruz *et. al*., (2010), citando a Benzing (2000) el tipo de disposición arrosetada de las hojas de la mayoría de las bromelias del género *Tillandsia* permite el desarrollo de microambientes en los que se acumula materia orgánica, agua y nutrientes que favorecen el crecimiento de organismos dulceacuícolas que está relacionado con la estructura y composición fitoltelmata. Las bromelias de éste tipo proporcionan condiciones favorables a otros organismos en función de protección, alimento y refugio, proveen complejas redes alimenticias y relaciones simbióticas con otras especies como microalgas, invertebrados, artrópodos, anfibios, algunos

reptiles y mamíferos como el oso de anteojos, especie representativa del bosque de niebla andino (Celsia S.A., 2014).

## 9. Conclusiones

Del presente trabajo se puede concluir que Tillandsia fendleri presenta histológicamente una morfología típica de bromelia epífita, con escamas (indumento lepidoto), con presencia de epidermis de pared engrosada, hipodermis de pared fina, aerénquima entre los haces vasculares lo que le confiere mayor capacidad de intercambio de gases. Haces vasculares de tipo colateral cerrado en la hoja; tallo con parénquima cortical mezclado con colénquima lagunoso. Haces vasculares del tallo de tipo colateral abierto, caracterizado porque el tejido vascular xilemático se dirige hacia el centro del córtex y el floema se dirige hacia la parte externa, sin fibras xilemáticas rodeando.

En la raíz se diferencia claramente la rizodermis, velamen, exodermis, endodermis y periciclo. El velamen es multiestratificado pero poco desarrollado debido a su hábito terrestre. Exodermis esclerosada formando un cilindro que le confiere característica mecánica a la planta. Canales esquizogénicos de tipo mucilaginoso en tallo y raíz lo cual protege a la planta de la desecación cuando el clima no sea favorable.

A nivel ecosistémico las bromelias representan un papel fundamental debido a la disposición de las hojas en forma arrosetada, lo que constituye una especie de tanque en el cual se almacena agua, dicho reservorio de agua le proporciona a otros individuos el ambiente ideal para su sobrevivencia. Asimismo al poder absorber nutrientes por medio de las hojas (en las escamas) la planta puede establecer un tipo de simbiosis con especies que van desde microorganismos hasta anfibios y algunos reptiles.

## 10. Recomendaciones

Se recomienda realizar más investigaciones a nivel histológico para la descripción y comparación entre especies que permitan diferenciar ciertos rasgos dentro del género. Asimismo se recomienda realizar mayores estudios sobre las posibles relaciones entre la planta y otros organismos que puedan aportar al conocimiento ecológico.

## 11. Referencias


Alonso Peña J. R., 2011, *Manual de Histología Vegetal*, México, Ediciones Mnadi Presa.

Alvarado Fajardo, V.M, M.E. Morales- Puentes, E.F. Larrota- Estupiñan. Bromeliaceae en algunos municipio de Boyacá y Casanare, Colombia Rev. Acad. Colomb. Cienc. 37 (142): 5-18, 2013. ISSN: 0370-3908.

Armenteras Pascual D.,2010, *Evaluacion del estado de los bosques de Niebla y de la meta 2010 en Colombia*, Bogotá-Colombia.

Armiñana J. & García F., Ténicas de Histología Vegetal, 2012, Departamento de Ecosistemas Agroforestales, Universidad Politécnica de Valencia. Valencia- España.

Betancur, J., 2001, Guía de las bromelias de la Sabana de Bogotá y sus alrededores. Departamento Técnico Administrativo del Medio Ambiente (DAMA), Bogotá D. C. Impreso Ediciones Ltada. Bogotá. Colombia. Pp 108.

Betancur, J. & García, N., 2002 Dos especies nuevas de Tillandsia (Bromeliaceae) de la Cordillera Oriental de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, apartado 7495, Bogotá, Colombia.

Bruno G., Dottori N. & Cosa M., 2002, Estudios morfoanatómicos de órganos vegetativos en Tillandsia tricholepis y T. capillaris forma incana (Bromeliaceae), Boletín Sociedad Argentina de Botánica 37 (3-4).

Bubb P., May I., Miles L. & Sayer J. 2004. Cloud Forest Agenda. UNEP-WCMC, Cambridge, UK. 32 p.

Catán A., Degano C. &Larchaer L., 2003, Modificaciones a la técnica mricrohistológica de Peña Niera para especies forrajeras del Chaco Semiárido Argentino. Revista Ciencias Forestales. Quebracho. 10

Celsia S.A.E.S.P., 2014, Las plantas del aire y la lluvia, Epífitas de San Andrés de Cuerquita, Antioquia. Fondo editorial Jardín Botánico de Medellín, recuperado el 1 de noviembre del 2018 de https://www.celsia.com/Portals/0/contenidos-celsia/sostenibilidad/pdf/las-plantas-del-aire-y-la-lluvia-celsia.pdf

Chilpa-Galván N, Andrade J. L., Rodríguez-García C. M. & Reyes-García C., 2017, Claveles del aire y su vida en las alturas, Centro de Incestigación Científica de Yucatán, A.C.

Coffani-Nunes J., Versieux L., Das Gracas M., Wanderley L., Pirani J., 2010, Flora da Serra do Cipó, Minas Gerais: Bromeliaceae- Tillandsioideae. *Bol, Botanica,* Universidad de Sao Paulo 28(1): 35-54.

Cruz-García S., Garrido-Jiménez I. & Hornung-Leoni C. T., 2010, Las bromelias como importantes fitotelmata. Centro de Investigaciones Biológicas, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, México. Bol. Soc. Latin. Carib. Suc 7(1) recuperado el 6 de diciembre 2018, de https://www.researchgate.net/publication/236840978

Derwidueé & Gonzalez, 2010, Anatomía foliar en Bromeliaceae del Nordeste Argentino y Paraguay. Revista *Bonplandia 19(2):153-173.* ISSN: 0524-0476. Pp 154-158

Dettke, G. A.; Milaneze-Gutierre, M. A. Anatomia de Bromelia antiacantha Bertol. (Bromeliaceae, Bromelioideae). Balduinia, v. 13.

Fonseca Ribeiro F. & Mitsuko Aoyama E., 2015, Anatomia dos órgãos vegetativos de *Cryptanthus beuckeri* E. Morren (Bromeliaceae), Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer- Goiãnia, v11 n. 22.

Gómez Álvarez R., Martín de Serrano M., Sesma Egoszcue M., Álvarez Uria M., Anadón Álvarez R., Laíz B. & Sáez Crespo B. 2002, *Citología e Histología Vegtal y Animal*, tercera edición, McGraw-Hill- Interamericana de España, S.A.U., Aravaca- Madrid- España.

Gutierrez C. y Salamanca L., 2015, Guía Visual De Bromelias Presentes En Un Sector Del Parque Natural Chicaque, (tesis de pregrado), Universidad Pedagógica Nacional Facultad De Ciencia Y Tecnología, Departamento De Biología, Bogotá- Colombia.

Hornung Leoni C.,T., 2011, Anatomía foliar de *Tillandsia complanata* Benth. *Pittieria 35 (2001): 133-142*, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Centro de Investigaciones Biológicas, Sistemática Vegetal, Herbario HGOM.ABASOLO #600, C.P. 42000. Pachuca, Hidalgo, México. Pp 135-140.

Hornung-Leoni, Claudia T.. (2011). Bromeliads: traditional plant food in Latin America since prehispanic times. *Polibotánica*, (32), 219-229. Recuperado el 14 de diciembre de 2018, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-27682011000200014&lng=es&tlng=en

Johansen, D.A.,1940, Plant Microtechnique. McGraw-Hill Book Co., New York

Mangone M.; Avila G.; Luque C; Debes M.; Albornoz P. y Arias M., 2011, Anatomía foliar de *Tillandsia didisticha* (Bromeliaceae) en la provincia de Tucumán. Revista *Lilloa 48 (2): 166-172*. Pp. 167-170.

Mondragón Chaparro D. M., Ramírez Morillo I. M., Flores Cruz M., García Franco J. G., 2011, La Familia Bromeliaceae en México, Universidad Autónoma de Chapingo, Chapingo Texcoco, Estado de México, CP 56230. ISBN 978-607-12-0200-0. Pp 57.

Morales Juan Francisco, Bromelias de Costa Rica, ilustraciones Anita W. Cooper, 2ª. ed. Editorial Santo Domingo de Heredia: Inbio Instituto Nacional de Biodiversidad.

Morillo Gilberto; Briceno Benito y Olica-Esteva Francisco. Bromeliaceae de los páramos y subpáramos andinos Venezolanos. *Acta Bot. Venez.* [online]. 2009, vol.32, n.1

[citado 2018-05-17],pp.179-224. Disponible en: <http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0084-59062009000100008&lng=es&nrm=iso>. ISSN 0084-5906.

Ortega I., Berger M. & Flores M., 1993, Manual de técnica microhistológica. La Pa. Bolivia. Pp 49.

Ospina Bautista F., Estévez Varón J., Realpe E. & Gast F., 2008, Diversidad de invertebrados acuáticos asociados a Bromeliaceae en un bosque de montaña, Revista Colombiana de Entomología 34(2): 224-229. Pp 224.

Parques naturales de Colombia (2012), Chicaque, Recuperado de: www.parquesnacionales.gov.co/portal/es el 12 de diciembre de 2018

Proenca S. & Gracas M., 2006, Anatomia foliar de bromelias ocorrentes em áreas de cerrado do Estado de Sao Paulo, Brasil. *Acta botánica Brasil,* Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociencias, Departamento de Botanica, C. postal 199, 133506-900 Rio Claro, SP, Brasil, pp 658- 669.

Ramírez Morillo I., 2012, Bromelias, Revista Biodiversidad y desarrollo humano en Yucatán, Centro de Investigación Científica de Yucatán, A.C., Mérida, Yucatán, México. Pp 183-184.

Romero R. John, 2012, El bosque Alto-Andino: una oportunidad para llevar al educando al aprendizaje significativo y a las estrategias de conservación, (tesis de posgrado) Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias, Bogotá- Colombia.

Scatena V., L.& Segecin S., Anatomia foliar de *Tillandsia* L. (Bromeliaceae) dos Campos Gerais, Paraná, Brasil, 2005. *Revista Brasil botánica, v. 28, n3, p635-649.*pp 636-148.

Silva, Ivone Vieira da, & Scatena, Vera Lucia. (2011). Anatomia de raízes de nove espécies de Bromeliaceae (Poales) da região amazônica do estado de Mato Grosso, Brasil. *Acta Botanica Brasilica, 25*(3), 618-627. https://dx.doi.org/10.1590/S0102-33062011000300015.

Vallejo Ochoa N., 2014, Anatomía foliar de tres especies de Bromeliaceae como componentes de la dieta del oso andino (*Tremarctos ornatus*) en el Parque Ncional Podocarpus (tesis de pregrado), Universidad Técnica Particular de Loja, Loja- Ecuador.

Toledo Aceves, T., 2014, Lluvia de bromelias en el bosque de niebla. CONABIO. Biodiversitas, 117; 1-6.