

# Reconocimiento de las características morfológicas de la *Guzmania Bromeliaceae* y la *Orquídea Dendrophylax lindenii* durante la absorción de agua para la biomimetización en superficies.

Andrea Gaviria, Carolina Mejía, Juan Pablo Mesa

Facultad de diseño industrial, Universidad Pontificia Bolivariana, Medellín Colombia

\* Carolina.meyepes@gmail.com.

## Resumen

Este proyecto consiste en el análisis de las características morfológicas de dos plantas Epífitas la *Orquídea Dendrophylax lindenii* y la *Guzmania Bromeliaceae*; para determinar, mediante la observación detallada de su estructura interna y externa, cuál es la relación entre dichas características y cómo estas influyen en el proceso de absorción de agua para su posible aplicación en el diseño de superficies que permitan la distribución controlada de agua lluvia y evitar estancamientos en las zonas rurales de Antioquia. Para esto se realizaron ensayos de absorción de agua y caracterización morfológica mediante microscopía óptica. Al finalizar la fase de experimentación se pudo observar que, aunque el proceso de absorción de ambas plantas es muy similar, cada una de ellas cuenta con partes y mecanismos de absorción particulares. Se observó que la *Guzmania Bromeliaceae* almacena el agua en el centro de la planta gracias a la forma cóncava que forman sus hojas y es absorbida a través del toro (poro absorbente) que se encuentran en la parte inferior de la hoja, por un mecanismo de ósmosis; dejándola pasar cada vez que lo necesita. Por otra parte, la *Orquídea Dendrophylax lindenii*, almacena el agua en el velamen que es la capa exterior de la planta formada por células muertas que sirven como contenedor y la va dejando pasar, pero no la contiene por mucho tiempo, de hecho, lo hace por pocos segundos.

## Abstract

This project consists in the analysis of morphological characteristics of two epiphytes plants (*Dendrophylax lindenii* Orchid and *Guzmania Bromeliaceae* plant). The aim of this investigation is to analyze the internal and external structures of the plant's leaves, and to identify similarities. Also, to establish how such characteristics aid in the water absorption process for a possible implementation in surface design, which allows a controlled distribution of rainfall in rural areas of Antioquia. To achieve this, water absorption trials and morphological characterization were carried out through optic microscopy. At the end of this test we came to the conclusion that even though both plants have received very similar in the way that they absorb water, each has its own water absorption characteristics. For example, the *Guzmania Bromeliaceae* stores its water in the center of the plant due to the concave shape of the leaves. The water is then absorbed through its pores found underneath each leaf by the osmosis process allowing water through only when

needed. In comparison the *Dendrophylax lindenii orchid* stores water in the velamen and allows water through constantly. It does not hold water for long, in fact, it only lasts a few seconds.

**Palabras Clave:** *Absorción, plantas, morfología, superficies.*

## 1 INTRODUCCIÓN

Este proyecto nace a partir de la identificación de los estancamientos de agua lluvia en las zonas rurales de Antioquia. A través de este problema surge la oportunidad de investigar dos plantas epífitas las cuales deben resolver el problema de captación de agua por otros mecanismos que les permitan crecer exitosamente en un hábitat seco (Uribe, 1885); es decir, que su captación de agua no se realiza de manera convencional, sino, por medio de las hojas; (la *Orquídea Dendrophylax Lindenii* y la *Guzmania Bromeliaceae*), para identificar su método, esto con el fin de identificar cómo las características morfológicas y anatómicas internas y externas de la planta influyen en el proceso de absorción, los resultados obtenidos podrían ser aplicados en el desarrollo de superficies que permitan la distribución controlada de agua y darle una posible solución al problema. La *Guzmania Bromeliaceae* forma una gran e importante familia originaria del área tropical, sobre todo de América, Comprende unas 1000 especies donde sus hojas se encuentran en forma de roseta, raramente, leñosas. El aspecto rosulado es bastante característico de la familia, suele tener un breve tallo con las hojas dispuestas en roseta y en el centro forman una copa en la cual se acumula el agua de lluvia, que sirve como reserva para la planta y además sirve para el desarrollo de una rica flora y fauna. (Dipbot, 2016) Por otro lado la *Orquídea Dendrophylax Lindenii* o fantasma es una especie de planta que vive aferrada mediante un gran número de raíces a árboles, en zonas pantanosas o bosques húmedos de Florida y Cuba y que carece por completo de tallos y hojas. El sistema radicular es el encargado de realizar las funciones de absorción y al mismo tiempo la función fotosintética, el velamen, se encarga de absorber nutrientes y dejar pasar la luz a las células internas que realizan la fotosíntesis. (Martínez, 2014)

El objetivo de este trabajo es reconocer la relación entre las características morfológicas de la *Orquídea Dendrophylax Lindenii* y la *Guzmania Bromeliaceae* que influyen en el proceso de absorción para su posible aplicación en el diseño de superficies que permitan la distribución controlada de agua lluvia y evitar estancamientos en las zonas rurales de Antioquia en donde es común la ausencia de alcantarillados o su funcionamiento es ineficiente.

## 2 METODOLOGÍA

Para el desarrollo de la investigación se estudiaron dos plantas, la *Guzmania Bromeliaceae* y la *Orquídea Dendrophylax Lindenii*. Ambas especies fueron elegidas debido a que presentan un mecanismo de captación de agua diferente al convencional, con el fin de realizar observaciones morfológicas e identificar y comprender su mecanismo de absorción. Desde el comienzo se tuvo

un acompañamiento permanente con un biólogo experto y se empleó la microscopía óptica como técnica de caracterización. Para esto se usó, inicialmente, un estereoscopio OLYMPUS SZ-PT, teniendo como método de recolección de datos fotografías digitales y la recolección de la información en fichas descriptivas. Luego de esta observación general inicial, se procedió con un segundo experimento el cual consistió en la observación de la parte interna de las plantas, para lo cual se utilizó un microscopio óptico de luz directa trinocular marca LEICA-DMLM, con diferentes objetivos (4X, 10X, 40X, 50X, y 100X). Para realizar esta observación se realizaron cortes superficiales, longitudinales y transversales en ambas plantas, para lo cual se empleó una cuchilla minora. Adicionalmente, con el fin observar la manera por la cual se lleva a cabo el proceso de absorción se realizó la tinción de los especímenes con una tinta compuesta por hematoxilina y eosina (Mmegias, 2015) que permite diferenciar los componentes de la planta mediante diferencias cromáticas permitiendo su visualización, esta información fue captada con fotografías descriptivas. Para el tercer experimento, se necesitó una muestra de cada planta, el estereoscopio mencionado anteriormente, la sustancia de tinción, agua con tinta de color y una jeringa con aguja con el fin de observar el recorrido del agua dentro de la planta. Finalmente, para determinar la cantidad de agua absorbida en las plantas, se realizó una experimentación donde un espécimen de cada una fue deshidratada y posteriormente se le agregó una cantidad controlada de agua; durante varios días estas fueron pesadas con ayuda de una gramera marca Supreme Weight SW-09, con el fin registrar el cambio de peso con respecto al tiempo.

### 3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para la *Guzmania Bromeliaceae* se observó que la disposición de las hojas en forma de espiral hace que la planta se comporte como un embudo, (Figura 1 (a)) ya que todas las hojas se disponen alrededor del centro con formas cóncavas. Esto, les permite entrelazarse y así captar el agua con facilidad (Figura 1 (b)). Además se observó que la textura de la bromelia es totalmente lisa, lo cual contribuye a que el mecanismo de captación de agua sea más eficiente, permitiendo que el agua se deslice con mayor facilidad hacia el centro (figura 1 (c)).

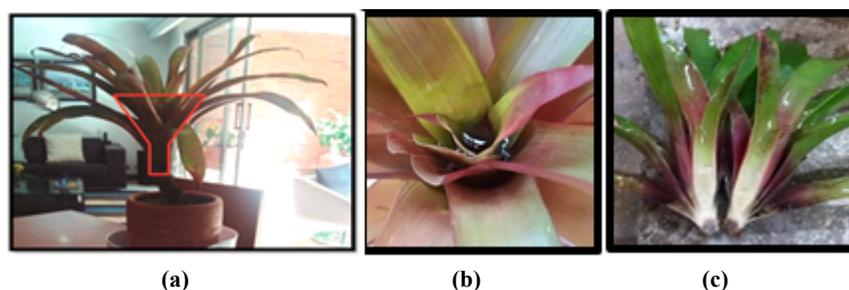


Figura 1. Fotografías de la planta *Guzmania Bromeliaceae*. (a) Representación esquemática del embudo formado, (b) fotografía de las hojas de planta y (c) corte transversal de la *Guzmania Bromeliaceae*.

Por otra parte, se pudo observar, gracias a la caracterización de la estructura interna de la *Guzmania Bromeliaceae* (Figura 2), los diferentes componentes (tejidos) del espécimen (demarcados con letras mayúsculas en la Figura 2). El parénquima (A) es un tejido poco especializado implicado en una gran variedad de funciones como la fotosíntesis, el almacenamiento, la elaboración de sustancias orgánicas y la regeneración de tejidos. Este se encuentra en la corteza y en la médula de tallos y raíces (Mmegias, 2016); los tricomas peltados (B), los cuales son prolongaciones epidérmicas que sirven para evitar herbívoros, guiar a los polinizadores, controlar la temperatura y desecación de las hojas, y proteger frente a un exceso de luz. (Mmegias, 2016); El toro (C) es el espesamiento de la pared primaria a nivel de las puntuaciones, en las traqueidas del xilema; una célula conductora de la savia, puede cerrar o abrir el flujo de sustancias de la misma (Sitios España, 2015).

Como se muestra en la figura 2, la epidermis (D), es el tejido que cubre todo el cuerpo de las plantas, es el encargado de la protección de la misma, respiración, pasaje de la luz, reconocimiento de patógenos, etc., (Universidad Nacional del Nordeste., 1998 - 2007). El floema (E), es el tejido conductor encargado del transporte de nutrientes orgánicos, especialmente azúcares (Universidad Nacional del Nordeste, 2001 -2013). El xilema (F) un tejido que se encarga del transporte y reparto de agua y sales minerales provenientes fundamentalmente de la raíz al resto de la planta (Universidad de Vigo, 2016).

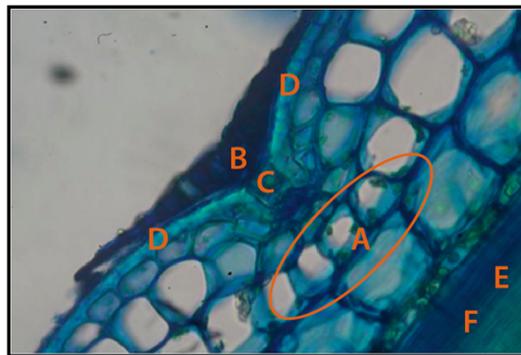


Figura 2. Estructura interna de la *Guzmania Bromeliaceae*.

Se determinó que el flujo de agua dentro de la estructura interna de la *Guzmania Bromeliaceae* se da mediante la absorción por parte de la epidermis deslizándose hacia el toro para luego distribuirse a través del parénquima por las células hasta llegar a los ductos del xilema y el floema en donde se separa para que los nutrientes sean transportados por el floema y el agua por el xilema distribuyéndose a través de toda la planta.

Una representación esquemática de este mecanismo se plantea en la Figura 3, donde la línea roja indica el flujo de agua dentro de la planta.

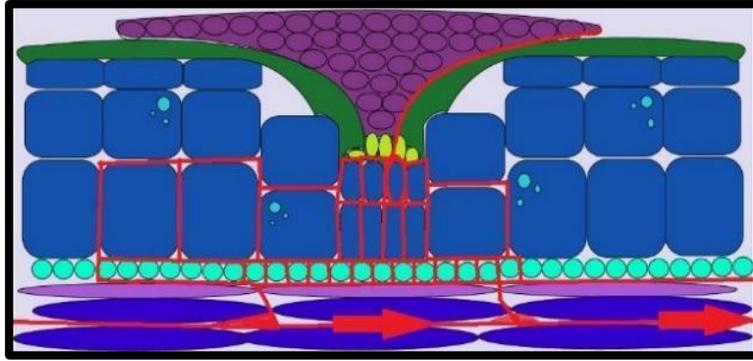


Figura 3. Representación esquemática del mecanismo de transporte de agua observado a través de la estructura interna de la *Guzmania Bromeliaceae*.

Por otra parte, en la *Orquídea Dendrophylax Lindenii*, el velamen es un tejido especial que cubre las raíces aéreas de las orquídeas, sirve como un mecanismo de absorción de agua. Las células del velamen, que son células muertas, se saturan de agua después de la lluvia, pero en tiempo seco contienen aire que actúa como aislante contra el excesivo calor y la pérdida de agua (Uribe, 1885). Para esta planta se observó que ésta es la clave para la captación de agua, porque no posee formas cóncavas ni se encuentra dispuesta de manera horizontal para contener el agua. La *Orquídea Dendrophylax Lindenii* se dispone verticalmente y está compuesta por hojas que hacen la función de raíz. (Figura 4 (a)). La superficie de las hojas de la orquídea posee vellosidades (pelos radicales) que imitan la textura de la gamuza (Figura 4 (b)), lo que incrementa el área superficial de las mismas y, por ende, incrementa la capacidad de la planta para absorber nutrientes y agua (Club ensayos, 2014); Si la textura fuera lisa, como ocurre con la *Guzmania Bromeliaceae*, se dificultará la absorción ya que el agua resbalaría sin ser retenida.



(a)



(b)

Figura 4. Fotografías de (a) *Orquídea Dendrophylax Lindenii* y (b) Detalle de vellosidad en las hojas

La estructura interna de la hoja de la *Orquídea Dendrophylax Lindenii* se puede observar en la Figura 5.

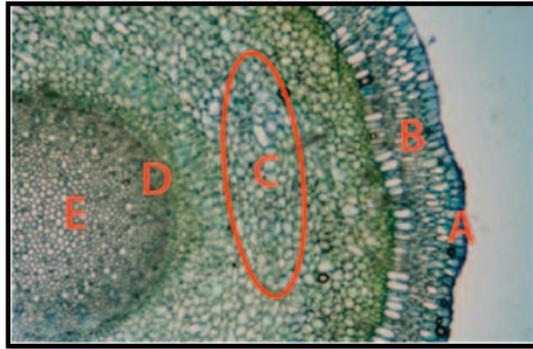


Figura 5. Estructura interna de la *Orquídea Dendrophylax Lindenii*.

Se observó que la primera captación de agua en la *Orquídea Dendrophylax Lindenii* (Figura 6) se da por el velamen (Figura 5 (A)), el cual se infla como una especie de esponja cuando está en contacto con el agua y la almacena en sus células por un corto tiempo hasta que es absorbida según su necesidad, luego, pasa poco a poco a las células pequeñas de la epidermis (Figura 5 (B)), las cuales se encargan de llevarla hacia las primeras células que conforman el parénquima (Figura 5 (C)), estas, con su reducido tamaño, transportan el agua de una manera más lenta y más precisa para luego llegar hasta el centro del parénquima, donde se encuentran las células más grandes que realizan el transporte de una manera mucho más rápida y fluida. Luego, llega hasta el final del parénquima, en donde se encuentran células más pequeñas para que el transporte sea más detenido y poder pasar hacia las fibras de esclerénquima (Figura 5 (D)) es un tejido elástico, es decir que puede ser deformado por tensión o presión, pero retoma su forma original cuando la fuerza desaparece; sirve como soporte para la planta (Universidad Nacional del Nordeste, Corrientes, Argentina, 2013). Allí, pasa hacia los conductos de floema y xilema (Figura 5 (E)), para ser transportada hacia toda la planta (Figura 6).

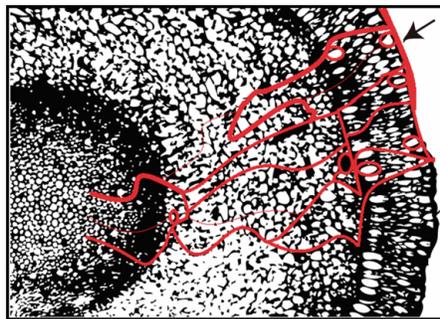


Figura 6. Esquema transporte de agua a través de la estructura interna de la *Orquídea Dendrophylax Lindenii*.

Luego de caracterizar ambas plantas, se pudieron establecer las relaciones entre las características morfológicas de ambas encontrando que, aunque el proceso de absorción de ambas plantas es muy similar a pesar que cada una de ellas cuenta con partes y mecanismos de absorción particulares. La *Guzmania Bromeliaceae* almacena el agua en el centro de la planta gracias a la forma cóncava que forman sus hojas y es absorbida a través del toro (poros absorbentes) que se encuentran en la parte inferior de la hoja, por un mecanismo de ósmosis; dejándola pasar cada vez que lo necesita. En contraste, la *Orquídea Dendrophylax Lindenii* almacena el agua en el velamen y la va dejando pasar, pero no la contiene por mucho tiempo, de hecho, lo hace por pocos segundos.

Se identificó además que las hojas en ambas plantas tienen texturas superficiales diferentes, lo que plantea diferentes mecanismos de absorción. Para la *Guzmania Bromeliaceae* se observó una textura totalmente lisa y con ausencia de protuberancias o vellosidades, lo que facilita que el agua se deslice por ella permitiéndole llegar al centro. En contraste la *Orquídea Dendrophylax Lindenii* posee vellosidades las cuales permiten captar las gotas de agua que son retenidas sobre las hojas.

Finalmente, puede decirse que la similitud observada con respecto al mecanismo de absorción y almacenamiento, ya sea a corto o a largo plazo, es que ambas plantas poseen un sistema que les permite retener el agua para luego dejarla pasar en el momento que se encuentre deshidratada; en el caso de la *Guzmania Bromeliaceae*, le permite captar y reservar el agua por varios días y, en el caso de la *Orquídea Dendrophylax Lindenii*, captarla muy rápidamente cada que tiene contacto con ella.

#### 4 CONCLUSIONES

A través de una investigación bibliográfica e investigación experimental en compañía de expertos se logró entender el proceso de absorción de dos plantas Epífitas, para darle respuesta a la hipótesis planteada anteriormente en el proyecto de cómo controlar el agua lluvia en una superficie para evitar estancamientos a través de la biomimetización de la *Orquídea Dendrophylax Lindenii* y la *Guzmania Bromeliaceae*.

La investigación dio cuenta de varias funciones y componentes morfológicos a tener en cuenta para lograr una distribución de agua óptima en una superficie, tomando aspectos como la textura, la forma y la función. De cada una de las plantas estudiadas se analizaron las características más importantes que permiten una absorción eficiente en ellas. Adicionalmente se pudo concluir que:

- La forma en espiral crea en su centro una especie de compartimiento que permite que el agua se acumule en un solo lugar teniéndola por un tiempo más largo y así absorber lentamente.
- El material de las plantas está compuesto por capas que actúan como una especie de esponja, ya que en su interior poseen un gran número células conectadas que se encargan de recibir el agua luego del proceso de captación. Una textura porosa y vellosa capta y retiene el agua por más tiempo en una superficie, logrando que la planta tenga más tiempo para absorberla.

Los hallazgos arrojados por la investigación podrán ser utilizados en el campo tanto de la ingeniería, la arquitectura y el diseño, ya que serán útiles a la hora de diseñar superficies que permitan una distribución controlada de agua evitando que esta llegue al suelo; dichas superficies podrán ser ubicadas en fachadas o en lugares estratégicos de zonas rurales donde no se cuente con un con sistemas de alcantarillado con el fin de evitar el estancamiento de agua en las calles.

## 5 REFERENCIAS

- Club ensayos. (04 de 05 de 2014). Obtenido de Pelos absorbentes:  
<https://www.clubensayos.com/Ciencia/Pelos-Absorbentes/1677467.html>.
- Dipbot. (2016). Bromeliaceae. 2016, de Tabla de Botánica Sistemática Sitio web:  
[www.dipbot.unict.it/sistemica\\_es/Brom\\_fam.html](http://www.dipbot.unict.it/sistemica_es/Brom_fam.html).
- Martínez., A. (04 de 11 de 2014). orquimaniaco. Obtenido de orquídea fantasma  
<https://orquimaniaco.es/tag/orquidea-fantasma>.
- Mmegias. (01 de 11 de 2015). Obtenido de Atlas de histología vegetal y animal:  
<http://mmegias.webs.uvigo.es>.
- Mmegias. (04 de 10 de 2016). Obtenido de Atlas de histología vegetal y animal:  
[http://mmegias.webs.uvigo.es/1-vegetal/guিদa\\_v\\_parenquima-a.php](http://mmegias.webs.uvigo.es/1-vegetal/guিদa_v_parenquima-a.php).
- Mmegias. (12 de 08 de 2016). Obtenido de Atlas de histología vegetal y animal:  
[http://mmegias.webs.uvigo.es/1-vegetal/guিদa\\_v\\_proteccion.php](http://mmegias.webs.uvigo.es/1-vegetal/guিদa_v_proteccion.php).
- Sitios España. (2015). *Sitis España*. Obtenido de  
<http://www.sitiosespana.com/diccionarios/botanica/t.htmS>
- Universidad Nacional del Nordeste, Corrientes, Argentina. (2013). Biología.edu. Obtenido de Esclerénquima:  
<http://www.biologia.edu.ar/botanica/tema12/12-1escler.htm>.
- Universidad de Vigo. (26 de 06 de 2016). *Atlas de histología vegetal y animal*. Obtenido de Tejidos vegetales:  
[http://mmegias.webs.uvigo.es/1-vegetal/guিদa\\_v\\_conductores.php](http://mmegias.webs.uvigo.es/1-vegetal/guিদa_v_conductores.php)
- Universidad Nacional del Nordeste. (2001 -2013). *Morfología de plantas vasculares*. Obtenido de tejidos conductores o vasculares:  
<http://www.biologia.edu.ar/botanica/tema16/16-1.htm>
- Universidad Nacional del Nordeste. (1998 - 2007). *Hipertextos del área de la biología*. Obtenido de Tejidos vegetales: sistema dérmico:  
<http://www.biologia.edu.ar/plantas/epidermis.htm>
- Uribe, A. (1885). Absorción de agua y nutrientes en plantas epífitas. Fe de erratas, 64.