

**UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA**  
DEPARTAMENTO CIENCIAS DE LA VIDA  
ESCUELA DE INGENIERÍA AMBIENTAL



PROYECTO DE INVESTIGACIÓN  
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:  
INGENIERO AMBIENTAL

TEMA:

**“MORFOLOGÍA Y DESARROLLO DE  
*UTRICULARIA ASPLUNDII*  
(LENTIBULARIACEAE) Y *PITCAIRNIA  
HITCHCOCKIANA* (BROMELIACEAE) BAJO DOS  
INTENSIDADES LUMÍNICAS.”**

AUTORES:  
JORGE LENIN LEÓN ARCOS  
MATEO PAREDES TORRES

DIRECTOR DEL PROYECTO:  
PhD. DIEGO GUTIERREZ DEL POZO

PUYO-ECUADOR

2018-2019

## **TABLA DE CONTENIDO**

<b>CAPÍTULO I</b> .....	1
1.1. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
1.1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....	3
1.2. OBJETIVOS .....	3
1.2.1. OBJETIVO GENERAL .....	3
1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	3
<b>CAPÍTULO II</b> .....	4
2.1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	4
2.1.1. ANTECEDENTES.....	4
2.1.2. BASE TEÓRICA .....	7
<b>CAPÍTULO III</b> .....	10
3.1. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	10
3.1.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	10
3.2. LOCALIZACIÓN .....	10
3.3. MÉTODO.....	12
<b>CAPÍTULO IV</b> .....	15
4.1. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	15
4.1.1. SUPERVIVENCIA, DESARROLLO Y CRECIMIENTO DE LAS PLANTAS.....	15
4.1.2. VARIACIONES EN LA MORFOMETRÍA FOLIAR .....	16
4.1.3. INCREMENTO MEDIO FOLIAR .....	18
<b>CAPÍTULO V</b> .....	22
5.1. CONCLUSIONES .....	22
5.2. RECOMENDACIONES .....	22
<b>CAPÍTULO VI</b> .....	23
6.1. BIBLIOGRAFÍA.....	23

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Clasificación taxonómica de <i>U. asplundii</i> y <i>P hitchcockiana</i> . .....	<b>4</b>
<b>Figura 2.</b> . Ubicación del Orquideario dentro de las instalaciones del CIPCA.....	<b>10</b>
<b>Figura 3.</b> <i>Pitcairnia hitchcockiana</i> .....	<b>17</b>
<b>Figura 4.</b> <i>Utricularia asplundii</i> .....	<b>17</b>
<b>Figura 5.</b> Incremento medio foliar de <i>P. hitchcockiana</i> .....	<b>20</b>
<b>Figura 6.</b> Incremento medio foliar de <i>U. asplundii</i> .....	<b>21</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Datos referentes al crecimiento y estado de las plantas durante el estudio....	<b>15</b>
<b>Tabla 2.</b> . Ubicación del Orquideario dentro de las instalaciones del CIPCA.....	<b>17</b>
<b>Tabla 3.</b> Rango de anchura foliar de las plantas de <i>P. hitchcockiana</i> y <i>U. asplundii</i> ..	<b>17</b>
<b>Tabla 4.</b> Razón o cociente entre el ancho y largo de las hojas existentes desde el inicio del experimento.....	<b>18</b>

## RESUMEN

Las actividades de explotación y colonización humanas son problemas ambientales graves en Ecuador, por ello es necesario estudiar el crecimiento de especies nativas de la región amazónica como lo son *Utricularia asplundii* (Lentibulariaceae) y *Pitcairnia hitchcockiana* (Bromeliaceae) bajo condiciones controladas. En el Centro de Investigación y posgrado de la Universidad Estatal amazónica (CIPCA) utilizando malla de sombreo se crearon 2 ambientes con diferentes intensidades lumínicas para estudiar supervivencia, incremento de hojas desarrolladas (IMF) y nuevos brotes, así como la cuantificación de la morfometría foliar en base al cociente del ancho entre el largo, por medio de la toma de mediciones durante 67 días; periodo de tiempo en el que se determinó que en las plantas de *P. hitchcockiana* el crecimiento fue mayor con luz alta, lo que refleja una mejor adaptación de la especie, sin embargo en esas condiciones lumínicas existió ataque por insectos fitófagos. El IMF de hojas desarrolladas fue similar entre luz alta y baja, mientras que el IMF absoluto (suma de hojas desarrolladas y nuevas) fue algo superior con luz baja, mientras el cociente tuvo pocas diferencias y solo hubo un paso de 0,09 a 0,07 indicando cierto estrechamiento con luz baja. En *U. asplundii*, aquellas plantas crecidas con luz alta sufrieron un gran estrés motivo de pérdida de hojas y mortandad del 66,6% y no existieron diferencias apreciables entre el IMF ni tampoco en su morfometría; con lo cual se concluye que el crecimiento con luz alta no es adecuado para *U. asplundii* y aunque sí puede ser positivo para la bromelia, las plantas se deben proteger de insectos o bien mantener en condiciones lumínicas menos luminosas y cercanas a los 25 Klux.

**Palabras clave:** *U. asplundii*, *P. hitchcockiana*, morfometría, intensidad luminosa, crecimiento

**ABSTRACT:**

Human exploitation and colonization are environmental problems in Ecuador, so it is necessary to study the growth of Amazonian native species such as *Utricularia asplundii* (Lentibulariaceae) and *Pitcairnia hitchcockiana* (Bromeliaceae) under controlled conditions. In the Research and Graduate Center of the Amazon State University (CIPCA) using shading mesh, were created 2 environments with different light intensities to study survival, increase of developed leaves (MFI) and new shoots, as well as the quantification of leaf morphometry based on the quotient of the width between the length, by means of taking measurements for 67 days and we determined that in the plants of *P. hitchcockiana* the growth was greater with high light, which reflects a better adaptation, however there was attack by phytophagous insects in those conditions. The IMF of developed leaves was similar between high and low light, while the absolute IMF (sum of developed and new leaves) was somewhat higher with low light, while the quotient had few differences and there was only one step from 0,09 to 0,07 indicating some narrowing with low light. In *U. asplundii*, those plants grown with high light suffered a great stress that cause loss of leaves and 66.6% mortality and there were no appreciable differences between the IMF nor in its morphometry; with which it is concluded that growth with high light is not suitable for *U. asplundii* and although it can be positive for the bromelia, their plants should be protected from insects or kept in less bright luminous conditions close to 25 Klux.

**Keywords:** *U. asplundii*, *P. hitchcockiana*, morphometry, luminic intensity, growth

# CAPÍTULO I

## 1.1. INTRODUCCIÓN

En Ecuador para 1999 se publicó un análisis de especies nativas de plantas vasculares, donde se registró un total de 15.306 especies nativas y de ellas 4.176 especies fueron determinadas como endémicas (Jørgensen & León-Yánes, 1999). En julio de 2012 David Neill dio a conocer que la lista de plantas actualizada corresponde a 17.748 especies nativas y que en los últimos trece años se ha incrementado a 2.442 especies nativas y se espera incluir 186 especies más.

Se conoce que los bosques tropicales siguen siendo los que reciben la mayor parte de carbono en el planeta cubriendo cerca de 5 millones de km<sup>2</sup> de superficie, contribuyendo con el 14% de carbono recibido por la fotosíntesis en la biosfera terrestre y el 17% de la reserva de carbono de vegetación terrestre (Herrera *et al.*, 2001) de tal manera que los bosques tropicales actúan como sumideros de carbono del mundo, ya que absorben de la atmósfera 8,8 billones de toneladas de CO<sub>2</sub> por año, datos obtenidos de los seguimientos del comportamiento de las parcelas permanentes forestales en América del Sur donde se ha demostrado que los bosques tropicales procesan a través de la fotosíntesis y la respiración grandes cantidades de carbono depositado en sus estructuras (Pan *et al.*, 2011). Se estima que en los bosques primarios tropicales de Sudamérica, el carbono para vegetación herbácea y leñosa pequeña, es de 0,291 t/ha y representa 0,26% del carbono promedio total sobre el suelo; en cambio para las herbáceas y plantas leñosas pequeñas, los bosques secundarios contienen un 0,39 t/ha de carbono que equivale al 1,73% del carbono promedio total. Estos datos indican claramente la importancia de la presencia de la vegetación herbácea y leñosa pequeña en los bosques (Herrera *et al.*, 2001).

La conservación dentro de Ecuador es alarmante según Valencia *et al.* (2000) donde numerosas especies nativas y endémicas del país, están amenazadas en algún grado acorde a las categorías de la UICN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza). El endemismo de las especies de la Amazonía depende de los diferentes tipos de rangos altitudinales ya que su principal desaparición es la destrucción de su hábitat por actividad antropogénica o natural y existen pocos trabajos acerca de las condiciones óptimas para su propagación.

Por otra parte hay que destacar que para una investigación que incluya flora y/o fauna silvestre dentro del territorio ecuatoriano, la Constitución Política de Ecuador vigente desde el año 2008 permite “generar, adaptar y difundir conocimientos científicos y tecnológicos para potenciar los saberes ancestrales y mejorar la calidad de vida, y así contribuir al buen vivir, mediante políticas que otorguen recursos y acciones del Estado a las Universidades, escuelas Politécnicas e Instituciones de Investigación, con la responsabilidad de difundir los conocimientos Científicos y Tecnológicos” y en efecto este estudio está dirigido a la investigación, conservación y propagación, que genere avances científicos sobre *Utricularia asplundii* y *Pitcairnia hitchcockiana*, ambas especies nativas de la región amazónica ecuatoriana bajo dos intensidades lumínicas.

### **1.1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La mayoría de hábitats están siendo devastados por actividades Antrópicas resaltando que en la Amazonía la deforestación a gran escala, la minería, explotaciones petroleras, y al avance de la frontera de colonización son problemas graves que atentan contra la supervivencia de especies botánicas y que en países megadiversos como Ecuador podrían ser un nuevo descubrimiento para la ciencia y con potencial económico, como lo son las plantas ornamentales (Arias, 2012); es por ello que es necesario profundizar el estudio del comportamiento y crecimiento de especies nativas como *U. asplundii* (Lentibulariaceae) y *P. hitchcockiana* (Bromeliaceae) bajo distintas condiciones lumínicas y aunque se pudieren encontrar diversos trabajos que estudian la propagación ya sea *in vitro* (Pérez *et al.*, 2017) o *in vivo* (Cascante-Marín *et al.*, 2006) actualmente existen pocos experimentos que analicen el desarrollo y crecimiento de estas especies bajo diferentes condiciones de luz como la realizada por Holcman & Sentelhas en 2013. Al incrementar la luz incidente se aumenta la velocidad fotosintética hasta un punto en el que se provoca daño en los pigmentos asociados a los fotosistemas denominado foto inhibición (Taiz & Zeiger., 2007). Los diferentes niveles lumínicos afectarán no solo a los procesos fotosintéticos ya que la mayor temperatura del suelo y la hoja provocarán en la situación más iluminada un aumento de la pérdida de agua por el suelo (evapotranspiración) y también elevará la transpiración foliar, lo que puede provocar un estrés hídrico en las especies vegetales.

### **1.1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

Las plantas utilizan la luz solar como fuente de energía para realizar fotosíntesis, uno de los procesos químicos más importantes de la biosfera, del cual deriva la sinergia de toda la cadena trófica y es por ello que el presente trabajo investigativo se encamina a cuantificar el desarrollo y morfometría de especímenes de *U. asplundii* y *P.hitchcockiana* para averiguar cuáles son las mejores condiciones de crecimiento en el Centro de Investigación, Posgrado y Conservación Amazónica (CIPCA). Haciendo que esta investigación tome un carácter circunstancial para programas de regeneración de espacios degradados en menor tiempo si se toma en consideración la luminosidad existente en el área; por otro lado los rayos solares inciden de manera distinta en relación a la posición de la Tierra alrededor del Sol. La radiación que llega abarca una amplia gama de espectro electromagnético, aproximadamente el 40% de ella corresponde a la luz visible (Carrasco R., 2009) misma que es condicionante sustancial que regula el crecimiento de las plantas y Ecuador por ser un país donde la radiación cae en forma perpendicular, la intensidad lumínica se torna un factor importante dentro del estudio.

## **1.2. OBJETIVOS**

### **1.2.1. OBJETIVO GENERAL**

- Estudiar la morfología y el desarrollo *ex situ* de *Utricularia asplundii* y *Pitcairnia hitchcockiana* bajo dos intensidades lumínicas.

### **1.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Estudiar el incremento medio de hojas desarrolladas y de nuevos brotes a lo largo del tiempo del experimento.
- Estudiar la morfometría foliar en base al cociente de las mediciones obtenidas en el desarrollo de *Utricularia asplundii* y *Pitcairnia hitchcockiana* bajo dos condiciones lumínicas.

## CAPÍTULO II

### 2.1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

#### 2.1.1. ANTECEDENTES

##### 2.1.1.1. CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

Las familias botánicas implicadas en este proyecto son plantas angiospermas y pertenecen a la división Magnoliophyta. En el caso de *Pitcairnia hitchcockiana* pertenece a la familia Bromeliaceae, orden Poales y clase Liliopsida o monocotiledóneas. Por otro lado *Utricularia asplundii* pertenece a la familia Lentibulariaceae, orden Lamiales y clase Magnoliopsida (Figura 1).

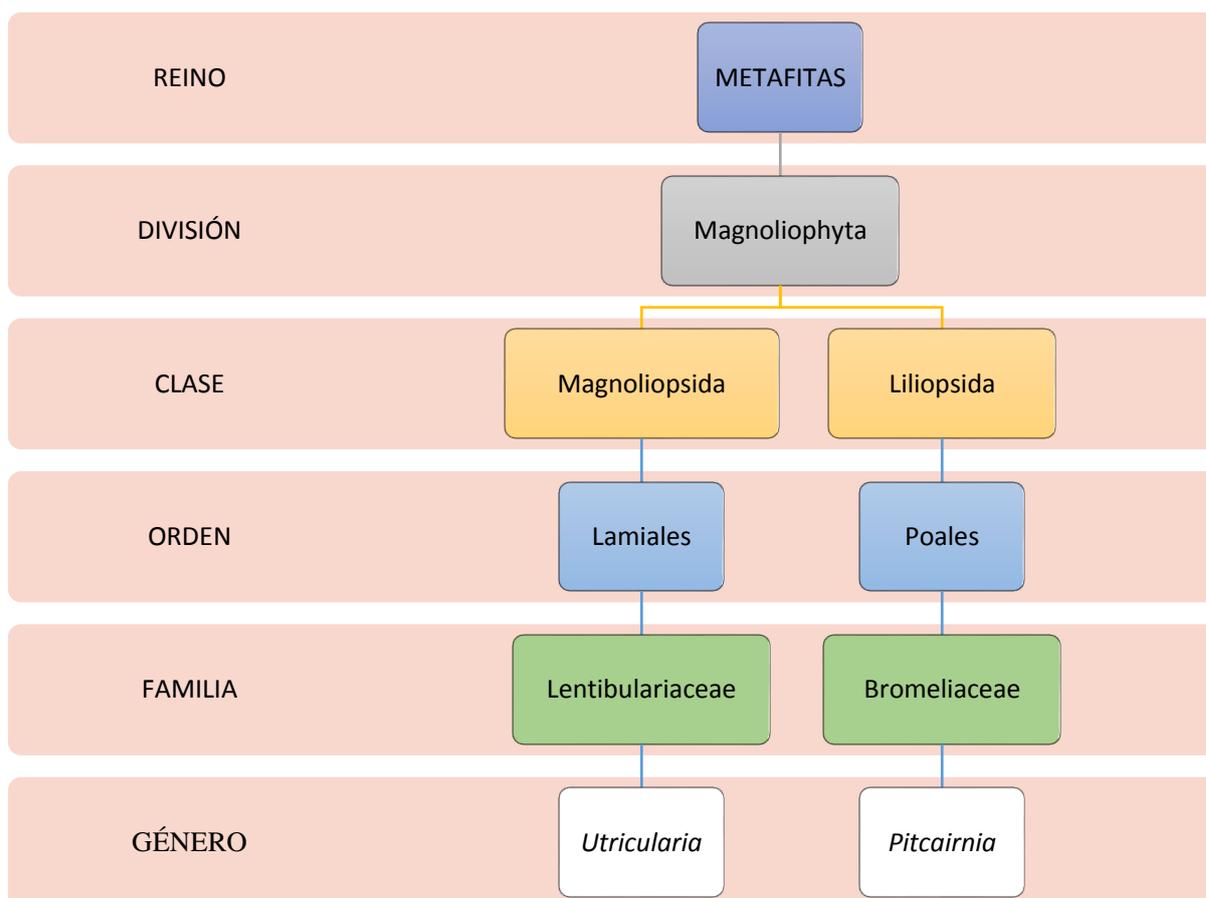


Figura 1. Clasificación taxonómica de *Utricularia asplundii* y *Pitcairnia hitchcockiana*, por J. León y M. Paredes, 2018.

### **2.1.1.2. FAMILIA *Bromeliaceae***

La familia Bromeliaceae comprende 3140 especies y 58 géneros distribuidos entre tres subfamilias: Bromelioideae, Tillandsioideae y Pitcairnioideae (Benzing 2000 ; Crayn *et al.* 2004) (Anexo 1). Se distribuyen en todas las regiones tropicales y subtropicales de las Américas, desde el sur de los EE.UU. hasta el norte de Argentina y una especie (*Pitcairnia feliciana*) se encuentra en el África occidental tropical (Mabberley, 1997). La familia Bromeliaceae surgió en el escudo de Guayana y se extendió a otras regiones tropicales y subtropicales (Givnish *et al.* 2011) con un rango ecológico que incluye extremos de disponibilidad de humedad (desde bosques húmedos hasta arenas costeras áridas), elevación (desde el nivel del mar hasta 4000 msnm) y la exposición a la luz solar (totalmente expuesta al sotobosque sombreado). El éxito ecológico correspondiente a esta amplia distribución geográfica puede explicarse por el desarrollo de innovaciones clave para el epifitismo, como los tricomas de las hojas absorbentes de agua, el hábito con forma de tanque capaz de acumular agua de lluvia y la fotosíntesis especializada de tipo CAM o metabolismo ácido de Crasulaceas, que permiten a las Bromelias sobrevivir en diferentes condiciones ambientales, viven en diferentes sustratos y pueden ser terrestres, litofilas o epífitas y varían en su capacidad para retener agua (pueden ser formadoras de tanques o sin tanque) y la vía fotosintética (es decir, las vías fotosintéticas C3 o CAM). Benzing en 2000 les clasificó en cinco tipos ecológicos o formas de vida basadas en atributos morfológicos y funcionales. Las Bromelias muestran diversos grados de dependencia de las raíces frente a las hojas para la adquisición de nutrientes. Con la excepción de las especies terrestres dependientes de las raíces nutricionales, una característica única de la familia es que muchas especies son capaces de absorber agua y nutrientes gracias a sus tricomas foliares reduciendo las raíces a una función de soporte puramente mecánica: uniendo las plantas al sustrato (Martin 1994 ; Winkler y Zotz 2009). Por lo tanto, sus tricomas foliares han desempeñado un papel fundamental en la radiación adaptativa de las Bromeliaceae (Benzing 2000).

### **2.1.1.3. FAMILIA *Lentibulariaceae***

La familia Lentibulariaceae son un gran grupo herbáceo de plantas carnívoras, bien representadas en las regiones templadas y tropicales, aunque tienen una distribución casi cosmopolita. Esta familia se extiende desde zonas subárticas a sabanas tropicales o

bosques y cuyas especies tienen hábitos tanto terrestres como acuáticos, semi-terrestres en humedales y hábitats estacionales húmedos, o epífita en selvas tropicales y bosques de niebla montanos.

El género más grande de la familia es *Utricularia* que está ampliamente distribuido y es extremadamente diverso, y se presenta como acuáticos sumergidos, semi-terrestres en humedales y hábitats húmedos estacionales, y como epífitas en bosques tropicales montanos y bosques nubosos; se ha subdividido en dos subgéneros, el diverso subgénero *Utricularia* y el subgénero *Polypompholyx*, un grupo que consta de tres especies australianas, caracterizadas por un cáliz de cuatro partes en lugar de dos partes, y en ocasiones se ha tratado como un género segregado. El extremadamente diverso subgénero *Utricularia* se subdivide en 33 secciones. De acuerdo con los tratamientos taxonómicos recientes, las *Lentibulariaceae* consisten en tres géneros y aproximadamente 280 especies. El género *Utricularia* representa la mayor parte de la diversidad, con aproximadamente 215 especies, *Genlisea* con aproximadamente 20 especies y *Pinguicula* con aproximadamente 45 especies.

#### **2.1.1.3.1. MECANISMO DE TRAMPAS CARNÍVORAS**

La familia es interesante por la presencia de trampas carnívoras que son bastante variadas. En *Pinguicula*, el mecanismo de la trampa es pasivo, que consiste en una roseta de hojas cubiertas con pelos glandulares acechados que atrapan insectos y glándulas sésiles que secretan enzimas digestivas. En *Utricularia* las plantas portan numerosas vejigas en las que se producen los procesos digestivos. La trampa consiste en una estructura con forma de saco globoso acechado con una trampilla en la entrada, alrededor de la trampilla hay cerdas que funcionan como pelos desencadenantes, la trampa es colocada por pelos absorbentes dentro de la vejiga lo que crea un vacío y si se tocan los pelos disparadores, la corriente extremadamente rápida de agua hacia la trampa succiona al animal que está adentro (Lloyd, 1942). Existe una variación considerable en la morfología de la trampa, que refleja típicamente los grupos de sección taxonómica. En *Genlisea*, las trampas son tubulares o de tipo lanzador, con un crecimiento geotrópico positivo, que se adhiere al suelo. La trampa es una estructura compleja que consiste en un pie, una vejiga hueca, un cuello tubular y dos brazos torcidos, con la epidermis interna de la trampa que contiene pelos y glándulas. No está

claro si la trampa funciona como un órgano pasivo, con movimiento unidireccional y funcionando como una "trampa de anguila" o "olla de langosta", o si es una trampa activa, con un mecanismo de succión.

## **2.1.2. BASE TEÓRICA**

### **2.1.2.1. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA DE *Pitcairnia hitchcockiana***

Es una planta de 65 cm de largo con la inflorescencia caulescente, tallo de 20 cm, follaje colgante muy numeroso, peciolado, persistente, monofloro, asiento-hojas de 6 cm de largo, 3 cm de ancho, ovado, márgenes enteros, coriácea, venación evidente, lepidota, marrón. El peciolo es de 10 cm de largo, canaliculado, márgenes enteros. Lamina-hojas 43 cm de largo, 2.8 cm de ancho, linear-lanceolada, ápice atenuado-filiforme, márgenes enteros, canalicuada. Inflorescencia es de 8 cm de largo, 4 cm de ancho, simple, con 15-20 flores, densa, estrobiliforme, elipsoide, ápice con brácteas estériles. El pedúnculo es inferior al follaje, 40 cm de largo, 4 mm de diámetro, ligeramente inclinado, lepidoto rojo. Bracteas-Pedúnculo 30 mm de largo, 17 mm de ancho, elíptica, ápice agudo, no carinada, venación evidente, imbricadas, lepidota en la base, roja escarlata. Flores erectas, corola actinomorfa, de color púrpura oscuro con o sin un margen blanco; pedicelo obcónico, 2 mm de largo; estambres-pistilo incluso, expuestos. Sépalos de 20 mm de largo, 6 mm de ancho, lanceolado, ápice agudo, los dos posteriores carinados, venación evidente, glabro. Los pétalos son de 3 cm de largo, con un apéndice en la base de 5 mm de largo, erecta. El ovario  $\frac{3}{4}$  súpero y sus semillas son caudadas (Manzanares, 2002).

### **2.1.2.2. DESCRIPCIÓN BOTÁNICA DE *Utricularia asplundii***

Es una especie de planta endémica de Sudamérica, se encuentra en Colombia y Ecuador, capturan pequeños organismos como protozoos y rotíferos por medio de trampas con vejigas de succión, poseen trampas diminutas (entre 0,2 y 1,2 mm). Tiene hojas obovadas, de 7–20 cm de largo y 2–5 mm de ancho. Las inflorescencias en racimos de 1–10 cm de largo, pedicelos 2–10 mm de largo; lobos del cáliz iguales, ampliamente ovados, 3–10 mm de largo; corola 10–15 mm de largo, blanca matizada de

rojo y con una mancha amarilla, estipitado-glandular. El fruto es una cápsula oblongo-elipsoide, 2.5–3 mm de largo, ventralmente 1-valvada (Vásquez, 2013).

### **2.1.2.3. LUMINANCIA**

La luminosidad se emplea en diferentes condiciones controladas como gradientes bajo diferentes tipos de intensidad lumínica; en bosques templados se puede verificar que la sucesión secundaria está asociada con las tasas de crecimiento en condiciones de alta luminosidad y capacidad de sobrevivir bajo condiciones de sombra. Las condiciones de luz son muy favorables en los ecosistemas forestales en la adaptación de plántulas bajo diferentes intensidades lumínicas, las cuales ayudan en el crecimiento de raíces y hojas (Lecinas *et al.*, 2007).

Heliófilo proviene del griego helio (so) y filo (amigo) se nombra a diversidad de especies vegetales que requieren de la luz del sol para realizar funciones metabólicas en condiciones normales; por otro lado Esciófilo refiere a nichos vegetales que requieren o prefieren ambientes de sombra o umbrosos para su crecimiento normal ya que en condiciones de mayor iluminación la planta comienza a marchitarse (Real Academia de Ingeniería, 2012).

### **2.1.2.4. LUZ**

La luz es una radiación electromagnética ya sea proveniente de forma natural (sol) o de forma artificial (lámparas), las unidades más comunes para medir la intensidad de luz son por pie-candela (Estados Unidos) y lux (Europa) ambas unidades provienen de una intensidad de luz instantánea en el momento que se está tomando la medición y esta medición no cuantifica la cantidad de luz que las plantas reciben durante el día (García, 2011).

### **2.1.2.5. INTENSIDAD LUMÍNICA**

La intensidad lumínica se mide en luxes (lux), esta es una unidad derivada del Sistema Internacional de Unidades para la iluminancia o nivel de iluminación, los instrumentos usados para la medición de la intensidad de luz se llaman Luxómetros. No todas las

plantas responden a la misma intensidad de luz ya que algunas les gusta crecer en lugares despejados donde la luz del sol directo es de 100000 lux y otras que crecen en lugares sombríos con poca luz entre 4000 o 10000 lux, por ello se han desarrollado mallas especializadas en disminuir el impacto de la luz directa del sol, disminuyendo la intensidad de luz, para distintos tipos de especies que crecen en diferentes tipos de luminosidad (García, 2011).

#### **2.1.2.6. NIVEL DE ILUMINACIÓN (LUX)**

Es la cantidad de luz que incide por unidad de superficie, un lux en el nivel de iluminación en una superficie de un metro cuadrado incidiendo uniformemente repartido dando la magnitud de luz en un puesto de trabajo tomando en cuenta las tablas de niveles en distintos tipos de actividades (García, 2011).

## CAPÍTULO III

### 3.1. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

#### 3.1.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

El presente estudio es de carácter descriptivo y experimental porque se indica las dimensiones del estudio investigar en los cuales se describe el incremento medio de hojas desarrolladas de *Utricularia asplundii* y *Pitcairnia hitchcockiana* así también se estudia la morfometría foliar en base a mediciones semanales bajo dos niveles lumínicos cuantificados en las zonas con más y menos sombra (luz baja y luz alta respectivamente).

### 3.2. LOCALIZACIÓN

#### 3.2.1. SITIO DE ESTUDIO

Esta investigación se llevó a cabo en el Orquideario Pichica Sisa (Figura 2), ubicado en el Centro de Investigación Posgrado y Conservación Amazónica (CIPCA) perteneciente a la Universidad Estatal Amazónica, situado en el kilómetro 44 vía Puyo-Tena próximo al cantón Carlos Julio Arosemena Tola de la provincia de Napo. El Orquideario comprende una zona del sendero adyacente a la desembocadura del río Piatúa.

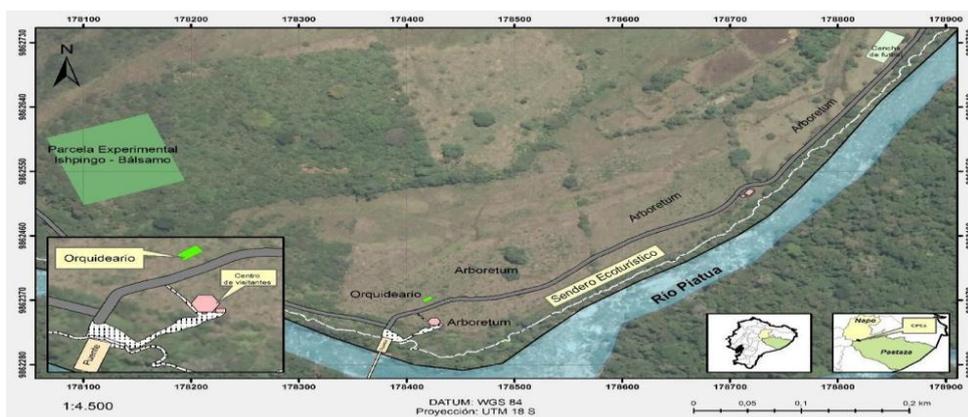
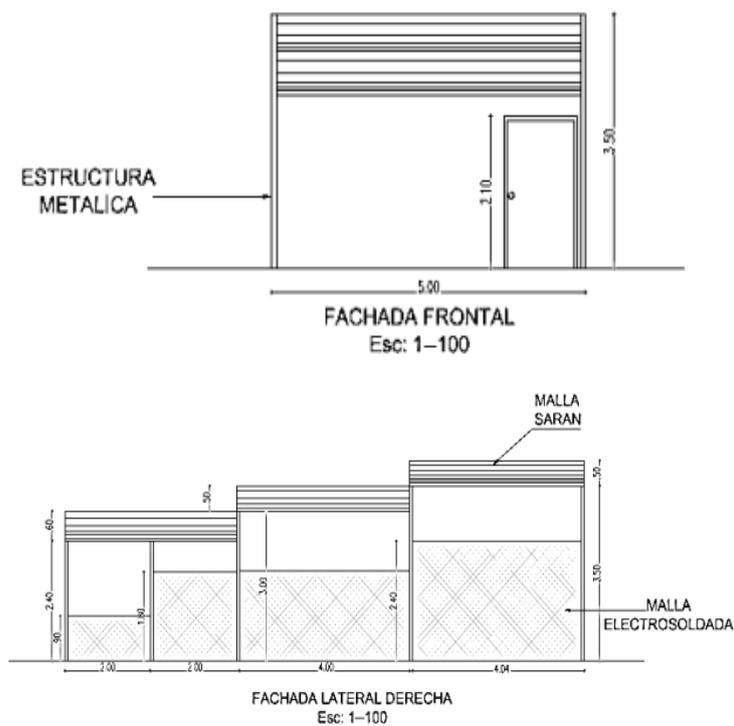


Figura 2. Ubicación del Orquideario dentro de las instalaciones del CIPCA, por H. Navarrete, 2015. Plan de Manejo del Orquideario Pichica Sisa.

El Orquideario se ubica dentro del CIPCA a la derecha del camino de piedra que se dirige al acceso por el Puente Piatúa, a 30m de dicho puente, la estructura de 12 m de

largo por 5 m de ancho (Figura 3) es de tubo galvanizado, se encuentra rodeado por malla electro soldada para protección y el techo está cubierto por malla sarán o malla de sombrero. Internamente se conforma por repisas de malla a la altura de un metro desde la superficie del suelo.

También existen zonas específicas dentro del Orquideario, con mayor o menor sombra, se distinguen entre sí porque la de mayor sombra se encuentra protegida por una segunda capa de malla sarán, mientras que la zona de menor sombra solo cuenta con una capa de malla sarán. Y es en estas zonas internas de distinta luminosidad donde se llevó a cabo el proyecto (Figura 3).



*Figura 3.* Diagrama del sitio de estudio, por D. Gutiérrez 2015. Plan de Manejo del Orquideario Pichica Sisa.

### 3.2.2. CONDICIONES CLIMÁTICAS Y EXPERIMENTALES

El Centro de Investigación Posgrado y Conservación Amazónica presenta una precipitación anual de 4000 mm, una humedad relativa del 80% y una temperatura que oscila de 15 a 20 °C (CIPCA, 2018).

Para controlar los dos niveles lumínicos cada día de monitoreo la intensidad luminosa fue cuantificada en las zonas con más y menos sombra (denominadas luz baja y luz alta)

empleando los luxómetros que vienen incorporados en celulares por medio de la aplicación “Luxmeter”. La zona menos sombreada presentaba una media de 67.2 KLux mientras que la más sombreada tuvo 24.8KLux, teniendo una diferencia de 51.3 KLux entre ambas zonas.

### **3.3. MÉTODO**

#### **3.3.1. ESTABLECIMIENTO DEL EXPERIMENTO**

#### **3.3.2. ESTADO DE LAS PLANTAS**

Las plántulas tanto de *U. asplundii* y *P. hitchcockiana* como remanentes a experimentos anteriores crecieron en macetas durante al menos un año en el Orquideario, las plantas adultas de *P. hitchcockiana* alcanzan más de 65 cm y nuestras plantas aún están en fase juvenil, por lo que se midió el número de hojas, ancho y longitud. Para esta especie se emplearon 6 individuos de pequeño tamaño, correspondientes a la generación 3, también 6 plantas de tamaño grande, que son las plantas madre; mientras que en el caso de *U. asplundii* las plantas existentes ya han alcanzado la edad adulta, por lo que desde sus rizomas surgen nuevas plántulas con edades distintas y en su caso éstas fueron clasificadas y separadas en función de su edad como parentales (P) 4 individuos, filial 1 (F1) 2 individuos y filial (F2) 6 individuos. Al inicio del experimento todas ellas fueron medidas, etiquetadas y plantadas de nuevo en sus sustratos correspondientes.

#### **3.3.3. ACTIVIDADES**

##### **3.3.3.1. PREPARACION DE LAS PLANTAS**

Las plantas empleadas provienen de prospecciones realizadas en los bosques cercanos y se cultivaban desde hace años en el interior del invernadero y previo al inicio del experimento se procedió a plantarlas de manera individual en los respectivos sustratos tomando en cuenta que *U. asplundii* es epífita y *P. hitchcockiana* es terrestre. Partiendo de lavar los recipientes de forespan y ser perforados para evitar el anegamiento se les coloca una piedra en la parte inferior para dar estabilidad en el momento de siembra de las plántulas. El sustrato para *U. asplundii* consta en la parte inferior fibra de coco y por último el esfagum a manera de rellenar los espacios de la parte superior. El sustrato para

*P. hitchcockiana* se preparó con ½ parte de suelo de bosque secundario, una parte de fibra de coco y otra parte de arena lavada.

### **3.3.3.2. MANEJO DEL EXPERIMENTO**

El 8 de octubre del año en curso inicia el experimento como día cero, y termina el 18 de Diciembre como día 67, período en el cual se realizó mediciones semanales de intensidad lumínica, largo, ancho y número de hojas de cada individuo de las especies *U. asplundii* y *P. hitchcockiana*. Las plántulas ya sembradas fueron colocadas en las mismas condiciones de luz hasta que se aclimaten a su nuevo sustrato y pasado 4 días se las dispuso en dos espacios del Orquideario con condicionantes de mayor y menor luminosidad, lo que denominaremos como luz alta y luz baja respectivamente. De manera equitativa en relación a tamaño/especie se separaron las macetas con cada individuo; en luz alta se colocaron las plántulas de *U. asplundii* correspondientes a la etiqueta P1;P3;F12;F22;F23; F25 mientras que en luz baja fueron P2;P4;F11;F21;F2,4;F2,6. En el caso de *P. hitchcockiana* H1;H2;H5;H6;H9;H12 en luz alta y H3;H4;H7;H8;H10;H11 en luz baja.

### **3.3.4.MEDICIONES, CUANTIFICACIÓN Y MANEJO DE DATOS**

Las mediciones se llevaron a cabo de manera semanal, la primera medición se realizó el día 18 (30 de octubre de 2018) y la última el día 67 (18 de diciembre del 2018). Se toma en cuenta que para cada medición se seguía la misma rutina. Como primer punto se retiraban las hojas que se encontraban suspendidas en la malla sarán con el fin de reducir errores mientras se utilizaba la aplicación “Luxmeter” para medir la intensidad lumínica. Luego de contabilizar las hojas empleando un calibrador se medía los parámetros morfométricos (largo y ancho) de ambas especies.

Para cuantificar la morfometría foliar en base al cociente de las mediciones obtenidas en el tiempo de estudio bajo las dos condiciones lumínicas, periódicamente fue anotado largo y ancho, con esta información se calculó la razón o cociente del ancho dividido por el largo tanto al inicio como al final del experimento, y también el cociente entre estas razones para darnos una idea de forma relativa de sus hojas y como ésta cambia en función de la luz a lo largo del experimento.

$$\frac{\text{Ancho(cm)}}{\text{Largo(cm)}} < 0,5 = \text{Hoja estrecha}$$

$$\frac{\text{Ancho(cm)}}{\text{Largo(cm)}} > 0,5 = \text{Hoja ancha}$$

Para calcular el incremento de la longitud foliar a lo largo del tiempo del experimento o también llamado Incremento Medio Foliar (IMF) fueron empleadas las restas del sucesivo menos el anterior de las mediciones de largo de las hojas presentes desde el día 18 hasta el final del experimento a los 67 días. Se presentan los cálculos procedentes del desarrollo de las hojas existentes desde el inicio del experimento y por separado el IMF absoluto (promedio de las hojas presentes desde el inicio junto con las hojas nuevas). No se incluyeron aquellas que fueron comidas o entraron en senescencia.

Al ser medidas tomadas en campo a veces se manifiestan errores de 1 a 2 milímetros, por ello las medidas de ancho en muchas ocasiones son inferiores a un centímetro y esto no permite observar diferencias en función del tiempo en el caso del ancho; por todo ello los cálculos sobre crecimiento medio y sobre el Incremento Medio Foliar (IMF) solo se ha calculado con el largo de las hojas, donde al tener un tamaño superior el error de medida es más pequeño.

## CAPÍTULO IV

### 4.1. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para el presente estudio de crecimiento y morfología bajo diferentes intensidades lumínicas en dos especies nativas de la región amazónica ecuatoriana, además de las labores de mantenimiento y monitoreo, se tomaron datos de la morfometría foliar de 24 individuos semanalmente por 67 días, lo que supuso 1938 datos tabulados (Anexo 3 y 4).

#### 4.1.1. SUPERVIVENCIA, DESARROLLO Y CRECIMIENTO DE LAS PLANTAS

El experimento se desarrolló con normalidad y afortunadamente no hubo una mortalidad muy elevada, sin embargo si se observaron hojas parcial o totalmente defoliadas por insectos fitófagos (Tabla 1). Esto sucedió principalmente el día 30 de octubre (a los 18 días de haber comenzado el experimento) y aunque hubo otros eventos puntuales de ataque por estos insectos, la mayoría de hojas de las plantas sobrevivieron hasta el final de este estudio.

Tabla 1

*Datos referentes al crecimiento y estado de las plantas durante el estudio*

		Número Hojas		Datos plantas	
		Defoliadas o muertas	Nuevas	% supervivencia	Crecimiento medio (cm)
<i>Pitcairnia hitchcockiana</i>	Luz baja	4	7	100	2,58
	Luz alta	10	4	100	3,63
<i>Utricularia asplundii</i>	Luz baja	0	2	100	0,45
	Luz alta	3	1	66,6	0,68

Los insectos fitófagos tuvieron preferencia por la especie *P. hitchcockiana* alcanzando el máximo con 10 hojas perdidas en las plantas que crecían en luz alta y 4 en aquellas que crecían en luz baja. En el caso de *U. asplundii* las hojas no fueron atacadas por fitófagos pero las plantas crecidas con luz alta sufrieron un gran estrés que fue tanto

motivo de pérdida de hojas como de su mayor mortandad, que alcanzó un 66,6% (Tabla 1).

La aparición de nuevas hojas fue frecuente en ambas especies como se observa en la Tabla 1, así en *P. hitchcockiana* el crecimiento fue máximo en las plantas que crecieron con luz alta lo que refleja una mejor adaptación de la especie. Ambas especies crecieron en la zona menos sombreada y cabe señalar que al ser la especie *P. hitchcockiana* una planta terrestre de tamaño medio a grande su crecimiento medio fue muy superior al de la otra especie (Tabla 1).

Las hojas entran en senescencia más pronto en la luz alta ya que en la luz baja hubo varias plantas que mantuvieron vivas las hojas inferiores (hoja 1 y 2 especialmente), esto hizo que con luz baja mantengan más hojas por planta aunque cabe señalar que el crecimiento fue mayor con luz alta (Datos no mostrados).

#### **4.1.2. VARIACIONES EN LA MORFOMETRÍA FOLIAR**

Las 24 plantas motivo del estudio no florecieron y estuvieron en estado vegetativo durante todo el tiempo del estudio. *Pitcairnia hitchcockiana* tiene hojas linear-lanceoladas con el borde liso y el ápice atenuado, de color verde y nervios paralelos poco aparentes en las plantas estudiadas, las hojas desarrolladas alcanzaron un rango de 1,2 cm en las plantas de menor tamaño, llegando a 35 cm de largo en los individuos con mayor tamaño (Tabla 2) y 0,2–1,6 cm de ancho en las medidas realizadas durante las fases finales del estudio (Tabla 3; Figura 4). *Utricularia asplundii* (Figura 5) por su parte tiene hojas glabras y obovadas de ápice redondeado con desarrollo circinado, de color verde claro y consistencia ligeramente coriácea, ondulada con borde liso, de venación dicotómica y un pecíolo poco aparente en las plántulas jóvenes, el cual se hace más evidente en plantas de mayor tamaño pero la parte de unión a la lámina nunca se encuentra bien definida y por tanto con una base de la hoja muy atenuada (Figura 5). Sus hojas en este trabajo muestran un rango de 3,8-13,8 cm de largo (Tabla 2) y 0,2–1,4 cm de ancho (Tabla 3). Ambas especies carecen de tallos aéreos, por lo que no puede hablarse de un tipo de inserción de la hoja al tallo.

Tabla 2

*Rangos de longitud foliar de las plantas de P. hitchcockiana y U. asplundii*

longitud de hojas					
		<i>P. hitchcockiana</i>		<i>U. asplundii</i>	
		MIN (cm)	MAX (cm)	MIN (cm)	MAX (cm)
LUZ ALTA		1,0	35,0	4,0	11,1
LUZ BAJA		1,2	28,2	3,8	28,2

Tabla 3

*Rango de anchura foliar de las plantas de P. hitchcockiana y U. asplundii*

Rango transversal de hojas					
		<i>P. hitchcockiana</i>		<i>U. asplundii</i>	
		MIN (cm)	MAX (cm)	MIN (cm)	MAX (cm)
LUZ ALTA		0,3	1,6	0,4	1,4
LUZ BAJA		0,2	1,2	0,5	2,0



Figura 4. *Pitcairnia hitchcockiana* L.B. Sm.      Figura 5. *Utricularia asplundii* P.Taylor

La variación morfométrica en longitud fue aumentando en ambas especies, sin embargo al calcular la variación del ancho durante el tiempo de estudio en ambas especies su cambio fue siempre inferior a un centímetro, existiendo en el caso de la especie *P. hitchcockiana* un aumento medio de 0,27cm en hojas crecidas en luz alta y tan solo un 0,05cm en aquellas que crecieron en luz baja. Para la especie *U. asplundii* no hubo

incremento en el ancho cuando crecieron en luz alta y con luz baja aumentaron solamente 0,13 cm.

Las hojas de *P. hitchcockiana* eran más alargadas (razón <0,5, Tabla 4) mostrando rangos en sus cocientes del 0.07 al 0.1 y las de *U. asplundii* aunque también fueron alargadas (razón <0,5, Tabla 4), son ligeramente más anchas con cocientes que van del 0.09 al 0.14. En luz alta no hay cambios de forma en ninguna de las 2 especies (Tabla 4). En luz baja las hojas de *P. hitchcockiana* eran alargadas y con el tiempo pasaron de 0,09 a 0,07 por tanto con el tiempo se fueron estrechando más, sin embargo con luz alta no hubo diferencias a lo largo del tiempo (Tabla 4). En el caso de *U. asplundii* en luz baja pasaron de 0,12 a 0,14 por tanto con el tiempo se ensancharon levemente. Tampoco con luz alta existieron diferencias a lo largo del tiempo (Tabla 4).

Tabla 4

*Razón o cociente entre el ancho y largo de las hojas existentes desde el inicio del experimento*

		Razón Inicial 30/10/18	Razón Final 18/12/18	Cociente final/inicial
<i>Pitcairnia hitchcockiana</i>	Luz baja	0,09	0,07	0,8
	Luz alta	0,10	0,09	0,9
<i>Utricularia asplundii</i>	Luz baja	0,12	0,14	1,1
	Luz alta	0,10	0,09	0,9

#### 4.1.3. INCREMENTO MEDIO FOLIAR

El IMF de las hojas desarrolladas de *P. hitchcockiana* fue algo inferior al comparar con el IMF absoluto, hecho normal porque la especie tuvo 7 y 4 hojas nuevas en luz baja y alta respectivamente, estas 11 hojas elevaron sus cifras especialmente desde el día 15 de noviembre (Figura 6) hasta el final del experimento. Aparentemente las hojas existentes tuvieron un IMF similar entre luz alta y baja mientras que al estudiar la gráfica del IMF absoluto hubo un incremento superior con luz baja (Figura 6), aunque cabe señalar que las diferencias son cercanas o menores a 0,5 y por lo tanto estos resultados son poco perceptibles en el crecimiento total.

El IMF de las hojas desarrolladas en la especie *U. asplundii* no muestra diferencias al compararlo con su IMF absoluto debido a que esta especie solo desarrolló 3 hojas

nuevas en el tiempo del experimento (Figura 7). El único resultado significativo fue que el incremento semanal nunca superó los 0,2cm, excepto al comienzo el día 9 de noviembre (Figura 7) y que tampoco hubo diferencias entre las dos condiciones luminosas.

En ambas especies las curvas obtenidas muestran cierta tendencia a estabilizarse aunque la poca duración de este experimento.

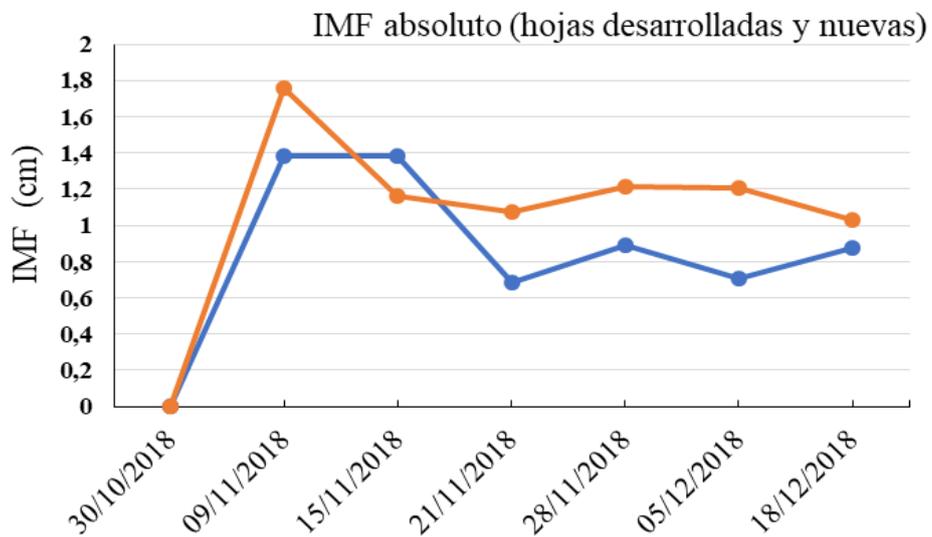
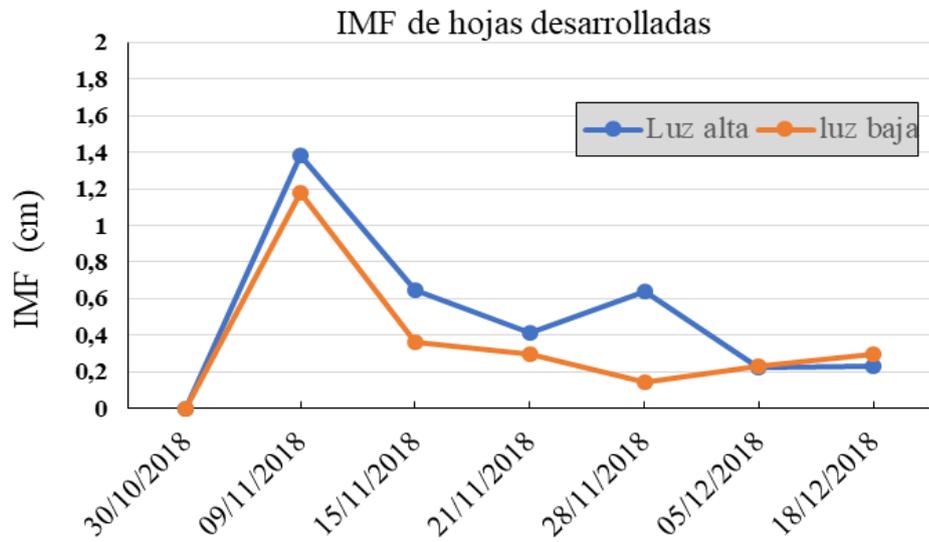


Figura 6. Incremento medio foliar de *P. hitchcockiana*

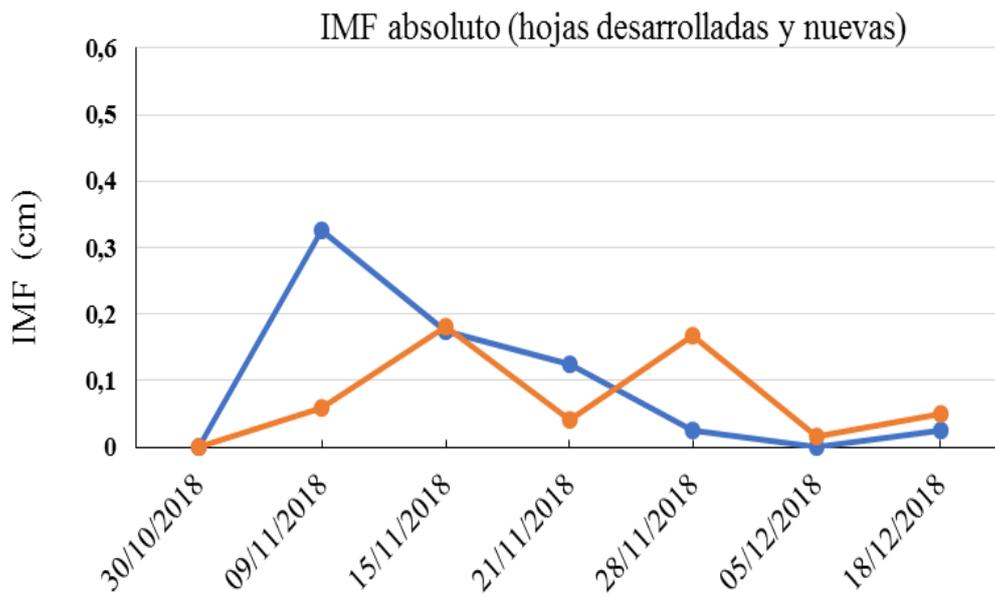
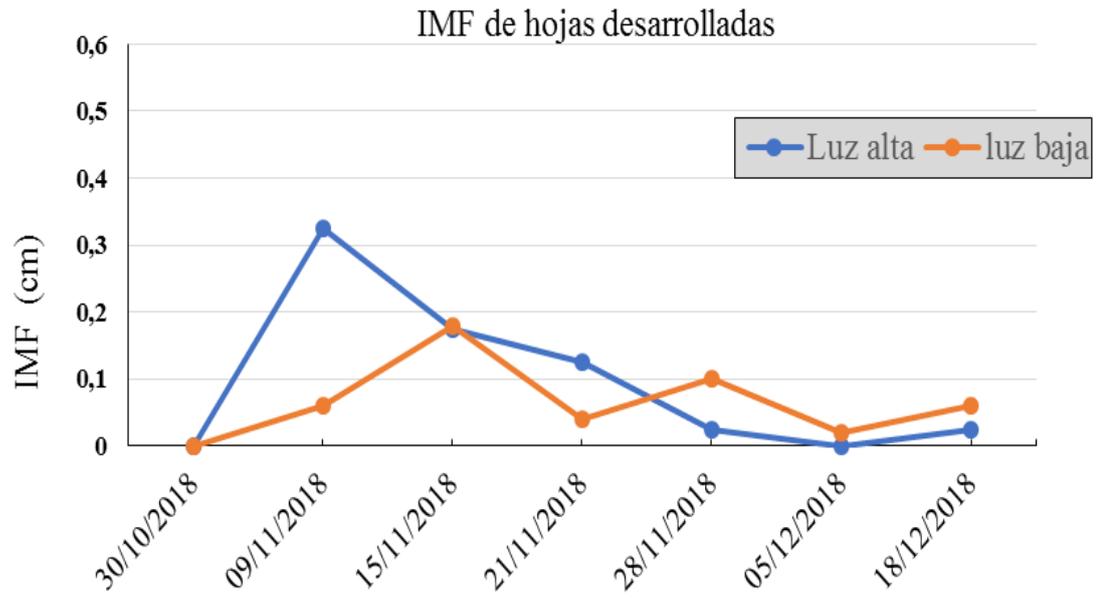


Figura 7. Incremento medio foliar de *U. asplundii*

## CAPÍTULO V

### 5.1. CONCLUSIONES

- Las hojas de *P. hitchcockiana* y *U. asplundii* crecieron 2,16% más en luz alta, especialmente en el caso de *P. hitchcockiana*, esto puede deberse a que de forma natural esta especie vive en taludes más expuestos a la luz ambiental; aunque en esta condición el ataque por insectos fitófagos fue más fuerte.
- La supervivencia y el estado general de *U. asplundii* con luz alta fue inferior debido a que se trata de una especie epífita de ambientes sombríos; sin embargo durante los años previos a la investigación estas plantas crecieron sin problemas en similares condiciones de luminosidad alta sin mostrar estrés; así que el efecto negativo encontrado en plantas que crecían en luz alta pudo ser debido al estrés producido por el cambio de sustrato previo al experimento.
- La morfometría foliar y el IMF no mostraron cambios significativos durante el periodo de este estudio.

### 5.2. RECOMENDACIONES

- Aunque las plantas de *P. hitchcockiana* pueden que hayan mostrado más crecimiento con luz alta, el mayor ataque por insectos fitófagos y la menor aparición de hojas nuevas nos lleva a sugerir su cultivo con intensidades luminosas en torno a 25KLux.

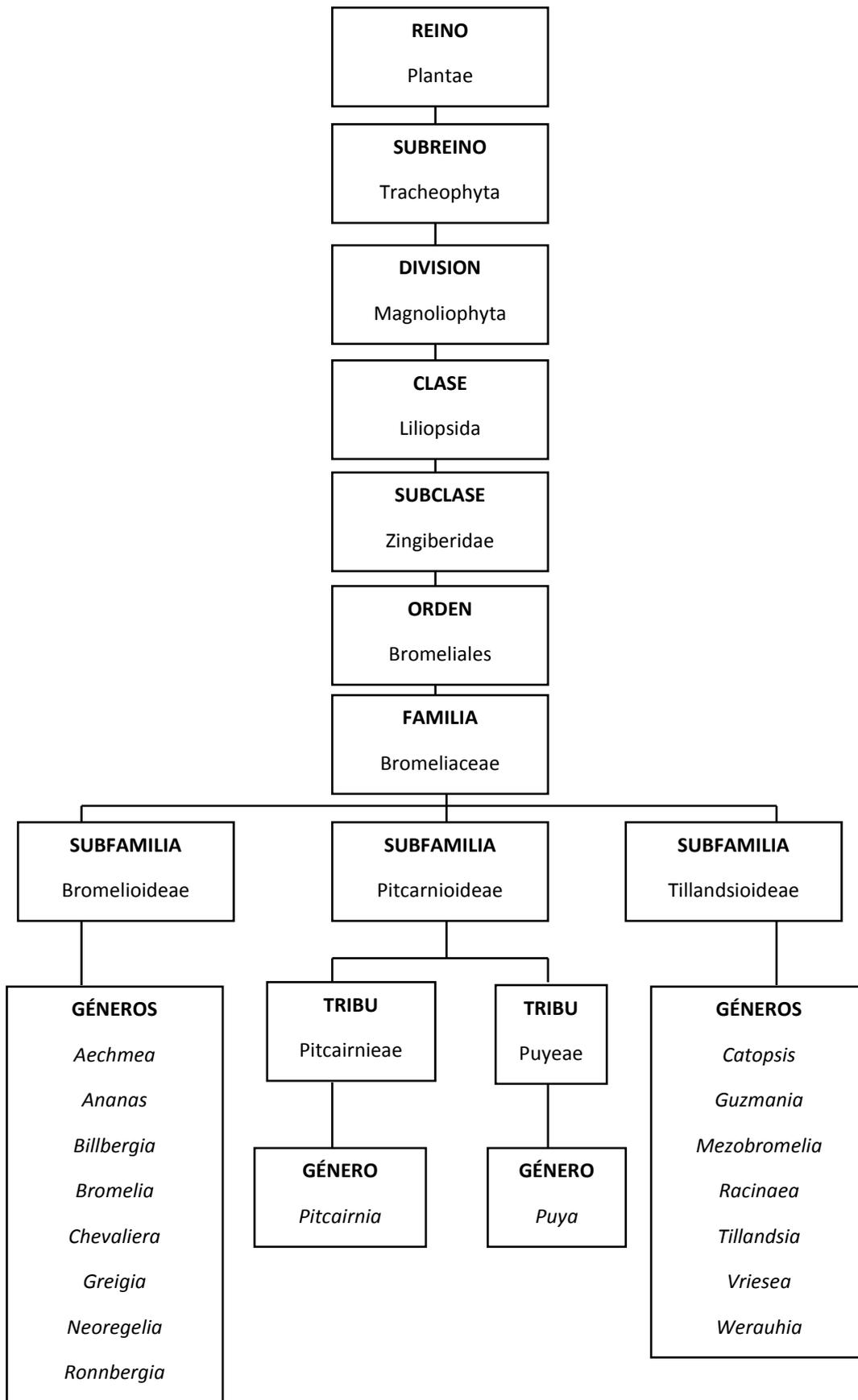
## CAPÍTULO VI

### 6.1. BIBLIOGRAFÍA

- Arias, R. (2010): Amazonia, ambiente y cultura para el desarrollo... pero ¿qué desarrollo? Obtenido de: <http://www.uea.edu.ec/revista/articulos/R1N12010Art12.pdf>. En línea 06-05-2013.
- Benzing, D. H. (2000). *Bromeliaceae: perfil de una radiación adaptativa*. Cambridge: Prensa de la Universidad de Cambridge.
- Carrasco, R. (2009). Efecto de la radiación ultravioleta-b en plantas. *Idesia (Arica)*, 27(3), 59-76.
- Cascante-Marín, A., Wolf, J. H., Oostermeijer, J. G. B., Den Nijs, J. C. M., Sanahuja, O., y Durán-Apuy, A. (2006). Epiphytic bromeliad communities in secondary and mature forest in a tropical premontane area. *Basic and Applied Ecology*, 7 (6), 520-532.
- Crayn, D. M., Invierno, K., and Jack, H. (2004). Múltiples orígenes del metabolismo ácido crassulacean y el hábito epifítico en la familia neotropical Bromeliaceae. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*, 101, 3703-3708.
- García, M. P. (2011). Iluminación en el Puesto de Trabajo: criterios para su evaluación y acondicionamiento. Centro Nacional de Seguridad e higiene en el Trabajo. Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo. Madrid.
- Givnish, T. J., Barfuss M. H. (2011). Filogenia radiación adaptativa y biogeografía histórica en Bromeliaceae: perspectivas de una filogenia de plastidios de ocho locus. *Soy J. Bot.*, 98, 872-95.
- Herrera, M. A., del Valle, J. I. & Orrego, S. A. (2001). Biomasa de vegetación Herbácea y leñosa pequeña y necromasa en bosques tropicales primarios y secundarios de Colombia. Departamento de Ciencias Forestal. Universidad Nacional de Colombia. Sede en Medellín-Centro Andino para la Economía en el Medio Ambiente (CAEMA). Bogotá, Colombia.
- Holcman, E., & Sentelhas, P. C. (2013). Bromeliads production in greenhouses associated to different shading screens. *Horticultura Brasileira*, 31(3), 386-391.
- Jørgensen, P. M., & León-Yánes, S. (1999). Resultados del Catálogo de las Plantas Vasculares del Ecuador. Pp. 43-107. In Jørgensen P.M. & S. León-Yánes (eds.). Catálogo de las Plantas Vasculares del Ecuador. Monogr. Syst. Bot. Missouri Bot. Gard. Vol 75. St. Louis, USA. 1181pp.
- Lecinas, M. V., Martine, G., Moretto. A., Gallo, E., & Buso, C. (2007). Producción diferencial de biomasa en plántulas de *Mothofagus pumilio* bajo gradientes de luz y humedad del suelo. *Bosque (Valdivia)*, 28(3), 241-248.

- Mabberley, D. J. (1997). *El libro de la planta*. Cambridge: Prensa de la Universidad de Cambridge.
- Manzanares, J. (2002). Joyas de la Selva, Bromeliaceae del Ecuador, Parte I, Bromelioideae. Quito: Imprenta Mariscal.
- Martín, C. E. (1994). Ecología fisiológica de las Bromeliaceas. *Bot. Rev.*, 60, 1-82.
- Neill, D. A. (2012). ¿Cuántas especies hay en Ecuador? Universidad Estatal Amazónica. *Revista Amazónica: Ciencia y Tecnología*, 1(1), 71-83.
- Pan, Y., Birdsey, R. A., Fang, J., Houghton, R., Kauppi, P. E., Kurz, W. A., Phillips, O. L., Shvidenko, A., Lewis, S. L., Canadell, J. G., Ciais, P., Jackson, R. B., Pacala, S. W., McGuire, A. D., Piao, S., Rautiainen, A., Sitch, S., & Hayes, D. (2011). A Large and persistent Carbon Sink in the World's Forest. *Science*, 333, 988-993.
- Pérez, J., Saavedra, R., Pozos, R., Verastegui, V., & Ortiz-Montiel, J. G. (2017). *In vitro* propagation of *Pinguicula moranensis* H.B.K., neovolcánica Z. *Revista Bio Ciencias*, 4(3), 179-188.
- Real Academia de Ingeniería. (2012). Diccionario Español de Ingeniería [versión DEI 1.0] Diccionario on line. Obtenido de <http://diccionario.raing.es/es/lema/heli%C3%B3filo-0>
- Taiz L., y Zeiger E. (2007). Fisiología vegetal (volumen I). Ed. Universidad Jaume I. Castelló. España.
- Taiz, L., & Zeiger, E. (2000). *Physiologie der Pflanzen*. Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg. pp. 236-237.
- Valencia, R., Pitman N., León-Yáñez, S. & Jørgensen, P. J. (2000). Libro Rojo de las plantas endémicas del Ecuador. Publicaciones del Herbario QCA. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Quito, Ecuador.
- Vasquez, R., y Rojas R. (2013). Flora del río Cenepa, Amazonas, Perú. (Volumen II) 5, 429-430.
- Winkler, U. (2009). Captación altamente eficiente de fósforo en bromelias epífitas. *Ann. Bot.*, 103, 477-84.

**Anexo 1.** Clasificación y taxonómica de las bromelias.



Anexo 2.



Figura 1. Plantas de *U. asplundii* en luz alta.



*Figura 2. Plantas de P. hitchcockiana en luz alta*



*Figura 3. Plantas de P. hitchcockiana en luz baja*



*Figura 4. Plantas de U. asplundii en luz baja.*

**Anexo 3.** Numero de datos tabulados. *P. hitchcockiana*

			12/10/2018	12/10/2018	30/10/2018	30/10/2018	09/11/2018	09/11/2018	15/11/2018	15/11/2018	21/11/2018	21/11/2018	28/11/2018	28/11/2018	05/12/2018	05/12/2018	18/12/2018	18/12/2018	
CONDICION	COD Planta	#Hojas	Ancho	Largo															
ILUMINADA	H1	1	0,4	3,2	0,4	3,3	0,5	3,5	0,4	3,5	0	0	0	0	0	0	0	0	
ILUMINADA	H1	2	0,4	3	0,3	0,5	0,3	0,5	0,4	0,5	0,4	0,6	0,3	0,9	0	0	0	0	
ILUMINADA	H1	3	0,3	3,2	0,3	0,8	0,5	3,4	0,4	3,3	0,4	3,4	0,4	4	0,4	4	0,5	4	
ILUMINADA	H1	4	0,4	3,4	0,5	3,2	0,4	1,8	0,3	1,8	0,3	2	0,3	2,1	0,3	2,1	0,3	2,4	
ILUMINADA	H1	5	0,4	4	0,5	6,2	0,7	7,3	0,8	7,8	0,8	8,2	0,8	8,3	0,8	8,3	0,8	8,5	
ILUMINADA	H1	6	0,6	5,2	0,3	2,1	0,5	5	0,7	6,6	0,9	8,5	0,9	9,9	0,9	9,9	0,9	10	
	...																		
SOMBREADA	H10	8	0	0	0,1	1,8	0,2	3,4	0,3	4,6	0,4	6,5	0,7	9,5	0,8	13,2	0,8	18,2	
SOMBREADA	H11	1	0,4	6,2	0,4	6	0,4	6,2	0,4	6,2	0,4	6,2	0,4	6,5	0,5	7,2	0,6	8	
SOMBREADA	H11	2	0,5	7,8	0,5	7,5	0,6	8,1	0,6	8,1	0,6	8,3	0,6	8,3	0,6	8,3	0,8	8,4	
SOMBREADA	H11	3	0,8	12,1	0,8	12,3	0,8	13,3	0,4	13,4	0,7	13,5	0,7	13,5	0,7	13,5	0,8	13,5	
SOMBREADA	H11	4	1	15,5	1	16	1	18,4	1	19,9	1	19,4	1	19,5	1	19,8	1,1	20	
SOMBREADA	H11	5	0,7	10,2	1,1	21	1,2	26,2	1,3	26,2	1,1	27,6	1,2	27,6	1,2	27,9	1,2	28,2	
SOMBREADA	H11	6	0,7	12,5	1,1	20,5	1,1	21,6	1,1	21,2	1,1	23	1,1	23,4	1,1	23,4	1,1	23,6	
SOMBREADA	H11	7	0	0	0,3	4,3	0,4	8,3	0,5	12	1,1	16	1,9	19,6	1,9	19,8	2	20,2	
SOMBREADA	H11	8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	2,8	0,2	4,3	0,2	5,2	
		Numero total de datos tabulados: 1564																	

**Anexo 4.** Numero de datos tabulados. *U. asplundii*

	COD PLANTA	#Hojas	Ancho	Largo														
LUZ ALTA	P1	1	1,3	9,5	1,4	10,3	1,3	11	1,4	11	1,4	11,1	1,4	11,1	1,4	11,1	1,4	11,1
LUZ ALTA	P1	2	0,2	4	0,2	4,2	0,2	4,5	0,2	4,5	0,2	4,9	0,2	5	0,2	5	0,2	5
LUZ ALTA	P1	3	0,8	7,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LUZ ALTA	P1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	1,1	0,1	2,6	0,1	5
LUZ ALTA	P3	1	1,2	8	0,9	9,6	0,8	9,9	0,8	9,8	0,9	9,8	0,9	9,9	0,9	9,9	0,9	9,9
	...																	
LUZ ALTA	P3	2	0,9	8,4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LUZ BAJA	F1,1	1	1,6	12,4	1,8	13	2	13	1,7	13,6	1,8	13,8	1,9	13,8	2	13,8	2	13,8
LUZ BAJA	F2,1	1	0,9	6,4	0,9	6,8	0,9	6,8	0,8	7,1	0,8	7,1	0,8	7,1	0,8	7,1	0,9	7,1
LUZ BAJA	F2,4	1	0,9	4,4	0,7	5,1	0,8	5,1	0,7	4,7	0,7	5	0,7	5,1	0,8	5,2	0,9	5,3
LUZ BAJA	F2,6	1	0,5	3,8	0,4	4	0,4	4,3	0,5	4,3	0,5	4,3	0,5	4,5	0,5	4,5	0,5	4,5
		Numero total de datos tabulados: 374																