UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA VIDA

TÍTULO A OBTENER: INGENIERÍA AMBIENTAL

TEMA:

Morfología de plántulas, germinación y crecimiento bajo diferentes intensidades luminosas de *Gyranthera amphibiolepis* y *Tabebuia chrysantha* por medio de tabulación numérica y análisis de imágenes.

AUTORES:

Julio André Cordero Chamba

Cristina Juliana Vásquez Noteno

DIRECTOR DEL PROYECTO:

PhD. Diego Gutiérrez del Pozo

PUYO-ECUADOR

2020

DECLARATORIA DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

Quien/es suscribe/n Cordero Chamba Julio André con C.I. 1600457327 y Vásquez Noteno Cristina Juliana con C.I 1501166522, hace constar que es autor/a del Proyecto de Investigación/Trabajo de Integración Curricular titulado: "Morfología de plántulas, germinación y crecimiento bajo diferentes intensidades luminosas de *Gyranthera amphibiolepis* y *Tabebuia chrysantha* por medio de tabulación numérica y análisis de imágenes", el cual constituye una elaboración personal realizada únicamente con la dirección del Tutor de dicho trabajo, Dr. Diego Gutiérrez. En tal sentido, manifiesto la originalidad de la conceptualización del trabajo como interpretación de datos y elaboración de conclusiones dejando establecido que aquellos aportes intelectuales de otros autores se han referenciado debidamente en el texto de dicho trabajo.

En el cantón Pastaza, a los 25 días del mes de septiembre del 2020.



Cordero Chamba Julio André
1600457327



Vásquez Noteno Cristina Juliana
1501166522

CERTIFICADO DE APROBACIÓN POR EL TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

El tribunal de sustentación del proyecto de investigación y desarrollo aprueba el proyecto de Investigación/Trabajo de Integración Curricular titulado: "**MORFOLOGÍA DE PLÁNTULAS, GERMINACIÓN Y CRECIMIENTO BAJO DIFERENTES INTENSIDADES LUMINOSAS DE *GYRANTHERA AMPHIBIOLEPIS* Y *TABEBUIA CHRYSANTHA* POR MEDIO DE TABULACIÓN NUMÉRICA Y ANÁLISIS DE IMÁGENES".**

MIEMBROS DEL TRIBUNAL



David Alan Neill

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL



Jesús Antonio Bonilla de Gracia

Miembro del Tribunal



Pedro Damián Ríos Guayasamín

Miembro del Tribunal

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA

CERTIFICADO DE PORCENTAJE DE SIMILITUD
OBTENIDO EN EL SISTEMA ANTI-PLAGIO

Puyo, 17 de septiembre, 2020

Quien suscribe el presente certifica que, después de ser sometido al programa Urkund, el proyecto titulado "*Metafología de plántulas, germinación y crecimiento bajo diferentes intensidades luminosas de Gyrantheria empetrowensis y Tabebuia chrysantha por medio de tabulación numérica y análisis de imágenes*," ha mostrado un 4% y las similitudes corresponden a trabajos previos del director como se observa en el reporte:

Document Information

Analyzed document	[illegible]
Submitted	[illegible]
Submitted by	[illegible]
Submitted email	[illegible]
Similarity	[illegible]
Analysis address	[illegible]

Sources included in the report

SA	**UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA / [illegible]** Document [illegible] Submitted by: [illegible] Receiver: [illegible]	4
SA	**UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZÓNICA / [illegible]** Document [illegible] Submitted by: [illegible] Receiver: [illegible]	1

Particular que informo para los fines pertinentes.

Atte.,

Dr. Diego Gutiérrez del Pozo
Director del proyecto

AGRADECIMIENTO

Queremos expresar nuestros sinceros agradecimientos a nuestros padres por apoyarnos en todo el proceso para la obtención del Título Universitario como Ingenieros Ambientales, por la confianza, fuerza y ánimos que nos brindaron para culminar esta etapa de nuestras vidas. A nuestros amigos en particular André Tapia, compañeros y todas aquellas personas que de cierta forma han aportado para formar nuestro carácter y sabiduría, así como a todos nuestros docentes de la Universidad Estatal Amazónica quienes nos han brindado los conocimientos necesarios para formarnos como profesionales y adquirir disposición en el campo laboral, en especial agradecemos al Dr. Diego Gutiérrez por apoyarnos en el direccionamiento y aporte para la elaboración del proyecto de investigación y cumplimiento con los objetivos planteados, finalmente nuestro mayor agradecimiento a Omar Tello propietario del Jardín Botánico "Las Orquídeas", quien sin esperar nada a cambio estuvo presto a que hagamos los experimentos con las especies que con tanto esfuerzo ha rescatado y las ha preservado en un bosque regenerado.

Julio André Cordero y Cristina Vásquez

DEDICATORIA

Dedicamos este logro personal mutuo, en equipo uno del otro, que, de no ser por ese deseo profundo de superación, por el cariño, comprensión, dedicación, incontables sacrificios y por sobre todo ese sueño inquebrantable de iniciar y terminar juntos esto que empezamos con mucho amor, no estaríamos aquí.

André y Cristina

RESUMEN

Para apoyar la conservación de especies nativas amenazadas y el almacenado de semillas; se comprobó si la intensidad luminosa tiene efecto sobre la germinación y crecimiento de plántulas en *Gyranthera amphibiolepis* W. Palacios y *Tabebuia chrysantha* (Jacq.) Nicholson presentes en el "Jardín las orquídeas" (Pastaza). Para ello se diseñó un experimento de germinación con 3 tratamientos: Luz ambiental, Sombreadas y Oscuridad (0%luz) con el objetivo de analizar parámetros como: porcentaje de germinación, incremento medio del tallo (IMT), cociente foliar, y describir la morfología de plántulas. Se observó que en *G. amphibiolepis* las semillas recién colectadas alcanzaron un porcentaje germinativo superior al 95%, así mismo el IMT logró una altura promedio de 36 cm durante tres meses de monitoreo, Sus semillas almacenadas durante 3 meses alcanzaron el 25% de germinación; siendo parcialmente recalcitrantes o de tipo intermedio. Por otra parte *T. chrysantha* en promedio resultó que las semillas recién colectadas alcanzaron el 56% de germinación y las plántulas sufrieron total mortandad entre uno y dos meses, por ello el parámetro IMT y cociente foliar no pudo cuantificarse. Tampoco pudo conocerse el proceso de germinación posterior a los tres meses de ser almacenadas por pérdida de su viabilidad. Se concluye que ambas especies fueron de germinación epigea, con buenos porcentajes de germinación con semillas frescas en *G. amphibiolepis* en todos los tratamientos, por tanto, fue una especie no fotoblástica, en cambio *T. chrysantha* no tuvo buenos porcentajes en oscuridad considerándose fotoblástica positiva ni prosperaron sus plántulas, debiéndose prestar atención al tipo de sustrato para evitar el ataque microbiano que sufre.

Palabras clave: *Gyranthera amphibiolepis*, *Tabebuia chrysantha*, porcentaje de germinación, morfología, crecimiento, intensidad luminosa

ABSTRACT

To support the conservation of endangered native species and seed storage; it was checked whether luminous intensity has an effect on seedling germination and growth in *Gyranthera amphibiolepis* W. Palacios and *Tabebuia chrysantha* (Jacq.) Nicholson present in the "Garden the Orchids" (Pastaza). To do this, a germination experiment with 3 treatments was designed: Ambient Light, Shaded and Darkness (0%light) with the aim of analyzing parameters such as: germination percentage, mean stem increase (IMT) and foliar quotient, and describing seedling morphology. It was observed that in *G. amphibiolepis* the newly collected seeds reached a germination percentage of more than 95%, as well as the IMT achieved an average height of 36 cm during three months of monitoring, Its seeds stored for 3 months reached 25% germination; being partially recalcitrant or intermediate in type. On the other hand, *T. chrysantha* on average turned out that the newly collected seeds reached 56% germination and seedlings suffered total mortality between one and two months, so the IMT parameter and foliar ratio could not be quantified. Nor could the germination process be known after three months of being stored for loss of viability. It is concluded that both species were epigea germination, with good germination rates with fresh seeds in *G. amphibiolepis* in all treatments, therefore it was a non-photoblastic species, instead *T. chrysantha* did not have good percentages in darkness considering itself positive photoblastic or prospered its seedlings, having to pay attention to the type of substrate to avoid the microbial attack that suffers.

Key words: *Gyranthera amphibiolepis*, *Tabebuia chrysantha*, germination percentage, morphology, growth, luminous intensity

TABLA DE CONTENIDOS

CAPÍTULO 1. 1

INTRODUCCIÓN 1

1.1. Planteamiento del problema 2

1.2. Objetivos 3

1.2.1 General 3

1.2.2 Específicos 3

1.3. Justificación. 3

CAPÍTULO 2. 4

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA 4

2.1. La Biodiversidad de la Región Amazónica del Ecuador 4

2.2. Métodos de Conservación de la Biodiversidad 4

2.2.1. In situ. 4

2.2.2. Ex situ 5

2.3 Especies en estudio e importancia 6

2.3.1. *Gyranthera amphibiolepis* W. Palacios - Cuero de Sapo 6

2.3.2. *Tabebuia chrysantha* (Jacq.) Nicholson – Guayacán negro amazónico 7

2.3.3. Estado de conservación según UICN 9

2.4. Fundamentos de la reproducción de especies vegetales 10

2.5. Métodos de Propagación de Especies Forestales 10

2.6. Reproducción sexual o semilla 11

2.7. Tipos de germinación 11

2.7.1. Epigea 11

2.7.2. Hipogea 12

2.8. Factores externos que influyen en la germinación 12

2.8.1. Agua 12

2.8.2. Temperatura 13

2.8.3. Luz 13

2.9. Factores internos (intrínsecos) que influyen en la germinación 14

2.9.1. Madurez de las semillas. 14
2.9.2. Viabilidad de las semillas 14
2.10. Clases de semillas en función de su contenido de humedad 14
2.10.1. Semillas recalcitrantes 14
2.10.2. Semillas ortodoxas 15
2.10.3. Semillas intermedias 15
2.11. Factores de crecimiento bajo diferentes intensidades de luz 15
CAPÍTULO 3. 16
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN 16
3.1. Localización 16
3.2. Tipo o diseño de Investigación 17
3.3. Métodos de Investigación 17
3.3.1. Diseño de la Investigación 17
3.3.2. Tratamiento para G. amphibiolepis 18
3.3.3. Tratamiento de la especie *T. chrysantha* 19
3.3.4. Estaciones para el tratamiento de luz en las semillas 20
3.3.5. Medidas de intensidad luminosa de G. amphibiolepis y T. chrysantha 21
3.3.6. Parámetros y tratamiento de datos en cuero de sapo y guayacán 21
CAPÍTULO 4. 23
RESULTADOS 23
4.1. Porcentaje de Germinación de *G. amphibiolepis*. 23
4.1.1. Germinación de semillas recién colectadas 23
4.1.2. Germinación de semillas a los 3 meses de almacenadas 24
4.2. Porcentaje de germinación *Tabebuia chrysantha* 25
4.2.1. Germinación de semillas recién colectadas 25
4.2.2. Germinación de semillas a los 3 meses de ser almacenadas 26
4.3.1. IMT de *Gyranthera amphibiolepis* 27
4.3.2. IMT de *Tabebuia chrysantha* 28
4.4. Descripción de plántulas 29

4.4.1. *Gyranthera amphibiolepis* 29
4.4.2. *Tabebuia chrysantha* 30
4.5. Desarrollo de las hojas de *Gyranthera amphibiolepis*. 31
4.5.1. Aumento de longitud 31
4.5.2. Coeficiente foliar (Fl; 1, 2 y 3) 32
CONCLUSIONES y RECOMENDACIONES 33
REFERENCIAS 34
APÉNDICES Y/ ANEXOS 37
ANEXO 1. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES 37
ANEXO 2. CÓDIGOS Y ABREVIATURAS 38
ANEXO 3. RECOPILACIÓN DE DATOS DURANTE EL EXPERIMENTO 39
ANEXO 4. FOTOGRAFÍAS 44

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Intensidad Luminosa de *G. amphibiolepis y T. chrysantha.* 21
Tabla 2. Cociente Foliar- *G. amphibiolepis* 32

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Estructura de las Categorías y criterios de la Lista Roja según la UINC. 10
Figura 2. Germinación epigea. 12
Figura 3. Germinación hipogea 12
Figura 4. Mapa con la ubicación del Jardín Botánico Las Orquídeas. 16
Figura 5. Germinación pre-experimental. 18
Figura 6. Selección de semillas. 19
Figura 7. Estaciones para el tratamiento de las semillas. 20
Figura 8. Porcentaje de germinación en cada tratamiento a lo largo del experimento con semillas recién colectadas de G. amphibiolepis 24
Figura 9. Porcentaje de germinación en cada tratamiento a lo largo del experimento con semillas almacenadas 3 meses de G. amphibiolepis 25
Figura 10. Porcentaje de germinación de semillas recién colectadas a lo largo del tiempo del guayacán negro 26
Figura 11. Incremento medio del tallo (IMT) por tratamiento en la especie cuero de sapo. .. 27
Figura 12. Etapas de crecimiento de *G. amphibiolepis* 29
Figura 13. Etapas de crecimiento T. chrysantha 30
Figura 14. Longitud de los foliolos Fl1, Fl2 y Fl3 en 2 fechas 31

CAPÍTULO 1.

INTRODUCCIÓN

La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO por sus siglas en inglés) define a un 'bosque' como un sistema ecológico que se extiende por más de 0,5 hectáreas dotadas de árboles de una altura superior a 5 metros y una cubierta de dosel superior al 10 por ciento. No incluyen la tierra sometida a un uso predominante agrícola o urbano (Sánchez, 2015).

El Ecuador al ser uno de los diecisiete países mega diversos del mundo, dispone de una cobertura boscosa en más de la mitad de su territorio, con amplias zonas aptas para el aprovechamiento forestal. Sin embargo, no ha estado aislado de la presión que ejerce la actividad económica sobre su ecosistema (Sánchez, 2015). Aparte de los daños producidos por la reducción del bosque; los ecosistemas y sus especies se hayan muy amenazados por el cambio climático y las estrategias de conservación sea in situ o ex situ pueden ser una buena opción de conservación.

El Jardín Botánico las Orquídeas, ubicado en el cantón y provincia de Pastaza, parroquia Puyo, es un atractivo turístico de carácter privado, encargado de planificar, ejecutar y evaluar las estrategias, directrices y acciones tendientes a consolidar una cultura de respeto del entorno natural, contribuyendo a la defensa y protección del ambiente, a través de la investigación científica de la flora y fauna amazónica, prevaleciendo la conservación e investigación de especies nativas que están en peligro de extinción con un gran potencial de biodiversidad (Gutiérrez *et al*.,2017).

En base a una colaboración entre voluntarios y el gerente del Jardín Botánico las Orquídeas por trabajos previos que recopilaron datos y fotografías, siendo coordinada por el Dr. Diego Gutiérrez, se pretende identificar y estudiar la germinación bajo diferentes ambientes luminosos de dos especies que pueden tener interés por ser especies con algún grado de amenaza según la UICN, una es la especie *Gyranthera amphibiolepis* W. Palacios, que está en la categoría de VU (vulnerable) y la especie *Tabebuia chrysantha* (Jacq.) Nicholson, catalogada como EN (en Peligro) (León, *et al*., 2011).

Debido a que estas especies son muy significativas para su conservación se está realizando un experimento con estaciones en diferentes intensidades luminosas y que durante la experimentación se recolectan datos de parámetros como: porcentajes de germinación,

incremento medio del tallo (IMT), crecimiento foliar y registrar fotográficamente todo el proceso destinado para describir la morfología de las plántulas.

1.1. Planteamiento del problema

Ambas especies señaladas en el anterior punto están bajo riesgo de desaparición por su interés como recursos maderables apreciados en el mercado, siendo probable que su explotación vaya a perjudicar la reproducción y supervivencia de los vegetales amazónicos y la reintroducción de especímenes en un número de individuos capaces de sobrevivir y reproducirse de forma natural, contribuirá a su salvaguarda y al aumento de la biodiversidad del lugar donde se lleve a cabo (Gutiérrez *et al.,* 2017). El siguiente análisis de la experimentación sobre germinación y crecimiento bajo diferentes condiciones luminosas en cuero de sapo y guayacán negro fueron llevadas a cabo para responder a algunos interrogantes ya que la descripción morfológica mediante fotografías del desarrollo de plántulas de especies poco frecuentes de la región amazónica no ha sido documentado, y a su vez este trabajo permitirá conocer la mejor metodología de propagación bajo diferentes ambientes lumínicos y qué opciones de almacenado de sus semillas aportan como nuevos datos sobre la conservación de especies en peligro de extinción.

El experimento que fue desarrollado anteriormente, no estaba analizado de forma cuantitativa, solo existían fotografías y datos de campo; por ello con las imágenes secuenciales del desarrollo de plántulas tomadas en 2019 de las que se disponía previamente, se pretende describir las primeras etapas de desarrollo de estas especies arbóreas poco estudiadas y por otro lado mediante el uso de fotografías de las fundas con semillas tomadas en diferentes fechas así como las anotaciones hechas en libreta de campo, se maneja una fuente de información con la cual poder describir la germinación, el crecimiento de plántulas bajo diferente luminosidad y su morfología foliar a lo largo del tiempo, por medio del tabulado en hojas de cálculo los datos que cuantificaron el crecimiento de las plántulas colocadas en diferentes intensidades ambientales durante 4 meses desde el 31 octubre 2019 hasta el 9 de marzo de 2020. Dichas fotografías y datos experimentales son la base de esta investigación, cuyo punto de partida fue la existencia de ejemplares adultos fértiles de las especies antes citadas en el arboreto y bosque regenerado del Jardín Botánico “Las Orquídeas”.

1.2. Objetivos

1.2.1 General

Conocer el porcentaje de germinación y desarrollo bajo diferentes intensidades lumínicas de plántulas de *G. amphibiolepis y T. chrysantha* para describir su desarrollo morfológico de las primeras etapas de crecimiento.

1.2.2 Específicos

- Generar porcentajes de germinación antes y después del almacenado de semillas.
- Concluir con la tabulación para finalizar el análisis de datos previamente recopilados de crecimiento, parámetros foliares, bajo diferentes tratamientos de luz.
- Describir la morfología de plántulas, en base a fotografías tomadas durante la experimentación.

1.3. Justificación.

León, *et al*., (2011) mencionan que la información básica presente en El Libro Rojo de las Especies Endémicas del Ecuador; acerca de las especies, los ecosistemas y su estado de conservación sigue siendo insuficiente para cuantificar con precisión la magnitud de las amenazas en la conservación de las especies, y este fenómeno no ocurre solamente en las endémicas, también muchos árboles con distribución en otros países sufren tala y desaparición de ejemplares por su interés maderero, donde vemos que según la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) la especie *G. amphibiolepis*, se encuentra en la categoría de VU (vulnerable) y la especie *T. chrysantha*, como EN (en Peligro), lo que hace que la situación actual de las especies cuero de sapo y guayacán negro amazónico en sus nombres comunes, sea necesaria la descripción morfológica de estos ejemplares, debido a que existe poca información que pueda suponer un estudio detallado en la forma sobre los mecanismos de dispersión y sobrevivencia de estas especies tan importantes a nivel de bosques y su adaptabilidad a los cambios de temperatura, humedad y luminosidad.

CAPÍTULO 2.

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. La Biodiversidad de la Región Amazónica del Ecuador

La ubicación geográfica y variaciones topográficas del Ecuador, origina variados microclimas que producen un mosaico ecológico convirtiéndolo en uno de los 17 países mega diversos del mundo y en el cual constantemente se siguen descubriendo nuevas especies para la ciencia (Neill, 2012); Prueba de ello, es que según estudios publicados en el Catálogo de Plantas Vasculares del Ecuador en 1999 se registró un total de 15.306 especies para Ecuador, incluyendo 1.298 pteridofitas, 17 gimnospermas y 13.991 angiospermas. Actualmente Ecuador cuenta con un registro desde julio 2012 que asciende a 17.748 especies nativas confirmadas, incluyendo 1.422 pteridofita, 18 gimnospermas y 16.308 angiospermas Neill DA (2012). Por ello y especialmente en la región amazónica estos recursos naturales son de incalculable valor y sus aplicaciones son todavía desconocidas (Gutiérrez et al., 2017).

Una de las debilidades de los documentos, informes y diagnósticos sobre la Amazonía ecuatoriana es que no se ha prestado la importancia que merece al tema de la biodiversidad y a las amenazas que se ciernen sobre los ecosistemas amazónicos debido a la creciente presión de las actividades humanas. “Estas amenazas tienen que ver con el aumento de la pobreza, con la contaminación que provoca la actividad hidrocarburífera, con la deforestación, con la captura ilegal de animales y plantas, En la región aún se mantiene un 30% de bosques en la base de los Andes y un 70% en la llanura amazónica, que juntos suman unos tres millones de hectáreas de bosque primario." Además, allí está el 70% de los bosques del país y se extrae el 30% de la madera comercializada en el mercado interno y destinada a la exportación (Ruíz, 2000).

2.2. Métodos de Conservación de la Biodiversidad

2.2.1. In situ

La forma más transcendental para la conservación de especies vegetales amenazadas, reside en la preservación de su hábitat, esta táctica se conoce como Conservación *in situ* (Primack R *et al*,; 2001). Una de las formas más prácticas de originar la conservación de la biodiversidad, es el fortalecimiento del sistema de áreas protegidas y reservas a nivel nacional, regional, en conformidad con la protección de especies, la conservación *in situ* refiriéndose al lugar nativo de ocurrencia de las especies; pero las metodologías de conservación *in situ* por sí mismas no serán capaces para advertir la muerte de muchas especies, y particularmente en

grupos o familias botánicas con problemas para su germinación o establecimiento, como se muestra en las orquídeas (Orejuela, 2010).

2.2.2. Ex situ

Las técnicas *ex situ* aplicables a los recursos fitogenéticos están esencialmente en conservar colecciones de especies y variedades en bancos de germoplasma, entendidos en cualquiera de sus múltiples formatos (bancos de germoplasma bajo cultivo, bancos de semillas, de polen, de tejidos, etc.) (ONU, 1992).

Según la UICN (1996), la conservación *ex situ* involucra la propagación reproductiva y vegetativa, e incluye los siguientes pasos:

1. Remoción de solo unas cuantas plantas de su entorno de manera en que dicha remoción no va a afectar la supervivencia futura de una población, o en circunstancias en las que el hábitat es destruido sin prospectos de regeneración.
2. Extracción de plantas de un hábitat destruido y que no tenga perspectivas de regeneración.
3. Propagación de plantas por medio de semillas preferiblemente bajo condiciones de asepsia.
4. Cultivo de plantas hasta que sean lo suficientemente grandes para ser divididas.
5. Intercambio de divisiones con productores calificados para asegurar la preservación del clon.
6. Cruzamiento entre cada par de individuos de la misma progenie.
7. Distribución de la progenie entre cultivadores expertos e interesados para asegurar la continuidad del programa de propagación.

Los órganos de consorcios botánicos tienen el potencial para hacer una importante contribución a la preservación e intercambiando de semillas, suministrando una aclaración del cultivo a sus miembros a través de conferencias, y desarrollando programas para la preservación local de especies (UICN, 1996).

2.3 Especies en estudio e importancia

2.3.1. *Gyranthera amphibiolepis* W. Palacios - Cuero de Sapo

2.3.1.1. Clasificación Taxonómica

Según Trópicos (2020), la siguiente especie presenta la siguiente taxonomía:

Clase: Equisetopsida C. Agardh

Subclase: Magnoliidae Novák ex Takht

Orden: Malvales Juss

Familia: Malvaceae Juss

Subfamilia: Bombacoideae

Género: *Gyranthera* Pittier

Especie: *Gyranthera. amphibiolepis* W. Palacios

2.3.1.2. Generalidades

Como menciona Palacios, (2012) y Neill, (2019) en su artículo, *Gyranthera amphibiolepis* está en una franja entre 850 y 1300 m de altitud en el flanco oriental de la cordillera andina en Ecuador; así como en la región de Amazonas y Loreto en Perú. Es frecuente en sitios con afloramientos de rocas calizas, en especial en los encañonados de los ríos. La madera de esta especie, de densidad mediana, se usa para la fabricación de contrachapados. Esta situación, más la conversión de los bosques nativos a agricultura donde crece la especie, la han puesto en riesgo, a tal punto, que la Norma para el Aprovechamiento de Madera de los Bosques Húmedos emitida por el Ministerio del Ambiente del Ecuador (MAE), la considera como una especie de aprovechamiento condicionado o restringido (MAE, 2004). Está distribuida principalmente en Ecuador según los registros hechos en las provincias de Morona-Santiago, Napo, Zamora Chinchipe y en Perú (Trópicos, 2020).

2.3.1.3. Descripción botánica de la especie

Palacios, (2012) en su artículo Cuatro Especies Nuevas de Árboles del Ecuador describe esta especie como un árbol de hasta 40 m de altura y 1.5 m de DAP. Raíces tablares 3-6, hasta 5 m de altura, 10-15 cm de grosor, extendiéndose varios metros desde el eje central, sinuosas-divididas. Copa oblonga en árboles jóvenes, y aparasolada en árboles adultos, a veces formando estratos. Corteza dura e irregularmente agrietada, parda-morena, en árboles adultos desprendiéndose en pequeñas láminas irregulares, dejando partes expuestas con tonalidades

más claras. Yemas cubiertas por varias estípulas lanceoladas de 1.5-2.5 cm de largo. Hojas digitadas, de tamaño variable, agrupadas en el extremo de ramitas jóvenes; pecíolos 5-20 cm de longitud; pecíolulos 1-2.3 cm de largo, articulados en la base. Folíolos 5-8, oblongo-oblanceolados, 2--20 x 3-8 cm, lustrosos por el haz, glabros; ápice cortamente acuminado; base aguda. Inflorescencia de aspecto cimoso (las flores dispuestas sobre un largo pedúnculo), 9-22 cm de largo; pedúnculo engrosado, 4-9 cm de largo, glabro. Flores blancas de 7-12 cm de largo; pedicelos 3-5 cm de largo. Fruto de tipo esquizocarpo es decir frutos que una vez maduros se descomponen en mericarpos, en forma de cápsula de (4-5) que contiene valvas, 25-35cm de largo, elipsoide, pardo-rojiza, lenticelada, áspera; semillas aladas, dispuestas en (4-5) paquetes, cada paquete envuelto totalmente por una membrana, (8-10) semillas por cada paquete, (4-5) semillas hacia el ápice y 5 hacia la base, arregladas en forma alterna, una hacia el ápice y una hacia la base, 9-10 x 3.5- 4 cm, castaño-rojizas. cada semilla es alada y está compuesta por una parte carnosa de aproximadamente 3 cm, tipo sámara de forma tetraédrica, su interior es de forma aovada y su mecanismo de dispersión es anemócora.

2.3.2. *Tabebuia chrysantha* (Jacq.) Nicholson – Guayacán negro amazónico

2.3.2.1. Clasificación Taxonómica

Según Trópicos (2020), el Guayacán presenta la siguiente taxonomía:

Clase: Equisetopsida C. Agardh

Subclase: Magnoliidae Novák ex Takht.

Superorden: Asteranae Takht

Orden: Lamiales Bromhead

Familia: Bignoniaceae Juss.

Género: *Tabebuia* Gomez ex DC.

Especie: *Tabebuia chrysantha* (Jacq.) G. Nicholson

2.3.2.2. Generalidades

Según Trópicos (2020), *T. chrysantha*, se encuentra en los bosques primarios húmedos, estacionalmente secos o muy secos de tierra firme. Ampliamente distribuida en el trópico americano, desde México hasta Perú. El rango altitudinal en el que se encuentra oscila desde los 100 a 1500 msnm.

Meza, (2017) en su Tesis menciona que el uso ornamental de esta especie brinda una maravillosa floración, la cual es altamente sincrónica, abundante y muy llamativa; por tal razón ha sido designada como flor nacional o regional en varios países, en el caso de Ecuador para Loja. *Usos en la construcción* como componentes de estructuras y construcciones pesadas, fabricación de herramientas manuales, artículos deportivos, carrocerías, tallados de madera, construcción naval y puentes. *Uso medicinal* esta especie contiene naptoquinonas (propiedades anti-cancerígenas, antibióticas, antimicóticas y antivirales.

Las propiedades físicas y mecánicas de esta especie según el Ministerio del ambiente del Ecuador (MAE), (2014) son las siguientes:

Propiedades físicas

Densidad seca al aire (g/cm^3):	1.07 – 1.16
Contracción volumétrica total (%):	14 – 16.3

Propiedades mecánicas

Resistencia mecánica:	Muy dura
Flexibilidad:	Muy dura
Madera:	Pesada

2.3.2.3. Descripción Botánica de la especie

Aguilera, (2017) describe que dicha especie es un árbol de hasta 20 m de altura y diámetro normal de hasta 60 cm, con el tronco recto, ramas escasas, gruesas y ascendentes, copa piramidal. El fuste presenta una corteza áspera de color gris, con grietas verticales que forman placas anchas. Hojas alternas, digitadas de cuatro foliolos de 5-25 cm de largo y 8-20 cm de ancho con el has verde y oscuro y el envés verde y claro. Flores campanuladas, grandes de 5-12 cm de largo, color amarillo claro, con líneas rojas en el cuello. El guayacán posee un fruto tipo silicua (capsula larga tipo vaina) de aproximadamente 35-40 cm de longitud y en su interior se encuentran semillas aplanadas de 2-3 mm y 1.5-2 cm de longitud, es decir aproximadamente cada vaina contiene de 1000 a 2000 semillas aladas con dispersión anemócora (se dispersan con el viento ya que son muy ligeras), con las alas asimétricas e irregulares (Meza Ugaz, 2017).

2.3.3. Estado de conservación según UICN

Según la UICN, (2012) considera que las Categorías y Criterios de la Lista Roja constituyan un sistema de fácil comprensión para clasificar especies con alto riesgo de extinción global. El fin general de este sistema es proporcionar un marco explícito y objetivo para la clasificación de espectro más amplio posible de especies según su riesgo de extinción.

Las nuevas Categorías y Criterios de la Lista Roja de la UICN tienen varios fines específicos:

- Aportar un sistema que pueda ser empleado coherentemente por diferentes personas.
- Mejorar la objetividad ofreciendo a los usuarios una guía clara sobre cómo evaluar los diferentes factores que conducen al riesgo de extinción
- Ofrecer un sistema que facilite comparaciones entre taxones de manera muy amplia
- Proporcionar, a las personas que se encuentran utilizando listas de especies amenazadas, una mejor comprensión de cómo fue clasificada cada especie.

2.3.3.1. Nivel taxonómico y alcance del proceso de categorización

El proceso de categorización únicamente debería aplicarse a poblaciones silvestres dentro de su área de distribución natural, y a las poblaciones resultantes de introducciones benignas. Estas últimas se definen en las Guías para Reintroducciones de la UICN (UICN 1998) como "...un intento para establecer una especie, con el propósito de conservación, fuera de su área de distribución registrada pero dentro de un hábitat y área ecogeográfica apropiada. Ésta es una herramienta de conservación factible sólo cuando no existen áreas remanentes dentro de la distribución histórica de la especie (UICN, 2012)."

2.3.3.2. Criterios para la categorización

Existe una gama de criterios cuantitativos que definen las categorías En Peligro Crítico, En Peligro o Vulnerable. El cumplimiento de tan solo uno de estos criterios hace posible que un taxón pueda ser incluido en ese nivel de amenaza. Cada taxón deber evaluarse con todos los criterios.

2.3.3.3. Criterios cuantitativos para la categorización

Está dirigida a detectar los factores de riesgo a través de una amplia gama de organismos y las diversas historias naturales que exhiben. Los valores cuantitativos presentados en los diversos criterios asociados con categorías de amenaza, se desarrollaron mediante una amplia consulta y, aun cuando no exista ninguna justificación formal para los valores dados, éstos se

ajustaron a niveles generalmente juzgados como apropiados. Los niveles para los diferentes criterios dentro de las categorías fueron establecidos independientemente, pero esto se hizo con una norma común, buscando consistencia entre ellos (UICN, 2012).

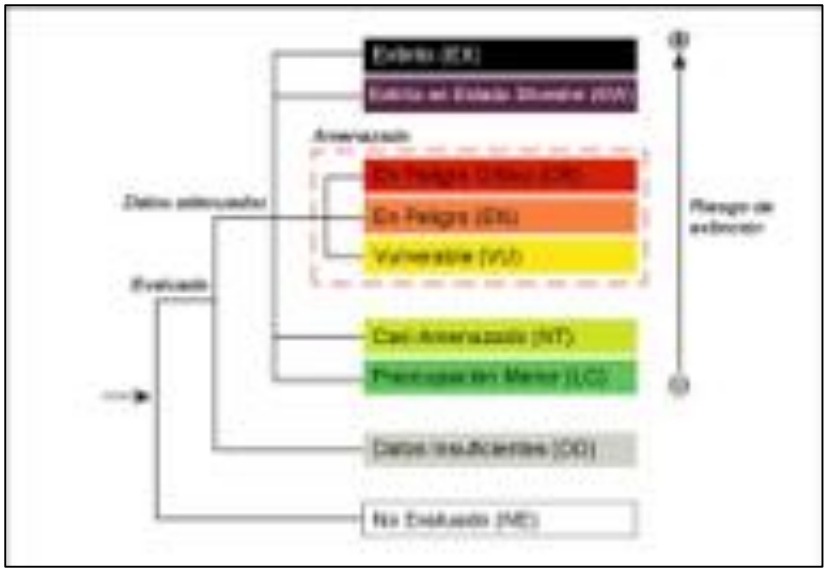


Figura 1. Estructura de las Categorías y criterios de la Lista Roja según la UINC.
Tomado de: IUCN, (2012).

Dadas estas condiciones se identificaron dos especies que se encuentran o tienen algún grado de amenaza y que según la UICN están categorizadas como: VU (vulnerable) la especie *G. amphibiolepis* y EN (en Peligro) la especie *T. chrysantha* que se encuentran en la lista del libro rojo (León, *et al*., 2011).

2.4. Fundamentos de la reproducción de especies vegetales

Quinapallo y Vélez, (2013) citando a Jaramillo (2002), menciona que la propagación vegetal puede ser definida como la producción de las plantas controladas por el hombre para perpetuar individuos escogidos o grupos de plantas que tienen para él un valor específico. La mayoría de las plantas cultivadas son formas mejoradas que deben la continuidad de su existencia al hecho de que han sido propagadas en condiciones cuidadosamente controladas.

2.5. Métodos de Propagación de Especies Forestales

Las plantas están formadas por células y su reproducción depende de la multiplicación de las mismas. Existen dos tipos de reproducción. Asexual o vegetativa: ocurre cuando se separa una parte del cuerpo vegetal y se desarrolla una nueva planta. Sexual: considerado el más importante. Durante el proceso de floración las plantas producen dos tipos de células que al juntarse realizan la fecundación del polen que se produce en las flores masculinas y se traslada a las flores femeninas para unirse con los óvulos que son las células reproductoras

femeninas, en un proceso llamado fecundación. Cada óvulo fecundado tiene la posibilidad de desarrollar una semilla, la que a su vez puede originar una planta (Acevedo y *et al*, 2012).

2.6. Reproducción sexual o semilla

La germinación de semillas es el inicio de la siguiente generación sexual de plantas, lo que está influenciado por condiciones medioambientales presentes en la zona donde se encuentra la especie. La semilla es un óvulo madurado, posee un embrión y está rodeada por una cobertura de protección. La activación del proceso metabólico del embrión hacia su emergencia es conocida como germinación (Hartmann *et al*., 2014).

Para la germinación de las semillas comprende tres etapas sucesivas:

- ✓ La absorción de agua por imbibición, causando su hinchamiento y la ruptura final de la testa,
- ✓ Inicio de la actividad enzimática y del metabolismo respiratorio, translocación y asimilación de reservas alimentarias en zonas en desarrollo del embrión y
- ✓ El crecimiento y la división celular que provoca la emergencia de la radícula y posteriormente de la plántula.

Siendo este el conjunto del material hereditario que se transmite en la reproducción a la descendencia por medio de los gametos o células reproductoras (Rodríguez *et al*, 2014).

2.7. Tipos de germinación

2.7.1. Epigea

Por lo que Salas, (2011) menciona en su tesis establece que los cotiledones aparecen por encima del nivel del suelo, debido a un crecimiento considerable del hipocólito (porción comprendida entre la radícula y el punto de inserción de los cotiledones). Posteriormente, en los cotiledones se diferencian cloroplastos, transformándolos en órganos fotosintéticos y, actuando como si fueran hojas. Finalmente, comienza el desarrollo del epicótilo (porción del eje comprendida entre el punto de inserción de los cotiledones y las primeras hojas).

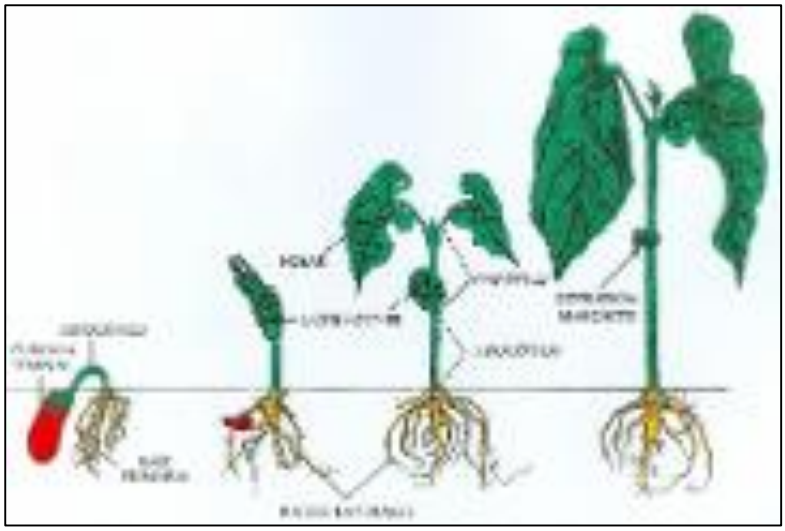


Figura 2. Germinación epigea.

2.7.2. Hipogea

Rosabal *et al*, (2014) determina que, en las plántulas hipogeas, los cotiledones permanecen enterrados; únicamente la plúmula atraviesa el suelo. El hipocótilo es muy corto, prácticamente nulo. El epicótilo se alarga, apareciendo las primeras hojas verdaderas, que son, en este caso, los primeros órganos fotosintetizadores de la plántula.

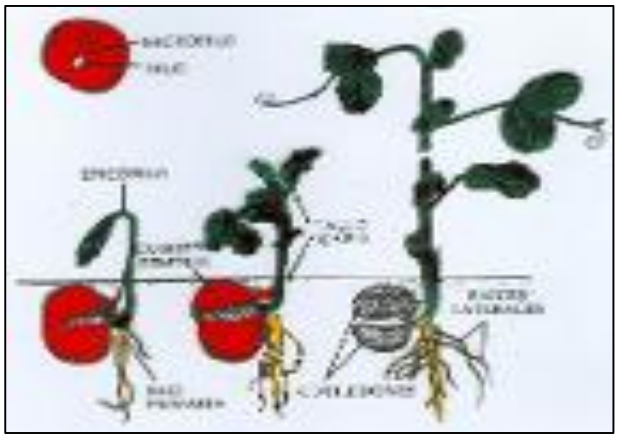


Figura 3. Germinación hipogea

2.8. Factores externos que influyen en la germinación

2.8.1. Agua

El agua es el factor que más influye en el proceso de germinación. Si bien la hidratación de las semillas puede producirse a bajos contenidos hídricos, por el reducido y de las semillas secas, un mayor contenido de agua es necesario en etapas posteriores dados los requerimientos vinculados con el crecimiento de la radícula y pelos radiculares (Curtis, 2013).

2.8.2. Temperatura

Según Rojas y Mandujano (2017) mencionan que el límite inferior está alrededor de 0°C. El óptimo oscila entre los 25 y 31°C y el máximo entre 40 y 50°C.

2.8.2.1. Rango de temperaturas de germinación

1. Temperatura mínima. Por debajo de esta temperatura los procesos de germinación no se pueden detectar visualmente, dentro de un período razonable de tiempo. Bajas temperaturas, pero por encima del punto de congelación no son letales a las semillas.

2. Temperatura máxima. Es la temperatura por encima de la cual los mecanismos de germinación no operan y por lo tanto no se da crecimiento del embrión. En contraste con la temperatura mínima, la máxima es fácil de determinar ya que temperaturas superiores a la máxima causan daños irreversibles a las semillas (excepción a esta regla son las semillas que entran en latencia a altas temperaturas).

3. Temperatura óptima. Esta se puede definir como la temperatura a la cual se da el porcentaje máximo de germinación en un mínimo de tiempo. Si representamos el rango de temperaturas en que ocurre germinación como línea.

2.8.3. Luz

Además de los factores ambientales arriba mencionados, la germinación de muchas especies requiere de luz para germinar. En algunos casos se sabe que afecta a la latencia permitiendo así formar el banco de semillas. De acuerdo a la sensibilidad a la luz para germinar las semillas, las especies pueden clasificarse en: 1) germinación favorecida por la luz (semillas fotoblásticas positivas; 2) germinación favorecida por la ausencia de luz (semillas fotoblásticas negativas y 3) semillas cuya germinación es independiente de la presencia de luz (no fotoblásticas) (Castañeda, 2017).

La etiolación es un proceso natural que ocurre en las plantas debido a la ausencia prolongada de luz en una zona específica o en la planta completa, lo cual ocurre si la germinación es bajo el suelo, pero al emerger va pasando a verde. Este fenómeno se basa en la pérdida parcial o total de los pigmentos clorofílicos en los tejidos de los tallos transformándolos en tejidos blanquecinos muy similares al de las raíces. Según Bernales (2017) citando a Williams y Norton (1972) consideran que la etiolación de un tejido vegetal es una condición favorable para la formación de raíces en muchas plantas, posiblemente como resultado de una acumulación de auxinas (son un grupo de fitohormonas que actúan como reguladoras del crecimiento vegetal).

2.9. Factores internos (intrínsecos) que influyen en la germinación

Como lo menciona Salas, (2011) estos son propios de la semilla; madurez y viabilidad de las semillas. Entre los factores internos que afectan a la germinación como la madurez que presentan las semillas y la viabilidad de las mismas. Así como en el estado de reposo, las semillas se caracterizan por baja humedad y prácticamente un metabolismo inactivo, es decir, están en el estado de dormancia. De manera que una semilla en este estado es capaz de mantener un nivel mínimo de actividad metabólica que garantiza su sobrevivencia por largos periodos de tiempo en el suelo.

La dormancia es una protección natural de la planta para que la especie no se extinga en condiciones adversas de clima y suelo. La dormancia también es expresada en porcentaje y es más acentuada en algunas especies que en otras.

2.9.1. Madurez de las semillas.

Decimos que una semilla es madura cuando ha alcanzado su completo desarrollo tanto desde el punto de vista morfológico como fisiológico.

2.9.2. Viabilidad de las semillas

La viabilidad de las semillas es el período de tiempo durante el cual las semillas conservan su capacidad para germinar. Es un período variable y depende del tipo de semilla y de las condiciones de almacenamiento.

2.10. Clases de semillas en función de su contenido de humedad

Técnicamente y en base a las características fisiológicas de su germinación y tolerancia a la desecación de la semilla, aunque existen algunas especies que no se ajustan a ninguna de las 2 clases y son llamadas intermedias, en general se conocen las siguientes clases de semillas:

2.10.1. Semillas recalcitrantes

A diferencia de las ortodoxas, las semillas recalcitrantes no pueden ser almacenadas y tienen escasa longevidad. Las semillas son liberadas de la planta madre con un alto contenido de humedad (entre el 40 y 60% de agua sobre su peso). Así mismo, su latencia (significa que una semilla está en un estado que impide germinar) es de una naturaleza más efímera (transitoria) y menos profunda, y en muchos casos no se puede asegurar que la presente (Quinapallo y Vélez, 2013).

2.10.2. Semillas ortodoxas

Son aquellas cuyo contenido de humedad es posible bajarlo a valores entre 5 a 10 % y guardarlas a temperaturas bajo cero sin dañarlas, y por lo tanto es posible su conservación por períodos largos sin perder su poder germinativo (Quinapallo y Vélez, 2013). EL 90% de las semillas de climas templados son de este tipo, pero en los trópicos este porcentaje varía.

2.10.3. Semillas intermedias

Magnitskiy y Plaza, (2017), consideran que son aquellas que antes fueron consideradas como ortodoxas, pero estas mantienen su viabilidad por más tiempo en condiciones de 10°C y 12% de humedad relativa. Estas semillas tienden a tener una distribución de climas tropical y subtropical y, probablemente, no secan totalmente en la planta madre, como es el caso de las semillas ortodoxas, estas pierden su capacidad de germinación entre 6 meses a 6 años.

2.11. Factores de crecimiento bajo diferentes intensidades de luz

Según Cáceres. A, Guzmán. J, Santis. M, y Vega. V, (2011) mencionan que el crecimiento de semillas se ve determinado por el control de factores como luz, agua, respiración etc., ya que, el crecimiento de una planta posee parámetros que influyen en su periodo de crecimiento y desarrollo, los cuales al ser impactados sufren cambios considerables en su estructura normal. Una planta es un organismo fotosintético, el cual tiene la capacidad de aprovechar del medio ambiente todo lo necesario para nutrirse y tener un crecimiento y desarrollo óptimo, una planta “cumple con procesos fisiológicos que actúan con cierto ritmo de periocidad, debido a la capacidad genética que tiene una planta de reaccionar a los estímulos de su ambiente”. Con ello queda en evidencia que, al impactar el crecimiento normal de una planta, afectando su proceso fisiológico de desarrollo (como exponerlas a diferentes intensidades lumínicas), sus condiciones de crecimiento cambian y con ellos su estructura física como forma, color, etc.

CAPÍTULO 3.

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Localización

El jardín botánico “Las Orquídeas” está ubicado en el barrio los Ángeles, de la parroquia Puyo, cantón y provincia de Pastaza, región Amazónica del Ecuador (***Figura 2***) bajo las coordenadas Este: 168497.27 m E; Norte: 9832448.77 m S; Zona 18M. Actualmente los factores que determinan el clima que caracteriza a la Región, son los extensos bosques, los cuales reciclan la humedad a través de la evapotranspiración y humedad relativa ambiental, provocando precipitaciones constantes en todo el año, los tipos de bosques determinan que el clima de Puyo es muy agradable, y oscila entre los 17° C y 24° C. Entre los ríos más importantes están: Puyo, que sirve en la cuenca baja como medio de recreación turística y sustento de comunidades indígenas kichwa y colonas; el Pindo Grande; el Pindo Chico, el Pambay, el Sandalias y el estero La Talanga que cruza por la ciudad de Puyo con rumbo Noreste al Sur, esta parroquia mantiene una temperatura que oscila los 21.6 °C, una precipitación media anual de 5120.50 mm (GADPPastaza, 2015).

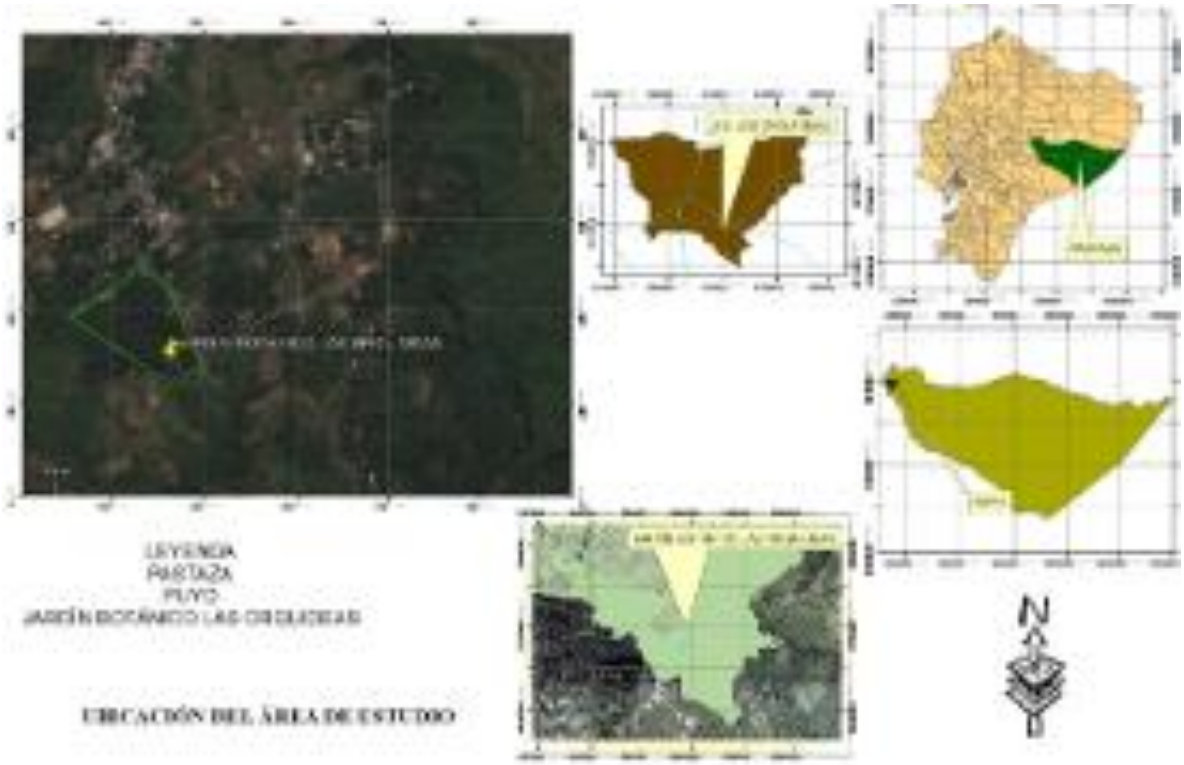


Figura 4. Mapa con la ubicación del Jardín Botánico Las Orquídeas.

3.2. Tipo o diseño de Investigación

Esta investigación según las fuentes de información corresponde al tipo experimental, haciendo énfasis en el tratamiento de datos secundarios, ya que trataremos de describir la morfología, germinación y crecimiento de plántulas de estas especies mediante el análisis de parámetros recopilados previamente como: viabilidad de las semillas, porcentajes de germinación, intensidad luminosa, crecimiento foliar, crecimiento del tallo etc., para lo cual se llevará a cabo el estudio mediante procedimientos con enfoque cuantitativo de tipo explicativo, pues este nos permitirá comparar características y variables de los datos, por medio de tabulaciones. ***Ver anexo 2. Tabla 3.***

3.3. Métodos de Investigación

Esta investigación es descriptiva, pues se obtuvieron variables medibles y cuantificables como: porcentaje de germinación, altura, crecimiento foliar y fotografías de su desarrollo; todo esto almacenado en una base de datos en hojas de cálculo Excel mostrados en diferentes tratamientos como: luz ambiental, sombreadas y oscuridad (0% luz) y que por medio del análisis y la observación *in-situ* se establecieron estos parámetros en *G. amphibiolepis* y *T. chrysantha*.

3.3.1. Diseño de la Investigación

El presente trabajo empezó como una iniciativa de proyecto para presentar en la feria científica de la Universidad Estatal Amazónica, el 19 de mayo de 2019 donde se enfatizó la importancia de la semilla y su conservación como especies nativas de la Amazonía, es así que después de haber dialogado y darnos su direccionamiento profesores como el Ing. Luis Díaz, Blog. Xavier Carvajal y el Dr. Diego Gutiérrez, éste último tomando la posta para generar investigación con el estudio de las especies *G. amphibiolepis* y *T. chrysantha*, en el Jardín Botánico las Orquídeas que es donde se recolectaron los frutos y semillas de dichas especies con la ayuda del señor Omar Tello dueño del Jardín Botánico, quien nos dio consentimiento y conocimientos para poder realizar el estudio de las mismas.

3.3.2. Tratamiento para G. amphibiolepis

3.3.2.1. Pruebas previas al experimento de germinación *en* G. amphibiolepis

Ya en días previos al 30 de mayo de 2019 se realizó el monitoreo de las especies mediante fotografías de los árboles y anotaciones en libreta de campo de parámetros visibles como el color de los frutos y para esa fecha el árbol de cuero de sapo ya tenía presumiblemente frutos semi-maduros, por ello se recolectaron 10 frutos que tenían un color marrón claro de aproximadamente 30 a 32 cm donde se pudo observar que contenían alrededor de 50 a 60 semillas, pero aún no habían madurado. Durante los meses previos al 19 de septiembre de 2019 se realizaron monitoreos de las especies mediante observación directa y anotaciones de campo, hasta colectar un único fruto para realizar una fase pre-experimental que nos ayudaría a determinar la viabilidad de sus semillas, sembrando un total 58 semillas en un día parcialmente mente nublado a 24 °C, inicialmente en 2 tratamientos de luz, uno en luz ambiental con 32 semillas en un sustrato de humus y el otro con 26 semillas en un área sombreada debajo de árboles con sustrato de corteza de árbol, a partir de esto se realizó monitoreos en las fechas 2, 19 y 22 de octubre de 2019 donde sí se obtuvieron resultados de germinación; el 29 de octubre de 2019 en un monitoreo de rutina se encontraron semillas dispersas en la base del árbol de cuero de sapo y algunas incluso hasta 8 m de distancia del mismo, lo que nos hizo dar cuenta de que los frutos alcanzaron su madurez, además se observó con binoculares que los frutos en la copa del árbol tenían las valvas parcialmente abiertas, también la coloración de los mismos había pasado de marrón oscuro a marrón pálido.



Figura 5. Germinación pre-experimental.

3.3.2.2 Recolección de las semillas y clasificación por tamaños

En la especie cuero de sapo las semillas colectadas en campo se realizó una preclasificación del tamaño tomando en cuenta el ancho, ya que eran de forma irregular, para lo cual se midieron con un calibrador vernier (marca starret), donde las semillas de 2.5 a 2.9 cm (ancho) se clasificaron como pequeñas, y para las grandes con medidas de 3 cm en adelante; dada la mínima diferencia que existían entre “pequeñas y grandes” (tamaños oscilaban entre

2.9 a 3.2 cm), el 30 de octubre de 2019 se volvió a recolectar semillas y frutos de cuero de sapo tomando en cuenta el ancho en 3 tamaños: menores al 1.4 cm “pequeñas”, entre 1.5 a 1.6 como “medianas” y mayores a 1.7 como grandes.

Una vez hecha la clasificación se utilizaron fundas con sustrato hecho de corteza de árbol mezclado con arena y abono en cantidades: 91 kg, 55 kg y 10 kg respectivamente. Para el enfundado ya con la clasificación definitiva entre anchas y estrechas para cada tratamiento.

La parte sobrante de estas semillas (500) fueron almacenadas durante 3 meses en fundas plásticas a temperatura ambiente para ser sembradas en las mismas condiciones y averiguar el comportamiento de almacenado en estas semillas.



Figura 6. Selección de semillas.

3.3.3. Tratamiento de la especie *T. chrysantha*

Para llevar a cabo el experimento de germinación con el guayacán, el viernes 08 de noviembre de 2019 se recolectaron las semillas que en este caso fueron de un tamaño regular (1.3-1.5 cm de longitud; 1.2-1.5 mm de ancho en promedio) y forma similar (aladas), por tanto, no se clasificó por tamaños. Fueron almacenadas a temperatura ambiente (en funda plástica y baldes) bajo techo, posteriormente el día 13 de noviembre de 2019, se procedió a preparar el sustrato con una mezcla que contenía: 3 palas de corteza de árbol (6kg), 1 de arena (3 kg) y ½ (1.5 kg) pala de abono, mezcla que, posteriormente se dispuso en tres bandejas para sembrar las semillas de guayacán. Del balde con semillas colectadas se escogieron las primeras 100 semillas para la estación con luz ambiental, 140 para la estación sombreada, y de igual manera se escogieron 100 semillas para la estación de oscuridad (0% luz).

A partir del 18 de noviembre de 2019 se realizó el primer control de germinación, donde se evidenció la germinación tanto en luz ambiental como en sombreadas. Las semillas en oscuridad mostraron menos rapidez en su germinación.

3.3.4. Estaciones para el tratamiento de luz en las semillas

El 31 de octubre de 2019 se construyeron las estaciones para las diferentes intensidades de luz en cuero de sapo y guayacán, que fueron dos mesas de 2 x 1.5 metros tanto para luz ambiental como para sombreadas donde se acondiciono un techo con sarán al 60% para dar sombra y debajo de esta misma mesa se utilizó una tina para crear el ambiente de oscuridad (0% luz). Como se muestra en la siguiente figura:



Figura 7. Estaciones para el tratamiento de las semillas.

El 20 de diciembre de 2019 se seleccionaron 20 plántulas con el mejor desarrollo tanto del tratamiento de luz ambiental como del tratamiento puestas bajo sombra y las plántulas que se desarrollaron en oscuridad (0 % luz) fueron descartadas debido a que el propósito para este tratamiento era determinar el porcentaje de germinación en la oscuridad, además de que sufrieron etiolación, presentaron una coloración diferente en las hojas y sufrieron alargamiento, seguidamente se tomó mediciones de intensidad luminosa, altura y registro fotográfico, esto se hizo cada 8 días hasta el 100% de germinación, ya en plántulas cada 15 días.

3.3.5. Medidas de intensidad luminosa de G. amphibiolepis y T. chrysantha

En la **Tabla 1**, mostramos datos sobre intensidad luminosa que se midió en lux, tomados con un luxómetro (marca lux meter), con el fin de saber el promedio de luz que recibieron las semillas durante el proceso de germinación, desarrollo de plántulas durante el primer mes y como esto influyó en su desarrollo.

Como se observa en la **Tabla 1** se midió la intensidad luminosa en 5 fechas diferentes durante el mes de noviembre del año 2019 siendo el día 4, un día nublado con 22 °C, el día 8 nublado y lluvioso con 21 °C, el día 13 despejado sin sol con 22 °C, el 14 despejado y soleado con 28 °C y el 10 de diciembre un día parcialmente despejado con sol y 25 °C; por este motivo se observa la diferencia en los valores entre tratamientos, tomando en cuenta que la estación sombreada está cubierta con un sarán al 60%.

Tabla 1.
Intensidad Luminosa en estaciones de *G. amphibiolepis y T. chrysantha.*

	4/11/2019	8/11/2019	13/11/2019	14/11/2019	10/12/2019	
TRATAMIENTO	**INTENSIDAD LUMINOSA (lux)**					**PROMEDIO**
Luz ambiental	1482	400	1119	4200	3800	2200.2
Sombreadas	960	48	770	1793	280	720.2
0% luz	0	0	-	-	-	-
					DIFERENCIA LUZ AMB - SOMBREADAS	**1430**

3.3.6. Parámetros y tratamiento de datos en cuero de sapo y guayacán

El cuero de sapo tuvo Semillas con forma tetraédrica y más irregulares en función de la ubicación en el esquizocarpo, por tanto, los tratamientos del experimento fueron:

- Luz ambiental, semillas anchas (60 semillas)
- Luz ambiental, semillas estrechas (40 semillas)
- Sombreadas semillas anchas (60 semillas)
- Sombreadas semillas estrechas (40 semillas)
- Oscuridad (0% luz), semillas anchas (50 semillas)
- Oscuridad (0% luz), semillas estrechas (50 semillas)

El guayacán en cambio no fue clasificado por tamaños, por tanto, los tratamientos fueron solamente bajo las 3 intensidades lumínicas.

- Luz ambiental (100 semillas)

- Sombreadas (140 semillas)
- Oscuridad (0% luz), (100 semillas)

Las mediciones de los parámetros de crecimiento fueron: altura de plántulas, largo y ancho del número total de hojas por planta. Los datos de 10 plantas de cada tratamiento, se evaluaron cada 15 días con ayuda de un calibrador. Con este trabajo se calcularon las medias de:

3.3.7.1. Incremento medio del tallo (IMT)

Obtenido a partir de la resta, del largo del total del tallo, menos la anterior medida tomada quincenalmente, en el lapso de duración del experimento.

3.3.7.2. Cociente foliar del ancho/ largo de los foliolos

Para la medición de las hojas verdaderas que son compuestas se nombraron los foliolos midiendo el largo y el ancho de izquierda a derecha Fl1, Fl2.Fl3 respectivamente.

Conseguido a partir de la división del ancho entre el largo de las hojas en el inicio y al final del experimento, como vemos en las siguientes ecuaciones:

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

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

Y cuyo cálculo genera un cociente que nos informa acerca de la forma relativa de sus hojas y como ésta cambia en función de la luz a lo largo del experimento y contribuye a tener una mejor perspectiva acerca de los cambios morfológicos presentados por las hojas en el experimento en función de las variables indicadas.

CAPÍTULO 4.

RESULTADOS

4.1. Porcentaje de Germinación de *G. amphibiolepis*.

4.1.1. Germinación de semillas recién colectadas

Se observa que, los tratamientos con mayor éxito de porcentaje de germinación, fueron las semillas estrechas en los tratamientos con luz ambiental y sombreadas alcanzando un 100%, en contraste con Sánchez y *et al* (2017) que utilizaron un estudio para determinar el efecto de la temperatura (temperatura ambiente de 25 °C) y la alternacia de luz-sombra en una especie tropical *Morus alba L* (se utilizaron cinco variedades), sobre la respuesta germinativa (hasta 7 días) de semillas frescas en el que obtuvieron un porcentaje de germinación del 86,6 % en luz, por lo que fueron consideradas fotoblasticas ,en tanto las semillas anchas para el tratamiento de luz ambiental completaron el 84 % de germinación a lo largo del experimento, y las del tratamiento anchas sombreadas un 92 %, que contrastan con Sánchez y *et al* (2004) en un estudio morfológico de plántulas de la familia bombacácea con el objetivo de realizar pruebas de germinación con la finalidad de obtener plántulas para realizar una descripción morfológica, encontraron que el porcentaje de germinación en sombra fue del 86 % por otro lado, las semillas anchas y estrechas del tratamiento oscuridad (0 % luz) alcanzaron el 98 % de germinación, de manera similar Sánchez y *et al* (2017) en su estudio en una de las variedades de *Morus alba L* alcanzó el 98,6 % de germinación en condiciones de oscuridad. De manera global (***Figura 8***) el promedio de las semillas de cuero de sapo recién colectadas alcanzó un porcentaje germinativo superior al 95 %, pero si las separamos por tratamientos el más alto fue el de oscuridad con un 98 %, seguido de sombreadas 96 % y por último luz ambiental con un 92 %, claramente el tratamiento con mayor germinación fue en oscuridad, aunque para la conservación de la especie el tratamiento más viable es bajo sombra.

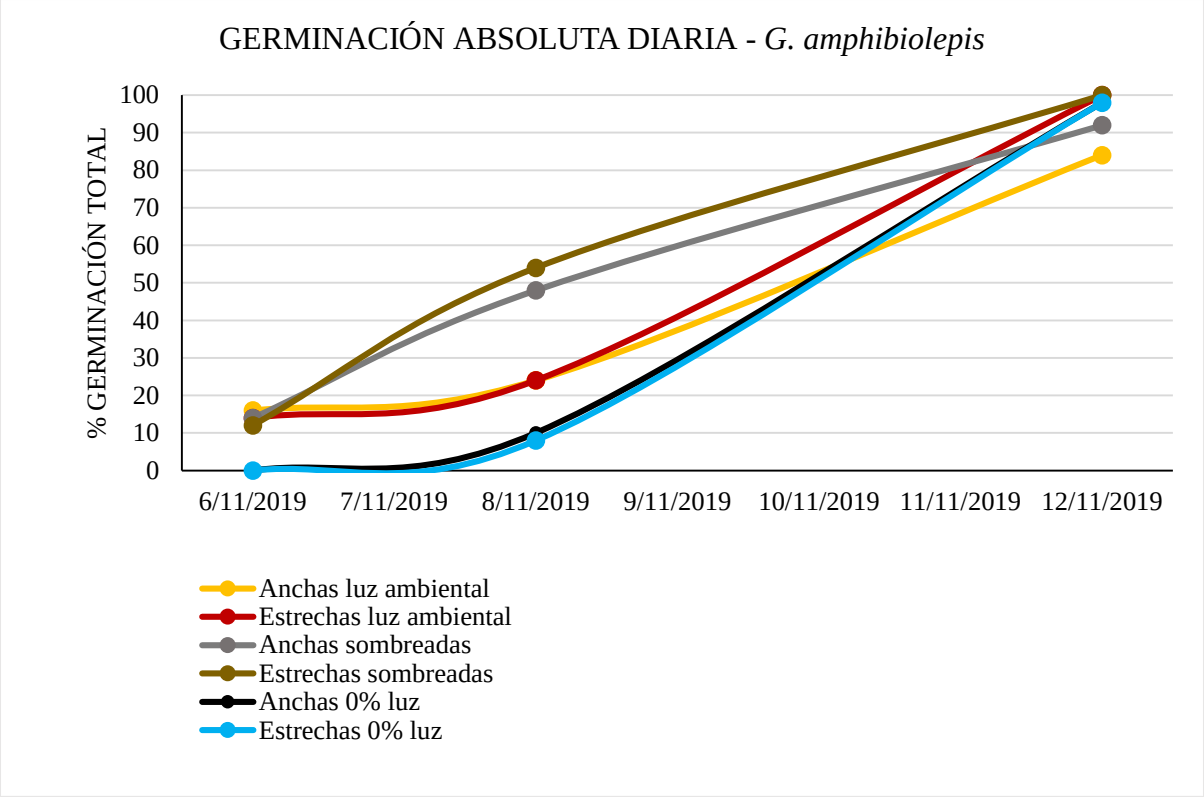


Figura 8. Porcentaje de germinación en cada tratamiento a lo largo del experimento con semillas recién colectadas de G. *amphibiolepis*

4.1.2. Germinación de semillas a los 3 meses de almacenadas

La FAO, (2019) y la (INIAP, 2008) consideran que no todas las semillas mueren al mismo tiempo, porque el potencial de almacenamiento es individual, lo cual afecta el porcentaje de viabilidad de las semillas, por lo tanto, no todas las especies, variedades o semillas individuales de un mismo grupo genético sobreviven el mismo periodo de tiempo bajo una amplia gama de condiciones de almacenamiento.

Dicho esto, y después de ser almacenadas las semillas durante 3 meses en fundas plásticas a temperatura ambiente, el tratamiento con mejores resultados de germinación en cuero de sapo fueron las semillas estrechas en luz ambiental alcanzando el 34%,de manera similar con el estudio de (Herrera , Lines y Vásquez, *s.f*) en el que se almacenaron semillas de cedro maria (*Calophyllum brasiliense*) durante 92 días en el que tuvieron un porcentaje de germinación a 25 °C del 30 %, seguidamente de los tratamientos de estrechas sombreadas y anchas luz ambiental ambas con 20% de germinación, en el tratamiento oscuridad (0% luz) las semillas anchas no tuvieron germinación y en estrechas solamente un 2%. De manera general a lo largo de los 30 días evaluados con semillas que fueron almacenadas durante 3 meses y luego puestas a germinar, solo alcanzaron un 25%, en contraste con las semillas del mismo tipo que fueron

recién colectadas que alcanzaron en seis días porcentajes cercanos al 95% (***Figuras 8 y 9***) por tanto, el almacenado durante 3 meses, aunque muestra germinación, no fue óptimo evidenciando que las semillas de esta especie no son totalmente recalcitrantes , sino de comportamiento intermedio. Además, en oscuridad hubo un efecto negativo que no ocurrió con las semillas recién colectadas al germinar solamente una semilla.

Finalmente, se demuestra que la viabilidad de *G. amphibiolepis* se reduce considerablemente a partir de los 3 meses de almacenamiento en condiciones ambientales favorables.

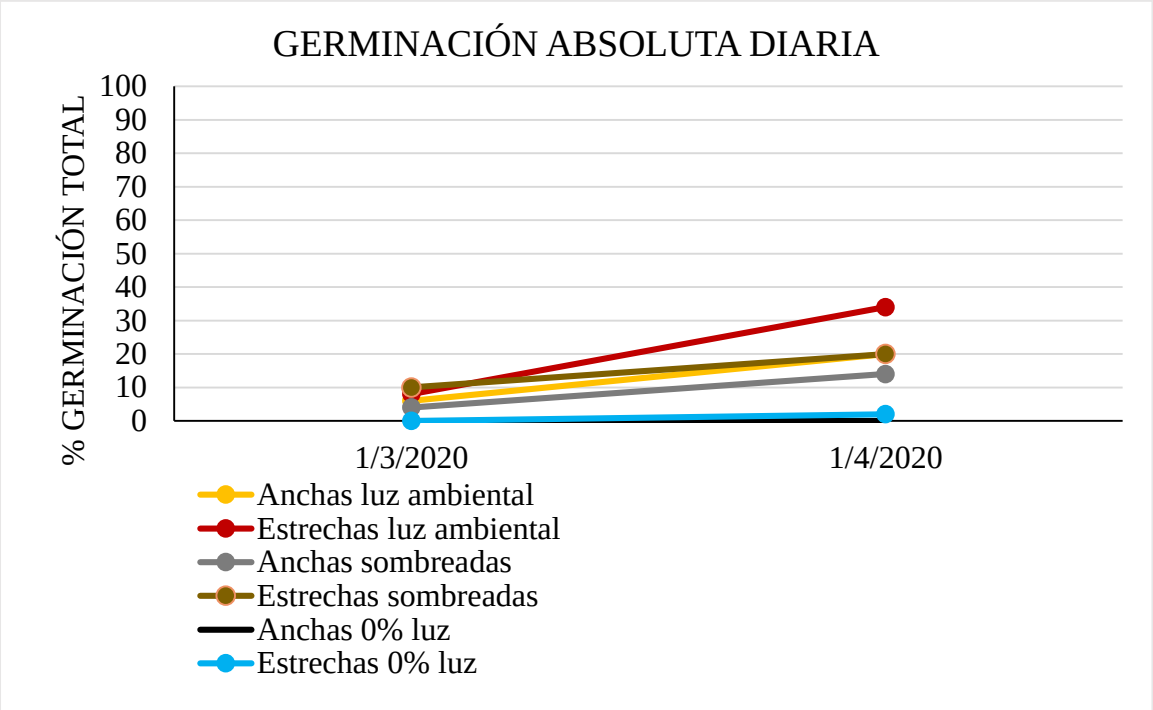


Figura 9. Porcentaje de germinación en cada tratamiento a lo largo del experimento con semillas almacenadas 3 meses de *G. amphibiolepis*

4.2. Porcentaje de germinación *Tabebuia chrysantha*

4.2.1. Germinación de semillas recién colectadas

El tratamiento con mayor éxito de germinación, fueron las semillas que estuvieron en luz ambiental con el 69 % en contraste con el estudio de Quinapallo y Vélez (2013) que realizaron un estudio del porcentaje de germinación en la misma especie pero en condiciones de laboratorio alcanzando un 93.25 % en un periodo de inicio de germinación a los seis días de similar forma la nuestra que inició a los cinco días, seguido de las semillas en el tratamiento con sombra logrando el 63%, finalmente las semillas expuestas a oscuridad (0% luz) alcanzaron el 36%. Como resultado en promedio las semillas de *T. chrysantha* alcanzaron un 56%, siendo su germinación menos efectiva que en la anterior especie, aunque en contraste con

el estudio de Vargas, Duque y Torres (2014) donde se evaluó el efecto de la luz y la temperatura en la germinacion de semillas *Tabebuia rosea* donde se obtuvieron porcentajes de germinación superiores al 90 % en todos los tratamientos.

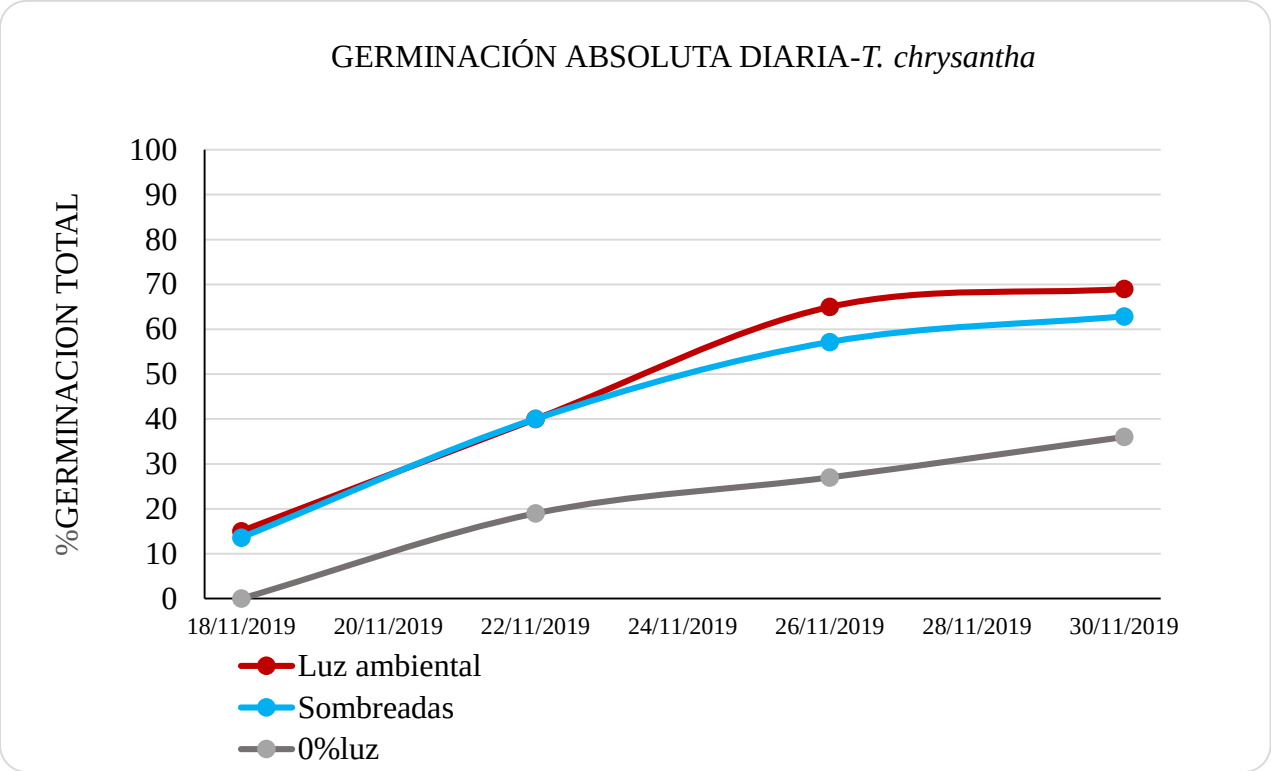


Figura 10. Porcentaje de germinación de semillas recién colectadas a lo largo del tiempo del guayacán negro

4.2.2. Germinación de semillas a los 3 meses de ser almacenadas

Debido a que las semillas fueron almacenadas a temperatura ambiente y durante los tres meses de almacenamiento estas se desecaron, es decir éstas perdieron su viabilidad, por lo que se descartaron para la realización del experimento de germinación en condiciones ambientales (tratamientos de luz) antes mencionadas, de forma similar en el estudio de Vargas, Duque y Torres (2014) en el que determinaron el porcentaje de germinacion en condiciones de oscuridad de semillas almacenadas de cuatro especies arboreas de bosque seco tropical en el que para *T rosea* hubo 0 % de germinación despues de haber sido almacenadas de uno a tres meses, confirmando que las semillas perdieron su viavilidad al haber sufrido desecación.

4.3. Incremento medio del tallo (IMT).

4.3.1. IMT de *Gyranthera amphibiolepis*

Tal y como menciona Ordóñez, Gómez, Ordóñez, y Lagos, (2012) el crecimiento de las plantas en altura y diámetro es dependiente del aporte de agua, nutrientes, energía y aire que un medio pueda aportarle y que como lo muestra en su artículo la diferencia del desarrollo en cuanto a altura y diámetro se dan por una serie de condiciones ambientales (intensidades lumínicas en nuestro caso), del medio de propagación de las plantas y sobre todo del genotipo. Como resultado el tratamiento que presentó mayor crecimiento del tallo fue el de luz ambiental estrechas desde la primera emergencia del cotiledón alcanzando una altura total de 36 cm durante los tres meses estudiados, mientras tanto las semillas expuestas en el tratamiento sombreadas estrechas alcanzaron 32, 4cm en su máximo crecimiento del tallo, por lo tanto los tratamientos de luz ambiental anchas y sombreadas anchas lograron 32.8 cm en su IMT; vemos que el crecimiento del tallo en todos los tratamientos adquirieron un IMT similar, pues no hay diferencia significativa en su altura final, que en promedio fue 14.5 cm. En contraste con el estudio de Fernández y Tapias (2004) , en la influencia de la intensidad luminosa sobre la intensidad fotosintética (IMT) de plantas de una savia de pinos españoles en la que al contrario del cuero de sapo las plantas cultivadas en condiciones de menor iluminación son más altas alcanzando un 19.4 cm de altura, y para condiciones de luz total un 14.3 cm de altura, aunque en promedio para ambos tratamientos de luz y sombra fue de 16.85 cm de altura, similar a nuestro estudio.

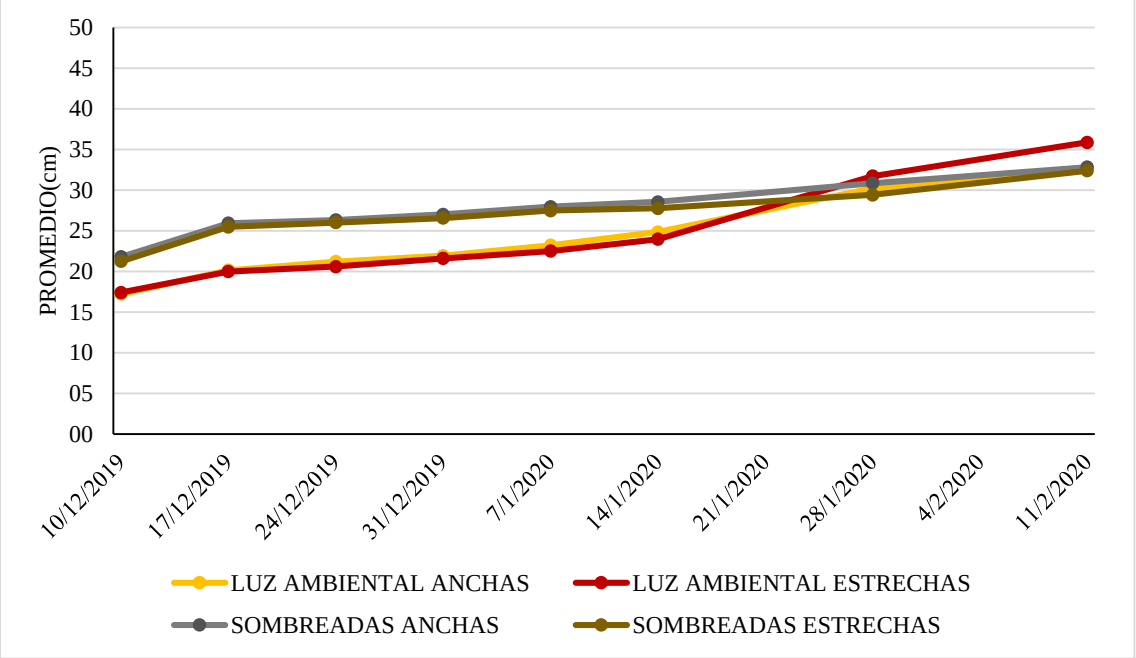


Figura 11. Incremento medio del tallo (IMT) por tratamiento en la especie cuero de sapo.

4.3.2. IMT de *Tabebuia chrysantha*

No se registró el IMT ni el desarrollo de sus hojas debido a que tuvo un desarrollo muy deficiente y más del 50% de sus plántulas murieron al poco tiempo de su emergencia, siendo difícil observar sus hojas verdaderas sanas (presentaban ataque fúngico o bacteriano) y perdiéndose todas las plántulas entre uno y dos meses de haber emergido.

4.4. Descripción de plántulas

4.4.1. *Gyranthera amphibiolepis*



1. Germinación. 4 días



2. Cotiledón 9 días



3. Cotiledón 11 días



4. Epicótilo 15 días



5. Epicótilo 19 días



6. Cotiledón Abierto 22 días

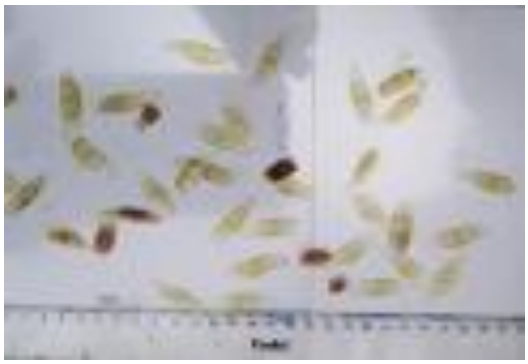


7. Plántula 2 meses

Figura 12. Etapas de crecimiento de *G. amphibiolepis*

Sus plántulas son de germinación epigea, con cotiledones carnosos e irregulares (***Figura 12***). Después de la emergencia del cotiledón se notó que el desarrollo de las primeras hojas en el primer nudo fue simple y de disposición opuestas y dísticas, su limbo es ovado, de ápice aristado, base aguda, borde entero y nervadura pinnada, sin embargo, luego de la aparición del segundo nudo, se desarrollaron hojas compuestas alternas trifoliares, limbo ovoide, ápice aristado, base atenuada, borde entero y nervadura pinnada, confirmando los resultados observados por Palacios (2012).

4.4.2. *Tabebuia chrysantha*



1. Semillas sin germinar



2. Germinación a los 5 días



3. plántulas de 30 días

Figura 13. Etapas de crecimiento *T. chrysantha*

Al comenzar el crecimiento de las plántulas del guayacán se observó que la radícula emergió desde la base del eje embrionario; la plúmula se encontró en el extremo superior del eje embrionario arriba de los cotiledones. Esta especie presentó por tanto una germinación epigea porque el hipocólito se alargó y el cotiledón se elevó del suelo (***Figura 13***). Sus cotiledones fueron verdes y foliosos con forma arriñonada (***Figura 13***) y el primer nudo mostró disposición opuesta foliar. La descripción morfológica de las hojas verdaderas de plántulas serían hojas lanceoladas de bordes aserrados pero su seguimiento no fue posible por la mortandad y mal

estado de las plantas, en base a la bibliografía sus hojas son compuestas, palmadas, limbo elíptico, ápice agudo, base aguda, borde aserrado, nervadura primaria pinnada, confirmando los resultados observados por Jack Nicholson (1887).

4.5. Desarrollo de las hojas de *Gyranthera amphibiolepis*.

4.5.1. Aumento de longitud

La siguiente figura muestra el crecimiento de las hojas en longitud, determinando que la influencia de la luz sobre estas, afecta considerablemente, pues, como aquí se nota las plántulas expuestas a luz ambiental se desarrollaron de mejor manera en cuanto al crecimiento de sus hojas.

Como resultado para las variables de respuesta sobre el aumento de longitud por plántula a los 100 días desde la emergencia de los primeros foliolos, estos resultados según lo mencionan Tamayo, Rodríguez y Escobar, (2010), se pueden explicar teniendo en cuenta que la absorción de nutrientes aportados por los sustratos utilizados que representó un efecto positivo en el crecimiento del tallo primario y de las hojas de las plantas en las primeras etapas de desarrollo.

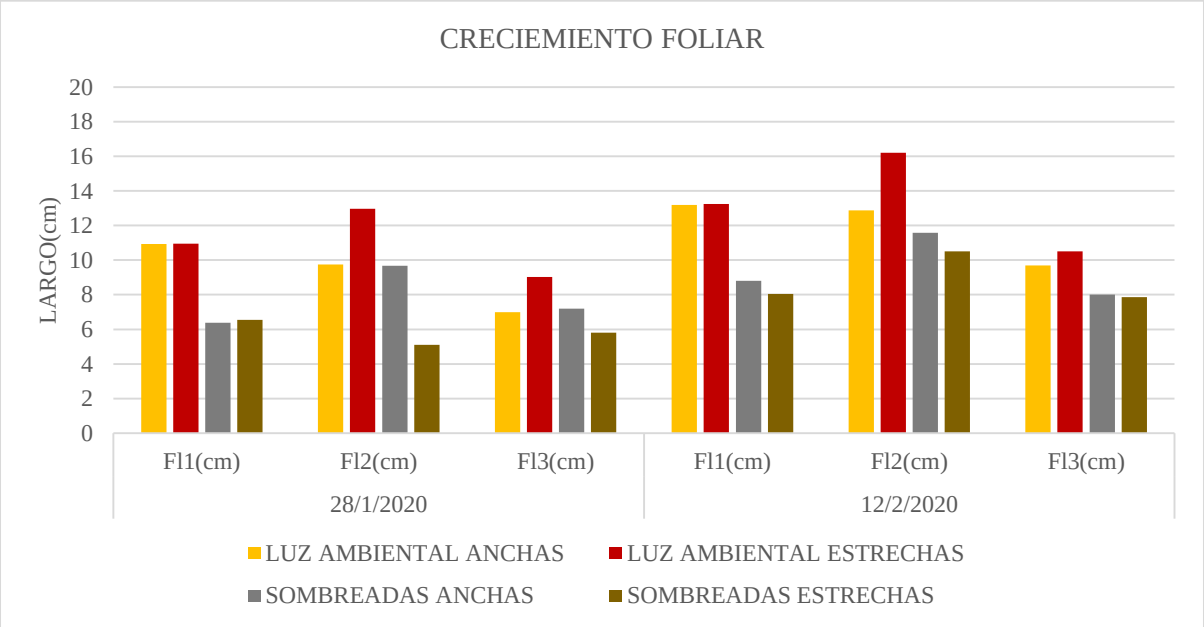


Figura 14. Longitud de los foliolos Fl1, Fl2 y Fl3 en 2 fechas la fase final del experimento.

4.5.2. Coeficiente foliar (Fl; 1, 2 y 3).

Este parámetro es el resultado de la diferencia entre el largo y ancho del foliolo, aquí podemos ver mediciones en dos fechas diferentes por cada tratamiento en el que vemos un mejor desarrollo para las plántulas expuestas a luz ambiental, mientras que las sombreadas se desarrollaron en menor porcentaje, se determina que por el coeficiente (<1), las hojas son estrechas, pero si resultaba un coeficiente (>1) estas se determinaban anchas.

Tabla 2.
Cociente Foliar- *G. amphibiolepis*

	28/1/2020			12/2/2020		
TRATAMIENTO	Ancho/largo Fl1	Ancho/largo Fl2	Ancho/largo Fl3	Ancho/largo Fl1	Ancho/largo Fl2	Ancho/largo Fl3
LUZ AMBIENTAL ANCHAS	0.34	0.34	0.24	0.33	0.36	0.26
LUZ AMBIENTAL ESTRECHAS	**0.31**	0.35	**0.23**	**0.36**	0.39	**0.29**
SOMBREADAS ANCHAS	**0.29**	**0.28**	**0.20**	**0.35**	**0.36**	**0.25**
SOMBREADAS ESTRECHAS	0.30	**0.24**	0.26	0.31	**0.30**	0.25

CONCLUSIONES y RECOMENDACIONES

De acuerdo con los resultados las dos especies estudiadas recién colectadas, germinanron en condiciones de luz sea mayor o menor iluminación: luz ambiental (100% en *G. amphibiolepis* y 69% en *T. chrysantha*), sombreadas (100% y 63%).

La germinación en oscuridad mostró más diferencias: en *T. chrysantha* fue de un 36%, mientras que en *G. amphibiolepis* resultó el 98%, por tanto, la germinación de *G. amphibiolepis* fue independiente de la luz, sin embargo *T. chrysantha* es de tipo fotoblástica positiva y precisa luz para germinar adecuadamente.

Ambas especies fueron de germinación epigea con cotiledones verdes carnosos en el caso del cuero de sapo y foliosos en el guayacán. Las semillas de *T. chrysantha* no permiten ser almacenadas 3 meses ni fue posible cuantificar su desarrollo de plántulas más allá de la primera hoja verdadera, debido a ataques microbianos, probablemente al sustrato o a las condiciones experimentales

El IMT y la morfología de hojas de *G. amphibiolepis* fue variable en función de la iluminación de crecimiento es decir en luz ambiental hubo un IMT favorable de las semillas estrechas recién colectadas alcanzando un 34%.

En condiciones de sombra el crecimiento foliar fue significativo en el foliolo 2, dando a conocer que el tratamiento en sombra, las plántulas de cuero de sapo se desarrollan mejor.

La mejor metodología de propagación para el cuero de sapo fue con semillas recién colectadas independientemente del ambiente lumínico y son parcialmente recalcitrantes de tipo intermedio, ya que el almacenado de 3 meses dio porcentajes inferiores el 50%

Para las especies arbóreas estudiadas se debe continuar investigando para profundizar en metodologías exitosas de propagación vegetativa de ambas especies y en el caso del guayacán prestar atención al tipo de sustrato para evitar el ataque microbiano que sufre.

REFERENCIAS

Aguilera, M. (2017). *Tabebuia chrysantha (Jacq.) Nicholson.* Mexico: CONABIO. Recuperado el 2020, de http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/13/1006Tabebuia%20chrysantha.pdf

Bernales, C. (2017). Implementación de la técnica de etiolación y acodo en la propagación clonal de Paltos (Persea americana Mill.). Valparaíso, México.

Cáceres , A., Guzmán , J., Santis , M., & Vega, V. (2011). *Crecimiento de una planta con ausencia y presencia de luz.* Santiago de Chile. Obtenido de https://es.slideshare.net/marielasantis/informe-experimento-plantas-1

Castañeda, J. (mayo de 2017). El priming de semillas de melón (Cucumis melo L.) en condiciones subóptimas de germinación. 15-16. Esperanza, Santa fé, Argentina.

Curtis, A. C. (2013). *Germinación de semillas.* UNNE.

FAO. (2019). Módulo 6: Almacenamiento de semillas. *Materiales para capacitación en semillas*. Roma: FAO.

Fernández, M., & Tapias , R. (2004). Influencia de la intensidad luminosa sobre la intensidad fotosintética de plantas de una savia de pinos españoles. *Actas de la I reunión sobre ecología, ecofisiología y suelos forestales.*, 1-6.

GADPPastaza. (2015). *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial del canton Pastaza. 2015-2025.* GADP Pastaza, Puyo. Recuperado el 2019

Herrera , J., Lines, K., & Vásquez, W. (s.f). Estudio de la germinación y la conservación de semillas de cedro maría (Calophyllum brasiliense). *Tecnología en marcha vol. 19-1.*, 61-72.

INIAP. (2008). Semillas tecnología de producción y conservación. 71. (J. Velásquez , A. Monteros , & C. Tapia, Edits.) Quito, Ecuador: Chiriboga.

León, S., Valencia, R., Pitman, N., Endara, L., Ulloa , C., & Navarrete, H. (2011). UICN. En S. León-Yanes, R. Valencia, N. Pitman, L. Endara, C. Ulloa, & H. Navarrete, *Libro rojo de las especies Endemicas del Ecuador. Segunda Edición* (pág. 567). Quito: Imprenta Mariscal.

Magnitskiy, S., & Plaza, G. (2017). Fisiología de semillas recalcitrantes de árboles tropicales. *25(1)*, 96-103. Colombia: Agronomía Colombiana.

Meza Ugaz, C. L. (2017). Efecto del ácido giberélico y la temperatura en la propagación sexual de guayacán (Tabebuia chrysantha (Jacq.) G. Nicholson. Jaén , Cajamarca, Perú.

Ministerio del Ambiente. (2010). *Cuarto informe Nacional para el Convenio sobre la Diversidad Biológica.* Quito.

ONU. (1992). *Convenio sobre la Diversidad Biologica.*

Ordóñez, C., Gómez, H., Ordóñez, H., & Lagos, J. (30 de noviembre de 2012). Evaluación de un sistema de propagación vegetativa mediante esquejes Lulo Silvestres Solanum hirtum Vahl, S. marginatum L.f., S. sessiliflorum Dun, S. mammosum L. Y S. umbellatum Mill. *29(1)*, 29-41. (R. d. Agrícolas, Ed.) Medellin, Colombia: ISSN.

Orejuela, J. (2010). La conservacion de orquideas en colombia y un caso en proceso en la cuenca de rio Cali, municipio de Santiago de Cali, Valle de Cauca, Colombia . *El Hombre y la maquina* , 53-66.

Palacios, W. (2012). *Cuatro especies nuevas de Árboles del Ecuador* (Vol. 34). Bogotá: Caldasia.

Primack R et al. (2001). Fundamentos De conservacion biologica,Perspectivas Latinoamercianas. *Fondo de cultura economica*.

Quinapallo, T., & Vélez, N. (2013). *Propagación Sexual y Asexual de cuatro especies forestales promisoras del Bosque Seco del cantón Zapotillo Provincia de Loja.* Universidad Nacional de Loja, Loja. Recuperado el 2019

Rojas, M., & Mandujano, M. (julio de 2017). Latencia Secundaria en especies de la tribu Cactae (Cactaceae). México, México: Polibotánica.

Rosabal Ayan, L., Martínez González, L., Reyes Guerrero , Y., Dell´Amico Rodriguez, J., & Núnez Vázquez, M. (julio de 2014). Aspectos Fisiológicos, Bioquímicos y expresión de Genes en condiciones de Déficit Hiídrico. influencia en el proceso de germinación. *35(03)*, 24-35. La Habana, Cuba: Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas.

Ruíz, L. (2000). *Amazonía Ecuatoriana escenario y actores del 2000.* UICN, EcoCiencia. Quito: EcoCiencia. Recuperado el 2019

Salas, M. (junio de 2011). Evaluación de humus sólido de lombríz como promotor de la germinación de semilla deteriorada de brocoli (Brassica oleracea var. italica). Saltillo, México.

Sanchez, M. (diciembre de 2015). *Revista Científica y Tecnológica UPSE, Vol. III, N. 1, Pag. 41-54(Dic., 2015).* Obtenido de Revista Científica y Tecnológica UPSE, Vol. III, N. 1, Pag. 41-54(Dic., 2015): https://incyt.upse.edu.ec/ciencia/revistas/index.php/rctu/article/view/70/pdf_1

Sánchez, O., & Hernandez, C. (1 de enero de 2004). *Sistema estatal de información y documentación científica y tecnológica.* Obtenido de Consejo Quintanarroense de cieicia y tecnología : seidcyt.coqcyt.gob.mx

Sánchez-Rendón , J. A., Reino-Molina, J. J., Pernús-Alvarez, M., Morales-Querol, D., & Martín-Martín , G. J. (20 de 09 de 2017). *SCIELO.* Obtenido de SCIELO: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942017000400004

Tamayo, M., Rodriguez , L., & Escobar , W. (mayo de 2010). Estudio de la propagación sexual del arboloco Montanoa quadrangularis Schultz Bipontianus Asteraceae. *15(1)*, 35-48. Bogotá, Colombia: SCIENTIARUM.

Tibbs, M. (2008). A Practical Guide To Care and cultivacion Orchid . *Editionos New Holland PUblisner Ltd. London.*

Torres Montenegro, Luis A, Ríos Paredes, Marcos A, Pitman, Nigel C.A, Vriesendorp, Corine F, Hensold, Nancy, Mesones Acuy, Ítalo, Dávila Cardozo, Nállarett, Huamantupa, Isaú, Beltrán, Hamilton W, García-Villacorta, Roosevelt, Mori Vargas, Tony J, Neill, David A, Fine, Paul V.A, López-López, Jill T, Núñez Iturri, Gabriela, Palacios, Walter, Salinas Revilla, Norma, y Trujillo Calderón, William. (2019). Sesenta y cuatro nuevos registros para la flora del Perú a través de inventarios biológicos rápidos en la Amazonía peruana. Revista Peruana de Biología, 26(3), 379-392. https://dx.doi.org/10.15381/rpb.v26i3.16780

UICN. (1996). Orchids-Status Survery and Consevation Action Plan. *Orchid Specialist Group*.

Vargas, J., Duque , O., & Torres, A. (3 de 4 de 2014). *SCIELO.* Obtenido de SCIELO: https://www.scielo.sa.cr/pdf/rbt/v63n1/a20v63n1.pdf

APÉNDICES Y/ ANEXOS

ANEXO 1. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

N°. ACTIVIDAD	FECHA	TAREAS	RESPONSABLE
1	01 de junio de 2020	Conversatorio para direccionamiento sobre título del proyecto con el profesor Diego Gutiérrez.	André Cordero, Cristina Vásquez, Dr. Diego Gutiérrez
2	02 de junio de 2020	Entrega de datos secundarios para su respectivo análisis	Dr. Diego Gutiérrez
3	20 al 29 de junio de 2020	Realización del primer bosquejo de Perfil de proyecto	André Cordero, Cristina Vásquez
4	30 de junio de 2020	Entrega de perfil de proyecto al coordinador de la unidad de integración curricular de la Carrera de ingeniería ambiental	MSc. Edison Suntasig Negrete
5	14 de julio de 2020	Revisión de informe favorable de tribunal de revisión del perfil de proyecto y aprobación del proyecto.	Dr. Diego Gutiérrez, André Cordero, Cristina Vásquez
6	14 al 30 de julio de 2020	Corrección de observaciones presentadas por los miembros del tribunal en el perfil de proyecto.	Dr. Diego Gutiérrez, André Cordero, Cristina Vásquez
5	01 al 05 de agosto de 2020	Procesamiento de base de datos secundarios y cálculos	André Cordero, Cristina Vásquez
6	06 al 30 de agosto de 2020	Elaboración del proyecto final	André Cordero, Cristina Vásquez, Dr. Diego Gutiérrez
7	31 de agosto de 2020	Entrega de proyecto final	André Cordero, Cristina Vásquez

ANEXO 2. CÓDIGOS Y ABREVIATURAS

Tabla 3.
Tratamientos

		CÓDIGO	NOMENCLATURA	CÓDIGO	NOMENCLATURA
Luz ambiental (+)	Anchas	+A	Luz ambiental anchas	+A"	Luz ambiental anchas dobles
	Estrechas	+E	Luz ambiental estrechas	+E"	Luz ambiental estrechas dobles
Sombreadas (-)	Anchas	-A	Sombreadas anchas	-A"	Sombreadas anchas dobles
	Estrechas	-E	Sombreadas estrechas	-E"	Sombreadas estrechas dobles
0% luz	Anchas	0A	Cero luz anchas	-	-
	Estrechas	0E	Cero luz estrechas	-	-

Tabla 4.
Mediciones

CÓDIGO	NOMENCLATURA
MED1	Medida desde sustrato hasta cotiledón 1
MED2	Medida desde cotiledón 1 hasta el ápice
TOTAL	Medida desde sustrato hasta cotiledón 2
MED1,TOTAL	Se reduce 0,7 cm por diferencia en medida de regla
Fl1,Fl2,Fl3	Foliolo 1,2,3
L;A	Largo; Ancho

Tabla 5.
Colores *T. chrysantha*

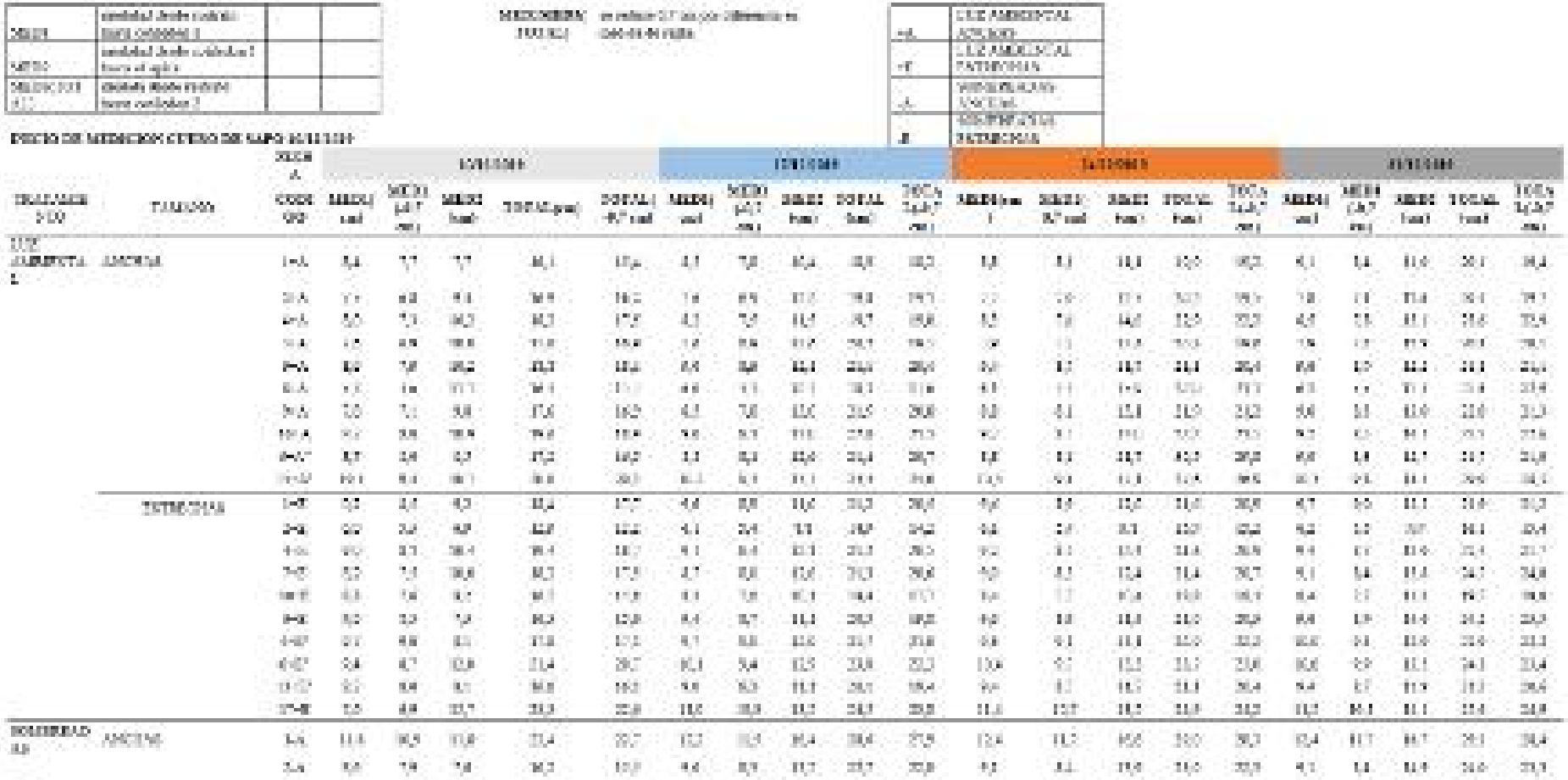
TRATAMIENTO	COLOR
Luz ambiental	
Sombreadas	
0%luz	

Tabla 6.
Colores *G. amphibiolepis*

TRATAMIENTO	TAMAÑO	COLOR
Luz ambiental	Anchas	
	Estrechas	
Sombreadas	Anchas	
	Estrechas	
0% luz	Anchas	
	Estrechas	

ANEXO 3. RECOPILACIÓN DE DATOS DURANTE EL EXPERIMENTO

Tabla 7. Crecimiento en altura de cuero de sapo en el mes de diciembre.



	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

Tabla 8. Crecimiento en altura de cuero de sapo en el mes de enero



Tabla 9. Crecimiento en altura de cuero de sapo en el mes de febrero

TRATAMIENTO	TANDA	FECHA COSECHA	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	ANCHAS	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
		[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
		[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
		[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
		[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
		[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
		[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
		[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
		[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
		[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	ESTRECHAS	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
		[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
		[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
		[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
		[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
		[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
		[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
		[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
		[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
[illegible]	ANCHAS	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
		[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
		[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
		[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
		[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
		[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
		[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
		[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
		[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
	ESTRECHAS	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
		[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
		[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
		[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
		[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
		[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
		[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]
		[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]	[illegible]

Tabla 10. Crecimiento foliar en cuero de sapo.

TRATAMIENTO	HOJAS												
LUZ AMBIENTAL	APICALES												
	2>A	7,2	1,4	4,2	1,8	6,7	1,2	11	5,1	11,4	4,2	11,9	3,4
	3>A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	4>A	12,5	4,9	-	-	-	-	13,5	5,2	-	-	-	-
	5>A	14,2	3,8	-	-	-	-	18,5	5,2	-	-	-	-
	6>A	18,1	6,1	-	-	-	-	18,5	5,7	-	-	-	-
	3>A	7,8	2,3	10,1	4,8	6,3	1,4	7,1	2,9	10,2	4,9	6,2	1,9
	5>A	10,8	3,7	-	-	11	2,1	12,5	3,6	-	-	12,5	3,5
	8>A	-	-	-	-	-	-	8,4	1,8	11	3,1	8	1,9
	9>A'	9	7,2	-	-	-	-	11	7,1	-	-	-	-
	12>A'	10,8	4,8	12,8	6,1	-	-	14,7	6,1	13,4	7	-	-
	9 B	1,8	0,8	2	1,2	0,8	0,8	9	2,1	11,1	4,1	8,2	2
MEDIA		10,03	3,58	9,75	3,28	7	1,65	12,09	4,24	12,11	4,59	9,7	2,14
LUZ AMBIENTAL	ESTOLONES												
	1>E			-	-	-	-	9,4	2,1	-	-	-	-
	4>E	16,6	4,6	-	-	-	-	18,6	5,6	-	-	-	-
	7>E	8,2	2,4	10,2	4,2	-	-	-	-	-	-	-	-
	7>E	1,5	1,9	4,8	2,8	3,1	1,8	-	-	13,5	4,1	8	2,4
	10>E	8	1,8	12,1	5,4	6,4	2,1	13,1	5,6	11	7	12	3,6
	4>E	3,8	2,1	11,8	4,6	-	-	8,8	2,6	14,7	6,1	-	-
	1>E	10,2	2,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	4>E'	11,2	3,1	12,5	4,8	11,7	3,4	13,5	5,2	11	7	12	3,6
	4>E'	13	3,8	15,1	4,2	19,4	2,4	13,4	4,1	14,6	6,6	13,1	4,3
	8>E'	16,2	3,8	-	-	-	-	13,7	6,1	-	-	-	-
	13>E'	-	-	8	3,6	8	1,8	-	-	-	-	-	-
	17>E'	11,6	3	12,3	4,3	7,6	1,1	13,4	6,2	-	-	13	3
	17>E'	1,7	1,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	17>E'	-	-	-	-	-	-	13,3	6,3	14,3	6,1	7	1,7
MEDIA		10,05	3,12	11,26	4,14	9,65	1,97	12,24	4,72	13,11	5,15	10,12	3,02
NOMENCLATURA	APICALES												
	1>A	4,8	3	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
	1>A	-	-	-	-	-	-	8,1	1,1	5,8	1,2	3	1,2
	2>A	4,3	0,8	7	2,1	5,4	1,1	9	2,4	12,9	3,7	13	3
	4>A	8,1	4,7	-	-	-	-	18,2	4,7	-	-	-	-
	7>A	8,1	4,8	9,5	3,8	-	-	12,5	4,5	10,2	3,6	-	-
	10>A	8,4	1,1	12,5	3,2	9	1,8	9	1,8	12,6	3,6	9	1,8
	7>A'	4,3	1	-	-	-	-	9	2,4	-	-	-	-
	14>A'	5,2	1,2	-	-	-	-	9	2,2	-	-	-	-
MEDIA		5,59	2,17	9,67	2,7	7,2	1,47	9,8	2,1	11,71	4,15	8	2
NOMENCLATURA	ESTOLONES												
	3>E	2,6	0,6	6	1,2	3,2	0,2	9	2,5	12,1	4,2	6,5	2
	4>E							1	0,6	1,8	2,1	1,1	1,8
	10>E	18,1	1,1	-	-	18,1	1	18,1	1,1	-	-	18,1	1,1
	10>E	3,6	0,6	1,2	1,2	1,1	0,1	8,1	1,1	12,9	3,9	8,1	2,1
	17>E	8,9	1,1	-	-	-	-	11,1	4,9	-	-	-	-
	17>E	-	-	-	-	-	-	1	1,2	8,1	2,1	1,1	1,1
MEDIA		8,33	3,05	3,4	1,4	3,8	1,3	8,03	2,17	10,3	3,13	7,16	2

ANEXO 4. FOTOGRAFÍAS



Etiolación en *G. amphibiolepis*



Etiolación en *T. chrysantha.*



Semillas de *T. chrysantha* para luz ambiental



Semillas de *T. chrysantha* para oscuridad (0% luz)



Semillas de *T. chrysantha* para ambiente sombreado



Recolección de frutos semi-maduros



Fruto de árbol macho de cuero de sapo tierno



Cotiledones del árbol hembra de cuero de sapo



Fruto de cuero de sapo tierno



Fruto de cuero de sapo descompuesto



Árbol de cuero de sapo



Cosecha de frutos de cuero de sapo para pruebas pre-experimentales



Distribución del fruto en la copa del árbol de cuero de sapo



Fruto de cuero de sapo semimaduro para pruebas de germinación.



Pruebas pre-experimentales en sombra de cuero de sapo



Pruebas pre-experimentales en luz ambiental de cuero de sapo



Germinación en sombra y luz ambiental de cuero de sapo



Construcción de las estaciones de luz con la ayuda del Ing. André Tapia.



Recolección de semillas maduras



Sustrato para el enfundado de las semillas de cuero de sapo y guayacán



Colocación de semillas enfundadas de cuero de sapo



Rotación y riego de semillas de cuero de sapo



Toma de primeras medidas de germinación de cuero de sapo



Árbol florecido del guayacán negro



Flores de Guayacán negro



Silicua (vaina) del Guayacán negro



Semillas del Guayacán negro



Fruto tipo Silicua (vaina) del Guayacán negro



Plántulas de cuero de sapo



Germinación de semillas del Guayacán negro