

COLECCIÓN DE SEMILLAS DE ÁRBOLES Y ARBUSTOS DE LA UNIVERSIDAD UPTC
EN EL JARDÍN BOTÁNICO DE BOYACÁ

KAREN LORENA LÓPEZ VELÁSQUEZ

JEIMY CAROLINA MIGUEZ GUERRERO

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA

FACULTAD CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN

LICENCIATURA EN CIENCIAS NATURALES Y EDUCACIÓN AMBIENTAL

TUNJA

2021

COLECCIÓN DE SEMILLAS DE ÁRBOLES Y ARBUSTOS DE LA UNIVERSIDAD UPTC
EN EL JARDÍN BOTÁNICO DE BOYACÁ

KAREN LORENA LÓPEZ VELÁSQUEZ

JEIMY CAROLINA MIGUEZ GUERRERO

TRABAJO DE GRADO MODALIDAD PASANTÍA PARA OPTAR EL TÍTULO DE
LICENCIADAS EN CIENCIAS NATURALES Y EDUCACIÓN AMBIENTAL

DIRECTOR: MANUEL GALVIS RUEDA

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA Y TECNOLÓGICA DE COLOMBIA

FACULTAD CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN

LICENCIATURA EN CIENCIAS NATURALES Y EDUCACIÓN AMBIENTAL

TUNJA

2021

Resumen

Este proyecto tuvo como propósito fortalecer las colecciones del Jardín botánico de Boyacá, por medio de una colección de semillas de algunos árboles y arbustos del campus de la UPTC y propias de la región. Esto permitió obtener información de 60 especies vegetales, el registro de 28 familias y 51 géneros, la recolección de semillas, su clasificación, posterior almacenamiento y conservación, además se contribuyó con el diseño de un catálogo y guías pedagógicas, que complementan el aprendizaje en los estudiantes de la asignatura de ecosistemas de la Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental. De esta manera, permitir la divulgación de conocimiento logrando consolidar un espacio para la investigación, conservación y educación.

Palabras clave: botánica, enseñanza, jardín botánico, conservación.

Tabla de contenido

Introducción.....	9
1. Planteamiento del problema.....	12
2. Justificación.....	15
3. Objetivos.....	17
3.1.Objetivo general.....	17
3.2.Objetivos específicos.....	17
4. Marco teórico	18
4.1.Los jardines botánicos.....	18
4.2.Los bancos de semillas.....	19
4.3.Plantas angiospermas y gimnospermas	20
4.4.Sistema de clasificación APG IV (Angiosperm phylogenetic group)	21
4.5.Especies nativas y exóticas.	21
4.6.Importancia de las semillas, su extracción y conservación.....	23
4.7.Extracción y conservación de las semillas	23
4.8.Los catálogos científicos.....	25
4.9.Guía pedagógica.....	26
5. Marco Legal	29
5.1.Constitución Nacional de 1991.	29
5.2.Ley 99 de 1993.	29
5.3.Ley 299 de 1996.	29
5.4.Política nacional de biodiversidad.	30

5.5.Estrategia nacional para la conservación de las plantas.	31
5.6.Acuerdo No. 038 de 2001 y resolución 2688 de 2002.	31
6. Contexto institucional.....	33
7. Metodología.....	35
7.1.Área de estudio.....	35
7.2.Fases del desarrollo del proyecto.....	36
7.2.1. Fase 1: Fase de planeación.....	37
7.2.2. Fase 2: Fase Trabajo de campo.....	37
7.2.2.1.Recolección.....	37
7.2.2.2.Clasificación y organización.....	38
7.2.2.3.Almacenamiento y ubicación.....	38
7.2.3. Fase 3: Fase de mecanismos de difusión.....	39
7.2.4. Fase 4: Fase de evaluación.....	40
8. Resultados.....	41
8.1.Caracterización de especies.....	41
8.2.Colección de semillas en el Jardín Botánico.....	57
8.3.Métodos de difusión.....	59
9. Análisis y discusión.....	64
10. Conclusiones.....	69
11. Recomendaciones.....	70
Referencias.....	71
Apéndices.....	75

Lista de Tablas

Tabla 1. Especies de árboles seleccionados	41
Tabla 2. Especies de arbustos seleccionados	43
Tabla 3. Géneros encontrados por familia.	45
Tabla 4. Clasificación del fruto y semilla de las especies de árboles y arbustos encontradas.....	48

Lista de Gráficas

Grafico 1. Cantidad de especies por familia.....	47
Grafico 2. Tipos de frutos identificados.....	52
Grafico 3. Cantidad de especies establecidas según el tipo de fruto.....	53
Grafico 4 Semillas agrupadas según su origen.....	54
Grafico 5 Cantidad de semillas clasificadas según el número de cotiledones.....	55
Grafico 6 Semillas clasificadas según su conservación.....	56

Tabla de Ilustraciones

Ilustración 1 Mapa delimitación del campus Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.....	36
Ilustración 2 Contenedores para la colección de semillas.....	39
Ilustración 3 Cajas de colección de semillas en el Jardín Botánico de Boyacá- UPTC.....	59
Ilustración 4 Portada del catálogo, tabla de contenido y ubicación de la zona de estudio.....	60
Ilustración 5 Descripción de especies del catálogo.....	61
Ilustración 6 Contenidos de la guía pedagógica.....	63

Introducción

Las colecciones biológicas son bibliotecas de especímenes, es decir, acervos de ejemplares que se encuentran almacenados en condiciones especiales para garantizar su integridad a través del tiempo, brindando información biológica a distintos niveles: histórica, geográfica, genética, evolutiva, ecológica, anatómica y morfológica de los especímenes (Mora & Fuentes, 2006; Vélez et al., 2012). Estas colecciones (museos de historia natural y herbarios), junto a la información que se le asocie, para su adecuado uso, manejo y con fines de estudio, educación y disfrute, se convierten en la principal fuente de información sobre la diversidad de organismos, se estiman entre dos a tres billones de ejemplares alrededor del mundo (Vivas, 2003).

El patrimonio natural de un país o región y su incremento puede representarse a través de las colecciones de especímenes, y así apoyar la prolongación de la biodiversidad (Simmons & Muñoz-Saba 2005, Ossa et al. 2012). Por lo tanto, con el inventario, identificación y reconocimiento de distintos grupos vegetales se hace posible la categorización de especies, esto a través de colecciones y publicaciones que divulguen su conocimiento. De igual manera, la documentación y distribución de los ejemplares es base fundamental para la clasificación, sistemática, ecología y biogeografía, disciplinas que son esenciales para la conservación (Barreto et al. 2010; Andrade et al. 2013).

En el campus de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia se encuentra el Jardín Botánico de Boyacá, el cual cuenta con una gran variedad de especies tanto nativas como introducidas, y una colección de plantas vivas de interés económico, que actualmente suman 120 especies ornamentales y de uso medicinal. Asimismo, el jardín cuenta con colecciones de

Arboretum de especies del bosque seco espinoso y húmedo de Boyacá, pero carece de una colección de semillas de árboles y arbustos más representativos del campus (Galvis, R. M. 2011). Por esta razón, se busca contribuir realizando una colección de semillas de árboles y arbustos de la UPTC y un catálogo de dichas especies, que permita identificar y transmitir información sobre estos ejemplares a estudiantes y visitantes del Jardín Botánico.

La colección cuenta con semillas de 60 especies de árboles y arbustos del campus de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, permite una recopilación de información que deriva en la clasificación, descripción y caracterización de especies, así como una muestra organizada de semillas. A partir de esto, se realiza el catálogo denominado, colección y caracterización de semillas de árboles y arbustos de la universidad UPTC Tunja, alberga 60 especies de árboles y arbustos. Para el jardín es útil ya que representa un gran aporte para el reconocimiento de las especies de árboles y arbustos por parte de los estudiantes y la comunidad en general, así como su preservación y conservación en el ecosistema.

El documento brinda información acerca de las especies colectadas de árboles y arbustos del campus de la UPTC, con un registro de 28 familias y 51 géneros, los frutos más comunes son de tipo baya, capsula, legumbre y aquenio, mientras las semillas ortodoxas son el 87% de los individuos, beneficiando su conservación a largo plazo. También es fundamental el diseño de estrategias didácticas donde los estudiantes y visitantes al Jardín Botánico de la universidad tendrán la posibilidad de reconocer las diferentes semillas de árboles y arbustos y a su vez lograr convertirse en partícipe de procesos a través de la identificación de especies vegetales, asimismo consolidar un espacio para la investigación, conservación y educación, que beneficie el proceso de enseñanza y aprendizaje para las ciencias naturales. De igual manera, la caracterización e identificación de las distintas especies de árboles y arbustos fue útil para determinar la diversidad

vegetal existente en el campus, y así concienciar en la conservación de los recursos filogenéticos a través del tiempo y facilitar de forma visual, la identificación de las especies vegetales más comunes para las áreas del bosque montano y alcanzar con ello una mayor apropiación del entorno natural.

1. Planteamiento del problema

La conservación de semillas, los recursos genéticos vegetales y el control de la destrucción de la diversidad juegan un papel muy importante en los jardines botánicos dado a que son lugares significativos tanto en conservación *ex-situ* como *in-situ*, y en programas de educación ambiental. Numerosos espacios en América Latina adelantan programas de investigación, enseñanza y conservación, aunque en diferentes combinaciones y con diferentes grados de énfasis, por ejemplo, en el Jardín Botánico de Bogotá, se vienen adelantando desde hace más de 10 años estudios sobre fenología de plantas nativas de los Andes, con el objeto de dar información útil para programas de reforestación o para establecer estas plantas como ornamentales (Forero, 2011).

Los jardines botánicos son lugares donde se exhiben temas relacionados con la botánica para el público, por esto organizan sus exposiciones principalmente usando plantas nativas, de igual manera promueven investigación relacionada con la conservación en aspectos tales como producción de semillas, dispersión, mecanismos de polinización y fenología (Forero, 2011). Las colecciones de semillas que se presentan en los jardines son importantes porque permiten una futura propagación de las plantas en viveros para luego introducirlas en su hábitat natural, promoviendo así la recuperación, restauración de bosques y ecosistemas perturbados. De igual manera, la mayoría de los jardines botánicos modernos incluyen en su misión un compromiso para conservar la diversidad vegetal y enfrentar la extinción y pérdida de biodiversidad, al igual que sus colecciones estarán disponibles como un recurso para apoyar las iniciativas locales en pro de la conservación de sus especímenes (Vovides, 2013).

En la ciudad de Tunja se encuentra ubicado El Jardín Botánico de Boyacá, dentro del campus de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC) allí se encuentra una extensa diversidad de especies florísticas y su jardín botánico cuenta con una colección de Arboretum de especies del bosque seco espinoso y húmedo de Boyacá, así mismo, una colección viva de orquídeas y bromelias, un arboretum de robles (*Quercus humboldtii*) y lleva a cabo el enriquecimiento de especies propias del bosque húmedo andino. Sin embargo, a pesar de la gran diversidad de especies de árboles y arbustos propias de la región, actualmente no se cuenta con una colección de semillas dentro de la universidad, que permita el reconocimiento de las especies, al igual que su conservación, caracterización e importancia biológica, de esta forma se aporta al proceso de investigación y enseñanza que realiza el jardín botánico, ya que los estudiantes de la universidad desconocen las especies del campus al igual que sus semillas, así sucede con muchos alumnos de colegios y visitantes que ingresen.

Por lo tanto, la implementación del proyecto “Colección de semillas de árboles y arbustos de la UPTC en el Jardín Botánico de Boyacá” es una estrategia que le permitirá a los estudiantes y visitantes tener la posibilidad de reconocer e identificar un alto número de semillas de árboles y arbustos, y a su vez permitir convertirse en partícipe de procesos formativos a través de la identificación de especies vegetales y sus relaciones ecológicas con el medio en términos de prestación de bienes y servicios ecosistémicos.

De esta forma, se requiere el diseño e implementación de un catálogo como estrategia divulgativa, que contribuya a que los estudiantes de ecología de la Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental, la comunidad universitaria y visitantes al jardín conozcan más sobre la diversidad de las semillas de árboles y arbustos más representativas del campus

universitario por medio de su descripción y así incentivar a la conservación y preservación de especies florísticas.

2. Justificación

Los jardines botánicos son lugares donde se presentan temas relacionados con la botánica para el público, al igual contribuyen a la preservación de los recursos genéticos vegetales y ayudar a asegurar el uso sostenido de especies y de los ecosistemas en los cuales crecen (Forero, 2011). Asimismo, las exposiciones y las colecciones de semillas constituyen una herramienta eficaz para la conservación de espacios que presentan ambientes naturales, con el desarrollo de trabajos investigativos que enriquezcan los argumentos sobre la significación biológica y protección ambiental (Sandoval, 2016).

Los espacios del campus universitario de la UPTC cuentan con gran variedad de flora, en la institución se encuentran museos vivos como el Jardín Botánico Boyacá –UPTC, vivero o invernadero y herbario, que además de cumplir con la misión de formación académica, extensión e investigación universitaria, como lo promueve el Plan Estratégico de Desarrollo 2019-2030 de la UPTC, desarrolla procesos ecológicos y de Educación Ambiental útiles para la preservación de la biodiversidad (UPTC, 2019).

Los programas de educación en los jardines botánicos deben adelantarse a todos los niveles, con niños, profesores, el público en general, estudiantes universitarios y con quienes tienen en sus manos la toma de decisiones, en consecuencia, se requiere que la comunidad en general apropie conocimientos y fomente actitudes al uso adecuado y preservación de la naturaleza (Forero, 2011). Para contribuir a dicho propósito se plantea la colección de semillas de árboles y arbustos en el Jardín Botánico de la UPTC, una herramienta para la conservación, exhibición de especies y educación con estudiantes, visitantes y la comunidad en general,

reconociendo la flora que compone el campus universitario, las semillas de estas especies de árboles y arbustos y la diversidad que representan.

De igual manera, la Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación ambiental coopera con el jardín botánico con investigaciones de estudios paisajísticos y realización de colecciones, en función educativa e investigativa como lo plantea su Proyecto Académico Educativo. Asimismo, según la resolución número 19 de 1999, por medio de la cual se aprueba el PAE, el perfil profesional de un licenciado en ciencias naturales proyecta docentes con criterios de excelencia académica, investigativa y pedagógica capaz de liderar las transformaciones del entorno natural, social y cultural, al igual que formado en competencias pedagógicas, didácticas y disciplinares que permitan cualificarse a través de procesos de educación continuada.

Por último, las actividades de los jardines botánicos se divulgan por lo general a través de publicaciones periódicas, panfletos, guías y catálogos, al igual que se han convertido en importantes centros para educación popular sobre conservación e importancia de las plantas, y pueden ser fundamentales en esfuerzos locales para modificar la enseñanza en las escuelas (Forero, 2011). De este modo, con el diseño e implementación de un catálogo como estrategia de divulgación de conocimiento e investigación del Jardín Botánico, se aporta para complementar el proceso de educación ambiental que este realiza, además de tener una experiencia pedagógica, para trabajar la enseñanza de las semillas con los estudiantes de ecología de la Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental. (Martin et al., 2020).

3. Objetivos

3.1. Objetivo general

Realizar una colección de semillas de árboles y arbustos de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia en el Jardín Botánico de Boyacá, como estrategia de enseñanza para estudiantes de la Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental.

3.2. Objetivos específicos

- Identificar las especies de semillas de árboles y arbustos presentes en el campus de la UPTC y Jardín botánico de Boyacá.
- Caracterizar las semillas de árboles y arbustos presentes en el campus de la UPTC y elaborar una colección didáctica de semillas para procesos educativos como aporte al Jardín Botánico de Boyacá.
- Diseñar un catálogo y guías pedagógicas como estrategia de enseñanza para el reconocimiento de las semillas de árboles y arbustos para estudiantes de la Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental.

4. Marco teórico

4.1. Los jardines botánicos

En los jardines botánicos poco se conocía temas relacionados sobre la conservación hasta mediados del siglo XX y en la actualidad, estas instituciones han evolucionado en sus metas para enfrentarse con la problemática de la pérdida de biodiversidad, especies amenazadas y en peligro de extinción, especies invasoras, conservación *ex situ* e *in situ*. Un jardín botánico está colmado de conocimiento sobre la diversidad vegetal, y su acervo de plantas vivas documentadas es un laboratorio ideal para la investigación moderna, además, el factor más exitoso entre los jardines botánicos es la educación ambiental (Vovides, 2013). Los jardines botánicos de América Latina pueden llegar a ser muy importantes en las labores que adelantan organizaciones tales como la Asociación Internacional de Jardines Botánicos y el Secretariado de los Jardines Botánicos para la Conservación. Muchos están dedicados activamente al estudio de floras locales, entre éstos están los jardines de Medellín, Cartagena, Tuluá y Bogotá en Colombia; el de Rio de Janeiro en el Brasil, y el de Punta Arenas en Chile (Forero, 2011).

De igual forma, el papel que han desempeñado los jardines en la conservación ha sido pasivo, aunque en ellos se han cultivado individuos de especies en peligro de extinción, la selección de estos especímenes no formaba parte de un objetivo global ni respondía a un método de muestreo que asegurara una máxima representación de genotipos silvestres. Por lo cual, varios acontecimientos internacionales, entre los que destacan la elaboración de la Estrategia Mundial para la Conservación y el Convenio sobre Diversidad Biológica, fueron claves para impulsar el papel de los jardines botánicos como centros de conservación (Herranz, s.f.).

En cuanto a la conservación y preservación de biodiversidad se han desarrollado distintas estrategias que permitan resguardarlas y proteger en el tiempo, ya que por lo menos el 75% de especies de plantas amenazadas deben ser conservadas en colecciones *ex situ*, preferentemente en sus países de origen, y al menos el 20% de ellas deben ser objeto de planes de recuperación y restauración, lo que ha contribuido a potenciar y poner en valor los bancos de semillas en los jardines botánicos (Herranz, s,f).

De esta forma, los jardines botánicos, los bancos de semillas y las colecciones botánicas constituyen una herramienta muy eficaz, ya que con una tecnología relativamente sencilla, un espacio limitado y bajo coste económico pueden conservar grandes cantidades de semillas. Además, cumplen un papel estratégico ya que permiten una mejor preservación, un papel fundamental en la identificación y conservación.

4.2. Los bancos de semillas

Según Angarita (2016), La ecología es la ciencia que estudia la relación de los seres vivos con el ambiente que los rodea y necesariamente en los ecosistemas deben estar presentes las semillas, ya que de ellas dependen en buena medida muchos de los seres vivos. Es así como dentro de estas unidades ecológicas la intervención del ser humano puede ser mínima cuando hay un mecanismo de regulación por el ecosistema, sin embargo en caso de alterarse y estar en riesgo es elemental asegurar la conservación de unas condiciones medioambientales adecuadas para el buen desarrollo y preservación de las especies, esto por medio del cuidado y la educación en las comunidades.

Las semillas y animales son afectados por eventos geológicos, por el calentamiento de la tierra y por la acción humana sobre los ecosistemas. Estos eventos han provocado el

desplazamiento de las especies animales y vegetales a otros lugares adaptándose a nuevos ambientes y reproducirse conservando su vigor genético (Angarita, 2016). Por tal motivo las colecciones, descripciones y bancos de semillas cumplen un papel estratégico en la preservación de las especies, en ocasiones trasladándose a sitios que permitan una mejor preservación, fundamental el papel de identificación y conservación de estos promueven la diversidad y cuidado.

En cuanto a la vegetación arbustiva, esta contribuye a frenar el desgaste del relieve en estos ambientes. Por un lado, el follaje y la hojarasca de los arbustos reducen la velocidad y, por consiguiente, la energía de las gotas que impactan el suelo (Gutiérrez y Squeo, 2004). De allí la importancia de su proliferación con el reconocimiento y cuidado de sus semillas, ya que la carencia de arbustos aumenta la erosión y dispersión de nutrientes almacenados bajo los mismos, afectando plantas que necesitan estos nutrientes. Así sucede con distintos tipos de plantas sean angiospermas o gimnospermas las cuales se ven afectadas en su crecimiento y reproducción, ya que la semilla no se desarrolla adecuadamente.

4.3. Plantas angiospermas y gimnospermas

La semilla es una unidad reproductiva compleja, característica de las plantas vasculares superiores, que se forma a partir del óvulo vegetal, generalmente después de la fertilización. Se encuentra las plantas con flores (angiospermas) y aquellas sin flor gimnospermas. En las angiospermas los óvulos se desarrollan dentro de un ovario, estas cuentan con más de 350.000 especies poseen un esporofito dominante y un gametofito dependiente (Doria, 2010). Presenta dos grandes subdivisiones en el grupo de las angiospermas: las dicotiledóneas y las monocotiledóneas. Las primeras engloban la mayor parte de las flores donde sus piezas florales

son múltiplos de cuatro o cinco, así como numerosos árboles de hoja caduca. Las monocotiledóneas a su vez poseen piezas florales múltiples de tres o seis, sus nervaduras se presentan en paralelo, por ejemplo las gramíneas, las palmeras y muchas otras plantas de bulbos.

Las especies de Angiospermas se agrupan en muchas familias, cada una de las cuales posee rasgos característicos y puede encontrarse en una serie de hábitats específicos. Las Angiospermas son especialmente diversas en cuanto a la anatomía floral y frutal, al tamaño y forma del esporofito, y al grado de adaptación convergente a los distintos medios (Murray, 2005).

Las Gimnospermas son plantas con semillas que presentan importantes ventajas selectivas actuales, están relacionadas con vegetales extintos de las eras Paleozoica y Mesozoica. En estas los óvulos se desarrollan dentro de un ovario, en tanto que en las gimnospermas la estructura que los contiene es muy diferente, pues no constituye una verdadera flor; sin embargo, la estructura de las semillas de estas plantas es básicamente similar a la de flores

Los gametofitos dependientes se desarrollan dentro del esporofito progenitor, dentro de las gimnospermas se clasifican: las Coníferas, Cícadas y Ginkgo. En cuanto al ciclo vital, el pino ilustra las características básicas de la reproducción de las Gimnosperma. Además, las Gimnospermas se caracterizan por poseer estróbilos o piñas, como sucede con las Coníferas que son miembros habituales del paisaje, pero también se emplean en la construcción, en la fabricación de papel y como árboles de navidad o leña para el fuego (Murray, 2005).

4.4. Sistema de clasificación APG IV (Angiosperm phylogenetic group)

Es un sistema de clasificación de las angiospermas publicado en 1998 por el Grupo para la Filogenia de las Angiospermas, según APG IV dentro de cada clase las Familias están arregladas alfabéticamente acompañado de un número, igual sucede en el caso de los géneros.

Si bien el sistema APG no es tan nuevo, no ha sido aplicada su actualización en el conocimiento de la botánica sistemática y en manera general se sigue utilizando sistemas de clasificación. Hay cuatro versiones (1999, 2003, 2009, 2016), pero en las últimas versiones ya aparecen grupos más estables. La razón fundamental de utilizar APG, es que además que es un sistema actualizado, está siendo utilizado en la mayoría de artículos que están siendo publicados últimamente y base de datos de plantas como por ejemplo Trópicos del Missuri Botanical Garden que tiene la mayor cantidad de información de flora ecuatoriana utiliza el sistema APG (Aldaz, 2004).

4.5. Especies nativas y exóticas.

García (2011) define las especies nativas y exóticas de la siguiente manera:

Especie nativa. Se considera como aquella planta que crece naturalmente en América tropical, incluyendo Colombia. También se incluyeron todas aquellas plantas cultivadas que se originaron en otras regiones de América tropical, pero que han sido usadas ancestralmente en el área que hoy en día es Colombia.

Especie introducida. Es una planta originaria de otras regiones del mundo que fue introducida a América tropical y actualmente se puede encontrar en Colombia. También se consideró como introducidas aquellas plantas originarias de otras regiones de América tropical que han sido recientemente cultivadas en Colombia.

4.6. Importancia de las semillas

La semilla es el principal órgano reproductivo de la gran mayoría de las plantas superiores terrestres y acuáticas. Ésta desempeña una función fundamental en la renovación, persistencia y dispersión de las poblaciones de plantas, regeneración de los bosques y sucesión ecológica (Doria, 2010). De igual manera, las semillas son una fuente de alimento para animales o el ser humano, esta provee la biodiversidad al ecosistema en usos y funciones que beneficia a las especies que lo rodea. Las semillas pueden almacenarse por largos periodos, asegurando así la preservación de las especies y variedades de plantas.

Comprender el origen de las semillas y la forma en que ellas se relacionan y articulan con la identidad sociocultural de los pueblos se convierte en el punto de partida para comprender su importancia a nivel local, regional y nacional. Las semillas que forman parte de la identidad agrícola, biológica y la diversidad local, permite emprender acciones para su identificación y conservación (Angarita, 2016). Asimismo, las semillas garantizan la biodiversidad, los distintos usos que tienen y funciones que cumplen en un ambiente natural y social, ya que tienen importancia en la cultura, los alimentos y son el órgano que permite la reproducción de las plantas sea de manera natural o con intervención del hombre.

4.7. Extracción y conservación de las semillas

Las semillas de las especies que habitan y se desarrollan en el bosque seco tropical, han evolucionado y se han adaptado a dichas condiciones extremas (Angarita, 2016), razón por la que merecen atención y así lograr conocerlas por jóvenes, niños y la comunidad que habita en estos espacios. Una semilla se vuelve madura cuando ha llegado a un estado en el que se puede separar de la planta sin perjudicar su germinación, este es el momento adecuado para su

recolección. En el caso de las semillas de árboles y arbustos se pueden recolectar frutos tanto secos como carnosos de árboles en pie, sacudiéndolos sobre una lona, golpeándolos con una pértiga, usando ganchos o recogiendo a mano, ya que cuando los frutos se separan con facilidad, pero su caída natural no se genera, puede inducirse la caída por medios artificiales, otra posibilidad es sacudir manualmente los troncos si los árboles son pequeños, o las ramas bajas (Varela & Aparicio, 2011).

En cuanto a la extracción de la semilla se refiere a la separación de la semilla de los frutos sin producir daño, clasificando así las semillas según el tipo de fruto en dehiscentes e indehiscentes, dando así el método a emplear está dado por las características de éstos (cono, vaina, cápsula, baya, drupa). En frutos dehiscentes, que son aquellos que se abren liberando fácilmente las semillas cuando maduran (conos, cápsulas, vainas), la extracción se obtiene agitando, sacudiendo o ventilando los frutos; para frutos indehiscentes, que no se abren cuando están maduros, generalmente la extracción no ocurre, pero sí sucede se utilizan implementos como tijeras de podar, martillos o molinos (Quiroz, et al., 2009).

Es bueno mantener las semillas en lugares frescos y con baja humedad relativa para evitar que se deteriore, dependiendo del tipo de fruto es su manejo después de colectadas, los frutos secos tienden a perder la humedad en su fase de maduración, mientras los frutos carnosos por otra parte deben permanecer en sitios ventilados. Para extraer la semilla, en caso de los frutos carnosos se tratan mediante un proceso de despulpado que por lo general comprende una inmersión en agua de 24 a 48 horas seguida de despulpado con presión o una fricción suave. Los frutos secos como los conos u otros frutos se secan al sol hasta que las escamas se abran o las semillas se separen del fruto, algunos frutos indehiscentes como nueces, aquenios y sámaras aladas, no requieren extracción, sino que se limpian y desalan (Montávez, s.f).

Las principales colecciones de semillas son de especies con semillas ortodoxas, ya que pueden alcanzar longevidades muy elevadas, debido al efecto combinado de las bajas temperaturas y de la desecación, los cuales son importantes para su conservación a largo plazo. Es importante tener en cuenta la desecación de las semillas, según su aspecto pueden clasificarse en semillas ortodoxas y recalcitrantes. Las semillas ortodoxas son tolerantes a la desecación, se dispersan y conservan luego de alcanzar un bajo porcentaje de humedad, mientras las semillas recalcitrantes son sensibles a la desecación, se dispersan junto con los tejidos del fruto (carnoso) con altos contenidos de humedad (Doria, 2010).

Igualmente es importante tener en cuenta un adecuado almacenamiento y espacio permitiendo la conservación de las semillas a largo tiempo, para exposiciones o posterior siembra. Así mismo, para llevar a cabo un adecuado proceso de almacenamiento, conservar con el mínimo de humedad posible y si se ha humedecido dejarla secar en una bandeja. El lugar de conservación debe ser fresco, un espacio óptimo para la mayoría de las semillas siempre que la bolsa esté herméticamente cerrada, en caso contrario se puede estropear. En el recipiente se debe escribir la fecha, especie y origen de la semilla (Doria, 2010).

4.8. Los catálogos científicos

Los catálogos son muestrarios que promocionan o enseñan un producto, objeto o lo que sea su objetivo, se caracterizan por tener más imágenes que texto, y reseñan, clasifican, describen un producto (Flores, 2006).

Los jardines botánicos divulgan sus actividades por lo general a través de publicaciones periódicas, panfletos, guías y catálogos. El catálogo florístico es una herramienta que emplean los botánicos para conocer la flora y vegetación de un territorio. La diversidad florística es un

parámetro objetivo que cuantifica el valor natural de un ecosistema y se analiza la importancia del conocimiento preciso de la flora en un sistema forestal en relación a la delimitación de objetivos de uso y gestión del mismo y a la protección y conservación de sus valores naturales (Abarca y Martínez, 2009)

En las investigaciones se utiliza el catálogo científico, el cual se acompaña de una clave científica, donde permite al usuario reconocer científicamente los elementos estudiados, asimismo, de un glosario de definición de términos, bibliografía citada. En el diseño de un catálogo científico interviene la necesidad de establecer un código de fácil acceso que permita enumerar en secuencia los componentes del catálogo; también es importante clasificar los elementos para una identificación de los usuarios bajo una razón clara y distinta, al igual que contener las posibilidades de incrementar información dentro del catálogo para actualizaciones posteriores (Flores, 2006).

4.9. Guía pedagógica

La guía pedagógica es un documento que complementa al programa de estudios y no tiene carácter normativo. Proporciona recomendaciones para la conducción del proceso de enseñanza y aprendizaje. Su carácter indicativo otorgará autonomía al personal académico para la selección y empleo de los métodos, estrategias y recursos educativos que considere más apropiados para el logro de los objetivos (Muñoz, 2018).

El Servicio Nacional de Aprendizaje SENA presenta una estructura para la elaboración de guías de aprendizaje de los procesos formativos. En cuanto a la estructura sistémica de las actividades de aprendizaje, siguiendo con la lógica del aprendizaje por procesos y aprendizaje

significativo. Según el SENA (2013) la guía prevé su diseño teniendo en cuenta la siguiente secuencia:

✓ Actividades de reflexión inicial: constituyen el primer momento, esto es “antes de aprender”, al igual busca las primeras predisposiciones positivas hacia el proceso de aprendizaje y la visión de éxito con el trabajo desarrollado.

✓ Actividades de contextualización e identificación de conocimientos necesarios para el aprendizaje: son consecuencia de la actividad planteada en la situación problema y da inicio al aprendizaje significativo entendido como un proceso en el que se establece una relación sustantiva, no arbitraria entre el objeto de conocimiento por aprender y lo que el estudiante ya sabe.

✓ Actividades de apropiación: estas actividades se enfocan hacia la Construcción integral del conocimiento: conceptos, procedimientos, valores. Su propósito es el de desarrollar capacidades para la elaboración de marcos conceptuales, la construcción y apropiación de los saberes inherentes a las competencias específicas, básicas y transversales, la construcción de algoritmos procedimentales y la implementación de la práctica.

✓ Actividades de transferencia del conocimiento: se define la transferencia del aprendizaje se define como la garantía de que los conocimientos y las habilidades adquiridas durante una construcción de aprendizaje sean aplicados en los contextos reales. Entre algunas actividades se pueden citar: Talleres, prácticas de campo, resultados de desempeño, investigación-acción, profundización del conocimiento.

✓ Actividades de evaluación: la evaluación es un proceso de aprendizaje va más allá de eso, debe entenderse como un proceso de aprendizaje y hace parte de lo que se ha llamado evaluación formativa o valoración integral, además de ser formadora. Este tipo de valoración

se realiza esencialmente con el propósito de obtener información que permita orientar al Aprendiz para que alcance los Resultados de Aprendizaje establecidos.

5. Marco Legal

Según la legislación ambiental colombiana, la recuperación, conservación, protección, ordenamiento, manejo, uso y aprovechamiento de los recursos naturales renovables y el medio ambiente de la Nación, es una tarea conjunta y coordinada del estado, la comunidad, las organizaciones no gubernamentales y el sector privado.

5.1. Constitución Nacional de 1991.

Por medio de la Constitución Política de 1991, la protección del medio ambiente y los recursos naturales del país fue elevada a la categoría de deber y derecho colectivo, definiendo obligaciones del Estado y de los ciudadanos para proteger las riquezas culturales y naturales de la Nación. De este modo, la Constitución Nacional dispone como deber del Estado la protección de la diversidad e integridad del ambiente, la conservación de las áreas de especial importancia ecológica y el fomento de la educación para el logro de estos fines. Adicionalmente, dispone que el estado deba planificar el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales, así como velar por la prevención y control de los factores de deterioro ambiental, la imposición de las sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados.

5.2. Ley 99 de 1993

Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental -SINA, que es el conjunto de orientaciones, normas, actividades, recursos, programas e instituciones que permiten la puesta en marcha de los principios generales ambientales y su protección.

5.3. Ley 299 de 1996

Mediante la cual se protege la flora colombiana y se reglamentan los jardines botánicos. Entre otras disposiciones, se resalta la conservación, la protección, la propagación, la investigación, el conocimiento y el uso sostenible de los recursos de la flora colombiana son estratégicos para el país y constituyen prioridad dentro de la política ambiental. Además, se define los jardines botánicos, como colecciones de plantas vivas científicamente organizadas, constituidos conforme a esta ley, podrán manejar herbarios y germoplasma vegetal en bancos de genes o en bancos de semillas; deberían ejecutar programas permanentes de investigación básica y aplicada, de conservación in situ y ex situ y de educación, siendo entidades asesoras del Gobierno en el cumplimiento adecuado de la Convención CITES. Igualmente, define medidas para el control de la importación y exportación de especies amenazadas o en peligro de extinción.

5.4. Política nacional de biodiversidad

El Ministerio del Medio Ambiente y el Departamento de Planeación Nacional, con el apoyo del Instituto Humboldt, elaboraron y publicaron la Política Nacional de Biodiversidad. Este documento, hace realidad lo planteado en el Convenio de Diversidad Biológica (ley 165 de 1994). La Política Nacional de Biodiversidad fue aprobada por el Consejo Nacional Ambiental en 1995 y se fundamenta en los siguientes principios: la biodiversidad es patrimonio de la nación y tiene un valor estratégico para el desarrollo presente y futuro de Colombia.

Uno de los objetivos primordiales de La Política Nacional de Biodiversidad es comunicar la manera como Colombia piensa orientar a largo plazo las estrategias nacionales sobre el tema de la biodiversidad, así como definir quiénes son los encargados de las diferentes áreas de acción. El objetivo principal que es promover la conservación, el conocimiento y el uso

sostenible de la biodiversidad, así como la distribución justa y equitativa de los beneficios derivados su utilización.

5.5. Estrategia nacional para la conservación de las plantas.

En el contexto de la Estrategia Global para la Conservación de Plantas y de la Política Nacional de Biodiversidad, el Instituto Alexander von Humboldt, la Red Nacional de Jardines Botánicos, el Ministerio del Medio Ambiente y la Asociación Colombiana de Herbarios, estructuraron en el 2001 la Estrategia Nacional para la Conservación de Plantas, cuya misión se dirige a orientar las acciones de conocimiento, conservación y uso sostenible de la flora colombiana. Adicionalmente, la estrategia se concibió como un instrumento para articular el conocimiento científico, la institucionalidad ambiental y los instrumentos de política en escenarios de decisiones para la gestión integral de la biodiversidad.

5.6. Acuerdo No. 038 de 2001 y resolución 2688 de 2002

Mediante el acuerdo No. 038 DE 2001 y la resolución 2688 el 12 de septiembre del 2002, se institucionaliza en la UPTC las granjas y el jardín Botánico de Boyacá, por medio de esta se pretende a partir de la zonificación de todas las zonas verdes del campus universitario que se integren a una política institucional para generar tres pilares fundamentales: la conservación, la investigación y la educación ambiental, esto con el fomento de la flora y fauna en beneficio de la comunidad estudiantil de la región y de los ecosistemas de Boyacá. Las granjas experimentales y del Jardín Botánico tienen como funciones las siguientes: Planear, organizar, ejecutar y controlar las distintas actividades que se requieran para el adecuado funcionamiento. Entre otras disposiciones se encuentra preservar la diversidad genética; contribuir de manera efectiva y permanente a través de su labor investigativa y divulgativa al desarrollo regional y nacional; contribuir a que la utilización de las especies de la flora y de los ecosistemas naturales se efectúe

de tal manera que permita su uso y disfrute no sólo para las actuales, sino también para las futuras generaciones.

6. Contexto institucional

La UPTC, a través de sus funciones misionales docencia, investigación y extensión en los diferentes niveles de formación (pregrado, posgrado y educación continuada), y la pluralidad de saberes existentes, está articulada con las dinámicas del sector productivo, del gobierno nacional, de las entidades territoriales, y de la sociedad civil, comprometidos en el marco de la democracia participativa y de construcción de la paz-, con la búsqueda del desarrollo humano inclusivo y sostenible.

El rector Olmedo Vargas creó el Jardín Botánico Boyacá de la U.P.T.C. como una unidad de apoyo y extensión académica mediante la resolución 2688 el 12 de septiembre del 2002, lo cual pretende a partir de la zonificación de todas las zonas verdes del campus universitario que se integren a una política institucional para generar tres pilares fundamentales: la conservación, la investigación y la educación ambiental, esto con el fomento de la flora y fauna en beneficio de la comunidad estudiantil de la región y de los ecosistemas de Boyacá. Al lapso del tiempo recibió el apoyo del Jardín Botánico de Bogotá con material vegetal de árboles y arbustos propios de la zona andina, de igual forma bajo la coordinación del Licenciado Ricardo Manrique impulsó una colección de Arboretum de especies del bosque seco espinoso y húmedo de Boyacá, así mismo el Licenciado Flavio Ríos Viasus y Pedro Alberto Chaparro en los últimos periodos han realizado, arboretum de robles (*Quercus humboldtii*) y enriquecimiento de especies propias del bosque húmedo andino (Martín, 2020).

Las granjas y el jardín Botánico de Boyacá, tienen como funciones planear, organizar, ejecutar y controlar las distintas actividades que se requieran para su adecuado funcionamiento. También busca mantener tanto los procesos ecológicos esenciales como los sistemas que

soportan las diferentes manifestaciones de la vida; preservar la diversidad genética; contribuir de manera efectiva y permanente a través de su labor investigativa y divulgativa al desarrollo regional y nacional; contribuir a que la utilización de las especies de la flora y de los ecosistemas naturales se efectúe de tal manera que permita su uso y disfrute no sólo para las actuales, sino también para las futuras generaciones de habitantes del territorio colombiano entro del concepto del desarrollo sostenible.

De igual manera, se han desarrollado trabajos de manejo paisajístico de áreas de jardines con pasantes del programa de Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental, también se desataca una colección viva de orquídeas y bromelias, un protocolo de manejo de inventario general de árboles y arbustos UPTC y una caracterización de coberturas en la zona de laboratorios. Por tal razón, para aportar a la labor investigativa y divulgativa del Jardín Botánico de Boyacá se implementa la colección de semillas en pro de la conservación y enseñanza de la diversidad genética de las especies de árboles y arbustos del campus a la comunidad educativa y visitantes del jardín, y a su vez se concienticen sobre la protección de estos ecosistemas y así estos se conviertan en fuente de beneficios ambientales.

7. Metodología

Este proyecto se llevó cabo con estudiantes de la licenciatura en ciencias naturales y educación ambiental quienes se encuentren cursando la materia de ecología. Para ello se usaron varios instrumentos como: talleres, guías, listas de control, registros descriptivos.

7.1. Área de estudio

El proyecto se llevó a cabo en la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia está Ubicada en la ciudad de Tunja capital de Departamento, en la Avenida Central del Norte. Localizada a 2667 m.s.n.m. área baja hasta 2940 m.s.n.m. La UPTC. Cuenta con aspectos ecosistémicos donde sobresalen varias coberturas o zonas: primera; bosques cultivados de: eucalipto (*Eucaliptus globulos*), pino (*Pinus patula*). Segunda; bosque y arbustales abiertos riparios del margen río la Vega dominados por: acacia (*Acasia mearsii*) acacia japonesa (*Acacia melanoxilum*), arbustales abiertos naturales (*Croton funkianus*), chilco (*Baccharis latifolia*), ciro (*Baccharis bogotensis*), hayuelo (*Dodonea viscosa*). Tercera zona: área rocosa – herbazal dominada por herbáceas pasto colorado (*Andropogon ruja*), cardo (*Puya sp*), helecho (*Asplenium sp*), baritos (*Pentacalia sp*), orquídeas, pitos (*Epidendrum elongatum*) y otras herbáceas (Martin, 2019).

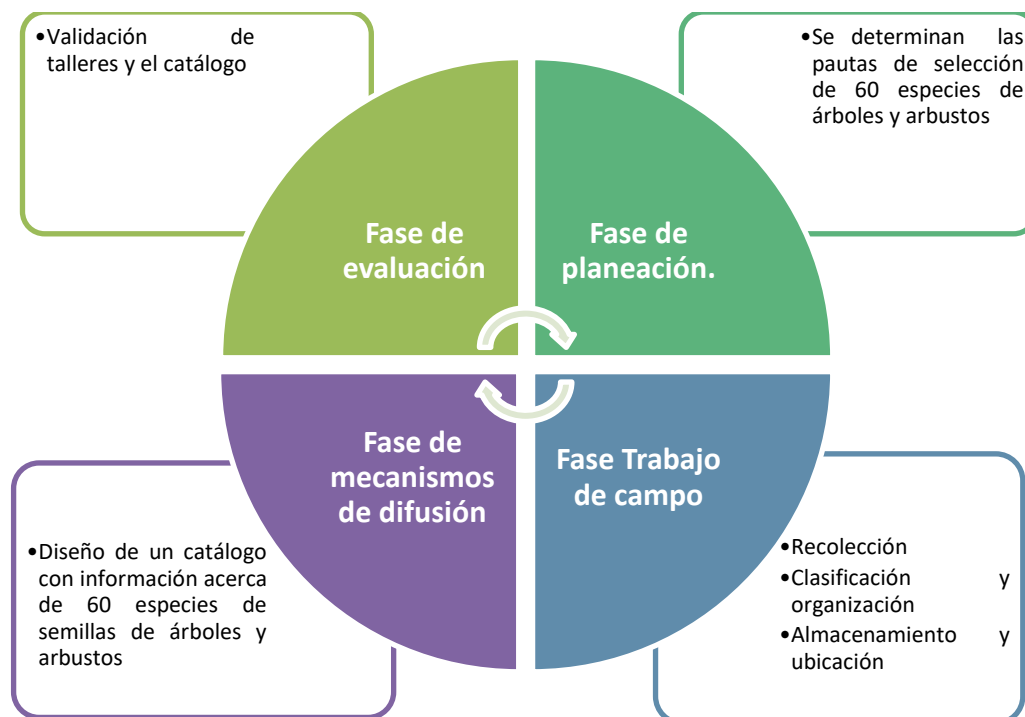
Ilustración 1

Mapa delimitación del campus Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.



Fuente: Google Maps

7.2. Fases del desarrollo del proyecto



7.2.1. Fase 1: Fase de planeación.

En la fase de planeación se determinó la selección de 60 especies de árboles y arbustos, teniendo en cuenta que fueran especies frecuentes e importantes para el vivero y jardín botánico de la UPTC, para lo cual se emplearon protocolos de distribución y delimitación de zonas del campus universitario que facilitó la recolección de especies. Asimismo, se realizó elección de los materiales y equipos necesarios para el desarrollo eficaz del trabajo en campo y determinación de las técnicas de recolección dependiendo del periodo y la especie.

7.2.2. Fase 2: Fase Trabajo de campo.

En la fase de trabajo de campo se realizó la recolección de muestras, para esto se distribuyó por zonas el campus universitario, siguiendo con la clasificación de las especies y organización de las semillas recolectadas para su posterior ubicación.

7.2.2.1. Recolección. Para esta fase se tiene en cuenta una muestra aproximada de 60 especies de árboles y arbustos entre nativos y exóticos, para estos se plantea describir las características botánicas y a nivel taxonómico de familia, género y especie, utilizando el sistema de clasificación internacional APG IV de 2016. En el trabajo de campo se realizó a recolección y descripción en una libreta, al igual que se toma registro fotográfico. Los frutos se recogieron lo antes posible, para evitar daños debido a insectos, roedores u hongos y la germinación prematura. De igual forma, se tuvo en cuenta el reconocimiento de las técnicas de procesamiento y transporte del material dependiendo de las características de este, depositándolo en bolsas de periódico o plásticas con cierre hermético, para la posterior inspección, registro del material y su rotulación con el nombre común, descripción y sitios donde se encuentra.

Las semillas se mantienen en lugares frescos y con baja humedad para evitar que se deteriore, dependiendo del tipo de fruto es su manejo después de colectadas, los frutos secos tienden a perder la humedad en su fase de maduración, mientras los frutos carnosos se mantienen en sitios ventilados. Siguiendo lo planteado por Montávez (s.f.) para extraer la semilla, en caso de los frutos carnosos se realizó un proceso de despulpado que por lo general comprende una inmersión en agua de 24 a 48 horas seguido de exprimido con presión o una fricción suave. Mientras los frutos secos como los conos o piñas, capsulas, legumbres, entre otros se secaron al sol hasta que las escamas se abrieron o las semillas se separaron del fruto, algunos frutos indehiscentes como nueces, aquenios y sámaras aladas, no requieren extracción, sino que se limpian y desalan.

7.2.2.2. Clasificación y organización. Se tomaron fotografías, se realizó una agrupación por categorías taxonómicas y para su descripción se efectúa lo siguiente: la medición de semillas (centímetros o milímetros) utilizando una regla o calibrador agrupando el tamaño en micro, pequeña y macro, al igual, la descripción de la dimensión y forma (redonda, ovalada, reniforme, etc.) por observación con lupa. Así mismo, se llevó a cabo la agrupación de semillas según el tipo de fruto (carnosos, secos, dehiscentes, indehiscentes) para la categorización de las semillas se tuvo en cuenta la clasificación según su origen en angiospermas y gimnospermas, su número de cotiledones (dicotiledóneas y monocotiledóneas) y su conservación o viabilidad de germinal como semillas ortodoxas o recalcitrantes (Doria, 2010).

7.2.2.3. Almacenamiento y ubicación. En esta fase se realizó la colección y ubicación de las semillas, llevando a cabo el análisis de las técnicas de secado (asistido y artesanal) para reducción del contenido de humedad y la conservación de la semilla, teniendo en cuenta la

disponibilidad de espacio y materiales plásticos que protegen las semillas adecuadamente durante su almacenamiento.

Dentro de las técnicas empleadas se usó el secado bajo techo, es un método recomendable para semillas con alto grado de humedad, aunque es más lento y menos drástico (Montávez, s.f), para esto se colocaron bandejas con las diferentes semillas, otro método utilizado fue el secado al sol para conos y frutos de especies capaces de soportar las temperaturas bastante altas, de igual manera semillas de tipo ortodoxo. Luego se distribuyeron las semillas de manera organizada en cajones de madera de 8x8 cm en donde se almacenan y exhiben al público.

Ilustración 2

Contenedores para la colección de semillas



Fuente: López y Miguez, 2021.

7.2.3. Fase 3: Fase de mecanismos de difusión.

La creación de un catálogo que contiene información acerca de 60 especies de semillas de árboles y arbustos, presentes en el campus de la UPTC, su clasificación, características de la planta, descripción y fotografías que permitan su conocimiento. De igual manera, se diseñaron

algunas actividades y estrategias educativas dirigidas a los estudiantes de la asignatura de ecosistemas de octavo semestre de la Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental, con una muestra aproximada de 20 estudiantes, estas guías fueron orientadas y evaluadas por docentes expertos quienes sugirieron un lenguaje sencillo que permita una adecuada comprensión y adecuación de actividades de acuerdo a las temáticas y población que se seleccionó.

7.2.4. Fase 4: Fase de evaluación

Para esta fase se desarrollaron guías pedagógicas siguiendo la estructura para la elaboración de guías de aprendizaje de los procesos formativos del SENA (2003) que complementaron el proceso de aprendizaje, basados en la organización de la fase de campo al igual que la colección realizada con las semillas y su información provista. De igual manera, para la revisión y evaluación del catálogo y las guías se sometieron a la revisión por parte de expertos profesionales entre los que se encontraría un biólogo, miembros del jardín botánico y licenciados en ciencias naturales, quienes dan sus perspectivas de aceptabilidad frente a los mismos.

8. Resultados

8.1. Caracterización de especies

A continuación se presentan los resultados cuantitativos de la caracterización realizada en la fase de campo.

En las tablas 1 y 2, se representan las 60 especies determinadas en las zonas de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (UPTC), así en la tabla 1 se presentan las especies de árboles seleccionados con su nombre común, científico y la familia a la que pertenecen, de igual forma en la tabla 2 donde se ubican las especies de arbustos encontrados.

Tabla 1.

Especies de árboles seleccionados

Árboles			
No.	Nombre común	Nombre científico	Familia
1	Acacia japonesa	<i>Acacia melanoxylon</i> R.Br.	Fabaceae
2	Acacia lophantha	<i>Paraserianthes lophantha</i> Willd.	Fabaceae
3	Acacia negra	<i>Acacia mearnsii</i> De Wild.	Fabaceae
4	Aguacate	<i>Persea americana</i> Mill.	Lauraceae
5	Alcaparro gigante	<i>Senna viarum</i> H.S.Irwin & Barneby	Fabaceae
6	Aliso	<i>Alnus acuminata</i> Kunth	Betulaceae
7	Arboloco	<i>Smallanthus pyramidalis</i> (Triana) H. Rob.	Asteraceae
8	Arrayán	<i>Myrcianthes leucoxylo</i> (Ortega) McVaugh.	Myrtaceae

9	Borrachero	<i>Brugmansia arborea</i> L.	Solanaceae
10	Cajeto	<i>Citharexylum subflavescens</i> S.F.Blake	Verbenaceae
11	Caucho	<i>Ficus tequendamae</i> Dugand	Moraceae
12	Cedro colorado	<i>Cedrela montana</i> Moritz ex Turcz.	Meliaceae
13	Cedro Nogal	<i>Juglans neotropica</i> Diels.	Juglandaceae
14	Cerezo	<i>Prunus serotina</i> Capuli	Rosaceae
15	Chicalá	<i>Tecoma stans</i> (L.) Juss. ex Kunth	Bignoniaceae
16	Chocho sirijay	<i>Erytrina rubrinervia</i> Kunth	Fabaceae
17	Ciruelo	<i>Prunus domestica</i> L.	Rosaceae
18	Corono	<i>Xylosma spiculifera</i> (Tul.) Triana & Planch	Salicaceae
19	Curapín	<i>Delostoma integrifolium</i> . D.Don	Bignoniaceae
20	Durazno	<i>Prunus persica</i> (L.) Stokes, Batsch.	Rosaceae
21	Eucalipto	<i>Eucaliptus globulus</i> Labill.	Myrtaceae
22	Eucalipto camandulensis	<i>Eucalyptus camaldulensis</i> Dehnh	Myrtaceae
23	Eugenia	<i>Eugenia myrtifolia</i> P.Micheli ex L.	Myrtaceae
24	Guayabo	<i>Psidium guajava</i> L.	Myrtaceae
25	Guayacán	<i>Lafoensia acuminata</i> Ruiz & Pav.	Lythraceae
26	Jazmin	<i>Pittosporum undulatum</i> Vent.	Pittosporaceae
27	Mangle	<i>Escallonia pendula</i> (Ruiz & Pav.) Pers.	Escalloniaceae

28	Muelle	<i>Schinus molle</i> L.	Anacardiaceae
29	Pino Caribabea	<i>Pinus caribaea</i> var. <i>hondurensis</i> (Sénécl.) W.H.Barrett & Golfari	Pinaceae
30	Pino ciprés	<i>Cupressus lusitanica</i> Mill.	Cupressaceae
31	Pino colombiano	<i>Retrophyllum rospigliosii</i> (Pilg.) C.N.Page	Podocarpaceae
32	Pino Patula	<i>Pinus patula</i> Schiede ex Schlttdl. et Cham.	Pinaceae
33	Pino vela	<i>Cupressus sempervirens</i> L.	Cupressaceae
34	Roble	<i>Quercus humboldtii</i> Bonpl.	Fagaceae
35	Sangregado	<i>Croton bogotanus</i> Cuatrec.	Euphorbiaceae
36	Sauce	<i>Salix humboldtiana</i> Willd.	Salicaceae
37	Uvo o conservo	<i>Ficus soatensis</i> var. <i>Bogotensis</i> , Dug.	Moraceae

Fuente: elaboración propia.

Tabla 2.

Especies de arbustos seleccionados

Arbustos			
No.	Nombre común	Nombre científico	Familia
38	Alcaparro enano	<i>Senna multiglandulosa</i> (Jacq.) H.S.Irwin & Barneby	Fabaceae
39	Amargoso	<i>Ageratina glyptophlebia</i> (Kunth) R.M. King & H. Rob.	Asteraceae
40	Callistemon	<i>Callistemon speciosus</i> (Sims) Sweet	Myrtaceae

41	Chilca morada	<i>Baccharis floribundum</i> Kunth	Asteraceae
42	Chocho Lupino	<i>Lupinus bogotensis</i> . Benth.	Fabaceae
43	Ciro	<i>Baccharis bogotensis</i> Khunt	Compositae
44	Espino garbanzo	<i>Duranta mutisii</i> L.f.	Verbenaceae
45	Feijoa	<i>Acca sellowiana</i> [Berg] Burret.	Myrtaceae
46	Fique motuaverde	<i>Agave cundinamarcensis</i> A. Berger	Asparagaceae
47	Gurrubo	<i>Lycianthes lycioides</i> (L.) Hassl.	Solanaceae
48	Hayuelo	<i>Dodonaea viscosa</i> (L.) Jacq.	Sapindaceae
49	Jarilla	<i>Stevia lucida</i> Lag.	Asteraceae
50	Jarilla Negra	<i>Chromolaena Scabra</i> (L.f.) R.M.King & H.Rob.	Asteraceae
51	Lulo de Perro	<i>Solanum pseudolulo</i> Heiser.	Solanaceae
52	Mortiño	<i>Hesperomeles heterophylla</i> Ruiz&Pav.	Rosaceae
53	Mortiño Holly	<i>Pyracantha coccinea</i> M.Roem.	Rosaceae
54	Papayuelo	<i>Vasconcellea pubescens</i> A.DC.	Caricaceae
55	Retamo	<i>Ulex europaeus</i> L.	Fabaceae
56	Ruchico	<i>Psoralea glandulosa</i> L.	Fabaceae
57	Salvia amarga	<i>Salvia bogotensis</i> Benth.	Lamiaceae
58	Siete cueros	<i>Tibouchina urvilleana</i> . (DC.) Cogn.	Melastomataceae
59	Uchuva	<i>Physalis peruviana</i> L.	Solanaceae
60	Verdecina	<i>Verbesina centroboyacana</i> S.Díaz- Piedrahíta.	Asteraceae

Fuente: elaboración propia.

Se encontró una mayor cantidad de árboles con 37 individuos representando el 62%, mientras arbustos fueron 23 siendo el 38%. Esto debido a que en las zonas del trópico y bosque tropical se encuentra hasta 10 veces más cantidad de especies arbóreas que en otros lugares con

50,000 especies arborescentes (Francis, 2010) por lo cual en Colombia y Boyacá hay gran diversidad de árboles al encontrarse en esta zona.

La tabla 3 indica la caracterización de las 60 especies seleccionadas donde se registraron 27 familias y 51 géneros, siendo las familias de mayor frecuencia Fabaceae con 9 especies, Myrtaceae y Asteraceae con 7, debido a su amplia distribución en las zonas determinadas, con presencia de árboles y arbustos. Lo anterior da a conocer las familias inventariadas con el mayor número de especies en la universidad coincide con las investigaciones de Orlando Rangel 2000, donde afirma que son los grupos más diversos para trópico y en la zona de estudio de 2760 a 2900 m.s.n.m, se registra mayor diversidad en géneros y especies de zonas verdes de la Universidad UPTC de Tunja (Rangel, et al., 2000).

Tabla 3

Géneros encontrados por familia.

Familias	Géneros	Cantidad de especies
Anacardiaceae	Schinus	1
Asparagaceae	Agave	1
Asteraceae	Ageratina, Smallanthus, Baccharis(2), Stevia, Chromolaena, Verbesina	7
Betulaceae	Alnus	1
Bignoniaceae	Tecoma, Delostoma	2
Caricaceae	Vasconcellea	1
Cupressaceae	Cupressus	2
Escalloniaceae	Escallonia	1
Euphorbiaceae	Croton	1

Fabaceae	Acacia (2), Paraserianthes, Senna (2), Lupinus, Erytrina, Ulex, Psoralea	9
Fagaceae	Quercus	1
Juglandaceae	Juglans	1
Lamiaceae	Salvia	1
Lauraceae	Persea	1
Lythraceae	Lafoensia	1
Melastomataceae	Tibouchina	1
Meliaceae	Cedrela	1
Moraceae	Ficus	2
Myrtaceae	Myrcianthes, Callistemon, Eucaliptus (2), Eugenia/Syzygium, Acca, Psidium	7
Pinaceae	Pinus	2
Pittosporaceae	Pittosporum	1
Podocarpaceae	Retrophyllum	1
Rosaceae	Prunus (3), Hesperomeles, Pyracantha	5
Salicaceae	Xylosma, Salix	2
Sapindaceae	Dodonaea	1
Solanaceae	Brugmansia, Solanum, Lycianthes, Physalis	4
Verbenaceae	Citharexylum, Duranta	2

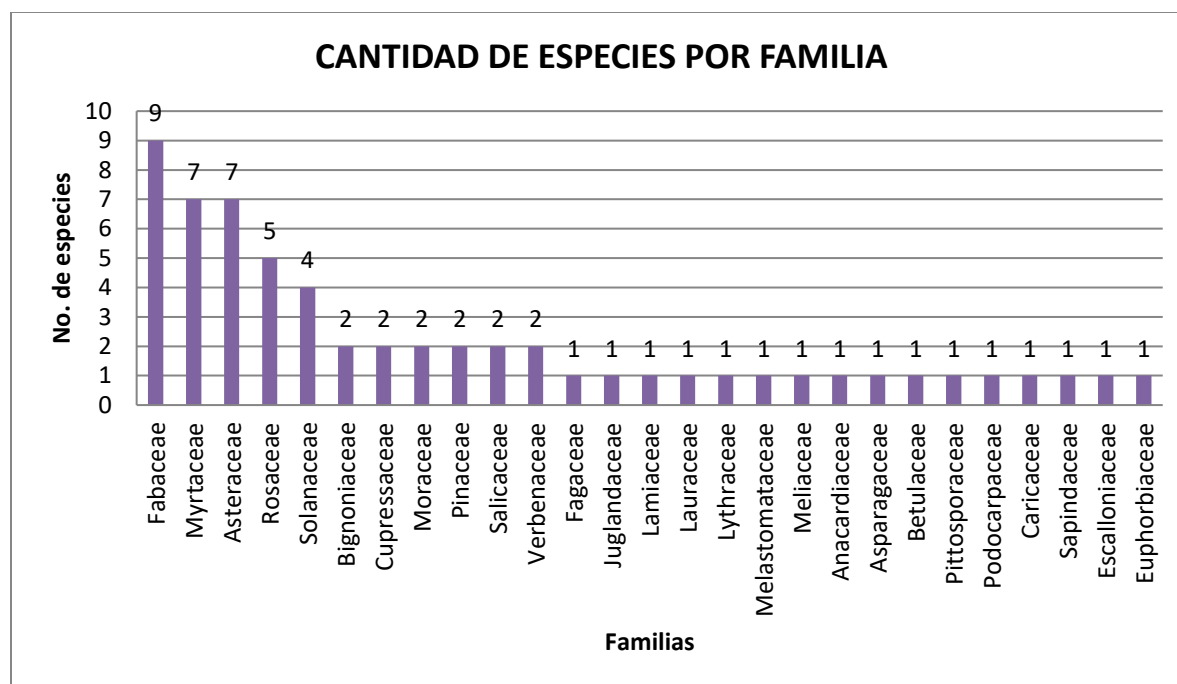
Fuente: elaboración propia.

La gráfica 1, representa las 27 familias registradas y la cantidad de especies por cada familia, dentro de estas cinco presentan mayor cuantía, como es Fabaceae con 9 especies, le sigue Asteraceae y Myrtaceae con 7, Rosaceae con 5 y Solanaceae con 4. Según Ramírez et al.

(2015), estos son los grupos con más distribución en el trópico, utilizados para forraje, y restauración ecológica cuando hay intervención al ecosistema. De igual manera, se presentan 6 familias con 2 especies y 16 familias con una especie, siendo una amplia diversidad florística.

Gráfico 1.

Cantidad de especies por familia.



La tabla 4, constituye las especies establecidas, el fruto con el cual se caracterizan y el tipo de fruto que resguarda la semilla, de igual manera la clasificación según la semilla determinando su origen en angiospermas o gimnospermas, lo cual deriva la organización según el número de cotiledones para angiospermas y coníferas para gimnospermas. Por último, la distribución según la conservación de la semilla en ortodoxa o recalcitrante, lo cual también permite determinar la resistencia de estas.

Tabla 4.

Clasificación del fruto y semilla de las especies de árboles y arbustos encontradas.

Nombre común	Fruto	Tipo de fruto	Semilla según su origen	Según número de cotiledones	Semilla según su conservación
Acacia japonesa	Simple seco - Dehiscente	Legumbre o vaina	Angiosperma	Dicotiledónea	Ortodoxa
Acacia lophantha	Simple seco - Dehiscente	Legumbre o vaina	Angiosperma	Dicotiledónea	Ortodoxa
Acacia negra	Simple seco - Dehiscente	Legumbre o vaina	Angiosperma	Dicotiledónea	Ortodoxa
Aguacate	Simple carnososo	Baya	Angiosperma	Dicotiledónea	Recalcitrante
Alcaparro enano	Simple seco - Dehiscente	Legumbre o vaina	Angiosperma	Dicotiledónea	Ortodoxa
Alcaparro gigante	Simple seco - Dehiscente	Legumbre o vaina	Angiosperma	Dicotiledónea	Ortodoxa
Aliso	Simple seco - Dehiscente	Cono o Piña	Angiosperma	Dicotiledónea	Ortodoxa
Amargoso	Simple seco - Indehiscente	Aquenio	Angiosperma	Dicotiledónea	Ortodoxa
Arboloco	Simple seco - Indehiscente	Aquenio	Angiosperma	Dicotiledónea	Ortodoxa
Arrayán	Simple carnososo	Baya	Angiosperma	Dicotiledónea	Ortodoxa
Borrachero	Simple carnososo	Baya	Angiosperma	Dicotiledónea	Ortodoxa
Cajeto	Simple carnososo	Drupa	Angiosperma	Dicotiledónea	Ortodoxa
Callistemon	Simple seco - Dehiscente	Cápsula	Angiosperma	Dicotiledónea	Ortodoxa
Caucho	Simple seco -	Cápsula	Angiosperma	Dicotiledónea	Recalcitrante

	Dehiscente				
Cedro colorado	Simple seco - Dehiscente	Cápsula	Angiosperma	Dicotiledónea	Ortodoxa
Cedro Nogal	Simple carnosos	Drupa	Angiosperma	Dicotiledónea	Ortodoxa
Cerezo	Simple carnosos	Drupa	Angiosperma	Dicotiledónea	Ortodoxa
Chicalá	Simple seco - Dehiscente	Silicua	Angiosperma	Dicotiledónea	Ortodoxa
Chilca morada	Simple seco - Indehiscente	Aquenio	Angiosperma	Dicotiledónea	Ortodoxa
Chocho Lupino	Simple seco - Dehiscente	Legumbre o vaina	Angiosperma	Dicotiledónea	Ortodoxa
Chocho sirijay	Simple seco - Dehiscente	Legumbre o vaina	Angiosperma	Dicotiledónea	Ortodoxa
Ciro	Simple seco - Indehiscente	Aquenio	Angiosperma	Dicotiledónea	Ortodoxa
Ciruelo	Simple carnosos	Drupa	Angiosperma	Dicotiledónea	Ortodoxa
Corono	Simple carnosos	Baya	Angiosperma	Dicotiledónea	Ortodoxa
Curapín	Simple seco - Dehiscente	Cápsula	Angiosperma	Dicotiledónea	Ortodoxa
Durazno	Simple carnosos	Drupa	Angiosperma	Dicotiledónea	Ortodoxa
Espino garbanzo	Simple carnosos	Drupa	Angiosperma	Dicotiledónea	Ortodoxa
Eucalipto	Simple seco - Dehiscente	Cápsula	Angiosperma	Dicotiledónea	Ortodoxa
Eucalipto camandulensis	Simple seco - Dehiscente	Cápsula	Angiosperma	Dicotiledónea	Ortodoxa
Eugenia	Simple carnosos	Baya	Angiosperma	Dicotiledónea	Recalcitrante

Feijoa	Simple carnosos	Baya	Angiosperma	Dicotiledónea	Recalcitrante
Fique motuaverde	Simple seco - Dehiscente	Cápsula	Angiosperma	Monoocotilédonea	Ortodoxa
Guayabo	Simple carnosos	Baya	Angiosperma	Dicotiledónea	Ortodoxa
Guayacán	Simple seco - Dehiscente	Cápsula	Angiosperma	Dicotiledónea	Ortodoxa
Gurrubo	Simple carnosos	Baya	Angiosperma	Dicotiledónea	Recalcitrante
Hayuelo	Simple seco - Dehiscente	Cápsula	Angiosperma	Dicotiledónea	Ortodoxa
Jarilla	Simple seco - Indehiscente	Aquenio	Angiosperma	Dicotiledónea	Ortodoxa
Jarilla Negra	Simple seco - Indehiscente	Aquenio	Angiosperma	Dicotiledónea	Ortodoxa
Jasmín	Simple seco - Dehiscente	Cápsula	Angiosperma	Dicotiledónea	Ortodoxa
Lulo de Perro	Simple carnosos	Baya	Angiosperma	Dicotiledónea	Ortodoxa
Mangle	Simple seco - Dehiscente	Cápsula	Angiosperma	Dicotiledónea	Ortodoxa
Mortiño	Simple carnosos	Baya	Angiosperma	Dicotiledónea	Ortodoxa
Mortiño Holly	Simple carnosos	Pomo	Angiosperma	Dicotiledónea	Ortodoxa
Muelle	Simple carnosos	Drupa	Angiosperma	Dicotiledónea	Ortodoxa
Papayuelo	Simple carnosos	Baya	Angiosperma	Dicotiledónea	Ortodoxa
Pino Caribabea	Simple seco - Dehiscente	Cono o Piña	Gimnosperma	Conifera	Ortodoxa
Pino ciprés	Simple seco -	Cono o	Gimnosperma	Conifera	Ortodoxa

	Dehiscente	Piña			
Pino colombiano	Simple carnosos	Baya	Gimnosperma	Conifera	Recalcitrante
Pino Patula	Simple seco - Dehiscente	Cono o Piña	Gimnosperma	Conifera	Ortodoxa
Pino vela	Simple seco - Dehiscente	Cono o Piña	Gimnosperma	Conifera	Ortodoxa
Retamo	Simple seco - Dehiscente	Legumbre o vaina	Angiosperma	Dicotiledónea	Ortodoxa
Roble	Simple seco - Indehiscente	Nuez	Angiosperma	Dicotiledónea	Recalcitrante
Ruchico	Simple seco - Dehiscente	Legumbre o vaina	Angiosperma	Dicotiledónea	Ortodoxa
Salvia amarga	Simple seco - Indehiscente	Aquenio	Angiosperma	Dicotiledónea	Ortodoxa
Sangregado	Simple seco - Dehiscente	Cápsula	Angiosperma	Dicotiledónea	Ortodoxa
Sauce	Simple seco - Dehiscente	Cápsula	Angiosperma	Dicotiledónea	Ortodoxa
Siete cueros	Simple seco - Dehiscente	Cápsula	Angiosperma	Dicotiledónea	Ortodoxa
Uchuva	Simple carnosos	Baya	Angiosperma	Dicotiledónea	Recalcitrante
Uvo o conservo	Simple carnosos	Baya	Angiosperma	Dicotiledónea	Ortodoxa
Verdecina	Simple seco - Indehiscente	Aquenio	Angiosperma	Dicotiledónea	Ortodoxa

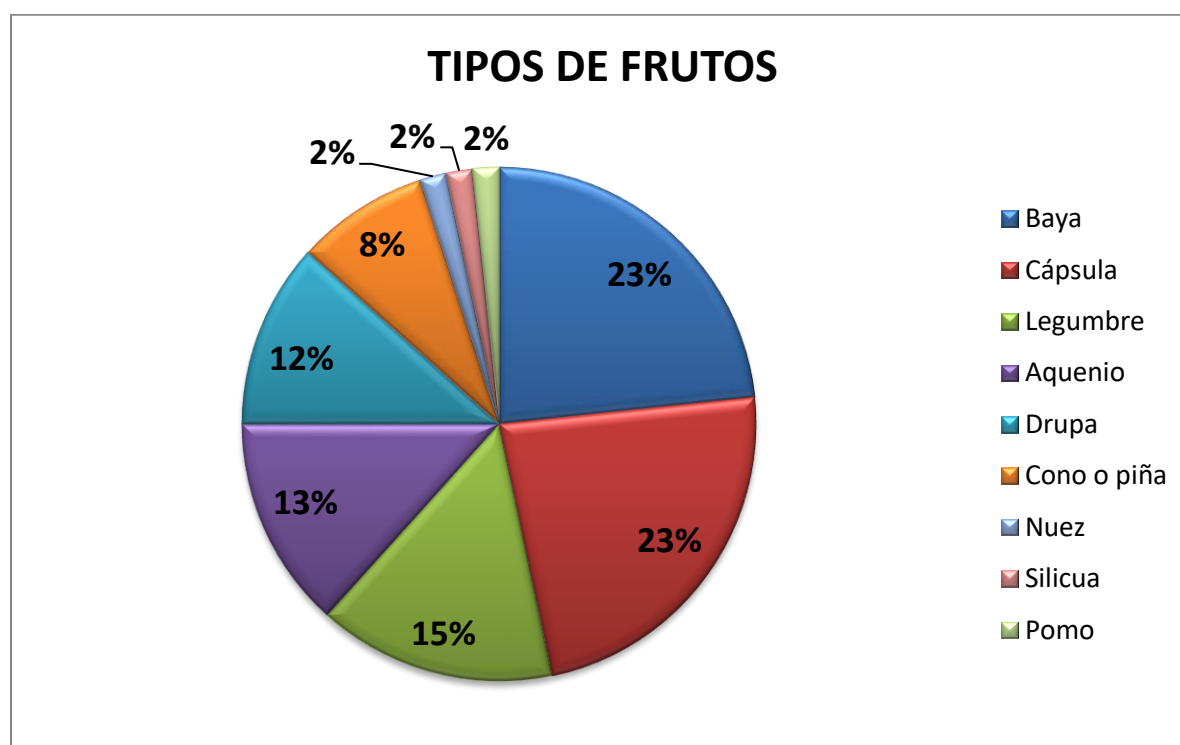
Fuente: elaboración propia.

En el gráfico 2, se evidencian los tipos de frutos determinados según la recolección realizada en las distintas especies, encontrando las agrupaciones con porcentajes más altos en baya y capsula con un 23%, seguido de legumbre con un 15% y aquenio 13%. Los frutos en baya

son los que presentan mayor cantidad, junto con las drupas hacen parte de los tipos de frutos carnosos, los cuales son los más comunes, ya que tiene utilidad como alimento para aves, roedores e insectos, mientras los frutos secos como legumbre, cono, piña son utilizados en viveros, artesanías u ornamentalmente, de igual forma los aquenios representan una manera eficaz de dispersión de semillas por el aire para muchas especies, en especial arbustos asegurando su reproducción.

Grafico 2.

Tipos de frutos identificados.



De igual forma, según lo observado en el gráfico 2 y la tabla 4, dependiendo del fruto se da la caracterización a la semilla, ya que muchos de los procesos que determinan la caída y dispersión de las semillas están relacionados con los frutos y sus características. Por lo tanto,

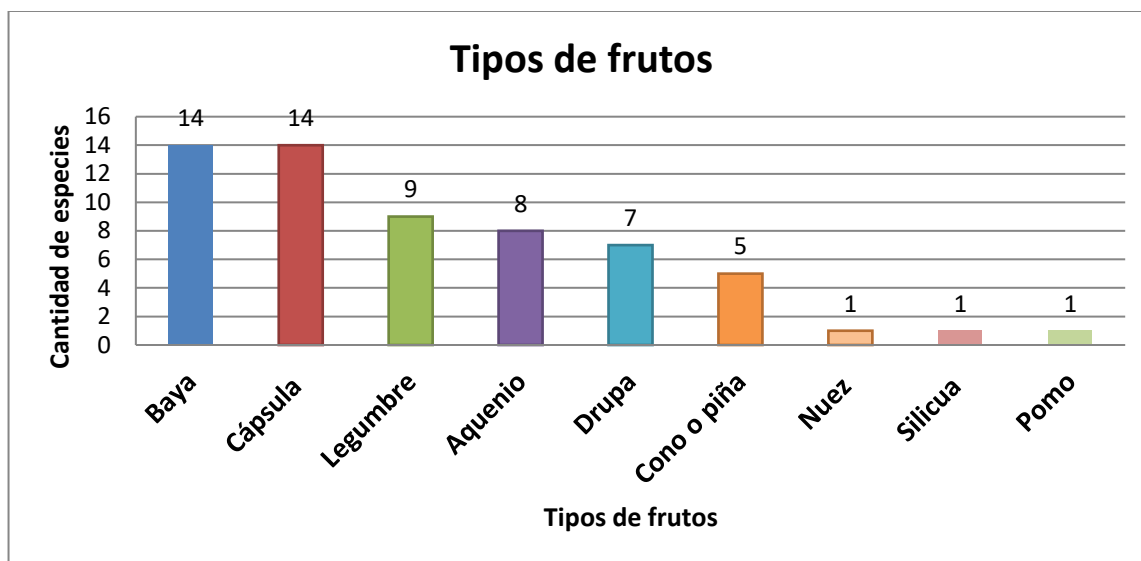
cada especie logra los objetivos de proteger y dispersar sus semillas de formas diferentes, protegiéndolas con el fruto y liberándolas cuando están listas para asegurar su reproducción (Varela y Aparicio, 2011).

Para extraer la semilla se debe tener en cuenta los tipos de frutos dehiscentes, que son aquellos que se abren liberando fácilmente las semillas cuando maduran (conos, capsulas, vainas) Para frutos indehiscentes, que no se abren cuando están maduros, generalmente la extracción no ocurre, pero si sucede se utilizan implementos como tijeras de podar, martillos o molinos. En el caso de frutos carnosos (bayas o drupas), habitualmente se emplea el método de maceración, que consiste en dejar remojando los frutos en agua por un periodo de 24 a 48 h, para posteriormente eliminar la parte carnosa manualmente molinos (Quiroz, et al., 2009).

En el grafico 3 se organizan la cantidad de especies establecidas, según el tipo de fruto. De esta manera, se categorizan 14 especies con fruto tipo baya y de igual cantidad en capsula, 9 en legumbre, 8 en aquenio, 7 en drupa, 5 en cono o piña, y 1 especie para nuez, silicua y pomo.

Grafico 3

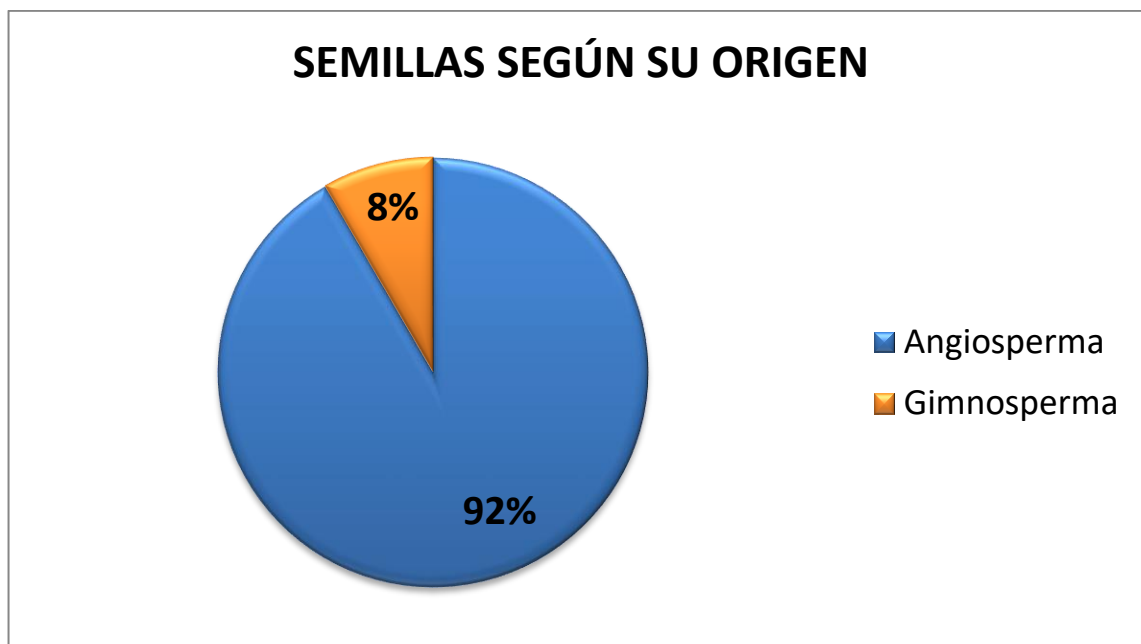
Cantidad de especies establecidas según el tipo de fruto.



El gráfico 4 representa el porcentaje de semillas según su origen, de igual manera dando característica a la planta de ser angiosperma o gimnosperma.

Gráfico 4

Semillas agrupadas según su origen.

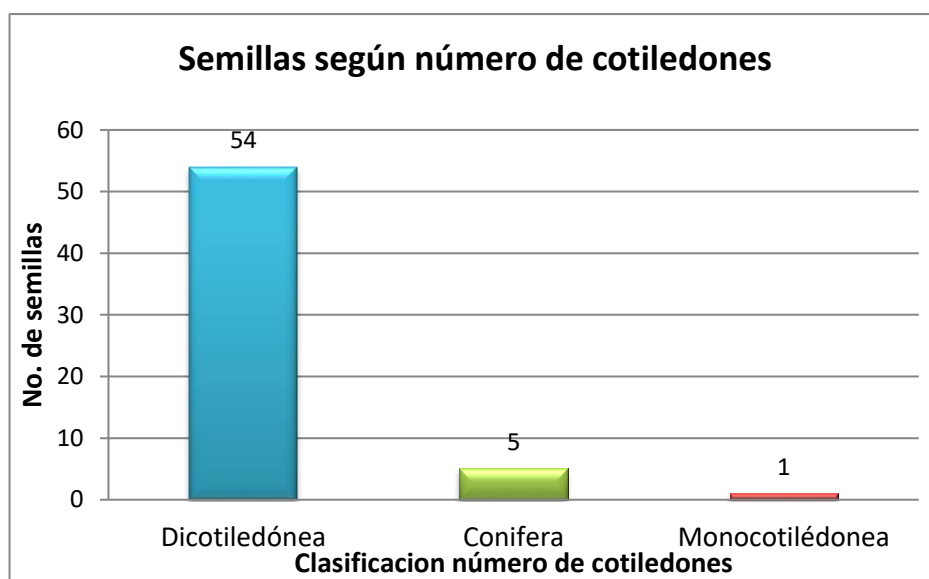


Al clasificar las semillas según su origen se pueden dividir en semillas de plantas con flores (angiospermas) representadas en un 92%, ya que son el grupo más dominante en el planeta y las gimnospermas con un 8%. En las angiospermas los óvulos se desarrollan dentro de un ovario, de igual manera poseen semillas en el interior de frutos; en tanto que en las gimnospermas la estructura que los contiene es muy diferente, pues no constituye una verdadera flor; sin embargo, la estructura de las semillas de estas plantas es básicamente similar a la de flores (Doria, 2010). Por lo cual, la mayoría son árboles y arbustos poseen flor derivando una mayor cantidad de semillas angiospermas, mientras solo 5 especies representado por pinos son gimnospermas.

El gráfico 5 indica las semillas según el número de cotiledones, los cuales se aprecian cuando estas germinan y permiten diferenciar características en las plantas.

Gráfico 5

Cantidad de semillas clasificadas según el número de cotiledones.

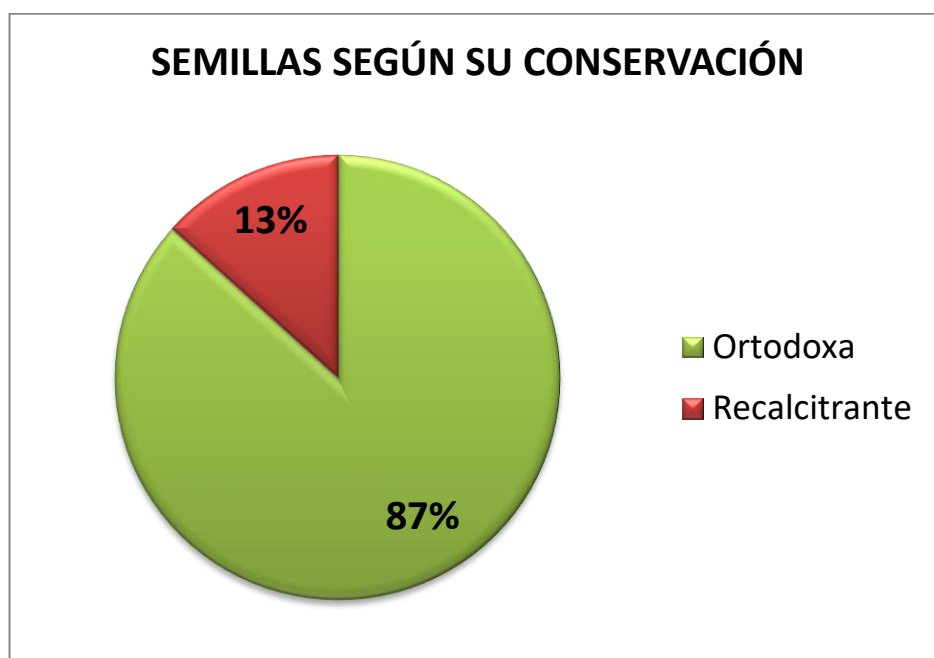


Así que, como se observa en el gráfico 5 la mayoría de las especies son dicotiledóneas, representadas en 54 especies, seguido de 5 especies que son coníferas y solo 1 monocotiledónea. La sistemática de las angiospermas, el grupo de plantas más diverso y está basada en el reconocimiento de dos grandes grupos las monocotiledóneas y las dicotiledóneas. En cuanto las monocotiledóneas poseen una sola hoja embrionaria o cotiledón en sus semillas, la raíz es del tipo fasciculado y de corta duración, mientras las dicotiledóneas están provistas de dos cotiledones situados a ambos lados del embrión, y excepcionalmente de uno, por atrofia del segundo (González, 1999).

En el gráfico 6 se observa la clasificación de las semillas según su conservación, siendo ortodoxas, cuando son de gran durabilidad y resistencia a distintas condiciones, o por el contrario, recalcitrantes que poseen gran durabilidad ni resistencia a condiciones.

Gráfico 6

Semillas clasificadas según su conservación.



Las semillas ortodoxas pueden secarse sin dañarse a bajos contenidos de humedad y, en una gama amplia de ambientes, lo cual es característico de muchos árboles y arbustos, en este caso con un 87% siendo la gran mayoría de las especies, beneficiando así la conservación de las semillas, mientras las que son recalcitrantes, es decir sensibles a la desecación representan un 13% un mayor cuidado al disminuir su humedad. Según Vargas (2004) que investiga los procesos de restauración ecológica en Colombia, en ocasiones la longevidad en semillas ortodoxas aumenta con la disminución del contenido de humedad y temperatura del almacenamiento, por ejemplo en especies de *Acaccia*, *Pinus*, o *Eucalyptus* estos tres géneros de árboles introducidos al país y la región andina tienen a su vez categorías de plantas de invasión o pérdida de Biodiversidad. En cuanto las semillas recalcitrantes su longevidad no responde al ambiente de secado o debe contener cierto contenido de humedad, como en caso de *Persea americana*, asimismo, son con frecuencia esféricas u ovaladas. Las semillas planas o delgadas tienden a mostrar comportamiento de semillas ortodoxas en almacenamiento, aunque hay especies con un comportamiento ortodoxo e intermedio de las semillas en almacenamiento. La forma esférica está presente en las tres categorías de comportamiento de semillas en almacenamiento (Hong y Ellis, 2010).

8.2. Colección de semillas en el Jardín Botánico

El diseño de la colección de semillas en el jardín botánico se realizó luego de la caracterización de cada especie. La diversidad vegetal del campus de la UPTC es muy alta, principalmente en árboles y arbustos, seleccionando estas especies por su función ecológica. Las semillas desempeñan una función fundamental en la renovación, persistencia y dispersión de las poblaciones de plantas, regeneración de los bosques y sucesión ecológica (Doria, 2010).

La colección se realizó en cajones de madera divididos en contenedores de 8x8 cm, para cada especie elaboró un rotulo que contiene como título el nombre común, luego su nombre científico, la familia y el origen es decir si es nativa o introducida, bordeado de color verde son árboles y en naranja los arbustos. Cada cajón contiene 20 semillas, por lo cual se realizaron 3 cajones protegidos con un vidrio transparente para facilitar la visualización de las semillas (Ilustración 3).

En Colombia solo se registran colecciones en los bancos de semillas, algunos reconocidas son el banco de germoplasma de CGIAR en Palmira y el banco de germoplasma del Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) contando con 34.000 especies vegetales, estas son utilizadas uso agrícola y su objetivo es conservarlas en el transcurso del tiempo. Por lo tanto, las semillas son almacenadas y resguardarlas para investigación o su preservación, pero no se presentan al público. La colección diseñada en el Jardín Botánico de Boyacá, alberga el 87% de semillas de tipo ortodoxo, ya que pueden mantenerse en bajas temperaturas y soportan la desecación lo cual es importante para su conservación a largo plazo, mientras que las recalcitrantes son sensibles a la desecación siendo un 13% las cuales necesitan un mayor cuidado para su preservación. De igual forma, el lugar de almacenamiento debe ser fresco, un espacio óptimo para la mayoría de semillas resguardadas herméticamente o protegidas de factores externos como el aire, la luz e insectos (Doria, 2010).

Los jardines botánicos son importantes centros para educación popular sobre conservación y la importancia de las plantas, siendo fundamentales en esfuerzos locales para modificar la enseñanza en las escuelas (Forero, 2011). Por lo cual, al dar a conocer las semillas que forman parte de la identidad agrícola, biológica y la diversidad local, se puede emprender acciones para su identificación y conservación en la región. De esta manera, el factor más

exitoso en los jardines es la educación ambiental, reforzando este aspecto en el Jardín Botánico de Boyacá que se amplía con más programas novedosos como lo son las semillas para aumentar el interés y brindar conocimiento en diferentes áreas, así acercar a los estudiantes y visitantes a conocer las especies que los rodean.

Ilustración 3

Cajas de colección de semillas en el Jardín Botánico de Boyacá- UPTC



Fuente: López y Miguez, 2021

8.3. Métodos de difusión

A continuación se presentan los resultados cualitativos de los mecanismos de difusión, entre los cuales se encuentra la elaboración de un catálogo sobre las especies de la colección de semillas realizada, y la elaboración de guías pedagógicas que complementan el proceso de

aprendizaje en los estudiantes de la asignatura de ecosistemas de la Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental.

El catálogo denominado “Colección y caracterización de semillas de árboles y arbustos de la universidad UPTC, Tunja” se realizó como una estrategia de divulgación para los estudiantes de la asignatura de ecosistemas de la Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental, la cual es llamativa y práctica para el reconocimiento de las especies más representativas de árboles y arbustos presentes en la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.


El documento está distribuido en las siguientes partes: introducción, tabla de contenido, algunos aspectos teóricos más relevantes, organización del catálogo, ubicación del área de estudio y posteriormente el registro fotográfico de las especies consolidadas en este (Ilustración 4). La tabla de contenido está organizada en árboles y arbustos, las especies se encuentran en orden alfabético, luego se presentan los aspectos teóricos, su origen, clasificación, y se habla de angiospermas y gimnospermas con familias más representativas las cuales fueron colectadas para la colección y el posterior catálogo.

Se continúa con la organización del catálogo, la ubicación geográfica en la cual se encuentra el mapa delimitando cada zona de estudio por un color, se realiza una tabla la cual contiene el nombre representativo para cada zona, los lugares detallados que conforman cada zona y finalmente un color el cual indica el mapa para observar las áreas donde se encuentran las especies colectadas dentro de la universidad.

Ilustración 4

Portada del catálogo, tabla de contenido y ubicación de la zona de estudio.

COLECCIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE SEMILLAS DE ÁRBOLES Y ARBUSTOS DE LA UNIVERSIDAD UPTC, TUNJA



Karen Lorena López Velázquez
Jeimy Carolina Miguez Guerrero


Director: Manuel Galvis Rueda
Lic. Ciencias Naturales y Ed. Ambiental



TABLA DE CONTENIDO

UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

La ciudad de Tunja es la capital más alta de Colombia y por lo tanto una de la más frías. Su altura, sobre el nivel del mar es de 2.775 metros. La Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia está ubicada en la ciudad de Tunja capital del Departamento de Boyacá, en la Avenida Norte. Cuenta también la parte administrativa de la Universidad y los Facultades del Ciencias Básicas, Ciencias Agrarias, Ciencias de la Educación, Ciencias Económicas y Administrativas, Derecho y Ciencias Sociales, Estudios a Distancia (FESAD) y la Facultad de Ingeniería (Medina, 2009).




Número de la Zona	Descripción	Color
Entrada universidad	Parque principal, puente, cancha de fútbol, etc.	Yellow
Rafael Acuña "R"	Café de leche embotellado, café, almuerzo, frutas, etc. no frutas, porfirina del R, del Puerto del R, edificio administrativo.	Red
Escuela	El muro, Cancha de fútbol, edificio central, biblioteca, cafetería, cancha de fútbol, etc. edificio de derecho, física, laboratorio "R".	Blue
Magisterio	Edificio de magisterio, gimnasio, profesora, salón profesores, restaurante estudiantil, edificio sala profesores de la facultad.	Purple
Laboratorio	Laboratorio ambiental, laboratorio de fisiología, laboratorio de anatomía, laboratorio de histología, laboratorio de microbiología, laboratorio de química, etc.	Orange
La colina	Entrada del campus, zona de investigación, zona forestal la colina.	Black
vegetación	Reserva natural de investigación agropecuaria, puente rojizo, vivero, jardín botánico, cancha para fútbol, veterinaria, cancha de fútbol, veterinaria, granja la maría, sendero la colina.	Dark Red
zona verde ray	Zona forestal zona de verde ray.	Dark Red

Fuente: López y Miguez, 2021

Ilustración 5

Descripción de especies del catálogo


ÁRBOLES ACACIA JAPONESA



Tomado: Miguez, 2021

Acacia melanoxylon. R.Br.
Familia: Fabaceae
Nombre común: acacia
Ubicación: edificio de derecho, Río Farfacá, Vivero. ■ ■
Descripción: este árbol alto, a más de 45 m las hojas son bipinnada en las plantas jóvenes. Las plantas adultas, hojas por filodios. Tienen de 7 a 10 cm largo. Las flores son de color amarillo pálido.
Origen: es una especie introducida, ya que es originaria de Australia.
Fruto: simple seco – Dehiscente. Legumbre o vaina. Los frutos son vainas de color pardo-rojizo, retorcidas, más angostas que los filodios.
Semilla: las semillas son chatas, redondeadas, negras, de 2 a 3 mm longitud. Con un aro rojizo alrededor de la semilla.
Mañcha (2010)

VERDECINA



Tomado: Miguez, 2021

Verbesina centroboyacana S.Díaz-Piedrahíta.
Familia: Asteraceae
Nombre común: chilco blanco
Ubicación: zona forestal y viala laboratorios. ■
Descripción: arbusto que puede alcanzar 2 m. de altura y hasta 3 m. de ancho, con ramas verticiladas. Las hojas, son elípticas u oblongo lanceoladas, enteras, acuminadas, coriáceas y brillantes. La inflorescencia en capítulo surge de las axilas de las ramas, con numerosas flores pequeñas, pétalos blancos de forma ovada.
Origen: es un arbusto nativo de Colombia, se extiende por la cordillera oriental en departamentos como Boyacá y Cundinamarca.
Fruto: el fruto es ovoides, la cual contiene vilanos, presenta algunos cariopsis (entre 3 y 5) por cada fruto, el cual es aplanado color negro o marrón oscuro, tubular, mide 3 mm de longitud.
Semilla: las semillas son pequeños vilanos de color crema o marrón oscuro un poco grisáceos al estar secos, presentan un pequeño granito de color negro en la parte interna, miden 0.5 a 1 cm de longitud, son aplanados y muy ligeros ya que su función es dispersarse con el viento.

Fuente: López y Miguez, 2021

Luego se encuentra el catálogo con las 60 especies colectadas dentro del campus (Ilustración 5), cada hoja del catálogo contiene el nombre, el registro fotográfico realizado en campo de árboles y arbusto, en algunos casos el fruto y finalmente la respectiva semilla, se encuentra el nombre científico, la familia, la ubicación con su respectiva paleta de colores donde el estudiante podrá encontrar en el mapa las especies dentro de la universidad, la descripción botánica del árbol o arbusto, el origen de la especie si es nativa o introducida, la clasificación de su fruto y la descripción morfológica de la semilla, al final del catálogo se encuentra un glosario con términos botánicos que facilitan la comprensión de este.

De igual manera, se realizan tres guías pedagógicas las cuales sirven como refuerzo o para ampliar los conocimientos de los estudiantes de la asignatura de ecosistemas de la Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental en los temas de frutos, semillas almacenamiento, conservación y bancos de semillas. estas guías fueron orientadas y evaluadas por docentes expertos como el Licenciado en Biología y Msc en Educación Manuel Galvis Rueda y el Dr. en Educación Rubinsten Hernández Barbosa quienes sugirieron un lenguaje sencillo que permita una adecuada comprensión y adecuación de actividades de acuerdo a las temáticas y población a la que va dirigida.

Cada guía está estructurada de la siguiente manera: título de la guía, un cuadro de identificación el cual contiene elementos como nombre del estudiante, semestre, tiempo que tienen para resolver la guía, área, asignatura, nombre del docente y las docentes en formación y la fecha. Se continúa con el tema de la guía, subtemas, objetivos, materiales y métodos, actividades de exploración, marco teórico, actividades de apropiación, finalmente se realiza una evaluación y los referentes teóricos (Ilustración 6).

Ilustración 6

Contenidos de la guía pedagógica.

Uptc

Guía de trabajo No. 1

NOMBRE DEL ESTUDIANTE:	TEMPO:
FECHA:	LA INICIATIVA: ECODIDIA
EDUCADOR AMBIENTAL:	FECHA:
SOCIEDAD: NUESTRO ENTORNO	
Docente de Formación:	
Ricardo López, Carolina Miguez	

TEMA: la semilla

Subtemas: función, estructura y germinación

Objetivo:

- Conocer la estructura, función y proceso de germinación de las semillas en diferentes especies vegetales.

Materiales y métodos

- ✓ Cajas de cartón
- ✓ Bolsitas
- ✓ Lápiz y rotulador
- ✓ Entendimiento, microscopio (opcional)

Actividades de exploración

- ¿Qué es una semilla?
- ¿Qué partes tiene una semilla?
- ¿Por qué son importantes las semillas?
- ¿Cuál es el proceso de germinación de una semilla?

Actividades de apropiación

Materia Teórico


La semilla es el principal órgano reproductivo de la gran mayoría de las plantas superiores terrestres y acuáticas. Este desarrollo es una función fundamental en la reproducción, preservación y dispersión de cada una de ellas, en el perfil botánico se utilizan los términos "gáula", donde se encuentra la colección de semillas y en ellas se encuentran las diferentes especies de árboles y arbustos de la comunidad.

Actividad 1.

Los estudiantes deberán escoger 3 semillas que más les hayan llamado la atención y realizar el dibujo de las especies y describir algunas de sus características morfológicas y crear una ficha técnica con ayuda del cartón que también se encuentran en el jardín.

Actividad 2.

Los alumnos "fotografarán" y observarán con ayuda de un instrumento de aumento microscópico, estereoscópico (opcional), el interior de diversas semillas, de ese modo reconocerán y dibujarán los diversos orgános de la semilla al ser cortadas o germinadas, los elementos de reserva (endospermo) y la estructura protectora (tegumento).



Anatomía de la semilla de una eudicotiledón y de una monocotiledón.

Fuente: Centro de Biología vegetal UPTC - Cuauhtémoc, 2011.

Uptc

animales domésticos. Las semillas pueden almacenarse vivas por largos periodos, asegurándose así la preservación de especies y variedades de plantas valiosas.

Origen: La semilla es una unidad reproductiva completa, característica de las plantas vasculares superiores, que se forma a partir del tejido vegetal, generalmente después de la fertilización. Se encuentra en las plantas con flores (angiospermas) y en las gimnospermas. En las angiospermas los óvulos se desarrollan dentro de un ovario, en tanto que en las gimnospermas la estructura que los contiene es muy diferente, pues no constituyen una verdadera flor; sin embargo, la estructura de las semillas de estas plantas es básicamente similar a la de flores.

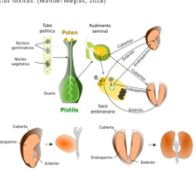
Se pueden distinguir diferentes partes en una semilla:

Embrión: Está compuesto por un eje embrionario (epigeal) en cuyo extremo se encuentran una radícula y una plúmula, más o menos o dos cotiledones. Tiene su origen en la fusión de un núcleo generativo del grupo de polen con la oocitona que se encuentra en el saco embrionario. La célula distal del núcleo de la fecundación contiene una o más primas embrionarias que dan origen a la célula más interna en la responsable de formar el embrión, la más externa, por diversas divisiones mitóticas, siempre transverales, forma una estructura denominada suspensor que tiene como misión unir al embrión a los otros tejidos del rudimento seminal. En el caso de las semillas dicotiledóneas la célula que forma inicialmente el embrión se divide en dos por medio de un tallo longitudinal, separando los futuros cotiledones. Los cotiledones pueden almacenar sustancias de reserva para la germinación y entonces suelen tener un aspecto carnosos. Estos unidos al eje embrionario en un punto llamado nodo y se abren hacia afuera como un libro. La porción del eje que queda al punto de inserción de los cotiledones, hacia la plúmula, se denomina epicótilo, muestra que si que queda por debajo se denomina hipocótilo. (Manuel Magaña, 2018)

Endospermo secundario: Es un tejido nutritivo que se encuentra en un tubo o rodeado completamente al embrión. En el caso de las angiospermas procede de la fusión de un núcleo generativo con los dos núcleos centros del saco embrionario formando un tejido triploide. En el caso de las gimnospermas este tejido nutritivo se denomina endospermo primario. El endospermo es un tejido de reserva que proporciona nutrientes al embrión y a las primeras fases del desarrollo de la planta. Las células nutritivas almacenan granos de almidón o proteínas que pueden formar grandes amorfos llamados gránulos o complejos proteicos cristalizados llamados gránulos de almidón. En algunas especies de angiospermas hay un tejido de reserva adicional formado por células de la nodos, que es una parte del rudimento seminal, y que forma el denominado perispermio, aunque en la mayoría de las semillas la reserva no está presente. Las semillas que contienen endospermo en estado maduro se denominan semillas endospermas e albuminosas, mientras que las que no las tienen se denominan semillas exalbuminosas y no endospermas. En algunas especies de angiospermas se encuentran en las primeras etapas de la maduración y el desarrollo semillas endospermas y exalbuminosas. Estas últimas almacenan el material de reserva sobre los cotiledones, como ocurre en el girasol, judía y moutón. (Manuel Magaña, 2018)

Uptc

Cubiertas protectoras: Estas envolturas de la semilla son de origen materno y a partir de los tejidos que rodean al óvulo. La formación de la cubierta está iniciada antes de la fecundación y la fecundación estimula esta iniciación permitiendo el desarrollo de la cubierta. La cubierta se origina principalmente a partir de los tegumentos internos y externos del rudimento seminal, los cuales se encuentran en el tegumen y la testa de la semilla, respectivamente. Normalmente tegumen y testa están unidos y es difícil separarlos, excepto en algunas plantas como las judías. Conjuntamente se denominan epispermo o cubierta seminal. El tegumen es normalmente delgado y frágil, mientras que la testa es dura. En la superficie de la testa se ubica una capa de células a modo de epidermis que desarrolla una cutícula que supone una barrera física para el agua y gases nocivos, para evitar su evaporación a los gases. A veces, en la cubierta, se pueden encontrar moléculas denominadas germinocinas defensivas, que son repetidos o tóxicos frente a patógenos o herbívoros. En algunas especies hay un elemento adicional de protección consistente en sustancias tóxicas. (Manuel Magaña, 2018)



Esquema de la fecundación en una flor donde las cubiertas de la semilla se forman a partir del tegumento del rudimento seminal y el endospermo a partir de la unión de un núcleo generativo

Uptc

con los núcleos centrales opuestos, dando lugar a células triploides. El embrión se forma a partir de la unión entre la oocitona y un núcleo generativo. (Manuel Magaña, 2018)

Desarrollo


A las 100 horas de la zigotación de eudicotiledón de la UPTC, se les explica sobre estructura y morfología de las semillas de diferentes especies vegetales, se profundiza en la forma y estructura de cada una de ellas, en el perfil botánico se utilizan los términos "gáula", donde se encuentra la colección de semillas y en ellas se encuentran las diferentes especies de árboles y arbustos de la comunidad.

Actividad 1.

Los estudiantes deberán escoger 3 semillas que más les hayan llamado la atención y realizar el dibujo de las especies y describir algunas de sus características morfológicas y crear una ficha técnica con ayuda del cartón que también se encuentran en el jardín.

Actividad 2.

Los alumnos "fotografarán" y observarán con ayuda de un instrumento de aumento microscópico, estereoscópico (opcional), el interior de diversas semillas, de ese modo reconocerán y dibujarán los diversos orgános de la semilla al ser cortadas o germinadas, los elementos de reserva (endospermo) y la estructura protectora (tegumento).



Anatomía de la semilla de una eudicotiledón y de una monocotiledón.

Fuente: Centro de Biología vegetal UPTC - Cuauhtémoc, 2011.

Uptc

Germinación

La germinación es el conjunto de fenómenos por los cuales el embrión, que se halla en estado de vida latente dentro de la semilla, tras su crecimiento y desarrollo, forma una plántula. Para la germinación de una semilla deben cumplirse tres condiciones de acuerdo a Partman y Ricker, que el embrión sea viable (que está vivo), que los factores externos sean favorables y que no presenten factores internos que impidan la germinación. (Cortés, 2013)

La germinación comprende cuatro etapas principales:

1. La imbibición de agua.
2. La actividad y activación de los sistemas enzimáticos;
3. Degradación de las sustancias de reserva.
4. Elongación de las células del embrión y emergencia de la radícula.

Actividad 1.

Evaluación

Realiza un mapa conceptual donde se explique las principales etapas de la germinación con base en la lectura del libro "Fundamentos de Biología vegetal" (16): <https://open.uma.es/bitstream/handle/10261/100000/1/16-biologia-vegetal.pdf>

Uptc

Bibliografía

- Cortés, A. C. (2013). Cátedra de Fisiología Vegetal. Madrid: M. Gray Hill.
- Manuel Magaña, P. M. (2018). Atlas de Histología vegetal y animal. Facultad de Biología, Universidad de Vigo.

Fuente: López y Miguez, 2021

9. Análisis y discusión

El papel que han desempeñado los jardines en la conservación ha sido muy importante, ya que en ellos se han cultivado individuos de especies en peligro de extinción, por lo que la elaboración de la Estrategia Mundial para la Conservación y el Convenio sobre Diversidad Biológica, fueron claves para impulsar el papel de los jardines botánicos como centros de conservación (Herranz, s.f). Estos espacios juegan un papel importante en la pedagogía, ya que pueden ser medios de preservación de especies, pero también de divulgación de conocimiento a distintas comunidades y estudiantes.

La Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia sede Tunja, se destaca por contar con el Jardín Botánico de Boyacá y amplias zonas verdes con aproximadamente 40 hectáreas, y gran diversidad florística. Por esta razón se realizó la delimitación del área de estudio la cual se dividió por zonas, y así seleccionar las 60 especies más representativas del campus, aunque fueron exhaustivos los muestreos para la recolección de semillas ya que muchas no están disponibles en algunas épocas del año, se lograron recolectar muestras suficientes.

Durante la caracterización se registraron 28 familias, siendo las más representativas Fabaceae, Myrtaceae, Asteraceae, Rosaceae y Solanaceae, ya que cuentan con una amplia distribución en las áreas fijadas, con presencia de árboles y arbustos implementadas en ocasiones para recuperación del ecosistema. Estos son los grupos con más distribución en el trópico, utilizados para forraje, y restauración ecológica cuando hay intervención al ecosistema (Ramírez et al., 2015).

Los frutos más comunes en la recolección son de tipo en baya y capsula con un 23%, seguido de legumbre con un 15% y aquenio 13%. Los frutos en baya y drupas hacen parte de los

tipos de frutos carnosos, que son los más comunes por su utilidad como alimento para las personas, de igual manera aves, roedores e insectos que se encuentran en los bosques; mientras los frutos secos como legumbre, cono, piña son utilizados en viveros, para reforestación y cuidado de suelos, artesanías u ornamentalmente, de igual forma los aquenios representan una manera eficaz de dispersión de semillas por el aire la cual han adoptado muchas especies.

La semilla es el principal órgano reproductivo de la gran mayoría de las plantas superiores terrestres y acuáticas, desempeña una función en la renovación, persistencia y dispersión de las poblaciones de plantas, regeneración de los bosques y sucesión ecológica (Doria, 2010). Se pueden dividir en semillas de plantas con flores (angiospermas) que son el grupo más dominante en el planeta, por lo cual en la recolección constituye el 92% de las especies, mientras las gimnospermas que son plantas sin flores integran un 8% de los individuos colectados, representados por las coníferas. En las angiospermas los óvulos se desarrollan dentro de un ovario y poseen semillas en el interior de frutos; en tanto que en las gimnospermas no constituye una verdadera flor, pero también presentan semillas dentro de conos.

Las angiospermas son las plantas más diversas y está basado en el reconocimiento de dos grandes grupos, las monocotiledóneas y las dicotiledóneas, se realizó la caracterización de estas integradas en 54 especies dicotiledóneas, y solo 1 monocotiledónea. En cuanto las monocotiledóneas poseen una sola hoja embrionaria o cotiledón en sus semillas, la raíz es del tipo fasciculado y de corta duración, mientras las dicotiledóneas están provistas de dos cotiledones situados a ambos lados del embrión, y excepcionalmente de uno, por atrofia del segundo (González, 1999).

En cuanto a la extracción de la semilla está referida a la separación de los frutos sin producirle daño, caracterizándose en frutos dehiscentes e indehiscentes, identificando así el método a emplear. En frutos dehiscentes, que son aquellos que se abren liberando fácilmente las semillas cuando maduran (conos, cápsulas, vainas), la extracción se obtuvo agitando, sacudiendo o ventilando los frutos; para frutos indehiscentes, que no se abren cuando están maduros, generalmente la extracción no ocurre, pero si llegara a ocurrir se utilizan implementos como tijeras de podar, martillos o molinos (Quiroz et al., 2009).

Las semillas pueden almacenarse por largos periodos, asegurando así la preservación de las especies y variedades de plantas. Por lo cual, es importante determinar la resistencia de las semillas, reconociéndolas en ortodoxas y recalcitrantes, las primeras pueden secarse sin dañarse a bajos contenidos de humedad y, en una gama amplia de ambientes, lo cual es característico de muchos árboles y arbustos, en este caso indica 87% de los individuos, mientras que las recalcitrantes son sensibles a la desecación siendo un 13% las cuales necesitan un mayor cuidado para su preservación, y en ocasiones se dispersan con los tejidos del fruto (carnoso), por lo tanto es importante que la mayoría sean resistentes a largos periodos de tiempo sin dañarse. Por otra parte, las semillas planas o delgadas tienden a mostrar comportamiento de semillas ortodoxas en almacenamiento como las de *Acacia*, *Pinus*, y *Eucaliptus*, aunque hay especies con un comportamiento ortodoxo e intermedio de las semillas en almacenamiento. Así, La forma esférica está presente en las tres categorías de comportamiento de semillas en almacenamiento (Hong y Ellis, 2010).

En cuanto a la colección de semillas es importante tener en cuenta un apropiado almacenamiento y espacio permitiendo su conservación a largo tiempo, tanto para exposiciones como su posterior siembra. Así mismo, para llevar a cabo un adecuado proceso de

almacenamiento la semilla se debe conservar con el mínimo de humedad posible y si se ha humedecido dejarla secar en una bandeja. El almacenamiento se realiza en bolsas o frascos herméticamente cerrados, en caso contrario se puede malograr. En el recipiente se debe escribir la fecha, especie y origen de la semilla (Doria, 2010). El lugar de resguardo y conservación luego de la recolección debe ser fresco, y un espacio óptimo para la mayoría de las semillas asegurando condiciones que las protejan de la lluvia, roedores, aves, sol y que garantice la libre y constante circulación de aire (Montávez, s.f.) adoptando estas precauciones para evitar un deterioro en la colección.

La mayoría de las prácticas de almacenamiento de semillas se han desarrollado empíricamente, con frecuencia como resultado de una combinación de observación casual y decisiones pragmáticas sobre lo que se puede lograr más fácilmente, a manera de control o modificación ambiental (Hong y Ellis, 2010), por esta razón se mantienen en una buena apariencia para la identificación visual. Además, antes de guardar las semillas para su exposición les agregamos naftalina en polvo para que posibles insectos dañaran su aspecto físico así se obtuvo un material sano y de buena calidad que mantendrá las características por mayor tiempo durante el periodo de almacenaje.

Es difícil mantener semillas recalcitrantes completamente empapadas o sub empapadas con aireación continua, y al mismo tiempo impedir la germinación y contaminación por hongos. Por lo tanto, la aireación puede resultar en pérdida de humedad de la semilla, y guardarlas en frascos herméticos puede agotar el oxígeno (Hong y Ellis, 2010). Esto ocasiona que se pierda la viabilidad de muchas semillas recalcitrantes para germinar, pero su aspecto se mantiene, lo cual es importante para que quienes se interesen en conocerlas las puedan observar. Para que esto se efectuara en forma segura y eficiente deben controlarse factores tales como la humedad de la

semilla, tiempo de almacenamiento y espacio físico requerido. En esta colección se usó el almacenamiento abierto, el cual no requiere control de temperatura ni humedad, aplicable en climas secos o con semillas de cubierta dura (Quiroz, et al., 2009).

Para la difusión del proyecto se realizó el diseño de un catálogo el cual cuenta con una descripción de las 60 especies seleccionadas, su clasificación e imágenes para el reconocimiento, el cual a futuro sea implementado por el jardín botánico, de igual manera la elaboración de 3 guías las cuales solo fueron proyectadas y complementan el aprendizaje y contenido pedagógico para visitantes, estudiantes y demás personas que se interesen por las semillas, frutos y su enseñanza. Así también, el catálogo se realizó con un lenguaje sencillo para una mayor comprensión en los estudiantes de la asignatura de ecosistemas de la Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental, a los cuales se tomaron como muestra de estudio para enfocar la realización de los talleres y buscar fortalecer el conocimiento sobre las especies de árboles y arbustos de la UPTC.

10. Conclusiones

La caracterización e identificación de las distintas especies de árboles y arbustos fue útil para determinar la diversidad vegetal existente en el campus de la U.P.T.C., así como la descripción de sus semillas y el reconocimiento de estas. Con los resultados se concluye que el campus universitario presenta una amplia distribución florística, dominada por la presencia de árboles con 62% y arbustos el 38 % de las 60 especies colectadas. El 92% son angiospermas, es decir plantas con flor las cuales generan frutos y semillas, al igual que las gimnospermas encontradas también presentan semillas dentro de frutos, por lo cual fue importante identificar los distintos tipos de frutos y así reconocer las características que tienen las semillas, esto para su adecuado manejo, almacenamiento y posterior conservación.

Las familias predominantes fueron Fabaceae, Asteraceae, Myrtaceae, Rosaceae y Solanaceae, estas albergan especies que generan semillas de tipo ortodoxo, las cuales son más resistentes a la desecación y temperaturas, beneficiando este tipo de semillas la colección ya que su conservación es un lapso de tiempo mayor, distinto a las recalcitrantes que pierden humedad fácilmente, su proceso de secado lleva más cuidado y pueden perder un poco su morfología.

Por último, con la implementación de la colección en el Jardín Botánico de la U.P.T.C, se logra consolidar un espacio para la investigación, conservación y educación, considerándolo un escenario que beneficia el proceso de enseñanza y aprendizaje para las ciencias naturales. Así como, el catálogo es un resultado proyectado para la divulgación y enseñanza que facilita el aprendizaje para estudiantes en el jardín, al igual que fuera de este, ya que puede ser utilizado en las aulas de clase.

11. Recomendaciones

Implementar los recursos diseñados en el proyecto para los estudiantes de la asignatura de ecosistemas, los cuales permitan la divulgación de las especies caracterizadas de árboles y arbustos presentes en el campus de la UPTC, también poder involucrar a todos los estudiantes de la Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental. Asimismo, aprovechar las especies vegetales y colección de semillas para el estudio con estudiantes de colegios, la comunidad estudiantil y/o visitantes al Jardín Botánico permitiéndoles conocer la diversidad existente en el campus universitario la cual es una vegetación representativa de la región, y fortaleciendo la parte de educación ambiental.

En la colección de semillas presente en el Jardín Botánico de Boyacá-UPTC es importante que las semillas mantengan un buen aspecto para la identificación por parte de estudiantes o visitantes al jardín, por lo tanto, al notar deterioro en un año o más se debe hacer el reemplazo de la misma.

Referencias

- Abarca, A y Martínez, L. (2009) El catálogo florístico: una herramienta básica en la gestión. 5 Congreso Forestal Español: Montes y Sociedad: Saber qué hacer. Sociedad Española de Ciencias Forestales (pp.1-12)
- Aldaz, J. C. (2004). Adaptación del sistema de clasificación APG IV en el herbario CHEP . Herbario Politécnico CHEP .
- Alzate, E. y Herrera, L. (2017). Diseño e implementación de una cartilla educativa como estrategia didáctica para el reconocimiento del rol ecológico de los macromycetos. Una iniciativa para la conservación del humedal la conejera con los estudiantes del colegio IED Tibabuyes Universal. [Tesis de pregrado]. Repositorio institucional UPN. <http://hdl.handle.net/20.500.12209/10793>
- Angarita, A. (2016). Semillas y biodiversidad en el bosque seco tropical. Bogotá: Tropenbos Internacional Colombia & Fondo Patrimonio Natural.
- Doria, J. (2010). Generalidades sobre las semillas: su producción, conservación y almacenamiento. Cultivos Tropicales, vol. 31, no. 1
- Flores, C. (2006) Propuesta de catálogos ilustrados del Jardín Botánico de Mérida. [Tesis de pregrado]. Repositorio Universidad de Los Andes.
- Forero, E. (2011). Los jardines botánicos y la conservación de la naturaleza. Missouri Botanical Garden, P.O. Acta Bot. Bras. 3 (2), 315-322.
- Francis, J. K. (2010). Recolección. . En J. A. Vozzo (Ed.), Manual de Semillas de Árboles Tropicales (pp. 121-128). Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Servicio

- Forestal. <https://pdfcookie.com/documents/manual-de-semillas-de-arboles-tropicales-nvog6nmqj28>
- Galvis, R. M. (2011). Perspectivas de la educación ambiental en los proyectos jardines botánicos José Joaquín Camacho y Lago, Gobernación de Boyacá y el de la universidad UPTC, zona urbana de Tunja. *Bio- geografía*, 382-390.
- García, N. (2011). Plantas Nativas Empleadas en Alimentación. Instituto Alexander Von Humboldt.
- González, F. (1999) Monocotiledóneas y dicotiledóneas: Un sistema de clasificación que acaba con el siglo. *Rev. Acad. Colomb. Cienc*, 23(87), 195-204.
https://www.accefyn.com/revista/Vol_23/87/195-204.pdf
- Gutiérrez, J.R. y Squeo, F.A. (2004). Importancia de los arbustos en los ecosistemas semiáridos de Chile. *Ecosistemas*, 13(1). <https://doi.org/10.7818/ECOS.215>
- Herranz, J.M. (s.f). Los jardines botánicos y la conservación vegetal: contribución del jardín botánico de castilla-la Mancha.
https://ruidera.uclm.es/xmlui/bitstream/handle/10578/15471/Jos%C3%A9%20M%C2%AA_Herranz.pdf
- Hong, T. D. y Ellis, R. H. (2010) Almacenamiento. En J. A. Vozzo (Ed.), *Manual de Semillas de Árboles Tropicales* (pp. 129-142). Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, Servicio Forestal. <https://pdfcookie.com/documents/manual-de-semillas-de-arboles-tropicales-nvog6nmqj28>

- Martin, A., Galvis, M. y Hernández, R. (2020). Los jardines botánicos: más que bibliotecas de plantas. *Revista nodo*, Vol. 12(24) 77-90.
- Martin, A.E. (2019). Caracterización de especies: familias Orchidaceae y Bromeliaceae presentes en las zonas verdes de la UPTC sede Tunja para implementar una colección viva en el jardín botánico Boyacá. [Tesis de pregrado]. Repositorio Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. <https://repositorio.uptc.edu.co/handle/001/3152>
- Murray, W. (2005). *Introducción a la Botánica*. Editorial Pearson.
- Quiroz, I., Garcia, E., Gonzalez, M. Chung, P. y Soto (2009) Vivero forestal: producción de plantas nativas a raíz cubierta. Instituto forestal de Chile. <https://rngr.net/publications/vivero-forestal-produccion-de-plantas-nativas-a-raiz-cubierta>
- Ramírez B. R., Macías, D. J. y Varona, G. (2015) Lista comentada de plantas vasculares del valle seco del río Patía, suroccidente de Colombia. *Biota Colombiana* 16 (2).
- Rangel, O., Balcázar, M. y Linares, E. (2000). Diversidad Florística de la Serranía de las Quinchas, Magdalena Medio (Colombia). *Caldasia*, 22 (2): 191-224.
- Sandoval, A. (2016). Diseño de un banco de semillas, que promueva la sustentabilidad en la reserva natural “los cristales” en la cuenca media del río Otún, departamento de Risaralda (Colombia). [Tesis de pregrado]. Repositorio Universidad Tecnológica de Pereira. <http://hdl.handle.net/11059/6856>

Varela, S. A. y Aparicio, A (2011). Aspectos básicos sobre semillas y frutos de especies forestales. Recomendaciones para su cosecha. Silvicultura en Vivero, Cuadernillo N° 1. INTA EEA.

Anexos

Anexo 1

Guías pedagógicas elaboradas para los estudiantes de ecología de la Licenciatura en Ciencias Naturales y Educación Ambiental.

Guía de trabajo No. 1

NOMBRE DEL ESTUDIANTE:	
SEMESTRE: Octavo	TIEMPO:
ÁREA: Ciencias Naturales y Educación Ambiental.	ASIGNATURA: ECOLOGÍA
DOCENTE: Manuel Galvis Rueda Docentes en formación: Karen López, Carolina Miguez	FECHA:

TEMA: el fruto

Subtemas: morfología, clasificación

Objetivo:

- Conocer la morfología, función y clasificación de los frutos de las especies vegetales.

Actividades de exploración

Observe el siguiente video formación del fruto

<https://www.youtube.com/watch?v=GRLzag10aig> y responde las siguientes preguntas:

1. ¿Qué es un fruto?
2. ¿Qué partes tiene un fruto?

3. ¿cómo se forman los frutos?

Actividades de apropiación

Marco teórico

Características generales del fruto

Después de la fecundación, a la vez que el rudimento seminal se convierte en semilla, comienza la transformación de las paredes del ovario para formar el fruto. Se puede considerar al fruto como el órgano que contiene a la semilla hasta el final de su maduración. El fruto no solo protege, sino que también ayuda a la dispersión de la semilla, bien de forma activa o pasiva. Algunas semillas no pueden germinar a no ser que hayan pasado antes por el tracto digestivo de un animal.

El crecimiento y la diferenciación histológica de estas paredes origina lo que llamamos el pericarpo, que es en realidad el fruto, excluyendo a las semillas que contiene. El pericarpo está formado por un exocarpo, o epicarpo, y un endocarpo, generalmente constituidos por tejidos epidérmicos. El primero recubre al fruto y el segundo a la semilla. Entre ambos se encuentra el mesocarpo, que está formado por parénquima de reserva o esclerénquima. Hay especies de plantas en las que en la formación del fruto también intervienen otras partes de la flor además del ovario. Son los llamados frutos complejos, como las manzanas y los pepinos, en los cuales el fruto está entonces formado por el pericarpo más otros tipos de tejidos. También hay frutos que en realidad son agregados de muchos frutos pequeños como las fresas o las moras (Megías, 2018).

Los frutos se denominan dehiscentes si se abren en algún momento dejando libre las semillas o indehiscentes si el pericarpo está firmemente adherido a la semilla hasta que termina por descomponerse. Las tres capas del pericarpo varían en estructura y dimensiones dependiendo del tipo de fruto, pero en general podemos diferenciar dos tipos de frutos según su consistencia: los secos y los carnosos.

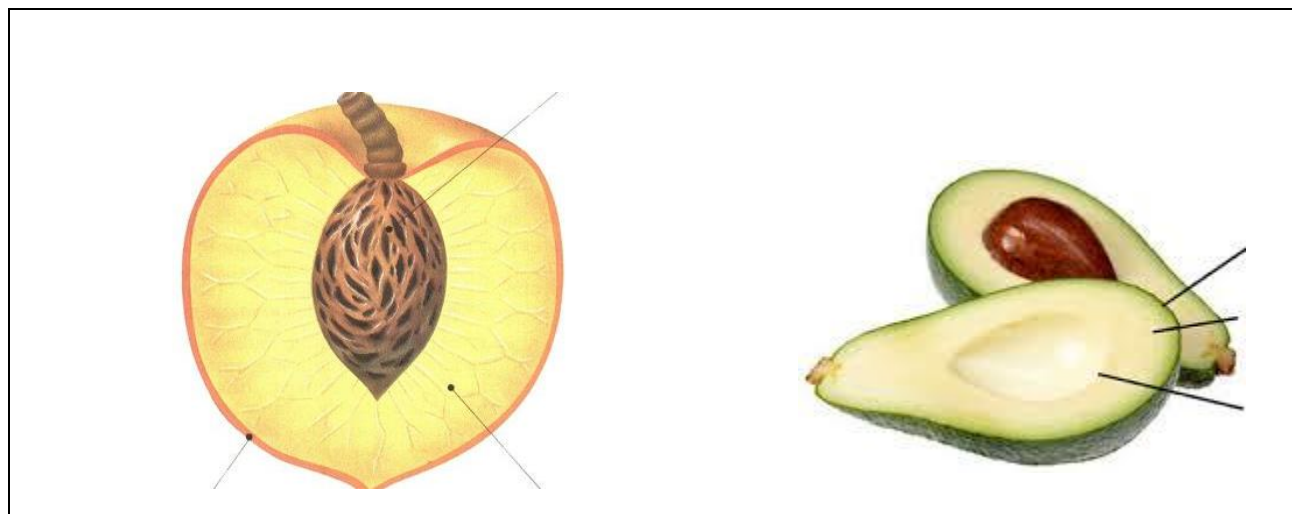
Frutos secos. El pericarpo es membranoso o coriáceo, poco desarrollado y poco hidratado. Hay tres tipos: 1. dehiscente procedente de un solo carpelo, como los frutos tipo legumbres; 2. dehiscente procedente de varios carpelos, como por ejemplo los frutos tipo cápsula de algunas plantas del género *Hypericum*; 3. indehiscente formando frutos compactos de tipo cariósipide, como es el caso de la mayoría de las gramíneas. Frutos carnosos. El pericarpo presenta consistencia carnosa. En general el exocarpo y el endocarpo son monoestratificados (una sola capa de células) y el mesocarpo es parenquimático, muy hidratado y en general succulento. Hay cuatro tipos: 1. tipo baya, como la uva o el tomate, que posee un exocarpo cutinizado y un mesocarpo y endocarpo carnosos; 2. tipo drupa, como el melocotón, que presenta un endocarpo muy duro, de consistencia ósea y que se convierte en el hueso de la fruta que encierra a la semilla; 3. tipo pomo como la manzana, que es una variante del anterior en la que el endocarpo tiene aspecto cartilaginoso; 4. tipo hesperidio, como los cítricos, con exocarpo colenquimático y con glándulas, mientras que el endocarpo está formado sacos jugosos.

Los frutos han de hacerse atractivos para los animales que se alimentan de ellos, pero no antes de que las semillas estén desarrolladas. La maduración es el proceso por el que los frutos pasan de su periodo de desarrollo a estar disponibles para ser aprovechados por los animales. Durante este proceso la clorofila se degrada y se sintetizan nuevos pigmentos responsables del color del fruto (rojos, ocreos, naranjas, etcétera). Al mismo tiempo la parte carnosa del fruto se vuelve más

blanda mediante la acción de enzimas que digieren las pectinas de la pared celular, sobre todo de la lámina media. Hay también un proceso de conversión de almidón y ácido orgánicos en otros azúcares. Hay frutos en los que este proceso de maduración es muy rápido e incrementan enormemente su tasa de respiración (que se puede medir por el consumo de oxígeno). A estos frutos se les llama climatéricos y al periodo climaterio. Frutos climatéricos son por ejemplo el tomate, pera, manzana y aguacates. Los frutos no climatéricos tienen una maduración progresiva, como son las uvas, naranja o fresa. Tras el climaterio se alcanza el periodo de madurez, que rápidamente lleva a proceso de senescencia (Megías, 2018).

Actividad 1.

Realice detalladamente la lectura anterior del marco teórico y complete las partes señaladas de los diferentes frutos y describa a que clase pertenece.



Tomado de: Botánica para técnicos medios, 2019, pág 2.

Actividad 2.

Los estudiantes con ayuda de la lectura “Morfología de los frutos sección 2” <http://www.euita.upv.es/varios/biologia/Temas%20PDF/Clasificacion%20Frutos.pdf> y del catálogo colección de semillas de árboles y arbustos de la UPTC completar la siguiente tabla según la clasificación de los frutos:

Nombre Común	Por su naturaleza	Por su textura	Dehiscencia	Nº semillas	Nombre científico
Almendra	Simple Monocárpico	Carnoso	Indehiscente	Monospermo	Trima (Drupa)
Amapola					
Árbol del amor					
Arce					
Arroz					
Avellana					
Bellota					
Brachychiton					
Castaño					
Ciprés					
Diplotaxis					
Fresa					
Magnolio					
Maiz					
Manzana					
Naranja					
Nuez					
Pepino					
Piña <i>Pinus</i>					
Retama					
Rosa					
Tomate					
Uva					

Tomado de: Morfología del fruto, 2018, pág.5.

Actividad 3.

Evaluación

Investigue según su lugar de origen y responda las siguientes preguntas:

- ¿Dónde se encuentran los frutos de mayor importancia económica para la región en la que habitan?

- ¿Cuáles son los frutos que representan un valor cultural y de identidad para la población de la región?
- ¿Qué condiciones medioambientales básicas requieren los frutos propios de la región para poder desarrollarse de manera adecuada?

Bibliografía

Megías, P. M. (2018). Órganos vegetales el fruto. LATEX.

Botánica para técnicos medios (2019) Universidad de la plata. Recuperado de:

<https://unlp.edu.ar/frontend/media/97/27597/81f9ef09650f9c638a7a2dab325664e8.pdf>

Morfología del fruto (2018) Biología y Botánica. Recuperado de:

<http://www.euita.upv.es/varios/biologia/Temas%20PDF/Clasificacion%20Frutos.pdf>

Guía de trabajo No. 2

NOMBRE DEL ESTUDIANTE:	
SEMESTRE: Octavo	TIEMPO:
ÁREA: Ciencias Naturales y Educación Ambiental.	ASIGNATURA: ECOLOGÍA
DOCENTE: Manuel Galvis Rueda Docentes en formación: Karen López, Carolina Miguez	FECHA:

TEMA: la semilla

Subtemas: función, estructura y germinación

Objetivo:

- Conocer la estructura, función y proceso de germinación de las semillas en diferentes especies vegetales.

Materiales y métodos

- ✓ Libreta de campo
- ✓ Bolígrafos
- ✓ Lápiz y colores
- ✓ Estereoscopio, microscopio (lupa)

Actividades de exploración

4. ¿qué es una semilla?
5. ¿Qué partes tiene una semilla?
6. ¿Por qué son importantes las semillas?

7. ¿Qué es el proceso de germinación de una semilla?

Actividades de apropiación

Marco Teórico

La semilla es el principal órgano reproductivo de la gran mayoría de las plantas superiores terrestres y acuáticas. Ésta desempeña una función fundamental en la renovación, persistencia y dispersión de las poblaciones de plantas, regeneración de los bosques y sucesión ecológica. En la naturaleza, la semilla es una fuente de alimento básico para muchos animales. También, mediante la producción agrícola, la semilla es esencial para el ser humano, cuyo alimento principal está constituido por semillas, directa o indirectamente, que sirven también de alimento para varios animales domésticos. Las semillas pueden almacenarse vivas por largos períodos, asegurándose así la preservación de especies y variedades de plantas valiosas.

Origen: La semilla es una unidad reproductiva compleja, característica de las plantas vasculares superiores, que se forma a partir del óvulo vegetal, generalmente después de la fertilización. Se encuentra en las plantas con flores (angiospermas) y en las gimnospermas. En las angiospermas los óvulos se desarrollan dentro de un ovario, en tanto que en las gimnospermas la estructura que los contiene es muy diferente, pues no constituye una verdadera flor; sin embargo, la estructura de las semillas de estas plantas es básicamente similar a la de flores.

Se pueden distinguir diferentes partes en una semilla:

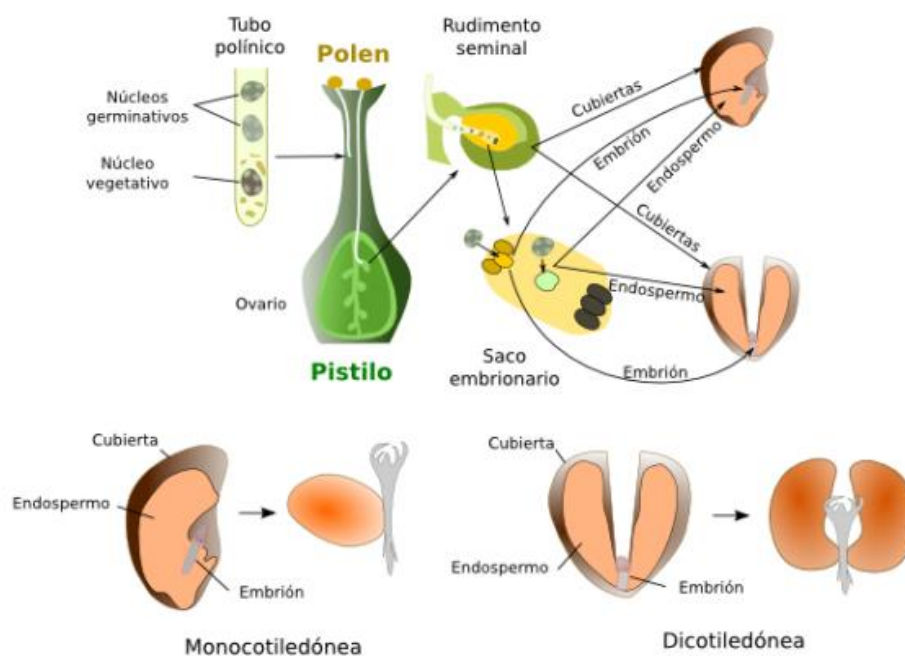
Embrión: Está compuesto por un eje embrionario (tigellum) en cuyos extremos se encuentran una radícula y una plúmula, más uno o dos cotiledones. Tiene su origen en la fusión de un núcleo generativo del grano de polen con la ovocélula que se encuentra en el saco embrionario. La

célula diploide resultante de la fecundación comienza con una primera mitosis que dará dos células. La célula más interna será la responsable de formar el embrión, la más externa, por diversas divisiones mitóticas siempre transversales, forma una estructura denominada suspensor que tiene como misión unir el embrión a los otros tejidos del rudimento seminal. En el caso de las semillas dicotiledóneas la célula que forma inicialmente el embrión se divide en dos por medio de un tabique longitudinal, separando los futuros cotiledones. Los cotiledones pueden almacenar sustancias de reserva para la germinación y entonces suelen tener un aspecto caroso. Están unidos al eje embrionario en un punto llamado nodo y se abren hacia afuera como un libro. La porción del eje que queda apical al punto de inserción de los cotiledones, hacia la plúmula, se denomina epicotilo, mientras que la que queda por debajo se denomina hipocótilo (Megias, 2018).

Endospermo secundario: Es un tejido nutritivo que se encuentra a un lado o rodeando completamente al embrión. En el caso de las angiospermas procede de la fusión de un núcleo generativo con los dos núcleos centrales del saco embrionario formando un tejido triploide. En el caso de las gimnospermas este tejido nutritivo es haploide y se denomina endospermo primario. El endospermo es un tejido de reserva que proporciona nutrientes al embrión y a las primeras fases del desarrollo de la planta. Las células nutricias almacenan granos de almidón o proteínas que pueden formar gránulos amorfos llamados glútenes o complejos proteicos cristalizados llamados granos de aleurona. En algunas especies de angiospermas hay un tejido de reserva adicional formado por células de la nucela, que es una parte del rudimento seminal, y que forma el denominado perispermo, aunque en la mayoría de las semillas la nucela no está presente. Las semillas que contienen endospermo en estadios maduros se denominan endospermicas o albuminosas, mientras que hay algunas que lo consumen en los primeros estadios de la

maduración y se denominan semillas no endospermicas o exalbuminosas. Estas últimas almacenan el material de reserva solo en los cotiledones, como ocurre en el guisante, judías o mostaza (Marzocca, 1985).

Cubiertas protectoras: Estas envueltas de la semilla son de origen materno y a partir de los tejidos que rodean al ovulo. La formación de la cubierta esta inhibida antes de la fecundación y la fecundación elimina esta inhibición permitiendo el desarrollo de la cubierta. La cubierta se origina principalmente a partir de los tegumentos interno y externo del rudimento seminal, los cuales se convertirán en el tegmen y la testa de la semilla, respectivamente. Normalmente tegmen y testa están unidos y es difícil separarlos, excepto en algunas plantas como las judías. Conjuntamente se denominan epispermo o cubierta seminal. El tegmen es normalmente delgado y flexible, mientras que la testa es dura. En la superficie de la testa se sitúa una capa de células a modo de epidermis que desarrollan una cutícula que supone una barrera física para el agua y agentes externos, pero es semipermeable a los gases. A veces, en la cubierta, se pueden encontrar moléculas denominadas genéricamente defensinas, que son repelentes o tóxicos frente a patógenos o herbívoros. En algunas especies hay un elemento adicional de protección consistente en sustancias toxicas (Megias, 2018).



Tomado de: Megías, 2018, pág 3.

Esquema de la fecundación en una flor donde las cubiertas de la semilla se forman a partir del tegumento del rudimento seminal y el endospermo a partir de la unión de un núcleo germinativo con los núcleos centrales o polares, dando lugar a células triploides. El embrión se formará a partir de la unión entre la ovocélula y un núcleo germinativo (Megias, 2018).

Desarrollo

A los estudiantes de la asignatura de ecosistemas de la U.P.T.C. se les explica sobre estructura y morfología de las semillas de diferentes especies vegetales, se profundiza en la forma y estructura de cada una de ellas, en el jardín botánico se ubican las diferentes “cajitas” donde se encuentra la colección de semillas y en ellas se encuentran las diferentes especies de árboles y arbustos de la universidad.

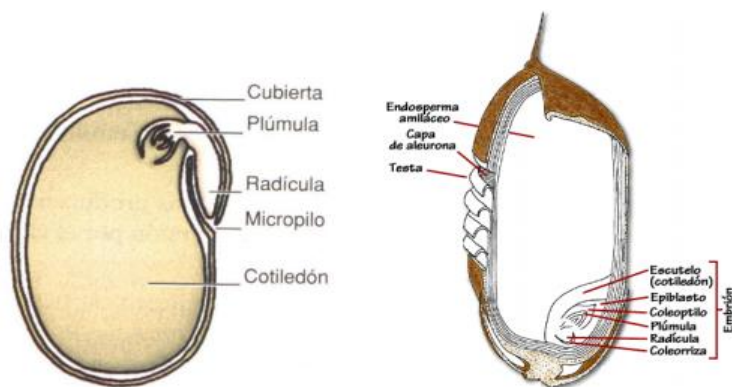
Actividad 1.

los estudiantes deberán escoger 8 semillas que más le hallan llamado la atención y realizar el dibujo de las especies y describir algunas de sus características morfológicas y crearle una ficha técnica con ayuda del catálogo que también se encuentra en el jardín.

Actividad 2.

Los alumnos “disecionan” y observan, con ayuda de un instrumento de aumento microscopio, estereoscopio (lupa), el interior de diversas semillas; de ese modo reconocen y dibujan los diversos órganos de la semilla: el embrión o germen, los elementos de reserva (cotiledones) y la envoltura protectora (tegumento).

Anatomía de la semilla de una eudicotiledónea y de una monocotiledónea.



Tomado de: catedra de fisiología vegetal Azul C. Curtis 2013.pag 2

Germinación

La germinación es el conjunto de fenómenos por los cuales el embrión, que se halla en estado de vida latente dentro de la semilla, reanuda su crecimiento y se desarrolla para formar una plántula. Para la germinación de una semilla deben cumplirse tres condiciones de acuerdo a Hartman y

Kester, que el embrión sea viable (que esté vivo), que los factores externos sean favorables y que no presente factores internos que impidan la germinación (Courtis, 2013).

La germinación comprende cuatro etapas principales:

1. La imbibición de agua;
2. La síntesis y activación de los sistemas enzimáticos;
3. Degradación de las sustancias de reserva
4. Elongación de las células del embrión y emergencia de la radícula.

Actividad 3.

Evaluación

Realice un mapa conceptual donde se explique las principales etapas de la germinación con base en la lectura del texto “catedra de fisiología vegetal” link:

<http://exa.unne.edu.ar/biologia/fisiologia.vegetal/GuiadeestudioGerminacion.pdf>

Bibliografía

Courtis, A. C. (2013). Cátedra de Fisiología Vegetal. Madrid: Mc Graw Hill.

Megias, P. M. (2018). Atlas de histología animal y vegetal. Fcaultad de Biología. Universidad de Vigo.

Megías, P. M. (2018). Organos vegetales el fruto. LATEX.

Marzocca, A. (1985). Nociones basicas de taxonomia. ICA.

Guía de trabajo No. 3

NOMBRE DEL ESTUDIANTE:	
SEMESTRE: Octavo	TIEMPO:
ÁREA: Ciencias Naturales y Educación Ambiental.	ASIGNATURA: ECOLOGÍA
DOCENTE: Manuel Galvis Rueda Docentes en formación: Karen López, Carolina Miguez	FECHA:

TEMA: Conservación semillas y bancos de semillas

Objetivo:

- Reconocer la importancia de la conservación de semillas y la función de los bancos de semillas.

Materiales y métodos

- Libreta de campo u hojas tamaño carta
- Bolígrafos

Actividades de exploración

Observe el video denominado “Sistemas de conservación de semillas para recuperar especies” en el siguiente link:

<https://www.youtube.com/watch?v=5d5M6kJZdvw>

Luego responda las preguntas:

- ¿Para qué se conservan las semillas?
- ¿Cómo se sabe si las semillas están vivas luego de muchos años?, describa el proceso que realizan.
- ¿Cuál es la importancia de conservar las semillas para los ecosistemas?

Actividades de apropiación

Marco Teórico

Almacenamiento y conservación de semillas

Para garantizar la disponibilidad, cantidad, oportunidad y calidad de granos y requeridas, es necesario recurrir a su almacenamiento y conservación. El almacenamiento se refiere a concentrar la producción en lugares estratégicamente seleccionados; mientras que la conservación implica proporcionar a los productos almacenados las condiciones necesarias para que no sufran daños por la acción de plagas, enfermedades o del medio ambiente, evitando así mermas en su peso, reducciones en su calidad o en casos extremos la pérdida total (Hernández y Carballo, s.f.).

El principio de un buen almacenamiento y conservación de granos y semillas es el empleo de bodegas secas, limpias y libres de plagas; en estos sitios se almacenen granos o semillas secas, enteras, sanas y sin impurezas. Independientemente del tipo de almacén o de recipiente que se utilice, el producto almacenado debe mantenerse fresco, seco y protegido de insectos, pájaros, hongos y roedores (Hernández y Carballo, s.f.).

Secado de semillas

La forma en que se secan las semillas determinará cuánto tiempo pueden almacenarse. Las semillas grandes necesitan más tiempo de secado. El secado es muy importante, pues si las semillas permanecen húmedas lo más probable es que se dañen por hongos y se pudran. Al cosechar, las semillas tienen aproximadamente 15% de humedad en su interior. Cada día de secado pierden 1% de humedad, lo cual duplica el tiempo que pueden ser guardadas. Generalmente se manejan semillas con 10% de humedad, aunque es relativo por cada especie.

Para secar semillas se deben colocar en un lugar con aire circulando, sombreado y fresco, y extenderlas sobre papel o material absorbente (Chacón y García, 2016).

Factores que afectan negativamente la calidad de las semillas

- Daños por hongos, que terminan pudriendo la semilla y matando el embrión. Esto se debe a que no se dejan secar adecuadamente las semillas y quedan con humedad.
- Daños por insectos que se alimentan y reproducen en las semillas.
- Semillas muy livianas o mal desarrolladas.
- Las impurezas como trozos de madera, carbón, arena y otras semillas que no son de interés.
- Almacenamiento cerca de agroquímicos, especialmente herbicidas.
- Deterioro por antigüedad (pérdida de viabilidad).

Otras tecnologías artesanales para controlar plagas en las semillas

Según Chacón y García (2016) los principales métodos artesanales para controlar plagas de semillas son:

- ✓ Control por asfixia de los insectos: una forma de eliminar los gorgojos es colocar la semilla en un frasco de vidrio que cierre herméticamente, dejando un espacio libre. Se humedece un pedazo de algodón con un poco de alcohol, se enciende y cuidadosamente se coloca dentro del frasco. Se cierra la tapa procurando que no se apague el algodón; el fuego consumirá todo el oxígeno, el frasco quedará cerrado al vacío, y los insectos, tanto adultos como larvas y huevos, morirán por asfixia. Es un sistema útil para cantidades moderadas de semilla.

- ✓ Refrigeración de semillas: el frío en neveras y refrigeradores, permite conservar las semillas libres de insectos plagas y enfermedades. Es fundamental guardarlas en recipientes herméticos, sin humedad (en bolsas plásticas gruesas, botellas plásticas o en frascos de vidrio bien sellados). Bajo refrigeración es posible conservar semillas durante largos períodos (más de 3 años). Inicialmente se pueden colocar las semillas en el congelador por 3 a 5 días máximo y luego se dejan en la parte baja sin congelación, durante periodos largos.

Los bancos de semillas

Un banco de semillas o banco de germoplasma es un lugar en el que se habilitan las condiciones adecuadas para conservar ejemplares de semillas de distintas especies vegetales (silvestres o cultivadas) de forma que se garantice así la preservación de la diversidad genética de las plantas

Conservación en los bancos de semillas

Las semillas de los ejemplares se conservan en unas condiciones de humedad estable, baja temperatura constante sin apenas luz o en la oscuridad y en frascos con etiquetas que detallan la variedad, el lugar donde fueron recolectadas y sus características.

Como afirman González y Otero (2019) después de la recolección y de una correcta clasificación las semillas limpian y deshidratan las semillas hasta el 5% de humedad. Además, se encierran en recipientes herméticamente sellados y finalmente se almacenan o en congeladores a -20°C en nitrógeno líquido. Es importante, antes de almacenar las semillas, identificar su origen para que puedan clasificar correctamente, aquellas que no soportan ser secadas necesitan una

investigación específica que mejore su viabilidad y aumente su longevidad para su almacenamiento.

Utilidad de los bancos de semillas

Uno de los motivos para almacenar semillas de especies silvestres es garantizar su conservación *ex situ*, esto es, fuera de su medio natural. Muchas de ellas provienen, por ejemplo, de zonas geográficas en proceso de degradación, y se guardan las semillas de las especies de plantas de la zona antes de que desaparezcan del lugar. Además de para preservar la diversidad genética, muchas semillas se almacenan para poder ser utilizadas en trabajos de investigación en el futuro y si se dan las condiciones adecuadas, dichas semillas podrían utilizarse para procesos de reintroducción. Los bancos de semillas suelen ser custodiados por instituciones públicas, y su material, al igual que el de los jardines botánicos o museos de historia natural, está disponible para que los investigadores que lo deseen, previa justificación de sus proyectos, puedan utilizarlo en sus estudios (González y Otero, 2019).

Bancos de semillas en el mundo

Hoy existen unos 1.500 en todo el planeta, entre los que destaca el Svalbard Global Seed Vault, en una isla del norte de Noruega. También llamada ‘La Bóveda de Semillas’, se inauguró en el año 2008 y el área de almacenamiento se encuentra a cien metros bajo la montaña, bajo capas de roca de entre cuarenta y sesenta metros de espesor. Uno de los motivos para ubicar aquí este gran banco de germoplasma es que la montaña en cuestión contiene una espesa capa de permafrost, lo que garantiza una temperatura estable de entre -3 y -4°C.

Según González y Otero (2019) otro de los bancos de referencia en el mundo es el Millennium Seed Bank, en Wakehurst, al sur de Londres en Inglaterra y, en España se puede citar al Banco de Germoplasma Vegetal de la Universidad Politécnica de Madrid, que conserva semillas de especies endémicas y amenazadas de la península ibérica.

Desarrollo

Se explica a los estudiantes sobre la conservación y almacenamiento de semillas y la importancia que esto tiene, de igual manera, la función de los bancos de semillas y algunas características de estos. Luego, en el jardín botánico se ubica la colección de semillas de árboles y arbustos de la U.P.T.C donde se encuentran almacenadas diferentes tipos de semillas.

Actividad 1.

Cada estudiante debe escoger una semilla de la colección de árboles y arbustos de la U.P.T.C, presente en el jardín botánico, luego complete la siguiente información:

- ✓ Nombre y descripción taxonómica de la especie
- ✓ Descripción de la semilla (color, forma, resistencia, etc.)
- ✓ Investigue los usos e importancia ecológica.
- ✓ Características para la conservación de la semilla a largo plazo.

Actividad 2.

De acuerdo a la lectura “Banco de semillas del suelo y su papel en la recuperación de los bosques tropicales” realice un resumen resaltando los aspectos que se tienen en cuenta en los bancos de semillas para la conservación y la importancia de estos, socialícelo con sus compañeros en una mesa redonda.

Link del artículo: <http://www.scielo.org.co/pdf/bccm/v14n2/v14n2a04.pdf>

Actividad 3.

Evaluación

En grupos de cinco estudiantes investigar ¿Qué bancos de semillas o germoplasma hay en Colombia? Escoger uno y realizar un afiche o cartel que contenga: dónde está ubicado, sus características y funciones; luego socializarlo en clase.

Bibliografía

Chacón, X. y García M. (2016) Redes de custodios y guardianes de semillas y casas comunitarias de semillas nativas y criollas. Edición SWISSAID y Corporación Biocomercio Sostenible.

González, V. y Otero, L. (2019) ¿Para qué sirven los bancos de semillas? Recuperado el 28 de Julio de 2020 de <https://www.muyinteresante.es/naturaleza/articulo/para-que-sirven-los-bancos-de-semillas-321399363276>

Hernández, A. y Carballo, A. (s.f.) Almacenamiento y conservación de granos y semillas. Secretaria de agricultura, ganadería, desarrollo rural pesca y alimentación. SAGARPA.