

	<b>UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA</b>			
	Documento	Código	Fecha	Revisión
<b>FORMATO HOJA DE RESUMEN PARA TRABAJO DE GRADO</b>	<b>F-AC-DBL-007</b>	<b>10-04-2012</b>	<b>A1</b>	
Dependencia	Aprobado		Pág.	
<b>DIVISIÓN DE BIBLIOTECA</b>	<b>SUBDIRECTOR ACADEMICO</b>		<b>I(97)</b>	

### RESUMEN – TRABAJO DE GRADO

<b>AUTORES</b>	<b>DAILY YINETH MENESES RINCÓN GINETH DAYANA RIZO ORTIZ</b>		
<b>FACULTAD</b>	<b>CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE</b>		
<b>PLAN DE ESTUDIOS</b>	<b>INGENIERIA AMBIENTAL</b>		
<b>DIRECTOR</b>	<b>Msc JOSÉ JULIÁN CADENA MORALES</b>		
<b>TÍTULO DE LA TESIS</b>	<b>DISEÑO DE UNA COLECCIÓN EX SITU DE LA FAMILIA CACTÁCEA NATIVA DE BOSQUE SECO TROPICAL COMO ESTRATEGIA DE CONSERVACIÓN DENTRO DEL JARDÍN BOTÁNICO “JORGE ENRIQUE QUINTERO ARENAS” DE LA UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA</b>		
<b>RESUMEN</b> <b>(70 palabras aproximadamente)</b>			
<p style="text-align: center;">EL OBJETIVO DE ESTA INVESTIGACIÓN SE CENTRA EN EL DISEÑO DE UNA COLECCIÓN DE LA FAMILIA CACTÁCEA CON EL FIN DE SER INTRODUCIDAS EN EL JARDÍN BOTÁNICO “JORGE ENRIQUE QUINTERO ARENAS” DE LA UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA, PARA LO CUAL SE REALIZARON VISITAS DE CAMPO EN LAS JURISDICCIONES DE LA PLAYA DE BELÉN Y SUR DEL CESAR, BUSCANDO DETERMINAR LAS ESPECIES A INCLUIR PARA LA FUTURA IMPLEMENTACIÓN DEL DISEÑO.</p>			
<b>CARACTERÍSTICAS</b>			
<b>PÁGINAS: 97</b>	<b>PLANOS:</b>	<b>ILUSTRACIONES:</b>	<b>CD-ROM: 1</b>



**DISEÑO DE UNA COLECCIÓN EX SITU DE LA FAMILIA CACTÁCEA NATIVA DE  
BOSQUE SECO TROPICAL COMO ESTRATEGIA DE CONSERVACIÓN DENTRO  
DEL JARDÍN BOTÁNICO “JORGE ENRIQUE QUINTERO ARENAS” DE LA  
UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER OCAÑA**

**AUTORES:**

**DAILY YINETH MENESES RINCÓN**

**GINETH DAYANA RIZO ORTIZ**

**Trabajo de grado para optar el título de Ingeniería Ambiental**

**Director**

**Msc JOSÉ JULIÁN CADENA MORALES**

**UNIVERSIDAD FRANCISCO DE PAULA SANTANDER  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y DEL AMBIENTE  
INGENIERIA AMBIENTAL**

**Ocaña, Colombia**

**Octubre de 2019**

## Índice

<b>Capítulo 1. Diseño De Una Colección Ex Situ De La Familia Cactácea Nativa De Bosque Seco Tropical Como Estrategia De Conservación Dentro Del Jardín Botánico “Jorge Enrique Quintero Arenas” De La Universidad Francisco De Paula Santander Ocaña. ....</b>	<b>1</b>
1.1 Planteamiento del problema .....	1
1.2 Formulación Del Problema .....	3
1.3 Objetivos .....	4
1.3.1 Objetivo General.....	4
1.3.2 Objetivos Específicos. ....	4
1.4 Justificación.....	4
1.5 Delimitaciones.....	6
1.5.1 Delimitación Operativa.....	6
1.5.2 Delimitación Conceptual.. ....	6
1.5.3 Delimitación Geográfica.....	6
1.5.4 Delimitación Temporal.....	7
 <b>Capítulo 2. Marco Referencial.....</b>	 <b>8</b>
2.1 Marco Teórico.....	8
2.2 Marco Histórico.....	11
2.2.1 Antecedentes históricos de la colección ex situ de la familia cactácea nativa de bosque seco tropical.....	11
2.3. Marco Conceptual .....	15
2.4 Marco Legal .....	26
 <b>Capítulo 3. Diseño Metodológico.....</b>	 <b>35</b>
3.1 Tipo de Investigación .....	35
3.1.1 Población. ....	35
3.1.2 Muestra. ....	35
3.2 Técnicas e instrumentos de recolección de información.....	35

<b>Capítulo 4. Resultados</b> .....	37
4.1 Reconocimiento de las diferentes especies presentes en la zona de bosque seco tropical del jardín botánico “Jorge Enrique Quintero Arenas” .....	37
4.1.1 Análisis e Interpretación de Suelos .....	42
4.2 Identificación de las condiciones óptimas de desarrollo de las especies a introducir en el jardín Jorge Enrique Quintero Arenas” .....	44
4.3 Determinación dentro del jardín botánico “Jorge Enrique Quintero Arenas” de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña el lugar indicado donde se puede implementar la colección de la familia de cactáceas.....	64
 <b>Capítulo 5. Conclusiones</b> .....	68
Recomendaciones .....	69
Referencias.....	70
Apéndice .....	72

### Lista de Tablas

Tabla 1 Especies de flora existentes en el Jardín Botánico .....	39
--	----

Tabla 2 Interpretación de suelos según los parámetros, resultados de laboratorio y rango.....	42
Tabla 3 Valores para interpretar análisis químico de suelos.....	43
Tabla 4 Condiciones de temperaturas de las especies identificadas. ....	63

### **Lista de Figuras**

Figura 1 Distribución espacial del bosque seco tropical en Colombia (actualización del mapa nacional de BST a escala 1:100,000).....	25
Figura 2 Pitaya o pitahaya. Fuente. Autoras del Proyecto, muestras tomadas en el recorrido en el municipio de la playa (Norte de Santander). ....	48
Figura 3 Echinopsis pachanoi .....	50
Figura 4 Acanthocereus tetragonus.....	53
Figura 5 Cactus manzana peruana .....	55
Figura 6 Nopal .....	57
Figura 7 Tuno.....	59
Figura 8 Mapa, Ubicación de la Colección ex situ. ....	65
Figura 9 Diseño de la Colección Ex situ.....	66
Figura 10 Composición del suelo para implementar la colección dentro del jardín botánico. ....	67

## **Resumen**

El objetivo de esta investigación se centra en el diseño de una colección de la cactácea con el fin de ser introducidas en el Jardín Botánico “Jorge Enrique Quintero Arenas” de la Universidad Francisco de Paula Santander – Ocaña, Colombia para lo cual se establecieron visitas de campo en las jurisdicciones de la Playa de belén y sur del cesar (vía del municipio de Rio de Oro a Platanal), con el fin de determinar las especies a introducir, además de las especies se realizaron notas descriptivas de las especies encontradas en el jardín botánico “Jorge Enrique Quintero Arenas”, realizando inspección y estudio de suelos donde fue encontrada solo una especie de la familia cactácea.

En el área estudiada se observó dominancia en el estrato arbustivo con un porcentaje del 64,83%, donde se identificaron 110 especies, sumando un total de 3455 individuos, pertenecientes a 38 familias; la familia Asteraceae fue la más rica en especies (15), seguida de Myrtaceae (13), Melastomataceae y fabaceae con (8) cada una. Según los índices ecológicos se analizó que las especies *Myrsine guianensis* (Mantequillo), *Piper* sp (Cordoncillo) y *Oyedaea* sp, fueron las más abundantes, las más frecuentes, las de mayor cobertura y las que mayor dominancia presentan en el área.

## Introducción

Entre los ecosistemas más amenazados en el trópico está el bosque seco. Cerca de 40% de las regiones tropicales y subtropicales está cubierto por bosques y, de éstos, 42% corresponde a bosques secos

El área del jardín botánico tiene una extensión de 31.28 ha de acuerdo a las características de vegetación, altitud y manejo; el área de estudio se caracteriza por ser un bosque seco pre montano, la parte alta del área se caracteriza principalmente por un alto grado de erosión en la parte baja se encuentra un bosque seco pre montano, con vegetación variada presentándose formaciones Arbóreas, arbustivas y herbáceas ubicadas principalmente como bosques primarios y secundarios en los márgenes de la Quebrada Rampacho, además de ello se presentan pastizales y suelos desnudos en las laderas Desde este punto de vista se identificaron dos zonas de estudio , conformada por el tejido urbano discontinuo y los predios productivos de la granja experimental.

La presente investigación tuvo como propósito determinar las especies y área destinada al proyecto jardín botánico Jorge Enrique Quintero Arenas; para ello se reconoció las diferentes especies presentes en la zona de bosque seco tropical presentes en la jurisdicción del jardín botánico “Jorge Enrique Quintero Arenas”, identificando las condiciones óptimas de desarrollo de la especie, con el fin de determinar dentro del jardín botánico “Jorge Enrique Quintero Arenas” de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña el lugar indicado donde se puede implementar la colección de la familia de cactáceas.

# **Capítulo 1. Diseño De Una Colección Ex Situ De La Familia Cactácea Nativa De Bosque Seco Tropical Como Estrategia De Conservación Dentro Del Jardín Botánico “Jorge Enrique Quintero Arenas” De La Universidad Francisco De Paula Santander Ocaña.**

## **1.1 Planteamiento del problema**

Desde hace años se ha hecho evidente el reconocimiento y valoración de la flora silvestre como fuente de diversos productos de utilidad para el hombre, así como de su valor ornamental y su valor ecológico como indicador y elemento restaurador de situaciones ambientales degradadas.

Consecuentemente, la conservación de la flora silvestre se ha convertido en un elemento fundamental en el marco de la conservación de la biodiversidad, tema que ha ganado progresiva relevancia en la sociedad actual (Iriondo, 2001).

Junto con los bancos de germoplasma, las colecciones de plantas también constituyen uno de los métodos de conservación ex situ de recursos filogenéticos. En el caso forestal, tales colecciones incluyen a los rodales de conservación ex situ, los arboretos y jardines botánicos (Iriondo, 2001).

Atendiendo al valor de los jardines botánicos como unidades de apoyo a la conservación de recursos genéticos forestales, se acrecienta la necesidad existente en nuestro

jardín botánico “Jorge Enrique Quintero Arenas” de la UFPSO, el diseño de estrategias tendientes a fortalecer la práctica del uso de los jardines botánicos en la conservación ex situ (Iriondo, 2001).

El IAvH indica que el estado de conocimiento actual de la flora colombiana es aún incipiente, que además se tienen graves deficiencias en el conocimiento sobre la ecología, fisiología, biología reproductiva y métodos de propagación de la flora.

Es por ello que se expresa, que la falta de investigación es una problemática que lleva al desconocimiento de la importancia y la distribución de las especies florísticas del bosque seco que es considerado el más amenazado y el que ha sido menos estudiado ya que no se cuenta con datos biológicos, ecológicos y sociales sólidos, que permitan diseñar herramientas que aseguren la gestión integral del Bs-T. (Baptiste, 2014).

Como consecuencia del alto grado de fragmentación en el que se encuentra el bosque seco tropical debido a las actividades de aprovechamiento como son la ganadería, minería y agricultura, podemos encontrar tierras que están tan degradadas que ya la producción de estas actividades es insostenible. Lo más preocupante es que tan sólo el 5% de lo que queda, es decir el 0.4% de lo que había, está presente en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP) por esta razón el Ministerio de Ambiente y desarrollo sostenible lo declaro como un ecosistema estratégico para la conservación y la subsistencia de las pocas hectáreas donde aún podemos encontrar este tipo de hábitat (Humboldt A. V., 2019).

De acuerdo a lo estipulado por el Ministerio de Ambiente y desarrollo sostenible en materia de conservación del bosque seco tropical nace la necesidad de generar estrategias para mantener las condiciones del ecosistema.

Por lo anterior y ateniendo el valor de los jardines botánicos como unidades de apoyo a la conservación de recursos genéticos forestales, se acrecienta la necesidad existente en nuestro jardín botánico “Jorge Enrique Quintero Arenas” de la UFPSO, el diseño de estrategias tendientes a fortalecer la práctica del uso de los jardines botánicos en la conservación ex situ.

Este proyecto se basa en la implementación de una colección ex situ de la familia cactácea dentro del jardín botánico “Jorge Enrique Quintero Arenas” de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, con el fin de identificar las condiciones óptimas para el adecuado desarrollo de la familia, teniendo en cuenta que sus características se basan en ser vegetación que soporta temperaturas cálidas de 20 a 25°C debido a que están constituidas principalmente por agua que almacenan de reserva en el tallo (Humboldt I. A., 2019).

Por tal razón, con la propuesta de este trabajo queremos fortalecer el jardín botánico de la UFPSO, para así poder considerarse como una de las primeras instituciones implicadas en la conservación ex situ, de recursos vegetales.

## **1.2 Formulación Del Problema**

¿Cómo diseñar e implementar una estrategia de conservación basada en plantas nativas?

## 1.3 Objetivos

**1.3.1 Objetivo General.** Diseñar una colección ex situ de la familia cactácea nativa de bosque seco tropical como estrategia de conservación dentro del jardín botánico “Jorge Enrique Quintero Arenas” de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña.

**1.3.2 Objetivos Específicos.** Reconocer las diferentes especies presentes en la zona de bosque seco tropical en la jurisdicción del jardín botánico “Jorge Enrique Quintero Arenas”.

Identificar las condiciones óptimas de desarrollo de las especies dentro del jardín botánico “Jorge Enrique Quintero Arenas”.

Determinar dentro del jardín botánico “Jorge Enrique Quintero Arenas” de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña el lugar indicado donde se puede implementar la colección de la familia de cactáceas.

## 1.4 Justificación

De acuerdo con Lascuráin, un jardín botánico es una institución que mantiene colecciones documentadas de plantas vivas con el propósito de realizar investigación científica, conservación, exhibición y educación. Algunas de las características y funciones propias de un jardín botánico son: que las plantas estén adecuadamente identificadas, que el jardín mantenga comunicación con otros jardines botánicos, organizaciones y público en general,

que esté abierto al público y asuma la responsabilidad y compromiso a largo plazo para el mantenimiento de las colecciones de plantas. (Lascurain, 2009).

Por esta razón la estrategia para la conservación de plantas, propone que la conservación de la diversidad vegetal debe ser considerada en el marco de una estrategia integral, con una gama de acciones, desde la conservación en áreas silvestres hasta el mantenimiento ex situ de los elementos más amenazados y su eventual reintroducción en su hábitat natural. Esta propuesta encaja adecuadamente en las tareas y prioridades que deben ser desarrolladas por los Jardines Botánicos de Colombia. Si esta misión se logra se estará ayudando exitosamente a la conservación de la flora nacional (García, 2010).

La importancia de las colecciones vivas para la conservación de plantas silvestres se ha demostrado en la conservación de plantas silvestres a través de su uso como albergue temporal o permanente, cuando el hábitat natural ha sido destruido, para numerosos taxones amenazados. Constituyendo las colecciones una fuente de material a propagar que se utiliza para trabajos de conservación in situ, y para reducir la presión de personas interesadas en las plantas silvestres p. ej. Empresas farmacéuticas y coleccionistas. Además el material cultivado puede ser utilizado en el desarrollo de investigaciones reduciéndose considerablemente el costo de las mismas ya que esta categoría de especies es de vital importancia por sus usos reconocidos para propósitos alimenticios, artesanales ó industriales, es decir plantas útiles con valor actual o potencial para la comunidad. La inclusión de especies bajo este criterio en las colecciones de los jardines botánicos, no sólo tiene un alta valor pedagógico, sino que podría contribuir a obtener recursos financieros para la entidad.

Con este trabajo se pretende que el jardín botánico “Jorge Enrique Quintero Arenas” de la UFPSO se beneficie en la obtención de mayor representatividad de la flora nativa para su conservación, educación, investigación y uso sostenible, a través del fortalecimiento, reorientación, priorización y proyección de las colecciones articuladas con las necesidades de conservación regional y nacional.

## **1.5 Delimitaciones**

**1.5.1 Delimitación Operativa.** La metodología que incluye el desarrollo del proyecto se basa en recolección de información de manera cuantitativa y cualitativa. Cualitativa al realizar la revisión bibliográfica para determinar las estrategias de diseño, y cuantitativa ya que para determinar el lugar adecuado se necesita estudios que arrojen resultados numéricos y luego de ello toma de coordenadas del sitio donde se efectuara el diseño.

**1.5.2 Delimitación Conceptual.** Los términos a los que se hace referencia durante el desarrollo del proyecto son diseño, conservación, familia cactácea, jardín botánico, bosque seco tropical, colección ex situ.

**1.5.3 Delimitación Geográfica.** El proyecto se llevara a cabo en el municipio de Ocaña, Norte de Santander, específicamente en el jardín botánico “Jorge Enrique Quintero Arenas” de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña.

**1.5.4 Delimitación Temporal.** Para la realización de este proyecto se tiene proyectado tomar un plazo de cuatro meses del presente año, cumpliendo con cada uno de los objetivos planteados.

## Capítulo 2. Marco Referencial

### 2.1 Marco Teórico

La preocupación por conservar la calidad ambiental del planeta ha estado presente desde varios siglos en los países y la sociedad humana. Sin embargo, es en las últimas décadas cuando ha tomado una importancia creciente, debido a que el desarrollo tecnológico y el crecimiento de la población, han incrementado de manera importante la capacidad destructiva de la naturaleza (García, 2010).

Para algunos autores como Callicott, citado por Escudero, Iriondo, & Albert, el movimiento moderno de la conservación se remonta al desarrollo de tres corrientes filosóficas en principio contrapuestas: dos desarrolladas en el siglo XIX y la otra en el XX. La denominada Ética Romántica de la Conservación que percibe a la naturaleza como una entidad de carácter religioso en la que se puede apreciar el trabajo divino, hace referencia al compromiso ético con la diversidad de la vida, argumentándose que la humanidad tiene la obligación de conservar el producto de centenares de millones de años de evolución sobre la tierra (García, 2010).

La segunda fuente filosófica fue la denominada Ética de la Conservación de Recursos, en donde se ve a la naturaleza con una visión utilitaria y antropocéntrica. Es a partir del debate de ambas visiones, la preservacionista, que deseaba que los sistemas naturales fueran preservados y alejados de la intervención del hombre, y la conservacionista, centrada en la perpetuación de los recursos biológicos, cuando surge una tercera corriente ya a principios del siglo XX, denominada

por Leopold citado por Escudero *Ética de la Tierra Ecológica y Evolutiva*, argumenta que la naturaleza no está formada por partes aisladas clasificadas en útiles y no aprovechables, sino que hay un complejo entramado de interacciones que deben ser consideradas a la hora de enfrentarse al problema de la conservación. Estas concepciones filosóficas dieron lugar a dos escuelas dentro del conservacionismo: Composicionalismo y Funcionalismo, Callicot et al citado en (Olaya V. , 2013).

En la primera los conceptos normativos de conservación más importantes son la diversidad biológica, integridad biológica y restauración ecológica. En cambio, en la segunda los conceptos normativos destacados son los servicios ecológicos, la sostenibilidad, el desarrollo sostenible y el manejo de los ecosistemas. Esta división no supone contraposición, sino más bien aproximaciones complementarias a la conservación. Según Escudero, el contexto de la conservación sufrió un cambio notable tras la Conferencia de Rio de 1992, la consecuente firma de la Convención sobre Diversidad Biológica y la inclusión definitiva de la Biodiversidad en las agendas políticas (Garcia, 2010).

Siendo más específicos en nuestro análisis, es indiscutible que los recursos ambientales principalmente los forestales son elementos esenciales para la existencia de la vida y por ello la variable ambiental debe insertarse como el eje transversal para el desarrollo socio-económico-cultural de las poblaciones humanas. La mayor parte de los recursos naturales, pueden ser renovables, al poder mantener su carácter circulante, dependiendo del manejo que se haga de los mismos. La estabilidad de los ciclos naturales que permiten la renovación o recirculación de muchos de los recursos naturales aún a nuestra disposición, está condicionada por el manejo

adecuado de los factores que impactan el ambiente, permitiendo su estabilidad y la permanente disposición de dichos recursos a las poblaciones del presente y del futuro. Esto determina la necesidad de la adecuada aplicación de Políticas de Manejo y Conservación Ambiental para garantizar el futuro de las poblaciones que dependen del suministro permanente de los recursos naturales necesarios para su existencia. Las decisiones adecuadas en materia de administración y manejo de ecosistemas forestales deben de apoyarse en una política de conservación de la naturaleza, sobre todo si se toma en cuenta que la mayoría de las políticas forestales son esencialmente políticas de explotación maderera y resultan insuficientes para permitir un buen manejo forestal. Rara vez se concede la debida atención a los intereses de las comunidades forestales y del gran número de sectores (turismo, suministro de agua, etc.), que utilizan los bosques o ejercen influencia en éstos (Garcia, 2010).

En consecuencia, de lo expuesto, con áreas cada vez más limitadas, la industria forestal, a más de lograr el aumento estable y continuo de la producción de madera, debe asegurar, al mismo tiempo, la continuidad de los servicios ambientales que prestan los bosques principalmente nativos y que mantienen especies endémicas (Garcia, 2010).

Las reservas totales sin importar sus métodos de conservación, realizan extraordinarias funciones científicas y ecológicas. A pesar de su importancia para las ciencias forestales y naturales, tropiezan en no pocas ocasiones con la incompreensión de la práctica forestal. Las reservas totales son insustituibles en la investigación de ecosistemas, para la investigación de la sucesión natural de ecosistemas forestales y el biomonitoreo. En bosques bajo manejo donde el aprovechamiento en las fases de madurez del bosque puede alterarse los procesos de sucesión

natural; a diferencia de que en reservas totales los procesos de envejecimiento y descomposición pueden ser estudiados. Además, los bosques en envejecimiento y descomposición ofrecen hábitat (por ejemplo, de madera muerta) para numerosos organismos (hongos, insectos, aves, etc.), por lo que para la protección de especies tienen una importancia creciente (García, 2010).

## **2.2 Marco Histórico**

### **2.2.1 Antecedentes históricos de la colección ex situ de la familia cactácea nativa de bosque seco tropical**

Quedó atrás la tradicional controversia de la Biología de la Conservación sobre la mayor o menor idoneidad de las técnicas in situ frente a las ex situ. Al menos en lo referente a la flora silvestre. El desarrollo de las técnicas y métodos de trabajo, permitió encontrar una tercera vía de encuentro. La restauración de ecosistemas y paisajes y la recuperación de especies y poblaciones en peligro de extinción, en cualquiera de sus modalidades (introducción, reintroducción, fortalecimiento y translocación básicamente) posibilitaron la conjunción en un mismo programa integrado de los métodos ex situ e in situ (Bermejo, 2014).

Los bancos de germoplasma, por ejemplo, dejaron de ser meras cajas fuertes y se constituyeron en fuentes de suministro de los recursos genéticos para producir las poblaciones que luego serán instaladas en régimen experimental o definitivo en el medio natural. Por otra parte, la conservación ex situ se ha ido conformando durante las últimas décadas como algo

progresivamente más riguroso y eficaz: Así, los jardines botánicos, por ejemplo, comprendieron que el simple mantenimiento de colecciones de especies con tan sólo uno o pocos individuos representando al taxón de referencia, no era precisamente una forma de conservación. Y pasaron a hablar de colecciones de germoplasma (de poblaciones incluso) y a caracterizar la variabilidad genética de los especímenes, para estar seguros de estar haciendo realmente conservación (Bermejo, 2014)

El cambio profundo se inició en la década de los ochenta cuando desde UICN se reclamó a la Asociación Internacional de Jardines Botánicos (IABG) un mayor compromiso por la conservación (Nancy). La tímida respuesta de la IABG indujo al nacimiento de la BGCS (Secretaría para la Conservación en los Jardines Botánicos) en UICN, más tarde transformada en Botanical Gardens Conservation Internacional (BGCI). Hoy día son cientos los jardines botánicos comprometidos con el estudio y protección de la diversidad vegetal a través de sus líneas de investigación, colecciones bajo cultivo, bancos de germoplasma, herbarios, programas educativos, publicaciones y museos. En ellos se conserva más de la tercera parte de las especies silvestres del planeta. Algunos de ellos provistos de potentes recursos como Kew Gardens o Missouri Botanical Garden, son líderes continentales y mantienen una fuerte influencia en las políticas de conservación tanto en sus propios países como a nivel internacional (Bermejo, 2014).

Los herbarios, generalmente ubicados en jardines botánicos, institutos y departamentos universitarios, han dejado de ser meras colecciones científicas formadas por cadáveres de plantas. Representan ante todo un valioso fondo y patrimonio documental donde los especímenes

y sus etiquetas representan una valiosísima información para conocer el área de distribución, evolución de poblaciones, variación morfológica y más recientemente alteraciones en la fenología (registro de datos anterior al meteorológico como información frente al cambio climático). Más todavía, existe la posibilidad de recuperar a partir de ellos una parte de la información genética o molecular (compuestos fenólicos y derivados flavánicos, ADN o incluso a veces también semillas vivas) a fin de reconstruir parcial o totalmente la naturaleza taxonómica o incluso el germoplasma de las especies (Bermejo, 2014).

Los bancos de germoplasma por su parte, han perfeccionado progresivamente sus métodos de almacenamiento y control de la viabilidad, conociendo mejor el comportamiento de las semillas en condiciones almacenadas en frío tras su desecación. Los que se comprometieron con la flora silvestre vivieron cierta obsesión con los endemismos y las especies en riesgo de extinción (prioridad por otra parte harto lógica) y fueron ampliando sus colectas hacia entornos más diversificados: especies de interés económico y etnobotánico, especialidades taxonómicas o simplemente el conjunto global de las especies silvestres (Bermejo, 2014).

Otro cambio cualitativo se consiguió al comprenderse que la especie no era el mejor objetivo de las colecciones de los bancos de germoplasma, sino la población. Los bancos buscan ahora la variación y la heterogeneidad genética completa de cada taxón, consiguiendo accesiones de todas y cada una de las poblaciones diferentes del mismo. Los métodos de prospección se han enriquecido gracias a los fundamentos que proporciona la biología molecular en el estudio de la variación, y a las técnicas de cultivo in vitro y crioconservación que ayudan a resolver en parte el problema del almacenamiento a largo plazo de las especies de semillas recalcitrantes y

comportamientos intermedios con las ortodoxas. Se inicia, asimismo, la aplicación de sistemas de información geográfica al diseño del muestreo o al estudio de ambientes adecuados para la restitución de poblaciones (Bermejo, 2014).

Todavía más, la semilla ha dejado de ser el único elemento biológico de la colecta; hay bancos de esporas de criptógamas, bancos de polen, bancos de tejidos y recientemente bancos también de ADN. Todavía más: hablamos ya de bancos de intangibles, entendiendo como tales no sólo la valiosa información contenida en el pasaporte de las accesiones sino muy especialmente el conjunto de conocimientos tradicionales (o no) asociados al germoplasma conservado en el banco. Códigos de conducta y buenas prácticas junto con un nascente régimen internacional de acceso y distribución de beneficios, conforman el marco ético que ilumina los nuevos modelos de gestión de los bancos de germoplasma del siglo XXI (Humboldt A. V., 2019).

Existen potentes bancos de germoplasma con objetivos internacionales (Millenium Seed Bank, en Kew Gardens, o el Banco de Crucíferas de la UPM en Madrid, por ejemplo); otros tienen objetivos regionales a nivel autonómico, (BGVA por ejemplo en Córdoba para Andalucía, o el del Jardín Botánico Viera y Clavijo para Canarias). Pero en todo caso y finalmente, los bancos están aprendiendo además a trabajar juntos y coordinados y se constituyen redes nacionales (REDBAG, RIBES), regionales (GENMDOC, BASEMAC) o incluso continentales (ENSCONET), la red europea, posiblemente la más compleja y ambiciosa de todas las existentes (Bermejo, 2014).

### 2.3. Marco Conceptual

Para diseñar un plan de manejo es importante conocer las características estructurales de un bosque natural son un aspecto muy importante para conocer su dinámica y especialmente para definir su estructura y composición (Alvis, 2009), como también la dominancia ecológica que es el grado en el que el dominio está concentrado en una, varias o muchas especies, se expresa mediante el índice de predominio que suma la importancia de cada especie en relación a la comunidad en conjunto (Jaimes, 2016).

En base a te proyecto en cual el objetivo primordial es de Proteger, Mantener y Cuidar los Recursos Naturales, hoy más que nunca se hace necesario ante el deterioro del medio ambiente, el cuidado y conservación ambiental de todos los recursos de la naturaleza, para lograr revertir el desequilibrio ecológico que existe actualmente por el impacto de las actividades humanas sobre el entorno, los ecosistemas y la diversidad de especies que existen en el planeta. Últimamente se le está dando importancia a todo lo relacionado con el cuidado del ambiente, la naturaleza, el agua, el aire, el suelo, las plantas, los animales, los ecosistemas y paisajes naturales. Sin embargo, todavía falta que la gran mayoría de la humanidad entienda y comprenda que en la medida que se cuide y se conserve el medio ambiente, se estaría garantizando una calidad de vida de las presentes y futuras generaciones (Pineda, 2019)

Así pues, la conservación ambiental es una necesidad ante la cantidad de problemas ambientales que están afectando la salud de toda la humanidad y en consecuencia la destrucción del único hogar como el planeta. Esta conservación del medio ambiente y todos sus recursos

naturales, debe ser más profunda y verdadera para tratar de minimizar el daño causado por el hombre y buscar despertar esa conciencia humanista que permita poner en prácticas medidas de conservación ambiental por un desarrollo sostenible que satisfaga las necesidades presentes sin comprometer las de las generaciones futuras (Pineda, 2019)

En tal sentido se ha formulado en esta propuesta la implantación de una colección ex situ de la familia Cactácea, siendo una de las familias que ayudara a la conservación ya que caracteriza a los ambientes áridos y semiáridos del neo trópico y que también incluye a algunos géneros de epífitas en sus selvas húmedas, ha sido desde la época precolombina hasta nuestros días un grupo apreciado de plantas promisorias. Aunque en el contexto americano antiguo las cactáceas fueron vistas sólo como fuente de alimento o como plantas alucinógenas ligadas a ceremonias mágico-religiosas, en nuestros días las cactáceas atraen además la atención del hombre por: su valor estético, su empleo en el ámbito agropecuario (cercas vivas, alimento del ganado) y su valor intrínseco para la investigación por peculiaridades de su morfología, fisiología y biología de la reproducción. Si se compara el grado de utilización y manejo de nuestras cactáceas como fuente de alimento (apenas solo podemos citar las “pitayas” del género *Hylocereus*) con países como México, nos falta aún mucho camino por recorrer. En México hubo una mayor tradición de domesticación y de uso y son varias las especies tanto de tallos (*Nopalea*, *Opuntia*), como de frutos comestibles (*Hylocereus*, *Cereus*, *Opuntia*, *Stenocereus*, etc.) habitualmente consumidas (Alonso, 2014).

En Colombia se encuentran tres de las cuatro subfamilias aceptadas hoy en Cactaceae; *Pereskioideae* (1 género); *Opuntioideae* (2 géneros nativos, 2 naturalizados) y *Cactoideae* (21

géneros -en 8 tribus- y 59 taxones). A las dos primeras subfamilias, pertenecen géneros primitivos como los “guamachos” (*Pereskia*, 3 spp.), o las “tunas” (*Opuntia*, 12 spp.) y algunos representantes naturalizados de *Austrocylindropuntia*, *Cylindropuntia* y *Brasiliopuntia* (Alonso, 2014).

Dentro de la subfamilia Cactoideae, se puede diferenciar de forma sencilla, tribus como Hylocereae, que consta casi exclusivamente de cactus de selva, epífitos o escandentes, que en Colombia suman la importante cifra de 7 géneros y 22 taxones, algunos recientemente descritos del Chocó biogeográfico. Las tribus Cereeae y Pachycereeae, de cactus columnares o globosos, también muestran cierta diversidad en Colombia con 4 y 3 géneros respectivamente y con un total de 28 taxones. Entre ellas hay especies muy apreciadas por los cultivadores y también por sus frutos comestibles. Otro grupo distintivo lo constituyen Nothocactaeae y la extensa tribu Cactaeae que solo se presentan en Colombia de forma marginal con 3 géneros (*Mammillaria*, *Frailea* y *Parodia*) y 5 especies de cactus globosos. Entre los elementos aún pobremente estudiados en Colombia están los representantes de las tribus sureñas Trichocereae y Browningieae, con tres géneros australes que escasamente tocan territorio colombiano (Alonso, 2014).

A diferencia de países como México, Bolivia, Perú o Argentina; en Colombia la familia Cactácea ha sido un grupo relativamente poco estudiado. Las causas hay que buscarlas en a) -la falta de un inventario sistemático de nuestras zonas áridas, b)- el que no se hubiera abordado un estudio sistemático del grupo en Colombia hasta fechas recientes y c)- causas intrínsecas, ya que las cactáceas, por la dificultad de recolección que presentan por sus tallos armados, han sido

tradicionalmente un grupo poco colectado y poco representado en los herbarios colombianos.

(Alonso, 2014)

Para la aplicación de esta familia cactácea se implantará en el jardín botánico de la UFPSO, siendo estas instituciones públicas y / o privadas que poseen colecciones de plantas vivas debidamente documentadas con el objetivo de realizar conservación, investigación científica, educación y exhibición” (Jackson Wyse, 2000).

Según la UICN y colaboradores (1989), para poder establecer un verdadero Jardín Botánico, estas entidades deben cumplir unos criterios básicos, propuestos por la estrategia para la conservación en Jardines Botánicos.

- Un grado razonable de permanencia.
- Una base científica para las colecciones
- Documentación completa y apropiada de las colecciones, incluyendo su origen.
- Monitoreo de las plantas de la colección.
- Los individuos de las colecciones deben estar etiquetados.
- El Jardín debe estar abierto al público.
- Una adecuada comunicación con otros jardines, otras instituciones y el público.
- Intercambio de material vegetal como semillas y plantas con otros jardines botánicos, arboretos o instituciones de investigación (Jackson Wyse, 2000).

Una de las razones más importante que cumplen los Jardines Botánicos es la participación activa en la estrategia mundial para la conservación de la naturaleza que propone:

- Considerar a los Jardines Botánicos como un elemento esencial en la conservación de los recursos naturales para un manejo integral y desarrollo sostenible.

- Identificar las tareas prioritarias que los Jardines botánicos necesitan desarrollar como estrategias para la conservación mundial de la naturaleza.

- Formular acciones efectivas en las cuales los Jardines Botánicos del mundo puedan trabajar conjuntamente para alcanzar los objetivos propuestos para la conservación. También enmarcados en la gestión ambiental, esta última entendida como un conjunto de actividades y herramientas que realizan los Jardines para promover el manejo integral y uso sostenible de los recursos naturales y las plantas (Jackson Wyse, 2000).

La clasificación de los Jardines Botánicos en Colombia, descritos a continuación, están basados en los propósitos de sus colecciones e incluyendo su naturaleza jurídica y su estatus como fundación, ente gubernamental, corporación o entidad educativa (Olaya V. , 2013).

- Jardines multipropósito “clásico”: Considerados como instituciones con un alto rango de actividades en horticultura, capacitación, investigación científica en taxonomía con herbarios asociados y laboratorios, educación ambiental y recreación (Olaya V. , 2013).

- Jardines para la conservación de áreas silvestres: Son espacios creados para la conservación de plantas, estos por lo general tienen asociados áreas de vegetación natural adicionales a las colecciones cultivadas. En esta categoría se incluyen jardines de plantas nativas, los cuales solo cultivan plantas de las regiones aledañas o de la flora nacional (Olaya V. , 2013)

- Jardines temáticos: Estos Jardines se especializan en cultivar un limitado rango de plantas asociadas por su morfología, para ilustrar un tema en particular como apoyo a la educación ambiental, la conservación, la ciencia y la exhibición al público. Estos incluyen jardines de rosas, orquídeas, bambúes, etnobotánicos, medicinales y de plantas acuáticas (Olaya V. , 2013).

- Jardines agrobotánicos y de germoplasma: Funcionan como colección ex situ de plantas con valor económico, promisorias o potencial para la conservación, investigación. Varios de estos jardines son asociados a centros experimentales de institutos de agricultura y silvicultura, además involucran laboratorios y facilidades para realizar pruebas de propagación de plantas y semillas. Jardines Universitarios: Son aquellos que se encuentran adscritos a una universidad y se utilizan para enseñanza, educación y la investigación especializada pero están abiertos al público (Olaya V. , 2013).

Para la implementación de colecciones vivas deben ser etiquetadas y respaldadas con información en registros y bancos de datos, y estar disponibles para investigadores, estudiantes y es necesario para el público en general (Olaya V. , 2013).

Estas colección vivas están encaminadas a lograr en las colecciones de los Jardines Botánicos la mayor representatividad de la flora nativa para su conservación, educación, investigación, y uso sostenible; a través del fortalecimiento, reorientación, priorización y proyección de las colecciones, articuladas con las necesidades de conservación regionales y nacionales (Olaya V. , 2013), esta conservación de genes o genotipos de plantas fuera de su ambiente de ocurrencia natural, para uso actual o futuro. La conservación ex situ pertenece al

importante conjunto de actividades que componen el manejo de los Recursos Filogenéticos (Baena, 2016), considerándose complementaria de la conservación in situ por cuanto no es posible conservar ex situ todas las especies.

La conservación ex situ abarca un amplio espectro taxonómico, sirviendo para proteger desde especies silvestres y formas progresivas hasta especies cultivadas. Aplicadas a especies domésticas, que busca conservar fuera de su centro de origen o diversidad tanto las especies como la variabilidad producida durante el proceso evolutivo de domesticación (Baena, 2016)

Fuera de la naturaleza se pueden conservar genotipos individuales pero no las relaciones entre ellas y su entorno ecológico. Tradicionalmente se han conservado ex situ recursos importantes para el hombre como las especies útiles en la alimentación y la agricultura, cuya conservación exige seguridad y disponibilidad inmediata y futura. Entre las especies de uso agrícola interesantes para la investigación y base del sustento humano, existe un amplio rango de materiales que se pueden conservar ex situ, que incluyen:

Especies silvestres y formas progresivas: pertenecientes a algunos géneros cultivados, que constituyen un amplio y variado rango de materiales importantes para la investigación y el mejoramiento de los cultivos. Los parientes silvestres y las formas progresivas, comúnmente utilizadas como fuentes de genes para el mejoramiento de caracteres de interés, pueden también proporcionar resistencia a plagas y enfermedades. Entre los muchos cultivos favorecidos por las especies silvestres emparentadas, un buen ejemplo es la caña de azúcar (Baena, 2016).

La caña de azúcar moderna es un complejo derivado de híbridos artificiales, cuyo pedigrú incluye la especie silvestre *S. spontaneum*, que aporta al rendimiento vigor y resistencia a enfermedades del cultivo. Otros ejemplos son el maíz, el arroz y el tomate (Baena, 2016)

Variedades de agricultura tradicional: razas nativas, cultivares primitivos y especies de importancia cultural.

Productos de los programas científicos de mejoramiento: cultivares modernos y obsoletos, líneas avanzadas, mutantes, materiales sintéticos entre otros productos de biotecnología e ingeniería genética: que incluyen otras plantas transgénicas, fragmentos de ADN, genes clonados, genes marcadores, nuevas combinaciones genéticas, genes silenciosos, genoma de cloroplastos y otros. Esto es posible gracias a que la biotecnología y la ingeniería genética permiten aislar y transferir genes de plantas con caracteres de interés agronómico (Baena, 2016).

Es el incremento inicial de la muestra en condiciones óptimas de cultivo para garantizar muestras suficientes, viables y que mantengas la identidad genética original. El material multiplicado permitirá almacenar, conservar y distribuir las especies objetivo, y establecer poblaciones representativas para caracterización y evaluación. Casi siempre es necesaria porque las muestras obtenidas por donación, intercambio o colecta generalmente son pequeñas o poco viables el almacenamiento propiamente dicho el germoplasma se puede conservar en forma de semilla, en campo o in Vitro, dependiendo de cómo la especie se reproduce y reacciona al almacenamiento. En el caso de las semillas o material conservado in Vitro las condiciones de

almacenamiento deben ser óptimas para que inhiban o reduzcan el metabolismo de las muestras y, en el de material vegetativo para mantenerlo en condiciones óptimas de cultivo (Baena, 2016)

Es propio en tierras bajas y se caracteriza por presentar una fuerte estacionalidad de lluvias. En Colombia se encuentra en seis regiones: el Caribe, los valles interandinos de los ríos Cauca y Magdalena, la región NorAndina en Santander y Norte de Santander, el valle del Patía, Arauca y Vichada en los Llanos (Pizano, 2016).

Originalmente este ecosistema cubría más de 9 millones de hectáreas, de las cuales quedan en la actualidad apenas un 8%, por lo cual es uno de los ecosistemas más amenazados en el país. Esto se debe a que el bosque seco existe en zonas con suelos relativamente fértiles, que han sido altamente intervenidos para la producción agrícola y ganadera, la minería, el desarrollo urbano y el turismo. Esta transformación es nefasta para la biodiversidad asociada al bosque seco y los servicios que presta este bosque (Pizano, 2016).

De hecho nuestros análisis del mapa de distribución del BST en el país indican que el 65% de las tierras que han sido deforestadas y eran bosque seco presentan desertificación. Esto quiere decir que esas tierras están tan degradadas que ya la producción agrícola o ganadera, es insostenible. Lo más preocupante es que tan sólo el 5% de lo que queda, es decir el 0.4% de lo que había, está presente en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP) (Pizano, 2016).

De ahí que el Ministerio del Medio Ambiente lo haya declarado como un ecosistema estratégico para la conservación, y el interés del Instituto Humboldt de trabajar en su estudio y

conservación. La mayor cobertura de bosque seco natural y transformado del país se encuentra en la región Caribe (Magdalena, Bolívar, Sucre, Cesar, La Guajira, San Andrés y Providencia), pero hay zonas como el Patía donde la cobertura restante de bosque seco es mínima. Dado que la gran mayoría de la cobertura actual de bosque seco se encuentra en fincas y propiedades privadas productivas, es urgente hacer un gran esfuerzo de vincular y motivar a los diferentes sectores para asegurar la conservación de lo poco que queda de este bosque (Pizano, 2016).

El BST tiene una biodiversidad única de plantas y animales que se han adaptado a condiciones de estrés hídrico, por lo cual presenta altos niveles de endemismo. Es decir que contiene especies que no se dan en ningún otro tipo de ecosistema. Por ejemplo, la vegetación del bosque seco tropical se caracteriza por estar adaptada al déficit de agua con estrategias como la pérdida de hojas durante la época de sequía. Además presenta modificaciones físicas en su estructura como hojas compuestas pequeñas, cortezas de troncos lisas y presencia de aguijones o espinas. Otros organismos como los insectos y los mamíferos, presentan particularidades fisiológicas como adaptación a la fuerte estacionalidad y largos periodos de sequía. En los estudios que se han hecho hasta el momento, se ha reportado que los bosques secos de Colombia tienen casi 2600 especies de plantas de las cuales 83 son endémicas, 230 especies de aves de las cuales 33 son endémicas, y 60 especies de mamíferos de los cuales 3 son endémicos (Pizano, 2016).

El BST presta además servicios fundamentales para las comunidades humanas como la regulación hídrica, la retención de suelos, y la captura de carbono que regula el clima y la disponibilidad de agua y nutrientes. Finalmente, los bosques secos suministran especies de



que se desarrolló con la ayuda de expertos botánicos, ecólogos y especialistas SIG (Pizano, 2016).

Esta metodología fue utilizada en recorridos de campo que empezaron en 2012 y en los cuales se verificó la cobertura de BST en fragmentos de bosque en 585 puntos de referencia geográfica en los cuales se recolectó información sobre el estado sucesional de las coberturas, las principales presiones de estos bosques y las especies vegetales características del BST en cinco regiones del país: la costa Caribe, el valle del río Cauca, el valle del río Magdalena, el valle del río Patía, y la zona NorAndina (Santander y Norte de Santander) (Pizano, 2016)

Los equipos de trabajo que hicieron los recorridos de campo fueron liderados por expertos conocedores del BST que promueven la conservación de este ecosistema en sus respectivas regiones. La verificación en los Llanos se está llevando a cabo en 2014 y será incorporada en una nueva versión del mapa. Además de la verificación de las coberturas correspondientes a bosque seco, se recolectaron más de 800 ejemplares botánicos que se adicionaron al herbario Federico Medem del Instituto, y sus ocurrencias geográficas que serán publicadas por el SiB. (Pizano, 2016)

## **2.4 Marco Legal**

Los jardines botánicos de Colombia enmarcan su acción en el cumplimiento de políticas internacionales que brindan lineamientos operativos para la conservación, educación y uso

sostenible de la biodiversidad vegetal, como el Convenio sobre Diversidad Biológica (ratificado en Colombia a través de la Ley 165 de 1994), la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres – CITES (ratificada en Colombia a través de la Ley 17 de 1981) y a la legislación nacional sobre conservación, protección del medio ambiente, áreas protegidas y uso sostenible. Adicionalmente se enmarcan en la normativa institucional ambiental, esto es el Código de Recursos Naturales y de protección al medio ambiente (Decreto ley 2811 de 1974) y la ley de creación del hoy denominado Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (Ley 99 de 1993).

Según Alberto Gómez, Presidente de la Red Nacional de Jardines Botánicos de Colombia, la primera ley en mencionar los jardines botánicos fue la ley 2ª de 1959, que dispuso en su artículo 15 que “el Gobierno procederá gradualmente a fundar jardines botánicos en las distintas regiones del país, de acuerdo con las disponibilidades presupuestales”. Posteriormente, en los considerandos del decreto 1059 de 1993, “por el cual se crea el comité coordinador para la formulación de la estrategia nacional de biodiversidad”, se lee que “se hace necesario la adopción de medidas de protección de los genes, las especies, los hábitats y los ecosistemas naturales, con el fin de impedir la degradación de las mismas y de asegurar su protección, manejo y restauración, a través de mecanismos de conservación “in situ”, como el establecimiento y manejo de áreas protegidas y “ex situ”, en bancos de germoplasma, jardines botánicos y zoológicos, entre otros; así mismo, la formulación, implementación y evaluación de las políticas y acciones requeridas para asegurar el uso sostenible y equitativo de la biodiversidad, con el fin de lograr los más altos beneficios posibles a partir de los mismos y el mejoramiento de la calidad de vida”.

La regulación más importante es, desde luego, la ley 299 de 1996, “por la cual se protege la flora colombiana se reglamentan los jardines botánicos y se dictan otras disposiciones”, que se convirtió en la primera ley de jardines Botánicos del mundo.

Allí en el artículo 2º se dio la definición del concepto de jardín botánico: “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; deberán ejecutarse programas permanentes de investigación básica y aplicada, de conservación in situ y ex situ y de educación; utilizarán para sus actividades tecnologías no contaminantes”.

Se precisó en la misma disposición que entre los propósitos de los jardines, deberían quedar insertos, en sus normas constitutivas, los siguientes:

- “a) Mantener tanto los procesos ecológicos esenciales, como los sistemas que soportan las diferentes manifestaciones de la vida;
- b) Preservar la diversidad genética;
- c) Contribuir de manera efectiva y permanente a través de su labor investigativa y divulgativa al desarrollo regional y nacional, y
- d) 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, dentro del concepto del desarrollo sostenible”.

En la ley 299 de 1996 se reiteró con mayor énfasis la norma de la ley 2ª de 1959 en cuanto a la participación del Estado en la creación de jardines botánicos al afirmar que “de conformidad con el artículo 103 de la Constitución Política, el Estado, en los niveles municipal, departamental y nacional, contribuirá a la creación organización, promoción y fortalecimiento de los jardines botánicos fundados y estructurados como entidades estatales, en todas sus modalidades, o como asociaciones privadas sin ánimo de lucro”. Y añadió la misma ley: “El Gobierno reglamentará la forma de participación del Estado en los planes, programas y proyectos de interés público que adelanten tales entidades”.

En el artículo 4º de la ley 299 citada se reguló todo lo concerniente a la licencia de funcionamiento de los jardines botánicos que son otorgadas por las autoridades ambientales regionales.

En el artículo 5º se ordenó que la Red Nacional de Jardines Botánicos de Colombia estuviera integrada por los jardines botánicos legalmente reconocidos y funcionara como un consejo asesor y como cuerpo consultivo del Gobierno. En el artículo 6º de la misma ley 299 se indicó que haría parte del Sistema Nacional Ambiental, SINA.

Los siguientes artículos de la ley 299 hicieron referencia al Plan Nacional de Jardines Botánicos, al sistema de información botánica, a la entrega, mediante convenio, al Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt de la información sobre las colecciones botánicas.

Se dispuso también una normativa especial sobre el apoyo a la Convención CITES; la realización de una expedición botánica de carácter permanente; la ejecución por parte de los jardines de programas especiales de arborización urbana, forestación y reforestación de cuencas hidrográficas; y la participación en convenios de cooperación internacional.

Una norma bien importante es la contenida en el artículo 13 de la ley 299 que venimos comentando que determina que todas las actividades, planes, programas y proyectos que cumplen los jardines botánicos tienen el carácter de actividades de ciencia y tecnología. A su turno el artículo 14 contempló la posibilidad de exoneración del impuesto predial para aquellos inmuebles vinculados directa o indirectamente con jardines botánicos.

Finalmente la ley 299 de 1996 hace una referencia puntual a los herbarios y a los arboretos.

En cuanto a las disposiciones que reglamentaron esta ley, lo más importante está desarrollado en los artículos 2.2.1.1.16.1 y siguientes del decreto 1076 de 2015 (que correspondía al decreto reglamentario 331 de 1998) que previó la normativa sobre el establecimiento de los jardines botánicos y dispuso en su artículo 2.2.1.1.16.8 las formas de participación del Estado en la organización y funcionamiento de los jardines botánicos al indicar que podría realizarse:

1. Mediante la asociación con otras entidades estatales o con los particulares para la conformación de los jardines botánicos, o para su vinculación a los ya existentes, y que se constituyan como personas jurídicas sin ánimo de lucro, que se regirán por lo establecido en los artículos 1, 2, 3, 4 y 5 del Decreto 393 de 1991.

2. Mediante la celebración de convenios especiales de cooperación para el desarrollo del objeto de los jardines botánicos, de conformidad con lo establecido por los artículos 1, 2, 6, 7, 8 y 9 del Decreto 393 de 1991 y los artículos 2, 8, 9, 17 y 19 del Decreto Ley 591 de 1991.

En el decreto 2183 de 1996 se había dispuesto que los jardines botánicos no tenían que obtener licencia ambiental y que “se someterán únicamente a las prescripciones establecidas en la Ley 299 de 1996 y en sus respectivos decretos reglamentarios”

Esta norma fue sustituida por el decreto 1728 de 2002, que fue a su turno derogado por el decreto 1180 de 2003, sobre licencias ambientales. La regulación actual sobre licencias ambientales había sido prevista en el decreto 2041 de 2014, la cual fue incorporada en el nuevo decreto reglamentario 1076 del 26 de mayo de 2015, de los artículos 2.2.2.3.1.1 a 2.2.2.3.11.1. Por exclusión en estas disposiciones se concluye que los jardines botánicos no requieren licencia ambiental para su establecimiento, licencia que es diferente al permiso ambiental que sí está vigente.

En el decreto 1420 de 1997 con las modificaciones que se introdujeron en el decreto 125 de 2000, se designaron como autoridades científicas de Colombia ante la Convención sobre el 23

Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres -CITES- al Instituto de Investigación de Recursos Biológicos 'Alexander von Humboldt'; al Instituto de

Investigaciones Marinas y Costeras 'José Benito Vives de Andreis' -Invemar-; al Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales -IDEAM-; al Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas 'Sinchi'; al Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico, y al Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia y se dispuso en el artículo 2º del decreto citado que tales autoridades científicas contarían con el apoyo científico y técnico, entre otros, de los jardines botánicos.

El decreto 309 de 2000 reguló inicialmente lo referente a la recolección de material biológico y en el tercer párrafo del artículo 12 dispuso que “los zoológicos, acuarios y jardines botánicos atenderán lo dispuesto por la normatividad (sic) vigente sobre la materia”. En 2013 se expidió un nuevo decreto, distinguido con el número 1376, “por el cual se reglamentó el permiso de recolección de especímenes de especies silvestres de la diversidad biológica con fines de investigación científica no comercial”. Estos dos decretos fueron derogados recientemente y sus disposiciones fueron previamente incorporadas en los artículos 2.2.1.5.1.1 y siguientes y 2.2.2.8.1.1 y siguientes, respectivamente, del decreto 1076 del 26 de mayo de 2015.

En el artículo 2.2.2.8.2.4 del decreto que acaba de citarse, al regular las obligaciones del titular del Permiso marco de recolección, dispuso que las Instituciones Nacionales de Investigación debían “depositar dentro del término de la vigencia del permiso, los especímenes en una colección nacional registrada ante el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos "Alexander von Humboldt", de conformidad con lo dispuesto por la normatividad (sic) que regula la materia y mantener en archivo las constancias de depósito que fueron remitidas a la autoridad ambiental competente. En el caso de que los especímenes no tengan que ser sacrificados o que se mantengan vivos, tratándose de flora y fauna silvestre, durante el desarrollo

de la investigación científica, la autoridad competente podrá autorizar su liberación al medio natural o su entrega a centros de conservación ex situ, tales como zoológicos, acuarios, jardines botánicos, entre otros”.

Finalmente debe mencionarse, por su importancia, el Convenio sobre Diversidad Biológica, que fue aprobado para Colombia por medio de la ley 165 de 1994. Como se sabe, los jardines botánicos son fundamentalmente instituciones que realizan conservación ex situ de ejemplares de especies vegetales. En el artículo 9° se dispuso:

“Cada Parte Contratante, en la medida de lo posible y según proceda, y principalmente a fin de complementar las medidas in situ:

- a) Adoptará medidas para la conservación ex situ de componentes de la diversidad biológica, preferiblemente en el país de origen de esos componentes;
- b) Establecerá y mantendrá instalaciones para la conservación ex situ y la investigación de plantas, animales y microorganismos, preferiblemente en el país de origen de recursos genéticos;
- c) Adoptará medidas destinadas a la recuperación y rehabilitación de las especies amenazadas y a la reintroducción de éstas en sus hábitats naturales en condiciones apropiadas;
- d) Reglamentará y gestionará la recolección de recursos biológicos de los hábitats naturales a efectos de conservación ex situ, con objeto de no amenazar los ecosistemas ni las 25 poblaciones in situ de las especies, salvo cuando se requieran medidas ex situ temporales especiales conforme al apartado c) de este artículo; y e) Cooperará en el suministro de apoyo financiero y de otra naturaleza para la conservación ex situ a que se refieren los Apartados a) a d) de este artículo y

en el establecimiento y mantenimiento de instalaciones para la conservación ex situ en países en desarrollo.

## Capítulo 3. Diseño Metodológico

### 3.1 Tipo de Investigación

La metodología de este proyecto se cumplió por definición con las características de una investigación aplicada, de tipo exploratoria y diseño no experimental, debido a los procesos o actividades que se ejecutaron en campo. Para su ejecución se realizaron recorridos guiados dentro de la jurisdicción de jardín botánico, y se utilizó el manual de métodos para el desarrollo de inventarios de biodiversidad de investigación de recursos biológicos, protocolo de herbario, colectas, del Instituto Alexander von Humboldt.

**3.1.1 Población.** Para este proyecto la población fue los recorridos realizados en los municipios de Ocaña (Norte de Santander) y su área de influencia.

**3.1.2 Muestra.** Especies que fueron encontradas en las zonas del Jardín Botánico “Jorge Enrique Quintero Arenas”, el municipio de la Playa de Belén y Rio de Oro (Sur del Cesar).

### 3.2 Técnicas e instrumentos de recolección de información

Para el trabajo de campo adecuado se logró mediante una clara base de datos que permitió tener un contenido organizado, con el fin de poder recuperar información, relatar las observaciones e interpretar los resultados que se obtuvieron.

Para ello, se utilizó la bitácora (libreta de campo), GPS, Brújula, cámara fotográfica, los cuales nos permitió obtener una estructura cronológica, para la obtención de la información respectiva y experiencias adquiridas en el desarrollo de la actividad, la descripción de las condiciones meteorológicas presentes, los procedimientos y descripciones por el cual se logró en el trabajo de campo realizado, en cuatro recorridos; dos en el Jardín botánico “Jorge Enrique Quintero Arenas” de la UFPSO, uno en la Playa de belén y en el municipio de Rio de Oro – Cesar, en los cuales se contó con la colaboración del personal del Jardín Botánico Jorge Enrique Quintero Arenas de la UFPSO, quienes ayudaron al hallazgo, descripción y corte preciso de la especies encontradas en los diferentes recorridos.

## Capítulo 4. Resultados

### 4.1 Reconocimiento de las diferentes especies presentes en la zona de bosque seco tropical del jardín botánico “Jorge Enrique Quintero Arenas”

**Descripción del área. Ubicación geográfica del área de estudio.** La Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, se encuentra ubicada a 2.8 Km del casco urbano de la ciudad de Ocaña, exactamente ubicada en la vereda El Rhin al oriente del municipio de este municipio, con una altura de 1220 msnm., una temperatura promedio de 23° C, una precipitación anual de 1.100 mm y una humedad relativa del 79% a 80%, comprendida en un área de 105.4 hectáreas correspondiente al enclave de bosque seco pre montano a bosque húmedo pre montano (PBOT Ocaña, 2015), al de las cuales se encuentran construidos **34672 m<sup>2</sup>** en aulas y aproximadamente 20 hectáreas destinadas a los cultivos silvo pastoriles y agrícolas.

**Descripción del área de estudio.** El área tiene una extensión de 31.28 ha de acuerdo a las características de vegetación, altitud y manejo; el área de estudio se caracteriza por ser un bosque seco pre montano, la parte alta del área se caracteriza principalmente por un alto grado de erosión en la parte baja se encuentra un bosque seco pre montano, con vegetación variada presentándose formaciones Arbóreas, arbustivas y herbáceas ubicadas principalmente como bosques primarios y secundarios en los márgenes de la Quebrada Rampacho, además de ello se presentan pastizales y suelos desnudos en las laderas Desde este punto de vista se identificaron dos zonas de estudio, conformada por el tejido urbano discontinuo y los predios productivos de la granja experimental.

**Factores geomorfológicos.** El ambiente de un organismo se define como la suma de todas las fuerzas y factores, bióticos y abióticos que afectan su crecimiento, estructura y reproducción. En el agro ecosistema es importante entender cuáles de estos factores ambientales y sus niveles pueden limitar a un organismo. Por ello, cuando se evalúa la aptitud agrícola de una cierta área y la necesidad de introducir prácticas específicas de manejo y recuperación de suelos, se deben observar una serie de características climáticas y otros aspectos relacionados con las condiciones de la tierra como la topografía y las condiciones del suelo (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación).

En el caso del municipio de Ocaña, y los predios de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, por lo general está formado por rocas ígneas, como las encontradas en la parte sur de la ciudad y las rocas granitoides que se pueden observar alrededor. En su zona adyacente afloran unidades litológicas cuyas edades van desde el predevoniano (edades mayores de 408 millones de años) hasta el cuaternario (menor de dos millones de años) (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación).

Composición florística. De acuerdo a las características de precipitación, temperatura y altitud; el área del jardín botánico se caracteriza por ser un bosque seco pre montano, con vegetación muy variada, presenta formaciones herbáceas, arbustivas y arbóreas de gran porte dándole una clasificación de bosque denso poco intervenido según metodología corine land cover utilizada para realizar la zonificación ambiental del área de estudio (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación).

Encontramos los extractos herbáceos, arbustivos y arbóreo dentro de este encontramos el Mantequillo, arrayan, Rampacho, cordoncillo. Caracterizado este modo en un bosque secundario muy intervenido con riesgos potenciales en la utilización de los terrenos limítrofes al proyecto, ya que las actividades agrícola han afectado en gran manera los recursos florísticos del área del proyecto (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación).

Algunas especies de flora existente en el área destinada al proyecto jardín botánico

Tabla 1 Especies de flora existentes en el Jardín Botánico

Algunas especies de flora existente en el área destinada al proyecto jardín botánico

Familia	Nombre Científico	Nombre Local
<u>Caesalpiniaceae</u>	<u>Glycerinia sapium</u>	
<u>Agavaceae</u>	<u>Furcraea andina</u>	Fique
<u>Anacardiaceae</u>	<u>Mauria sp</u>	
<u>Araceae</u>	<u>Anthurium sp</u>	<u>Anturio</u>
<u>Monstera sp</u>		
<u>Philodendron sp</u>		
<u>malvaceae</u>	<u>coromandelium</u>	
<u>Metha</u>	<u>Arvensis</u>	
<u>cladium</u>	<u>Mariscus</u>	
<u>Clusiaceae</u>	<u>Clusia multiflora</u>	<u>Rampacho</u>
<u>cydonia</u>	<u>oblonga</u>	
<u>Clusia rosea</u>		
<u>Dennstaedtiaceae</u>	<u>Pteridium aquilinum</u>	Helecho
<u>Erythroxylaceae</u>	<u>Erythroxylum sp</u>	
<u>Fabaceae</u>	<u>Calliandra tweedi</u>	
<u>Mimosa pudica</u>		Uña de gato, dormidera
<u>Heliconiaceae</u>	<u>Heliconia bihai</u>	Platanillo
<u>Rosaceae</u>	<u>Prinosyria japonica</u>	Crueta japonesa
<u>Verbenaceae</u>	<u>Lantana camara</u>	

Fuente. José Julián cadena morales, docente UFPSO.

En los recorridos realizados al jardín botánico “Jorge Enrique Quintero Arenas de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña”, se observaron algunas plantas con características similares a la familia cactáceas, como la *Bromelia pinguin*, es una especie de planta de la familia de las bromeliáceas. Es originaria de México, muy popular en Panamá y en El Salvador; extendiéndose por toda la América tropical. Sus características son de penca y hojas en rosetas, espinosas, y con vainas grandes, cubiertas de escamas color café oscuro, las flores son de color rosado, da un fruto comestible llamado caraguatá, "*piro*" o *chicuipo*. (Ver Apéndice A.)

Otra especie encontrada fue el Fique planta de la familia *Agavaceae* y del género *Furcraea*, hay varias especies de las cuales en Colombia se cultivan dos especies nativas: *Furcraea cabuya* y *Furcraea macrophylla*, Nombre común: Agave, pita, maguey, cabuya, fique, penca cultivada en la zona andina, principalmente en Antioquia, Boyacá, Cauca, Cundinamarca, Nariño y Santander y actualmente en Colombia el fique es considerado la segunda fibra en importancia después del algodón, estas plantas forman una gran roseta de hojas gruesas y carnosas, generalmente terminadas en una afilada aguja en el ápice y, a menudo, también con márgenes espinosos. El robusto tallo leñoso suele ser muy corto, por lo que las hojas aparentan surgir de la raíz, pues tienen un tallo sin ramificación de hasta 1.5 m de alto, hojas numerosas, más de 100, dispuestas en una roseta hacia la base de la planta, largas y angostas, de hasta 2 m de largo y 20 cm de ancho, carnosas, erguidas, acanaladas, verdes o verde azules, con o sin aguijones en las márgenes y en la puntas.

De igual manera se encontró el Nopal, 8 grados / 14 min 7 seg, Norte, 74 grados, 15 minutos, 9 segundos oeste, en el sitio llamado Erosiones de las Torres, lugar de conservación del jardín botánico de la UFPSO, esta especie es comúnmente conocida como, entre otros, nopal, higuera (de pala), palera, tuna, chumbera, es una especie de planta arbustiva del género *Opuntia* de la familia de las cactáceas.

Planta arbustiva de la familia de la cactácea. Como la mayoría de los miembros de este género carece de hojas nomofilas, los segmentos o cladodios en que se divide, son tallos capaces de ramificarse, emitiendo flores y frutos. Estos tallos son planos, ovales y de color verde medio. Poseen dos clases de espinas, reunidas en los gloquidios (especie de cojincillos) de las areolas, unas largas y duras, y otras cortas y finas con aspecto veloso, conocidas como “penepes” en la zona cordillerana de Argentina.

Las flores, en forma de corona, nacen de las areolas en los bordes de los segmentos. Florece una vez al año y tanto el fruto como la flor pueden ser de diversos colores, desde el amarillo al rojo.

El fruto tiene una cáscara gruesa, espinosa, y con una pulpa abundante en pepas o semillas. El fruto maduro es una baya de forma ovalada con diámetros de entre 5,5 y 7 cm, una longitud de 5 cm a 11 cm y un peso variable entre 43 y 220 g.

Esta planta es originaria de Mesoamérica (México), esta Cactácea es nativa de América y se encuentra desde las praderas canadienses hasta el estrecho de Magallanes, pero ha sido

naturalizada y cultivada en el mundo entero, diversas referencias históricas sobre el nopal se remontan a los primeros años de la Nueva España. En su Historia general de las cosas de la Nueva España, fray Bernardino de Sahagún describe el legendario y "monstruoso" nopal, como él le llama (ya que los nativos lo llamaban nopalli) (Pizano, 2016).

Los segmentos frescos de este cactus contienen alrededor de un 90 % de agua. Los frutos, un 12 % de azúcar y 6,75 % de materias nitrogenadas, además de ácidos orgánicos (alrededor del 0,10 %) (**Apéndice A.**)

El Jardín Botánico de la Universidad Francisco de Paula Santander ha establecido la anterior zona llamada **Erosiones de las Torres**, lugar de conservación donde fue hallada la única especie perteneciente a la familia cactácea estudio de este proyecto.

#### 4.1.1 Análisis e Interpretación de Suelos

Tabla 2 Interpretación de suelos según los parámetros, resultados de laboratorio y rango.

<b>Parámetros</b>	<b>Resultados de laboratorio</b>	<b>Rango</b>	<b>Interpretación</b>
Materia orgánica	0,18	<2	Bajo
Calcio	4,7 meq/100g	2-5	Medio
Sodio	0,0056 meq/100g	<0.6	Bajo
Potasio	0,089 meq/100g	<0,15	Bajo
Aluminio	5,3 meq/100g	>3	Alto
Fósforo	2,5 ppm	<15	Bajo
C.I.C.	4,79 meq/100g	<10	Bajo

Fuente. Autoras del proyecto

## Conversión de unidades

$$\text{meq}/100\text{g} = \text{cmolc}/\text{Kg}$$

Se determinó que un suelo debía tener 4.7 cmolc/kg. A cuántas meq/100 g de CEC equivale esta cantidad? (Piedrahita, 2012).

La comunidad científica a menudo expresa CEC de un suelo como **cmolc/kg**. Esto es centimoles de carga (cmol +) por kilogramo de suelo. Muchos textos y laboratorios de suelo reportan los análisis, sin embargo, expresando CEC como **meq/100 g** (Piedrahita, 2012).

Esto no debe causar confusión ya que: 1 cmolc/kg = 1 meq/100 g.

(Nota: 'milli' carga multiplicado por 10 es igual a 'centi' carga y 100 g multiplicado por 10 es igual a kg. así, las proporciones siguen siendo las mismas).

Por tanto 4.7 cmolc/kg = 4.7 meq/100 g.

cmol+ representa centimoles de carga y no de nutrientes.

$$2.5 \text{ mg}/\text{kg} = \mathbf{2.5 \text{ ppm}}$$

Tabla 3 Valores para interpretar análisis químico de suelos.

<b>Valores para interpretar análisis químico de suelos</b>				
<b>Elemento</b>	<b>Unidades</b>	<b>Interpretación</b>		
		<b>Bajo</b>	<b>Medio</b>	<b>Alto</b>
Calcio (Ca)	meq/100g	<2	2.0-5.0	>5
Potasio (K)	meq/100g	<0.15	0.15-0.3	>0.3
Sodio (Na)	meq/100g	<0.6	0.6-1	>1
Aluminio (Al)	meq/100g	<1.5	1.5-3	>3
Materia orgánica	%	<2	2.0-4.0	>4
Fósforo (P)	ppm	<15	15-30	>30
Capacidad de Intercambio Catiónico (C.I.C.)	meq/100g	<10	10.0-30.0	>30

Fuente. Autoras del proyecto

La caprinaza es considerada como otro subproducto de la producción caprina, tiene una aplicación potencial por su alto contenido de nitrógeno (2.38%), fosforo (0.57%) y potasio (2.50%) (Centro de Desarrollo Sustentable Universidad Católica de Temuco (CDS), Centro de Educación y Tecnología (CET), 1998; DrakoDesign, 2018). Una alternativa para el manejo adecuado de la caprinaza es la compostación, donde se ampara a la norma de materiales orgánicos usados como fertilizantes y acondicionadores del suelo (DrakoDesign,).

La interpretación de los análisis de suelos es de suma importancia para conocer los distintos elementos que los componen e identificar cuales se encuentran en mayor proporción en el suelo todo esto es necesario para la toma de decisiones en cuanto al manejo que se debe realizar y el tipo de abono que se le debe aplicar para que se le aporten los suficientes nutrientes al suelo (Drako, 2018).

#### **4.2 Identificación de las condiciones óptimas de desarrollo de las especies a introducir en el jardín Jorge Enrique Quintero Arenas”**

El origen y la evolución de la especie de las cactáceas, vegetación en el Neotrópico se conocen de manera fragmentaria a partir del registro fósil del polen de algunas especies de hierbas y árboles, lo que permite hacer un recuento de los acontecimientos más significativos. A mediados de la era **Terciaria**, en el **Oligoceno** —hace unos 35 millones de años— se acentuó el enfriamiento del clima global y se establecieron zonas de baja presión en ambos hemisferios; las del septentrional se extendieron por el sur de Norteamérica y las del austral atravesaron Suramérica de oriente a occidente, desde las costas del Atlántico hasta las del Pacífico, a través

de los territorios actuales de Brasil, Paraguay, Bolivia y Chile. En algunas regiones de México, en el norte y en el Gran Chaco, en el sur, se encuentran las plantas de ambientes secos con rasgos más antiguos (Baena, 2016).

Las áreas con mayor diversidad de plantas en los bosques secos tropicales de América se encuentran en el noroccidente del Chaco, en los valles interandinos de Perú y en el suroccidente de México, donde alrededor del 16% de las especies de árboles son endémicas; es muy probable que en estas áreas se haya originado la mayoría de las especies que constituyen los bosques **caducifolios** tropicales de América (Baena, 2016).

En esa época, la mayor parte de la región estaba dominada por terrenos de poca altitud y se iniciaba el proceso orogénico que dio lugar a la cordillera andina. Como las masas continentales de África y Suramérica se encontraban considerablemente menos alejadas entre sí, el intercambio de polen y semillas impulsados por el viento era frecuente, por lo que muchas de las especies de las selvas y bosques húmedos de los dos continentes eran las mismas. Sin embargo, a medida que la distancia se iba acrecentando, el intercambio genético entre las plantas americanas y africanas se fue haciendo cada vez más esporádico y las floras de ambas regiones iniciaron procesos de evolución y diversificación propios. De este modo, por ejemplo, se originaron las **cactáceas** en el Neotrópico, mientras que las crasuláceas o hierbas crasas se convirtieron en África en sus equivalentes ecológicos y se diversificaron en mayor grado que en América (Baena, 2016)

En los bosques secos, las plantas y los animales han evolucionado para resistir largas temporadas de sequía. En estos ecosistemas son frecuentes los matorrales espinosos y los árboles achaparrados; las ceibas y otras especies tienen espinas, para defenderse de los herbívoros y para atrapar la escasa humedad que hay en el aire (Baena, 2016)

Los cactus y ágaves almacenan grandes cantidades de agua en sus gruesas raíces y tallos.

Las hojas de muchas plantas se revisten de cutículas gruesas que están recubiertas de ceras o polvillos, para impedir la salida del agua; hay flores con perfumes repelentes, semillas aladas y frutos explosivos, y árboles, como piñones de oreja, indioencueros, samanes, varias especies de palmas, y enredaderas como el ojo de venado y el congolo. Durante los meses más secos, los árboles de hojas caducas pierden todo su follaje, que cae al piso y se marchita; algunas plantas han extendido raíces muy profundas en el suelo y se alimentan del agua subterránea.

Las especies más representativas del bosque seco son los Piñones de oreja, indioencueros, samanes o campanos, ceibas, chiminangos, carboneros, matarratones, cedros, búcaros, acacias, tronador, guayacán rosado, camarones, noros y varias especies de palmas (amargas, vino, coco, corozo o chonta), trupillos, ágaves. (Baena, 2016)

Las áreas con mayor diversidad de plantas en los bosques secos tropicales de América se encuentran en el noroccidente del Chaco, en los valles interandinos de Perú y en el suroccidente de México, donde alrededor del 16% de las especies de árboles son endémicas; es muy probable que en estas áreas se haya originado la mayoría de las especies que constituyen los bosques caducifolios tropicales de América (Baena, 2016).

Para la obtención, clasificación y determinación de las especies a introducir de cactáceas en el jardín botánico de la Universidad Francisco de Paula Santander – Ocaña, se realizaron recorridos dentro del Jardín, en el cual únicamente se halló una sola especie conocida como el Nopal.

Por lo anterior se hizo necesario, la realización de recorridos, fuera del área del jardín con una duración de un día cada una, en los municipios de la playa de Belén (Norte de Santander) y Rio de Oro (Sur del Cesar), este transitar fue realizado del municipio de Rio de Oro hasta el corregimiento de platanal, realizando varias paradas donde se encontraban indicios de la especie, ya que estos municipios tienen características de Bosque Seco Tropical. Los muestreos se adelantaron en las localidades anteriormente descritas donde previamente se tenía noticia de la existencia de la especie cactáceas, en estas localidades en primera instancia se recabó información histórica local con los habitantes de la región, sobre la presencia y usos de la especie; posteriormente se realizó un muestreo exhaustivo de las zonas accesibles, en algunos sectores fue limitado por las condiciones muy quebradas del terreno, que impidieron el muestreo **(Apéndice B).**

Para la caracterización del hábitat, se conoció la vegetación de la especie en estudio, el cual se realizó en todo el trayecto del área de la vía de Ocaña – la Playa de Belén, los estoraques y camino al corregimiento de Aspásica, (Norte de Santander), y Sur del departamento del Cesar, partiendo de la vía del municipio de Rio de Oro hasta llegar al corregimiento de Platanal.

A continuación se relacionan las especies seleccionadas en los recorridos realizados, en las cuales se escogieron las variedades que a continuación se describen, que presentan características similares pertenecientes a bosque seco, para el diseño de la colección.



Figura 2 Pitaya o pitahaya. Fuente. Autoras del Proyecto, muestras tomadas en el recorrido en el municipio de la playa (Norte de Santander).

**Nombre científico:** *Hylocereus (A. Berger) Britton & Rose*

**Etimología:** Esta palabra es una voz de origen taíno que quiere decir fruta escamosa.

**Nombre común:** Pitahaya

**Familia:** Cactácea

**Origen:** México

Es el nombre científico de una cactácea conocida popularmente como **pitaya**. Es una planta de apariencia arborea y de tallos columnares. Es muy común en las zonas semiáridas del centro y norte de México. Su fruto es llamado *pitaya*, nombre similar que los frutos de las especies del género *Hylocereus* llamados *pitahaya*, son de consumo habitual en el centro y norte del país, aunque los pitayos no son cultivados de modo intensivo, puesto que su crecimiento sumamente lento reduce los posibles beneficios económicos de esta planta.

La pitahaya pertenece a la familia Cactaceae, es una planta trepadora de hermosas flores encarnadas o blancas según sus especies. Algunas dan fruto comestible. Entre las diferentes especies a las que se da este nombre, se encuentran: *Céerus pitajaya*, *Cleistocactus sepium*, *Carnegiea gigantea*, *Echinocereus conglomeratus* y otras.

Muchas de ellas no son, sin embargo, trepadoras y tienen el porte de las cactáceas llamadas candelabros u órganos. En Colombia las cactáceas *Cereus variabilis* y *Cereus triangularis* dan frutos amarillos. En México, se conoce como Pitahaya barbona la cactácea *Lophocereus schottii*.

Es una planta originaria de México utilizada desde la época pre-hispánica en la medicina folklórica o popular y en los años recientes, como materia prima en el mercado mundial de hidrocoloides alimenticios.

*Hylocereus undatus* es la especie comestible distribuida naturalmente en México la cual se cultiva actualmente en varias partes del mundo, se ha introducido a varios países asiáticos como

China, Malasia y Vietnam, así como también en el Medio Oriente, alcanzando una enorme producción.

*Hylocereus undatus* por su potencial económico, por su amplia adaptación a lugares áridos y semi-áridos se considera como un recurso alimentario y económico muy valioso en las zonas áridas. Sus frutos contienen pigmentos utilizados en la industria alimenticia ya que se ha reportado que los compuestos que dan el color característico al exocarpio (cáscara) y/o al mesocarpio (pulpa) son principalmente las betacianinas, las cuales junto con las betaxantinas pertenecen a un grupo de pigmentos naturales conocidos como betalainas. Debido a que estas poseen altos coeficientes de extinción molar, su poder como colorante compite con los pigmentos sintéticos empleados en la industria alimenticia, pero sin los efectos tóxicos de estos últimos. La pulpa de los frutos de la pitaya es rica en fibra, vitamina C, minerales y fitoalbúminas, mientras que la cubierta del fruto contiene beta-cianina, pectina, glucosa, maltosa y fructosa, lo que le confiere enormes propiedades antioxidantes (Bioenciclopedia, 2015).



Figura 3 *Echinopsis pachanoi*. Fuente. Autoras del Proyecto, muestras tomadas en el recorrido en el municipio de la playa (Norte de Santander).

**Nombre científico:** *Echinopsis pachanoi*

**Etimología:** Se cree que el nombre de San Pedro hace referencia a las propiedades enteogénicas del cactus, pues lleva el nombre del santo cristiano que resguarda las puertas del Cielo. En Ecuador recibe los nombres de Aguacolla o Gigantón. En el norte de Perú también se le llama por su nombre en quechua: Hachuma o Wachuma, que significa borrachera o mareación (CITES, 1981)

**Nombre común:** Cactus san pedro

**Familia:** Cactácea

**Origen:** Ecuador y norte de Perú

El **cactus San Pedro** es una planta cactácea de origen andino, crece en un suelo fértil que drene bien, ya que como le ocurre al resto de los cactus, el encharcamiento llevaría a pudrir sus raíces y por consiguiente a morir.

Arqueólogos botánicos han hallado restos de esta especie que se remontan hasta 10.000 años atrás e incluso en 2016, en Lima se encontró un cactus de este tipo de 4.000 años en perfecto estado de conservación.

Es la planta con propiedades mágicas más antigua que crece en Sudamérica. Antes que los españoles llegaran a América los nativos ya la utilizaban en sus ritos religiosos y curativos y la llamaban achuma, nombre que significa «guardián de las puertas del cielo» que es san Pedro de ahí su nombre.

Sus características son fáciles de reconocer ya que tiene forma de columna y presenta de cuatro a ocho costillas, su color es verde azulado y crece rápidamente, si está plantado en un lugar que se lo permita puede llegar a alcanzar hasta 6 metros de altura cuando llega a cumplir los 7 años.

En primavera florece al anochecer con unas flores espectaculares y ligeramente perfumadas y a esta edad su diámetro puede llegar a alcanzar 10 centímetros y perder sus espinas.

**Cultivo del San Pedro** Los cuidados de este cactus y su cultivo son relativamente fáciles: Su reproducción puede hacerse por semillas o por esquejes, siendo esta última opción la más fácil y sencilla, a estos se les deja secar la parte cortada y cuando vayamos a plantarlos podemos untar ese corte con hormonas de enraizamiento para asegurarnos el éxito. Una vez enraizada la pondremos donde reciba sol asegurándonos de que no sufre heladas, pues por debajo de los 3 grados podría morir.

El riego como en casi todos los cactus debe ser moderado y en invierno no regar para que haga su reposo invernal, lo abonaremos una vez al mes en primavera y verano con un abono especial para cactus y crasas, siguiendo estas recomendaciones no deberíamos tener problemas con esta planta.

Actualmente se utiliza con propiedades curativas y medicinales para tratar afecciones nerviosas, articulares, drogodependencias, cardíacas e hipertensión. También es diurético y astringente (CITES, 1981).



Figura 4 *Acanthocereus tetragonus*

Fuente. Autoras del Proyecto, muestras tomadas en el recorrido en el municipio de la playa (Norte de Santander).

**Nombre científico:** *Acanthocereus tetragonus*

**Etimología:** *Acanthocereus*: nombre genérico que deriva del griego: *akantha* (que significa espinoso) y *cerus* (vela, cirio), que se refiere a su forma columnar espinosa.

*tetragonus*: epíteto latino que significa "con 4 ángulos".

**Nombre común:** Castillo de Hadas

**Familia:** Cactácea

**Origen:** Centroamérica y parte de los Estados Unidos

*Acanthocereus tetragonus* “fairy castle” es una variedad de la especie *Acanthocereus tetragonus* muy popular como planta ornamental en todo el mundo. Esta variedad se caracteriza por ser un cactus columnar muy ramificado que solo alcanza un poco más de 70 cm de altura.

El tronco siempre de color verde; puede ser verde claro cuando se expone a una fuente de luz intensa, o más oscuro cuando la iluminación es baja. Posee 5 ángulos muy conspicuos con numerosas areolas en el borde de estas. Cada areola contiene numerosas espinas centrales de color amarillo y pequeñas espinas radiales de color blanco.

Vista del cactus conocido como Castillo de Hadas en maceta, *Acanthocereus tetragonus* “fairy castle”

Las ramificaciones frecuentes en este cactus aparecen en las areolas. Cada areola puede generar un tronco nuevo y gracias a esto, se puede observar un tallo central grande con numerosas ramificaciones más pequeñas a cada lado; estas ramificaciones dan el aspecto de un castillo pequeño con torres laterales (de ahí su nombre popular).

La especie tipo (*Acanthocereus tetragonus*) posee flores muy grandes de coloración verde pero en esta variedad, no se han observado flores.

Esta especie es nativa de Centroamérica y parte de los Estados Unidos. En la actualidad se pueden observar ejemplares de este cactus en colecciones de todo el mundo por su valor ornamental, fácil mantenimiento y multiplicación.

Necesita lugares con luz intensa pero nunca exponer al sol del verano; en inviernos suaves se puede exponer sin problemas durante todo el día. Se adapta también al cultivo en interior con fuentes de iluminación artificial bastante potentes.

Tallo con ramificaciones del cactus conocido como Castillo de Hadas en maceta, *Acanthocereus tetragonus* “fairy castle”

Necesita temperaturas superiores a los 15°C para su óptimo crecimiento. Temperaturas inferiores a los 10°C durante períodos largos, provocan la pudrición del tallo y las raíces.

No es exigente en cuanto al tipo de sustrato, pero este, necesita ser muy permeable. El agua estancada en sustratos poco permeables provocará la pudrición rápida de este cactus (Arias, 2019)



Figura 5 Cactus manzana peruana  
Fuente. Autoras del Proyecto, muestras tomadas en el recorrido en el municipio de la playa (Norte de Santander).

**Nombre científico:** *Cactus manzana peruana*

**Etimología:** El nombre de la subespecie alude a las largas espinas. Difiere de la especie en ser más alta, tener ramas más largas, verde glauco, tubérculos más alargados, hojas más cortas, espinas amarillo marrón, más largas, (blancas en la especie). Flores rojo-naranja. Fruto esférico con pocas semillas

**Nombre común:** Cactus de cobertura y noche cirio

**Familia:** Cactácea

**Origen:** Perú

Cactus pertenecen a un grupo más amplio de plantas conocidas como suculentas. Estas plantas a menudo son nativas de las zonas donde hay una grave sequía, por lo que tienen hojas y tallos gruesos para almacenar el exceso de agua. Espinas de cactus son un medio de protección que el agua almacenada. El cactus de manzana peruana es conocido por sus espectaculares flores y sus frutos comestibles.

Este columnar, la ramificación de cactus en realidad va por varios nombres, incluyendo el cactus de cobertura y noche cirio de floración. El cactus de manzana peruano es un gran cactus con profundamente acanalados, columnas verticales. Los racimos de espinas alinean el vértice de cada nervio. Las costillas son ocasionalmente interrumpidas por las perillas o líneas irregulares. Las flores son muy vistosas y de corta duración. Cada flor se abre por la noche y muere antes del amanecer. El fruto es grande y comestible con la piel lisa, roja, carne blanca y un sabor suave y dulce. El cactus de manzana peruana requiere pleno sol y poca agua una vez establecida.

Al igual que con la mayoría de las especies de cactus, se puede propagar el cactus de manzana peruano a partir de semillas o por esquejes. Las semillas y plantas maduras están disponibles en línea.

Para su siembra se puede esparcir las semillas sobre la parte superior de la mezcla, y la ligera ellas cubrir con arena gruesa. Coloque la olla en un recipiente de plástico, y llenar la bañera con agua hasta la mitad del bote está cubierto. Semillas de cactus son pequeñas, y riego desde arriba pueden inhibir la germinación. Este método de riego permite que el suelo para absorber la humedad sin poner en peligro las semillas (Ustolaza, 2019)



Figura 6 Nopal

Fuente. Autoras del Proyecto, muestras tomadas en el recorrido en el municipio de la playa (Norte de Santander).

**Nombre científico:** *Caryophyllales*

**Etimología:** Este término viene del náhuatl «nopalli» y con ella del maya «pak'am».

**Nombre común:** nopal

**Familia:** Cactácea

**Origen:** México

Nopal, nopal de Castilla, tuna o chumbera es como se conoce a esta planta, que se encuentra representada en el escudo de la bandera de México. Es una especie de cactus (de la familia de las cactáceas) típica de zonas áridas. Se le ha cultivado en ellas porque tiene importantes ventajas: convierte el agua en biomasa y ayuda a controlar la erosión. Además, su alto contenido de agua provee una fuente de hidratación para animales y seres humanos.

El nopal es una planta que, aunque muy diferente de otros grupos de árboles como las coníferas o las palmeras, puede confundirse con otras cactáceas. Es una especie perenne y suculenta, es decir, no pierde hojas en una estación del año y guarda una gran cantidad de agua en sus tallos. Su estructura consta de varios tallos y ramas formados por unos segmentos planos llamados cladodios o pencas, que pueden ramificarse. Alcanza una altura de entre 3 y 5 metros.

Carece de hojas a lo largo de las pencas. Estas son color verde, ovalados y su superficie cerosa posee espinas rodeadas de una pelusa; estos grupos de espinas son los gloquidios. Las flores crecen solitarias a lo largo de los bordes o en las uniones de las pencas, con varios pétalos que pueden ser amarillos, rojos o blancos. Después de la floración se desarrollan frutos en forma de pera invertida, de colores que van desde el verde claro hasta el rojizo e incluso púrpura. Su piel es ligeramente dura y está cubierta de gloquidios. La carne del interior es dulce, jugosa, gelatinosa y de un color semejante al de la piel, con varias semillas pequeñas.

El género *Opuntia* es netamente americano, y lo más probable es que *Opuntia ficus-indica* sea una especie nativa de México, en donde es abundante. El suroeste de Estados Unidos también alberga la planta en estado silvestre. Los nativos del país cultivaron y consumieron tanto

las pencas como las tunas durante muchos siglos antes de la incursión europea. **Los españoles llevaron la planta primero a España y después al norte de África**; en cuestión de tiempo se le introdujo en numerosas regiones áridas del mundo, incluyendo Australia y la cuenca del Mediterráneo. En el presente, el nopal se cultiva con fines comerciales en México, algunas zonas de Estados Unidos, la cuenca mediterránea, el Oriente Medio y el norte de África, pero se encuentra también en algunas partes de Sudamérica, como Argentina.

Crece en zonas áridas y semiáridas casi sin esfuerzo, a pleno sol y a temperaturas de hasta 50 °C. Es muy tolerante al viento y, si se le planta en zonas costeras, no tiene ningún problema en crecer. Sin embargo, no se desarrolla muy bien en suelos muy húmedos. (Bioenciclopedia, 2015)



Figura 7 Tuno

Fuente. Autoras del Proyecto, muestras tomadas en el recorrido en el municipio de la playa (Norte de Santander).

**Nombre científico:** *La Opuntia ficus*

**Etimología:** Indica el epíteto específico ficus-indica está compuesto por la palabra latina {ficus} que quiere decir "higuera", y el epíteto

neológico latino {indica} que significa "de la India"; significaría pues "higuera de la India".

<b>Nombre común:</b>	Tuno
<b>Familia:</b>	Cactácea
<b>Origen:</b>	América

La tuna española es una cactácea del género *Opuntia*, originaria de América. Como centro de origen se considera a México, debido en que en este país se encuentra el mayor número de géneros e individuos. (Granados y Castañeda). La tuna crece en diversos climas y terrenos, siendo resistentes a las sequías, cultivándose en la costa y la sierra desde el nivel del mar hasta los tres mil metros de altura. Crece en suelos arenosos, calcáreos, pedregosos y en tierras marginales y poco fértiles. (Avalos). Estas plantas absorben y almacenan la mayor cantidad de agua durante la temporada de lluvias, la cual es relativamente corta en las zonas donde se desarrollan, (Barros y Buenrostro). Actualmente ha adquirido gran importancia desde el punto de vista socioeconómico y agroecológico debido al uso integral que se puede hacer de él y por el potencial que ofrece en los diversos ámbitos en que se puede aprovechar, como es la industria alimenticia (humana y animal), la medicina, la cosmetología, manejo biotecnológico, conservación de suelos, entre otros (García y col). La producción de tuna se realiza en una gran cantidad de países, destacándose México, Italia, Sudáfrica, Chile, Israel y E.U.A, que participan en el mercado internacional, (García y col). En Venezuela, la industrialización de la tuna se encuentra a nivel artesanal, con bajo nivel de producción y procesamiento tecnológico, a pesar de que en el país se cuenta con tierras aptas para la producción de la tuna española, tal como lo señalan Matteucci y Colma, que en Venezuela los ecosistemas áridos y semiáridos ocupan el 4,6% del territorio nacional (Aguirre, 2010).

Para las condiciones óptimas de desarrollo de las especies a introducir el terreno del jardín botánico “Jorge Enrique Quintero Arenas” debe estar formado por rocas disgregadas, agua, aire, sustancias orgánicas, que constituye el resultado de reacciones químicas, físicas y biológicas. La cual éstas cumplen la función de sostén para el aparato radical, es el lugar donde ocurren los intercambios y las reacciones entre los elementos sólidos, líquidos y gaseosos y donde se encuentran los agentes nutritivos que serán transformados a diferente nivel y para ser utilizados por las plantas como compuestos inorgánicos, exceptuando al Carbono, que la planta obtiene del aire. Los nutrientes contenidos en la tierra, sólo pueden ser tomados de ella por las raíces si se encuentran disueltos en agua (Bermejo, 2014).

**Composición** (textura):

- Más de 2 mm. = roca sedimentaria (esqueleto del suelo);
- de 2 mm. a 0,2 mm. = arena gruesa (permeabilidad, ligereza y a menudo aridez);
- de 0,2 mm. a 0,02 mm. = arena fina (ídem);
- de 0,02 mm. a 0,002 mm. = limo (características medias)
- menos de 0,002 mm. = arcilla (impermeabilidad y compactación).

La porosidad es la relación entre el volumen del suelo y los grandes espacios vacíos entre las diferentes partículas.

La estructura denota el modo como las partículas del suelo están dispuestas.

El suelo debe tener una estructura suelta y porosa, dejar pasar libremente el aire y el agua, no secar con lentitud pero tampoco demasiado velozmente, no contener demasiada sustancia orgánica. Este sustrato debe contener elementos nutritivos en forma de iones, en condiciones de

ser retenidos y no lavados por el agua en exceso, y poseer una buena capacidad tampón para no comprometer las características iniciales como consecuencia de los aportes de agua o fertilizantes.

También es necesaria la presencia de microorganismos capaces de mejorar la estructura física del suelo, mejorando la disponibilidad de las sustancias nutritivas.

Un suelo así es difícil de encontrar en la naturaleza de nuestras latitudes, por lo que se recurre a una mezcla a base de tierra negra (tierra de campo rica en microorganismos útiles), arena (tiene baja capacidad de absorción de iones y no retiene la humedad), humus de hojas (para el aporte de sustancia orgánica) en diferentes porcentajes. Obviamente es posible utilizar substitutos: tierra de jardín, arena, piedra o arena volcánica, etc. Se puede bajar el pH de la solución circulante en un sustrato agregando yeso, turba o humus de hojas de haya. Se lo aumenta agregando cal apagada, polvo de mármol, harina de concha de ostras

En las especies a introducir en el jardín botánico la técnica a utilizar será por Propagación por Esqueje, para realizar esta técnica es mejor efectuarla desde primavera hasta principios de verano, ya que es una época en la que la planta recupera su vitalidad y el esqueje enraíza con facilidad. Además, la planta madre produce nuevos brotes y sigue creciendo.

El procedimiento adecuado es cortar de la planta madre (ya desarrollada) los esquejes con un cuchillo perfectamente afilado y desinfectado con alcohol en el cual se recubrirá la herida con ceniza, canela en polvo se espolvoree con un fungicida con efecto antibotritis.

Antes de plantar el esqueje, es fundamental dejar secar totalmente la herida. Mientras tanto, guardamos los esquejes en un lugar a la sombra, en posición horizontal como mínimo 7 días, para luego impregnar la base del esqueje con polvos de hormonas de enraizamiento con el fin de estimular la salida de raíces, para la preparación del terreno, se colocara una capa de grava en el fondo y se rellena con un sustrato muy esponjoso y aireado.

Tabla 4 Condiciones de temperaturas de las especies identificadas.

<b>Nombre científico</b>	<b>Nombre Común</b>	<b>Temperatura</b>
<i>Hylocereus (A. Berger) Britton &amp; Rose</i>	Pitahaya	16-25°C, no tolerando las bajas temperaturas. Por otro lado, temperaturas superiores a los 38°C pueden originar daños por quemaduras.
<i>Echinopsis pachanoi</i>	Cactus San Pedro	La temperatura más baja soportada por este cactus es en promedio 10°C Afuera a pleno sol o sombra por la tarde
<i>Acanthocereus tetragonus</i>	Castillo de Hadas	Temperaturas superiores a los 15°C para su óptimo crecimiento. Temperaturas inferiores a los 10°C durante períodos largos, provocan la pudrición del tallo y las raíces.
<i>Cactus Manzana Peruana</i>	Manzana peruana	Temperatura promedio anual entre los 19 y 30°C.
<i>Caryophyllales</i>	Nopal	50 °C. Es muy tolerante al viento
<i>La Opuntia ficus</i>	Tuno	Temperatura anual entre los 18 y 25°C,

bajas temperaturas  
donde pueden soportar  
hasta 16 grados  
centígrados bajo cero,  
siempre y cuando no se  
presenten estas  
temperaturas por  
períodos prolongados.

---

Fuente. Autoras del proyecto

#### **4.3 Determinación dentro del jardín botánico “Jorge Enrique Quintero Arenas” de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña el lugar indicado donde se puede implementar la colección de la familia de cactáceas.**

Para determinar el área destinada a la colección de cactáceas se tuvo en cuenta la opinión de los funcionarios del jardín, de los asesores científicos, de la asesoría de la red colombiana de jardines botánicos, y al no contar con un área que cumpliera con los requisitos establecidos en cuanto a ubicación, visibilidad, acceso y facilidad para el mantenimiento, se determinó la adaptación de una de las áreas destinadas a colecciones para la realización de esta.

El área está limitada en la parte inferior por el límite de la entada principal del Jardín Botánico y la casona, de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña, por la parte lateral izquierda colinda con la carretera hacia los anexos y la granja experimental, el ala lateral derecha está limitada por el camino que conduce hacia el área de conservación del jardín botánico, y por último la parte superior está limitada por la taquilla y por el área destinada a otras colecciones.

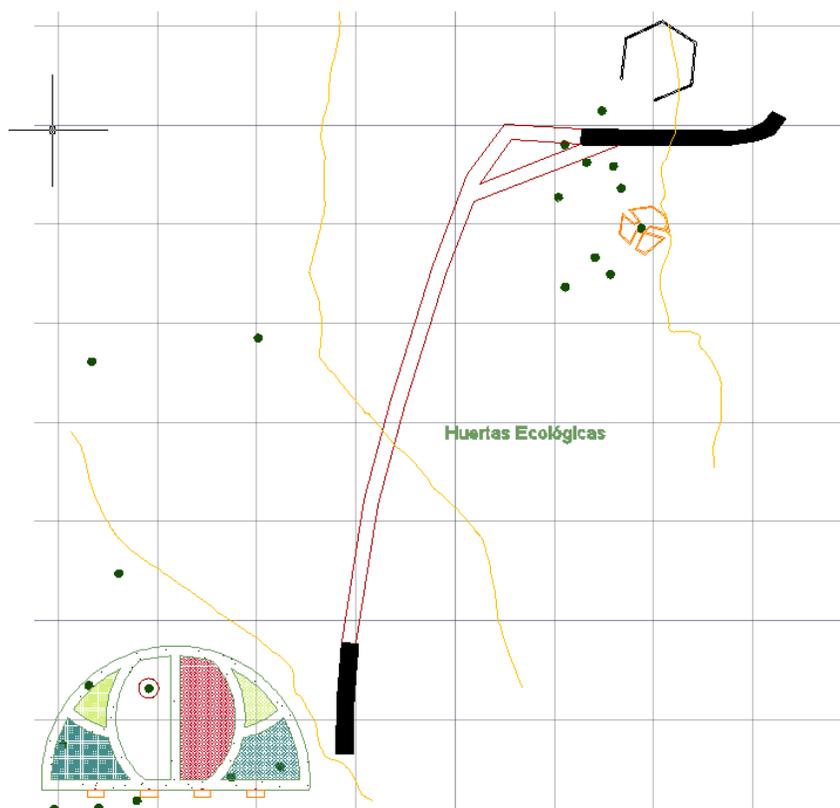


Figura 8 Mapa, Ubicación de la Colección ex situ.  
Fuente: Autoras del Proyecto.

La colección está circunscrita en un arco de un radio de 10 metros y seccionada por un conjunto de senderos que facilitan la apreciación y la movilidad.

Al área total determinada para albergar tres colecciones botánicas incluida la colección de cactáceas es de 2143,49 m<sup>2</sup> con un perímetro de 210.87 metros. La colección de cactáceas tiene un área total de 313.25 m<sup>2</sup> con un perímetro de 71.34, esta se segmenta en 3 categorías que son: cactus ornamentales, los cactus con frutos y la colección etnobotánica de cactus. El área para los cactus ornamentales es de 61,9 m<sup>2</sup> con un perímetro de 47,74 m la cual está dividida en dos secciones. El área establecida para los cactus con frutos es de 114,82m<sup>2</sup> y un perímetro de

63,58m la cual está dividida en dos secciones. La división se realiza con el fin de que el observador tenga una mejor visibilidad dentro de la colección. Por ultimo para la colección etnobotánica de cactus se destinó un área de 22,42m<sup>2</sup> y un perímetro de 32,48m que al igual que las anteriores está dividida en dos secciones. Los senderos dentro de la colección tienen un ancho que varía de 1 a 1.40 m.

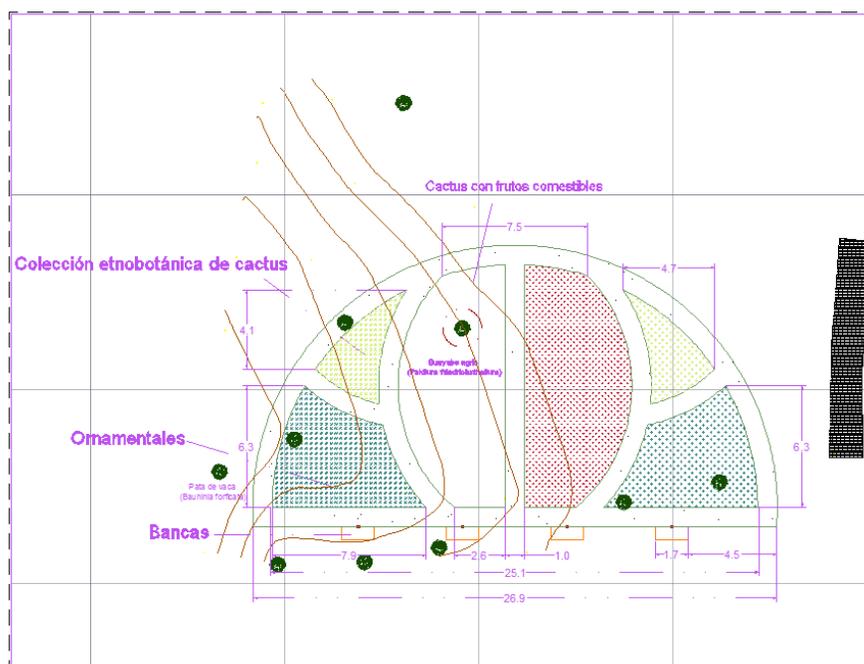


Figura 9 Diseño de la Colección Ex situ.  
Fuente. Autoras del proyecto.

Para generar las condiciones óptimas del suelo con el fin de lograr el desarrollo adecuado de las especies se debe realizar un tratamiento a las condiciones iniciales del terreno, el cual consiste en realizar un descapote de la cobertura vegetal, (respetando los árboles que están dentro del área), remoción de la materia orgánica presente (a un metro de profundidad), luego se procede a llevar la grava gruesa que se depositara en cada uno de las excavaciones.

Luego se procede a colocar una geomembrana la cual evitara la pérdida de agua por infiltración, se aplicará una grava fina y una membrana geotextil con el fin de hacer separación, filtración y refuerzo en conjunto para mejorar la seguridad y confiabilidad del diseño, por último se aplicara un sustrato grueso, cuya función es la de anclar y aferrar las raíces protegiéndolas de la luz y permitiéndoles la respiración y contener el agua y los nutrientes que las especies necesitan; de igual manera dentro del diseño se contempla la instalación de un sistema de drenaje.

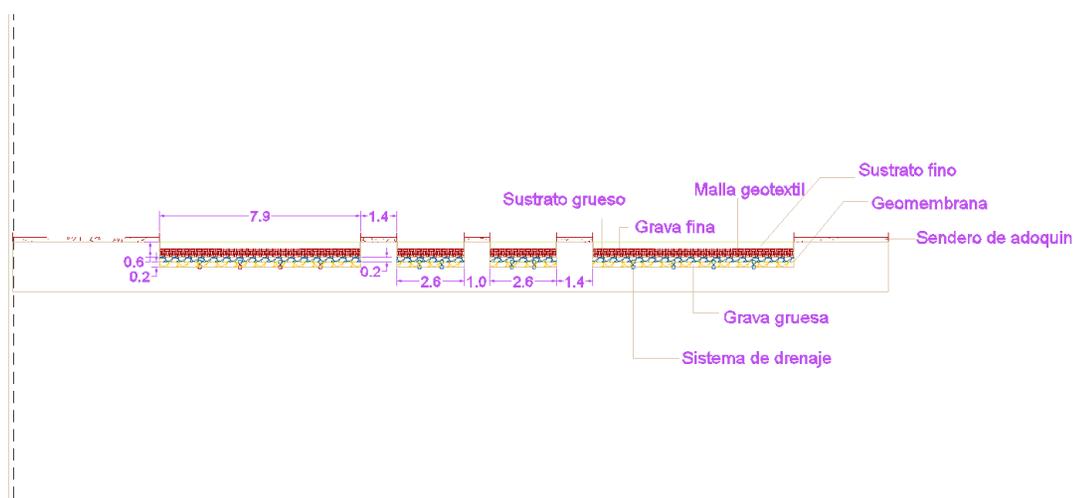


Figura 10 Composición del suelo para implementar la colección dentro del jardín botánico.  
Fuente. Autoras del Proyecto.

## Capítulo 5. Conclusiones

Se reconocieron las diferentes especies presentes en jardín botánico “Jorge Enrique Quintero Arenas”, donde se halló una especie de la familia cactácea, en el cual se realizó un estudio del suelo; de igual manera se efectuaron visitas de campo con el fin de reconocer más especies, estos recorridos se ejecutaron en los municipios, de la Playa de belén y sur del cesar.

Se identificaron las especies de la familia cactácea, pertenecientes a bosque seco tropical, realizando una descripción de cada una de ellas, (origen, etimología, siembra y uso), se realizó una investigación de las condiciones necesarias y óptimas para el desarrollo de la misma, determinando dentro del jardín botánico “Jorge Enrique Quintero Arenas” de la Universidad Francisco de Paula Santander Ocaña el lugar donde se podrá implementar la colección de la familia de cactáceas, por medio de salidas graficas donde se especifica la ubicación, composición del suelo y el diseño a implementar.

## Recomendaciones

La colección no debe estar determinada por las condiciones iniciales del suelo, ya que este puede ser modificado en su totalidad, creando las condiciones óptimas para el desarrollo de la colección. La ubicación debe estar determinada por factores relacionados al acceso, a la facilidad para el mantenimiento y el transporte de material. De igual manera la facilidad para el transporte de material es importante desde el punto de vista constructivo. Desde un punto de vista operativo se debe tener en cuenta el acceso a personas con discapacidad, personas de la tercera edad, u otro requisito especial, que muestren interés particular en una colección determinada.

La política de recepción o de inclusión de especies dentro de la colección de cactáceas del jardín botánico se limita a las especies que tengan una influencia directa en el desarrollo de la región del Catatumbo. Estas pueden ser ornamentales, de importancia gastronómica y medicinal o de importancia religiosa y cultural. Se pueden incluir especies no nativas pero con una influencia determinante en el desarrollo de la región. En caso de la recepción de especies no nativas, ornamentales o medicinales sin influencia en la región del Catatumbo se incluirán dentro de una exhibición. Esto hace parte de la política de recepción y colecciones del jardín botánico.

Se debe crear una política individual de mantenimiento de la colección. En la cual se debe determinar los tipos de afectaciones y problemas se pueden presentar a nivel de la planta, de igual manera se deben estipular, de acuerdo con las normas y leyes vigentes, cuáles pueden ser las posibles soluciones y medidas preventivas. Se deben también agregar muestras de los cactus al banco de germoplasma del jardín con el fin de garantizar su permanencia en el tiempo.

## Referencias

- Aguirre, Z. I. (2010). Caracterización Físico-Química del fruto de la Tuna. Obtenido de <https://www.monografias.com/trabajos100/caracterizacion-fisicoquimico-del-fruto-tuna/caracterizacion-fisicoquimico-del-fruto-tuna.shtml>
- Alonso, J. L. (2014). III Congreso Colombiano de Botánica. Obtenido de [www.researchgate.net](http://www.researchgate.net)
- Arias, G. (26 de 09 de 2019). Universidad Nacional Autónoma de México.
- Baena, S. J. (2016). Conservación Ex-Situ de recursos fitogenéticos. Obtenido de [www.ecured.cu](http://www.ecured.cu)
- Baptiste, B. (2014). El bosque seco tropical en Colombia. En C. Pizano, & H. García. Bogotá, Colombia: Instituto de investigación de recursos biológicos Alexander von Humboldt (IAvH).
- Bermejo, J. E. (2014). Jardines Botánicos y Germoplasmas. Córdoba - Andalucía.
- Bioenciclopedia. (2015). Biodiversidad. Obtenido de [www.bioenciclopedia.com](http://www.bioenciclopedia.com)
- CITES, A. C. (1981). Taxonomía, distribución y Comercio. CITES.
- Drako, D. (2018). Características Físicas, Químicas y Biológicas de un Proceso.
- García, F. H. (2010). Determinación de captura de carbono reserva ecológica.
- Humboldt, A. V. (2019). Obtenido de [www.institutodeinvestigacion.com](http://www.institutodeinvestigacion.com)
- Humboldt, I. A. (2019). Programa de inventario de la biodiversidad, grupo de exploraciones y monitoreo ambiental GEMA. Obtenido de [www.media.utp.edu.co](http://www.media.utp.edu.co)
- Iriondo, J. M. (2001). Conservación de geoplasma de especies raras amenazadas.

Jackson Wyse, P. y. (2000). Agenda internacional para la conservación de jardines botánicos.

Obtenido de [www.jardinesbotanicos.gov](http://www.jardinesbotanicos.gov)

Jaimés. (2016). Ecological dominance.

Lascurain, M. (2009). Conservación de especies Ex Situ, en capital natural de México Vol, II. México.

Olaya, V. (2013). Los jardines Botánicos y la crisis de la biodiversidad. Obtenido de [www.jardinesbotanicos.org.gov.co](http://www.jardinesbotanicos.org.gov.co)

Olaya, V. (2013). Los jardines Botánicos y la crisis de la biodiversidad. Obtenido de [www.jardinesbotanicos.org.gov.co](http://www.jardinesbotanicos.org.gov.co)

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (s.f.). Factores geomorfológicos.

Piedrahita, O. (20 de 09 de 2012). Conservación de Unidades. Obtenido de [www.nuprec.com](http://www.nuprec.com).

Pineda, J. (2019). temas ambientales. Obtenido de [www.temasambientales.com](http://www.temasambientales.com)

Pizano, C. (2016). Instituto Humboldt. Obtenido de [www.institutohumboldt.org.co](http://www.institutohumboldt.org.co)

Ramos, G. J. (17 de 01 de 2017). Estudios del Diseño. Obtenido de [www.conceptodediseñoytipos.net](http://www.conceptodediseñoytipos.net)

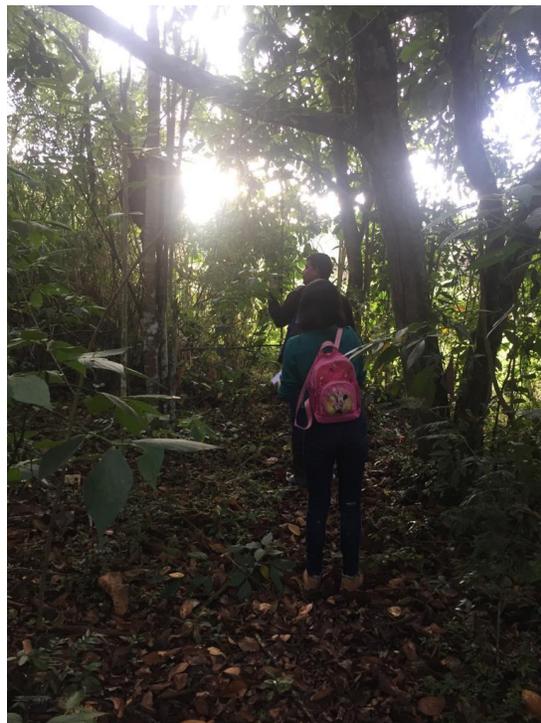
Ustolaza, C. (26 de 09 de 2019). Ministerio de Ambiente del Perú.

# Apéndice

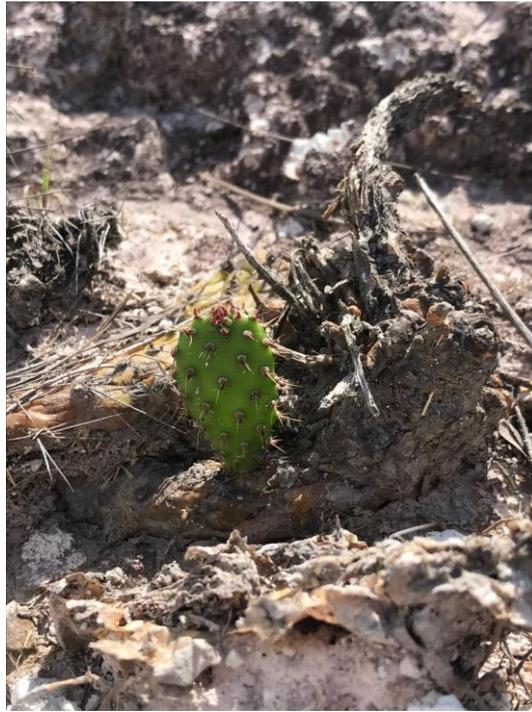
**Apéndice A.** Registro fotográfico, recorrido Jardín Botánico “Jorge Enrique Quintero Arenas” de la Universidad Francisco de Paula Santander – Ocaña.

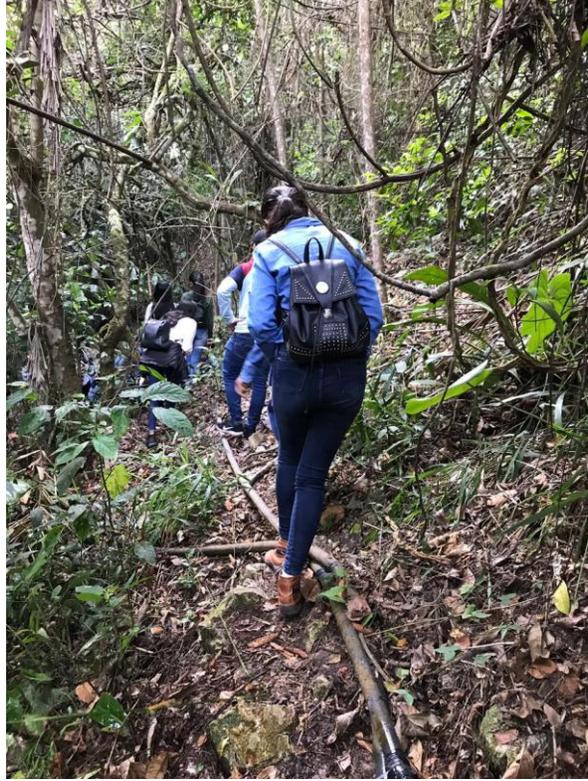
En esta parte del jardín podemos encontrar gran cantidad de esta especie parecida a las cactáceas.





Zona de Conservación del Jardín Botánico







Las plantas encontradas fueron en la zona de las torres y en la zona de cabras.



Son nopales los de esta zona



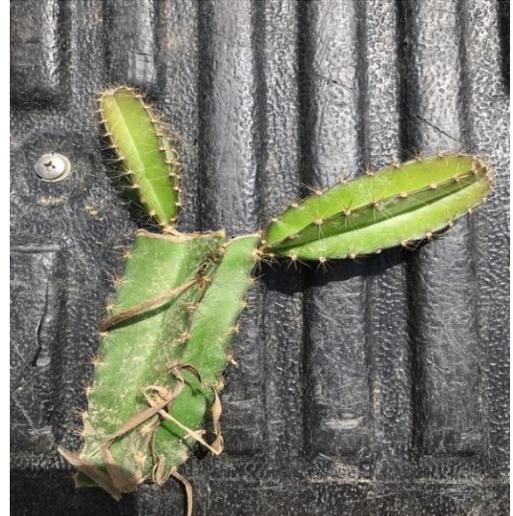
**Apéndice B.** Registro fotográfico del trabajo de campo para la recolección de la especie.

Nopal



Características del suelo





Tuno, encontrado a orilla de la carretera y se encontraba en suelo con presencia de materia organica.







Cactus con mas de 10 años de antigüedad, con una altura aproximada de 6m se encuentra e l patio de una casa, su fruto es de color rojo y sabor acido, la cual tiene características similares a pitaya.





Tuno o tunal



**Registro fotográfico del recorrido realizado de la vía de Rio de Oro hasta el corregimiento de platanal (Cesar).**

Primera parada via Rio de Oro – Platanal. *Echinopsis pachanoi* o cactus San Pedro. Coordenada 8°17'54" Norte. 73°26'29" Oeste



Segunda parada *Opuntia ficus – indica*. Coordenada 8°17'31" Norte. 73°26'32" Oeste



Tercera parada cactus manzana peruana. Coordenada 8°15'53" Norte. 73°28'1" Oeste



Cuarta y última parada a 1kilometro del peaje platanal. Cactus San Pedro. Coordenada 8°13'26" Norte.  
73°29'55" Oeste.

