



BIODOMO

MARCO ESTRUCTURAL PARA SU DISEÑO
EN EL DEPARTAMENTO DEL QUINDÍO



**S Y S CORPORATION
CONVENIO 017 DE 2017**

MARCO ESTRUCTURAL PARA EL DISEÑO DE UN DOMO TIPO BIOME PARA EL DEPARTAMENTO DEL QUINDÍO

Convenio 017 de 2017

“Aunar esfuerzos entre el departamento del Quindío, el Jardín Botánico del Quindío, y Silva y Soluciones Corporación, con el fin de realizar actividades conjuntas de coordinación, colaboración y transferencia de conocimientos para la elaboración y formulación de marcos estructurales para la presentación de proyectos y la definición de lineamientos para la identificación de alternativas en el manejo de entornos favorables, sostenibilidad ambiental, gestión integral de cuencas hidrográficas, agua potable y residuos sólidos en el departamento del Quindío”

GOBERNACIÓN DEL QUINDÍO
FUNDACIÓN JARDÍN BOTÁNICO DEL QUINDÍO
SILVA Y SOLUCIONES CORPORACIÓN

Juan Carlos Borrero Plaza
Director Científico

Leonel Andrés Muñoz Azcárate
Director Técnico

Ph.D. Ana Milena Silva Valencia
Directora Académica y de Investigación

Informe final

Realizado por: Administrador Ambiental Leonel Muñoz Azcárate
Armenia, Quindío
Noviembre de 2017



Gobernación del Quindío



TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	5
1. RESUMEN	6
2. MARCO CONCEPTUAL	9
2.1. BIODIVERSIDAD	9
2.1.1. Biodiversidad en Colombia	10
2.2. ECOSISTEMA.....	12
2.2.1. Ecosistemas en Colombia	14
2.3. BIOMA	16
2.3.1. Biomas en Colombia	17
2.3.1.1. Biomas zonales	17
2.3.1.2. Biomas azonales	19
3. LA CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD	20
3.1. EL CONCEPTO DE CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD	20
3.2. CONSERVACION <i>IN SITU</i>	21
3.3. CONSERVACIÓN COMPLEMENTARIA.....	22
3.4. CONSERVACIÓN <i>EX SITU</i>	22
3.4.1. Conservación <i>ex situ</i> en Colombia	23
3.5. GERMOPLASMA.....	24
3.6. TIPOS DE CONSERVACIÓN <i>EX SITU</i>	24
3.6.1. Bancos de germoplasma de semillas	25
3.6.1.1. Bancos de germoplasma en Colombia	27
3.6.2. Conservación de colecciones vivas en jardines botánicos	29
3.6.2.1. Jardines botánicos en Colombia	30
3.6.3. Cultivo de tejidos	31
3.6.4. Cultivo de tejidos en Colombia	32
3.6.5. Crioconservación	33
3.6.6. Crioconservación en Colombia	33
3.6.7. Almacenamiento de polen.....	34
3.6.8. Almacenamiento de polen en Colombia.....	35
3.6.9. <i>Inter situs</i> y otros enfoques de conservación	35

3.7.	COLECTA DE SEMILLAS	35
3.8.	POLÍTICAS EN TÉRMINOS DE LEGISLACIÓN, CONSERVACIÓN <i>EX SITU</i> Y RECURSOS GENÉTICOS.....	36
3.8.1.	<i>Contexto internacional</i>	36
3.8.2.	<i>Contexto Colombiano</i>	40
3.8.2.1.	Legislación sobre conservación ex situ en Colombia	42
3.8.2.2.	Legislación sobre recursos genéticos en Colombia	43
4.	SISTEMAS ECOLÓGICOS CERRADOS	44
4.1.	SISTEMAS ECOLÓGICOS CERRADOS EN EL MUNDO	45
4.1.1.	<i>Bios-3</i>	46
4.1.2.	<i>Proyecto Edén</i>	46
4.1.3.	<i>Biosfera 2</i>	46
5.	BIODOMOS.....	48
5.1.	EVOLUCIÓN HISTÓRICA	48
5.1.1.	<i>Construcción de Biomas</i>	52
6.	PROYECTO EDEN	54
6.1.	DESCRIPCIÓN DEL COMPLEJO.....	55
6.2.	CRITERIOS DE DISEÑO.....	56
6.3.	CONSTRUCCIÓN.....	58
7.	TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTO PROYECTO EDÉN.....	60
7.1.	ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS.	61
7.2.	VISITA AL PROYECTO EDÉN.....	61
7.3.	GESTIÓN INSTITUCIONAL.....	63
8.	DISEÑO DE PLATAFORMA DE CONSERVACIÓN, TURISMO E INVESTIGACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD CON INFRAESTRUCTURAS TIPO BIODOMO EN EL DEPARTAMENTO DEL QUINDÍO64	
8.1.	DIAGNÓSTICO PARTICIPATIVO CON ACTORES SOCIALES.....	64
8.1.1.	<i>Objetivos del taller</i>	64
8.1.2.	<i>Proceso metodológico</i>	64
8.1.3.	<i>Desarrollo y ejes de trabajo</i>	66
8.1.4.	<i>Árboles de problemas</i>	69
8.1.5.	<i>Conclusiones del taller</i>	72
8.1.6.	<i>Recomendaciones</i>	72

BIBLIOGRAFIA.....	73
ANEXOS	86
ANEXO 1	86
ANEXO 2	88
ANEXO 3	91
ANEXO 4	94

INTRODUCCIÓN

El presente informe desarrolla un marco conceptual que aporta la línea base para el cumplimiento del resultado No. 1 "Marco estructural para el diseño de un domo tipo Biome" del Convenio 017 de 2017, firmado entre la Gobernación del Quindío, la Fundación Jardín Botánico del Quindío y Silva y Soluciones Corporación.

El documento describe las principales actividades realizadas por los miembros de Silva y Soluciones Corporación, todas ellas previstas en el plan de trabajo respectivo, con el fin de dar cumplimiento a los compromisos derivados de productos acordados en el Convenio. Su propósito es describir de forma ordenada el análisis realizado de la información recopilada en el marco de esta temática en particular, para lo cual se consultaron bases de datos públicas y privadas, además de información de papers y publicaciones indexadas nacionales e internacionales.

El documento especifica el estado del arte de los diferentes tópicos relacionados con conceptos como bioma, la conservación de la biodiversidad, los sistemas ecológicos cerrados.

Además de hacer un recuento histórico de iniciativas internacionales de conservación *ex situ* como Biodomos, Biósferas controladas o Biobóvedas.

Por otro lado se recopila la gestión realizada por el equipo investigador para la obtención de apoyo técnico para la transferencia de conocimiento para la construcción final del proyecto en el departamento del Quindío.

Dentro de estas acciones se encuentra el viaje del Director científico del convenio a Cornwall Inglaterra a la sede del Eden Project, zona donde existe el Biome más grande del mundo, también se detalla el proceso de acompañamiento técnico realizado por parte de los Drs. Mike Maunder Director del Eden Project Inglaterra y Jhon Regan CEO de John Regan Associates, con miras a la implementación de un proyecto de esta envergadura en el departamento Quindío. De igual forma se describen los resultados del taller de Diagnóstico participativo con actores sociales realizado en el marco de este proyecto, el cual tuvo como objetivo determinar de manera concertada las situaciones o problemáticas de la región que se puedan ver afectadas o potencializadas con esta iniciativa, permitiendo construir el árbol de objetivos para la propuesta técnica.



1. RESUMEN

Colombia junto a Bolivia, Brasil, China, Costa Rica, Ecuador, India, Indonesia, Kenia, México, Perú, Sudáfrica y Venezuela forma parte del denominado Grupo de países megadiversos, los cuales albergan el mayor índice de biodiversidad en el planeta. Es difícil estimar el número total de especies que viven en Colombia, pero es posible tener una idea de la diversidad conocida en cada grupo biológico del cual existen datos. Según el Sistema de Información Ambiental (SIAC) del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, el territorio colombiano alberga cerca del 10% de las especies conocidas, ubicándolo dentro de los 14 países que albergan el mayor índice de la biodiversidad en la Tierra (SIB, 2016).

Referente a la diversidad estimada para algunos grupos biológicos, Colombia ocupa el primer lugar en diversidad de aves y orquídeas, el segundo lugar en diversidad de plantas, anfibios, peces dulceacuícolas y mariposas, el tercer lugar en diversidad de reptiles y palmas y el cuarto lugar en mamíferos (SIAC, 2017).

A pesar de toda esta riqueza biológica, la generación de información científica en este campo en nuestro país es limitada, si se compara con países del denominado primer mundo. Se conoce que las investigaciones que se realizan en ocho países desarrollados (encabezados por EEUU, Reino Unido y Japón), es aproximadamente el 80% del total de las citaciones en trabajos publicados en las denominadas revistas internacionales (Romero, 2005). La difusión de las investigaciones en los países en desarrollo se ven limitadas por diversos motivos. Por un lado la falta de medios adecuados, por otro la competencia por un mercado

limitado, exigente y que en los últimos 40 años ha convertido a la literatura científica en un objeto de lujo. Los investigadores de países en desarrollo como el nuestro, no solamente han visto limitadas las posibilidades en la difusión de sus investigaciones, sino también el público receptor, académico y no-académico, la sociedad en su totalidad, la cual ignora en la mayoría de los casos las investigaciones realizadas en su territorio.

Aunque el panorama en divulgación científica en Colombia ha mejorado notablemente en los últimos años, con la creación del Índice Bibliográfico Nacional (IBN) y del Sistema Nacional de Indexación y Homologación de Publicaciones Especializadas de Ciencia, Tecnología e Innovación (Publindex), instrumentos diseñados por Colciencias, el país aporta sólo el 0,2% de producción científica a nivel mundial (Elsevier, 2014 citado en Colciencias, 2016). No obstante, el impacto de las publicaciones científicas nacionales se mantiene en niveles bajos, indicando una limitada contribución del país a la generación de conocimiento a nivel mundial (Colciencias, 2016).

A nivel de comunidad en general, Colombia tiene indicadores positivos en conciencia sobre la importancia de la conservación, el manejo adecuado de los recursos naturales y hábitos de consumo, esto debido a las campañas generadas en los medios de comunicación y al creciente auge del tema ambiental en el país (Invamer, 2015). Sin embargo el conocimiento sobre la biodiversidad sigue siendo bajo, no se conoce a profundidad la riqueza en diversidad biológica y mucho menos están al tanto de los diferentes biomas existentes en el país.

Teniendo en cuenta estos antecedentes, se propone el diseño de un proyecto

multipropósito de carácter nacional donde se integren estrategias de conservación *in situ* y *ex situ*, centros de investigación en biodiversidad, sistemas de capacitación y educación ambiental formal e informal, complementándose con un destino de turismo científico, de naturaleza y convencional con impacto nacional y mundial. La propuesta se basa en la construcción de una megainfraestructura donde se pueda recrear y preservar la biodiversidad característica de los biomas más amenazados del país.

Esta infraestructura se compone principalmente de Biodomos los cuales podrían interpretarse como sistemas ecológicos cerrados que se desarrollan dentro de un domo, cúpula o bóveda; el término se ha relacionado con la arquitectura de las edificaciones, y normalmente se identifican con invernaderos de formas geodésicas. En estos Biodomos se generan ambientes controlados donde existe interrelación entre la fauna y flora característica o representativa de los biomas o ecosistemas constituidos, es por eso que se pueden generar zonas con temperaturas más calientes o más frías de acuerdo con las condiciones biogeográficas originales de referencia.

Para este caso se propone replicar tres de los principales biomas zonales y azonales del país, como lo son los biomas de desierto tropical, el Orobioma de páramo y los Halohelobiomas (Manglares) (Hernández, s.f.), biomas de importancia relevante en Colombia ya que son de los más amenazados y de menor representación en cuanto a extensión en el territorio nacional (Gómez et al, 2016).

Este proyecto a su vez busca implementar un banco de germoplasma de especies nativas del trópico como estrategia de

conservación y como centro de estudio en relación con los taxones representativos de hábitats de interés, o de especial importancia para la reconstrucción de áreas degradadas o amenazadas en el trópico americano. La pretensión no es, por lo tanto, conservar únicamente en los Biodomos y en el banco un gran número de individuos y semillas de plantas características de estos biomas, sino también conocer y caracterizar la biodiversidad y el germoplasma bajo diferentes aspectos, con el fin de garantizar su conservación y posibilitar usos futuros.

Este proyecto se enmarca dentro de las estrategias generadas por el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB) celebrado en Río de Janeiro en 1992, y ratificado por Colombia en 1994, en la cual se establecieron prioridades para las acciones de conservación *ex situ*, donde se incluyen "centros de conservación *ex situ*", jardines botánicos, bancos de genes y/o de arboretos. (COP 3-CDB, 1996). De igual forma, esta iniciativa está en la misma perspectiva de "Educación y concienciación pública" de la CDB, el cual contempla la necesidad de promover y fomentar "la comprensión de la diversidad biológica y de las medidas necesarias a este efecto, así como su propagación a través de los medios de información, y la inclusión de estos en los programas de educación" (CDB, 1994).

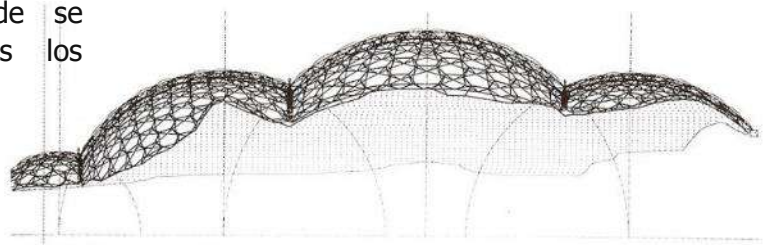
Se ha definido como lugar de ubicación de este proyecto al departamento del Quindío, territorio que hace parte de la denominada "Ecorregión Eje Cafetero" (CARDER, 2002), localizada en el corazón del centro occidente Colombiano, constituyendo una porción de la región Andina. El territorio posee elementos positivos que seguramente se convertirán en los factores dinamizadores de este

proyecto de interés nacional: la plataforma natural que provee bienes y servicios ambientales, principalmente alrededor del agua y la biodiversidad, la consolidación de un sistema regional de áreas naturales protegidas, la fortaleza de los procesos de planeación, los procesos de participación pública en torno a la gestión ambiental, la alta conectividad derivada de sus infraestructuras, entre otras. Además la Ecorregión tiene grandes potencialidades geoestratégicas, con pluralidad étnica, cultural y una amplia oferta geográfica, de clima, paisaje y biodiversidad (Rodríguez et al, 2009).

Otro de los factores importantes para determinar al departamento del Quindío como eje del proyecto Biodomos, es su gran demanda de visitantes, ya que se ha consolidado como uno de los principales destinos turísticos del país gracias a una serie de condiciones únicas que lo caracterizan: Corazón de la Ecorregión Eje Cafetero y reconocido como Territorio Verde de Colombia. Quindío es primer destino de parques temáticos, primer destino en alojamiento rural, primer destino de naturaleza, y segundo destino turístico de Colombia (Cámara de Comercio de Armenia, 2015).

Gracias a las gestiones realizadas por la Gobernación del Quindío y científicos nacionales, se logró iniciar un proceso de transferencia tecnológica, conocimiento y apoyo técnico y científico con el Eden Project, el cual es uno de las iniciativas más ambiciosos a nivel mundial en conservación *ex situ*, en donde se involucran como ejes centrales los Biodomos.

El Eden Project se ubica en Inglaterra a 270 kilómetros de Londres, en St. Austell, Cornwall, ocupando 15 hectáreas de terreno en una vieja cantera de arcilla. Este apoyo europeo, permitirá que la ejecución de los Biodomos en el departamento del Quindío se realicen teniendo como base los diseños y experiencias de construcción de los Biodomos del Edén, además de las tecnologías y patentes generadas en los campos de la eficiencia energética y reuso del agua, manteniendo como base la idea de desarrollar los biomas amenazados colombianos, que permita no solo generar acciones de conservación y preservación sino también ofrecer a los visitantes una exhibición de la biodiversidad, organizar eventos artísticos, educativos y musicales, y proporcionar experiencias de aprendizaje inolvidables, además de generar impulsos de iniciativas para transformar el ambiente y la sociedad, paralelo al desarrollo de proyectos de investigación en el campo de las ciencias naturales, ambientales y genéticas.



2. MARCO CONCEPTUAL

2.1. BIODIVERSIDAD

El significativo definido como biodiversidad o diversidad biológica, es de reciente formulación, apenas en la literatura científica anterior a los años 80, la diversidad biológica aludía a la diversidad de especies en tanto característica estructural de los ecosistemas (Toledo, 1994).

La explosión significativa del concepto de biodiversidad emanó básicamente de dos publicaciones aparecidas en 1980. Por un lado, Lovejoy (1980), en un estudio para el Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF), escribió acerca de la diversidad biótica o biológica y aunque no la definió formalmente, la empleó al referirse al número de especies presentes. Por otra parte, Norse y McManus (1980) quienes colaboraban en el Consejo en Calidad Ambiental de la Casa Blanca, examinaron la biodiversidad global y la definieron incluyendo dos conceptos relacionados entre sí: diversidad genética (la cantidad de variabilidad genética dentro de las especies) y diversidad ecológica (el número de especies en una comunidad de organismos). Estos autores colocaron en el mismo nivel a la diversidad ecológica con la riqueza de especies, al referirse al "número de especies en una comunidad de organismos" (Jeffries, 1997).

En ambas publicaciones, la biodiversidad se discutió a una escala global relacionándola con temas más amplios y no solamente con el aspecto biológico. La importancia de la biodiversidad, actual y potencial, quedaba de manifiesto, reconociéndose que la actividad de los ecosistemas naturales provee lo que

ahora se denomina servicios o funciones vitales para la salud del planeta. Quedaba claro en dichos documentos que la biodiversidad no debía verse únicamente como un objeto de estudio de la biología (Jeffries, 1997).

Posteriormente, se registran diversas aplicaciones del concepto en los Estados Unidos, sobre todo en algunos eventos en los que participaron Norse y sus colaboradores, como la Conferencia Estratégica sobre Diversidad Biológica de Estados Unidos, celebrada en noviembre 1981. Fueron estos autores quienes difundieron un concepto más amplio al referirse a la diversidad biológica en tres niveles: diversidad genética (dentro de las especies), diversidad de especies (número de especies) y diversidad ecológica (comunidades) (Núñez et al, 2003).

La forma condensada "biodiversidad" fue acuñada por Walter G. Rosen en 1985 (citado por Harper y Hawksworth, 1995) durante la primera reunión para planear el Foro Nacional sobre Biodiversidad, que se llevó a cabo en 1986 en Washington, DC. La memoria de ese evento fue editada por Wilson en 1988 bajo el título Biodiversidad, lo que propició la difusión de este significativo para su utilización general. Para Wilson, el foro no sólo abarcaba los aspectos biológicos y el origen de la biodiversidad y la extinción, sino también otras preocupaciones como la ecología, la biología de poblaciones e incluso la economía, la sociología y las humanidades (Takacs, 1996). Después de dicho evento, el significativo "biodiversidad" se integró rápidamente al vocabulario público. Conforme fue incorporándose a una gran variedad de marcos, su significado fue adaptándose a un uso más general con diferentes valores y perspectivas (Weber y Schell, 2001).

Desde entonces, la biodiversidad como significativa clave se ha complejizado y extendido más allá de las fronteras de la comunidad científica, ya que hasta la segunda mitad de los años 80, conceptos como diversidad biológica y conservación de ecosistemas eran de manejo exclusivo de científicos (Weber y Schell, 2001). Para 1992, la biodiversidad se había convertido en un tema principal en los debates de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Ambiente y Desarrollo, adquiriendo una centralidad discursiva en la preocupación e interés científico y político en el mundo entero (Jeffries, 1997).

La Conferencia de las Naciones Unidas sobre Ambiente y Desarrollo de 1992 dio origen en el mismo año al Convenio sobre la Diversidad Biológica, el cual es tal vez el acuerdo internacional más importante para el mantenimiento y la conservación de la biodiversidad. El marco de referencia que provee dicha Convención es un intento por registrar el impacto perjudicial de la actividad humana en la biodiversidad, constituyéndose en un compromiso histórico de las naciones del mundo. Es la primera vez que la biodiversidad se presenta en un tratado unificador y global, la primera vez que la diversidad genética se incluye específicamente y la primera vez que la conservación de la biodiversidad se reconoce como un interés común de la humanidad (Gaston y Spicer, 1998).

Según el Convenio de Diversidad Biológica, el término biodiversidad o diversidad biológica se refiere a la variabilidad entre los organismos vivos de todas las fuentes, incluyendo entre otros, los ecosistemas acuáticos, terrestres, marinos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas. La

biodiversidad, o diversidad biológica, se entiende como todas las manifestaciones de vida; incluye todos los niveles de organización biológica y abarca la diversidad de especies de plantas, animales y microorganismos que habitan un espacio determinado, su variabilidad genética; los ecosistemas de los cuales hacen parte las especies y los paisajes o regiones donde se ubican estos ecosistemas. De igual manera, incluye los procesos ecológicos y evolutivos que se dan a nivel de genes, especies, ecosistemas y biomas (CDB, 1994)

Adicionalmente, la Convención sobre la Diversidad Biológica define la biodiversidad como la variabilidad de organismos vivos de cualquier fuente, incluidos, entre otras cosas, los ecosistemas terrestres y marinos y otros ecosistemas acuáticos y los complejos ecológicos de los que forman parte; comprende la diversidad dentro de cada especie, entre las especies y de los ecosistemas (CDB, 1994).

En el 2010, las Partes contratantes de la Convención sobre la Diversidad Biológica adoptaron el Plan Estratégico para la Diversidad Biológica 2011- 2020, un marco de acción decenal para que todos los países e interesados salvaguarden la diversidad biológica y los beneficios que proporciona a las personas (CDB-COP 10, 2010).

2.1.1. Biodiversidad en Colombia

Colombia junto a Bolivia, Brasil, China, Costa Rica, Ecuador, India, Indonesia, Kenia, México, Perú, Sudáfrica y Venezuela forma parte del denominado Grupo de países megadiversos, los cuales albergan el mayor índice de biodiversidad en el planeta. Ahora, el marco más

importante que a nivel internacional aborda la comprensión y gestión de la biodiversidad es el Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB), el cual fue ratificado por Colombia en 1995. Este acuerdo global ha marcado la pauta para el diseño de las políticas, iniciativas y esfuerzos que comprenden la gestión de la biodiversidad en Colombia y el mundo (SIAC, 2017).

Adicionalmente, el CDB, establece la necesidad de que cada una de las partes, diseñe y revise permanentemente sus políticas públicas y adopte mecanismos concretos para la protección de la diversidad biológica. Atendiendo este llamado, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) a través del Viceministerio de Ambiente y su Dirección de Bosques, Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos, lideró el proceso participativo de formulación de la Política Nacional de Gestión Integral de Biodiversidad Y Sus Servicios Ecosistémicos, PNGIBSE (MADS, 2012).

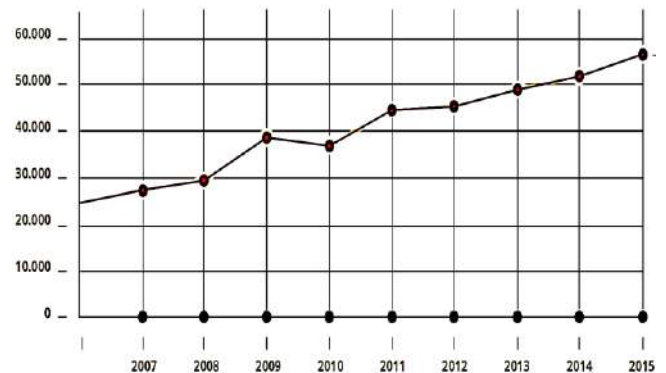
La riqueza generalmente ha sido el indicador más común para referirse a la biodiversidad a través de la representación del número de especies presentes en un territorio determinado. Aunque en Colombia no existen inventarios biológicos detallados y completos para todo el territorio, los estimativos actuales ubican al país en los primeros lugares en cuanto a la diversidad de especies a nivel mundial.

Es difícil estimar el número total de especies que viven en Colombia, pero es posible tener una idea de la diversidad conocida en cada grupo biológico del cual existen datos. Según el Sistema de Información Ambiental (SIAC) del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, el territorio colombiano

alberga cerca del 10% de las especies conocidas, ubicándolo dentro de los 14 países que albergan el mayor índice de la biodiversidad en la Tierra. Se estima que Colombia tiene 56.724 especies, estimativo que sólo incluye mamíferos, aves, reptiles, plantas con flores, helechos y plantas vasculares.

Este número de especies se basa en el números de nombres científicos binomiales registrados en GBIF (Global Biodiversity Information Facility) (GBIF, 2016) y revisados haciendo uso de Catalogue of Life. Esta cifra es solo un estimativo de la riqueza que tiene nuestro país y está en constante actualización. Aún no considera la enorme diversidad de microorganismos que pueden existir (SIB, 2016).

Figura No. 1. Número de especies registradas en Colombia periodo 2007-2015.



Fuente: SIB (2016).

De los datos reportados por el Sistema de Información sobre Biodiversidad en Colombia, en cuanto a vertebrados se tiene un registro de 7385 especies (SIB, 2016), de los cuales 492 especies son de mamíferos (Solari et al, 2013); 1921 especies son de aves (Donegan et al, 2015); 537 especies son de reptiles (Morales-Betancourt, 2015); 803 especies son de anfibios (Acosta-Galvis y Cuentas,

2016); 2000 especies son de peces marinos (Acero y Polanco, 2006); 1435 especies son de peces dulceacuícolas (Maldonado-Ocampo, 2008) y 197 especies son de aves migratorias (BirdLife International, 2016).

En el caso de los invertebrados, se tiene un reporte de 20647 (SIB, 2016) de los cuales 3274 son especies de mariposas (Andrade, 2011); 900 especies de hormigas (AntWeb, 2016); 1250 de especies de moluscos marinos, 1250 de especies de esponjas marinas, 139 especies de corales; 560 decápodos marinos, 296 de equinodermos (INVEMAR, 2016); 650 de moluscos terrestres (Linares y Vera, 2012); 7000 de escarabajos (Chávez y Santamaría, 2006); 1089 de arácnidos (Flórez y Sánchez, 1995); 688 de decápodos terrestres (Andrade, 2011); 398 de abejas (Melo, 2007) y 3153 de dípteros (Wolff et al, 2016).

En diversidad de plantas Colombia cuenta con 30736 especies (SIB, 2016), de las cuales 22840 son plantas con flor, 45 plantas sin flor (Bernal et al, 2015); 4270 orquídeas (MADS y UNAL, 2015); 1643 helechos y afines (Bernal et al, 2015); 289 especies de palmas (MADS y UNAL, 2015); y 1649 musgos y afines (Bernal et al, 2015).

En otros grupos encontramos 1595 especies de algas (Guiry, 2016); 1674 especies de líquenes (Bernal et al, 2015) y 1637 especies de hongos, de los cuales 1239 son macrohongos (Vasco-Palacios y Franco-Molano, 2013), 327 son Royas (García et al, 2007) y 71 son Carbones (Piepenbring, 2002).

Referente a la diversidad estimada para algunos grupos biológicos, Colombia ocupa el primer lugar en diversidad de

aves y orquídeas, el segundo lugar en diversidad de plantas, anfibios, peces dulceacuícolas y mariposas, el tercer lugar en diversidad de reptiles y palmas y el cuarto lugar en mamíferos (SIAC, 2017)

2.2. ECOSISTEMA

La teoría de la sucesión ecológica planteada por Clements (1916) constituyó el marco contextual desde donde surgió el concepto de ecosistema. Clements equiparó a la sucesión con el desarrollo de un Superorganismo: "el organismo nace sobre un campo abandonado, con las plantas invasoras presentes en el sitio, se desarrolla y eventualmente llega a la madurez...Además de esto, cada formación climax es capaz de reproducirse a sí misma, repitiendo con esencial fidelidad los estadios de su desarrollo (Clements 1905, citado en Clements, 1916).

La teoría sucesional clásica adhería al paradigma de equilibrio, al asumir que toda comunidad progresaría invariablemente a una composición estable y a un estado final único de equilibrio con el clima regional, que se denominó "Climax climático". Dicha teoría, era además determinística al postular que el desarrollo del climax era tan ordenado y predecible como el desarrollo vital de un organismo. Este concepto del superorganismo, planteado para la comunidad vegetal, tuvo gran influencia en otras áreas de la ecología y presentó una amplia difusión entre los fundadores de la ecología animal y la limnología (Rincón, 2011). Esta visión supeorganismica de las comunidades, contrastó fuertemente con la idea individualista de Gleason quien en 1926, propuso que las comunidades estaban conformadas por poblaciones con arreglos

aleatorios, producto de los patrones de distribución de cada especie (Gleason, 1939). Según este planteamiento, cada especie tiene patrones individuales de distribución y las comunidades son simplemente el resultado de la superposición de varias poblaciones con una distribución común. En todo este periodo, dominó la idea de que los organismos eran la parte esencial de las comunidades. No fue sino hasta 1935, que el botánico inglés Arthur George Tansley propuso el término ecosistema por primera vez, en un artículo titulado "The use and Abuse of Vegetational Concepts and Terms" en la revista Ecology, en este artículo básicamente, Tansley presento este concepto como una refutación de la ontología Clementsiana (Rincón, 2011).

Así, el concepto de ecosistema de Tansley identifico un sistema que era: 1. Un elemento en una jerarquía de sistemas físicos desde el universo hasta el átomo, 2. El sistema básico de la ecología, y 3. Compuesto tanto de organismos como del ambiente físico (Tansley, 1939). Desde su origen hasta el presente, el ecosistema de Tansley ha constituido un concepto clave de la ecología.

Teniendo en cuenta lo anterior, se puede argumentar que el concepto de ecosistema se planteó como una solución a la discusión teórica que dividía a los ecólogos vegetales de esa época, en dos líneas opuestas. Un grupo enfatizaba en el significado individualista de las agrupaciones de vegetación y su inclusión en un sistema jerárquico de organización comunitaria. La otra aproximación entendía a la comunidad como un superorganismo. Parte de la motivación que tuvo Tansley de crear el concepto de ecosistema, fue el deseo de encontrar un puente que uniera estos dos puntos de vista en un enfoque ecológico.

En general, el concepto de ecosistema planteado por Tansley, fue un concepto físico, que enfatizó en la interacción de los componentes físicos, químicos y biológicos que actuaban juntos para formar un ecosistema, el cual a su vez formaba parte de una jerarquía de sistemas físicos desde el universo hasta el átomo (Rincon, 2011). Algunos autores (Pickett y Cadenasso, 2002; Schizas y Stamou, 2010; Naveh, 2010) han insistido en la ambigüedad de su definición y las deficiencias metodológicas en su aplicación tanto en la investigación como en la práctica, cuestionado si los ecosistemas son unos supra-organismos tangibles o más bien unas herramientas conceptuales para estudiar el flujo de energía, materiales e información en sistemas ecológicos (Naveh, 2010)

El trabajo de Tansley fue seguido por avances importantes sobre el funcionamiento de los ecosistemas, y quizás fueron los trabajos posteriores realizados por ecólogos como R. Lindeman (1942) y Odum (1953) los que hicieron que se empezara a discutir sobre la importancia de la transferencia de energía por medio del entendimiento de las cadenas tróficas (Willis, 1997). Lindeman (1942) definió el concepto "nivel trófico", punto de inflexión a partir del cual la ecología se centró por un tiempo en estudios sobre flujos de energía y la disminución de su disponibilidad a través de niveles tróficos sucesivos. Odum utilizó el ecosistema como el concepto central en su famoso libro Fundamentos de ecología (1953), donde desarrolló varias ideas sobre el paralelismo entre los flujos energéticos y los ciclos de nutrientes y las relaciones obligatorias, ocasionales o de interdependencia entre organismos, además de otros planteamientos clave en el desarrollo del concepto.

A partir de la década de los 60, la utilización del concepto de ecosistema se disparó a la luz de la ecología de sistemas planteada por Odum (1953) y la teoría de la información en ecología de Margalef (1957; 1963) y luego promovida por Patten (1966) y Van Dyne (1966) (citados por Currie, 2011). Margalef (1968; 1992) definió el ecosistema como la entidad formada por muchas plantas y muchos animales de las mismas o de diferentes especies que actúan y reaccionan unos contra otros en el seno de un ambiente físico, que proporciona un escenario de características definibles, por ejemplo en términos de temperatura, salinidad, concentración de oxígeno, disponibilidad de agua etc. Con el paso del tiempo, el enfoque ecosistémico ha pasado de ser menos reduccionista a más holístico, enfatizando, más allá de lo descriptivo, los aspectos predictivos y analíticos. Esto proporcionó herramientas que permitieron comprender los sistemas naturales con un alto grado de organización y complejidad (Willis, 1997). Estos avances también facilitaron que autores como Odum (1971) y Margalef (1968) discutieran la idea de la existencia de propiedades orgánicas y de mecanismos homeostáticos que le dan estabilidad al ecosistema al igual que un organismo regula sus condiciones internas (Armenteras et al, 2016)

Para el siglo XXI, la percepción innovadora de flujos de energía llevó a la investigación y evaluación intensiva de las interrelaciones entre los organismos y los cambios en respuesta a las alteraciones físicas, químicas y biológicas del ambiente (Wetzel, 2001), de donde se generaron definiciones adaptadas al enfoque de ecosistemas emergentes, con autores como Blair et al. (2000); Jorgensen y

Muller (2000); Noss (2001) y Gignoux et al. (2011).

2.2.1. Ecosistemas en Colombia

La alta variación de las condiciones ambientales del país hacen que en Colombia se presenten un gran número de ecosistemas, los cuales a su vez se caracterizan por amplia variación ecosistémica y florística, aún a escalas relativamente pequeñas, de ahí la necesidad de consolidar un sistema de monitoreo de la biodiversidad tanto a nivel de ecosistemas como de especies

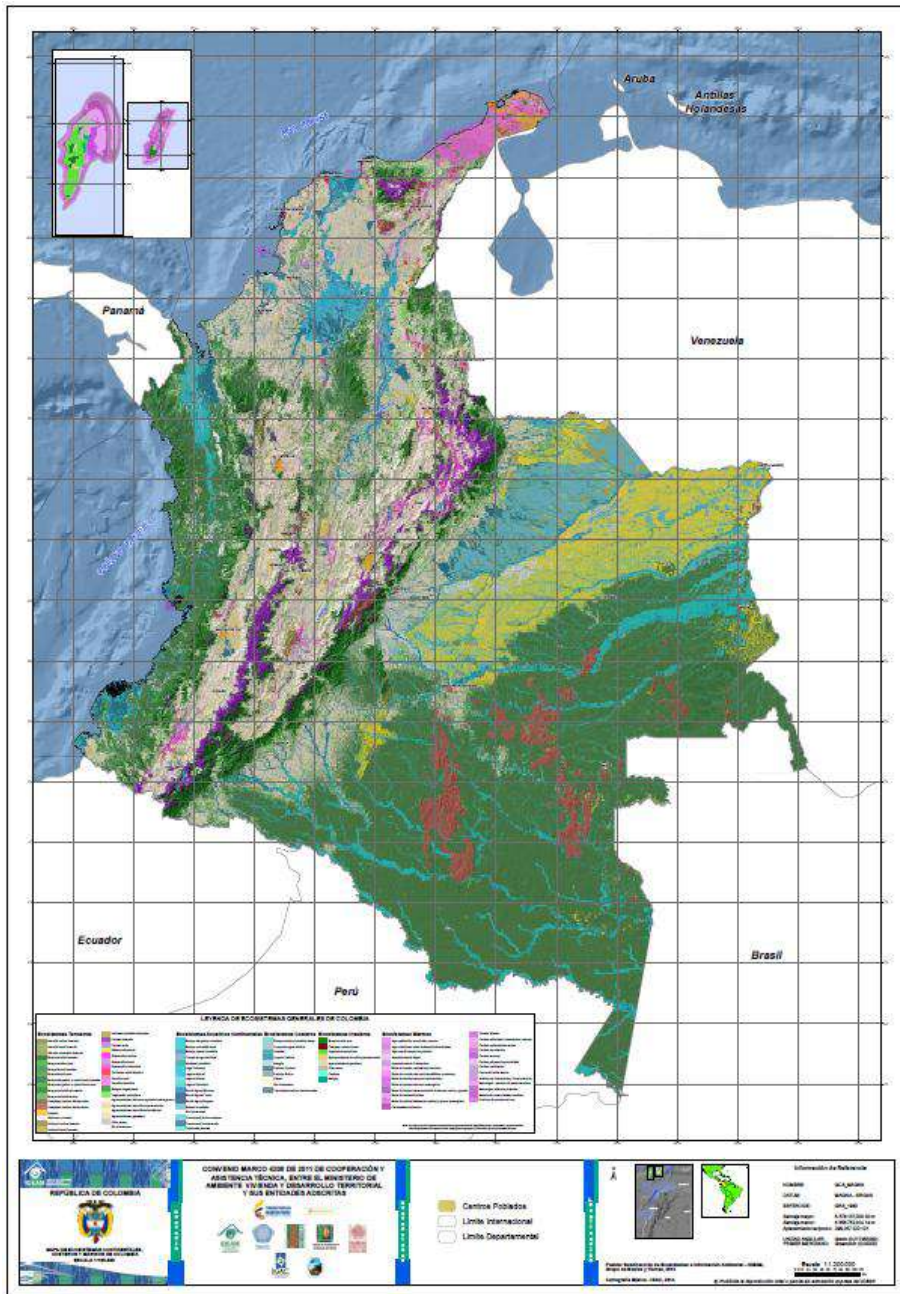
Bajo este marco, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS) junto con los Institutos de Investigación del SINA, la Unidad de Parques Nacionales (UASPNN) y el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC), generaron la primera versión del mapa de ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia a escala 1:100.000, el cual permitió determinar que el territorio colombiano está compuesto por 98 tipos de ecosistemas generales (terrestres continentales e insulares, acuáticos, costeros continentales e insulares y marinos) de los cuales 74 corresponden a ecosistemas naturales y 24 a ecosistemas transformados y más de 8000 ecosistemas específicos (MADS et al, 2015).

Tabla No. 1. Número de ecosistemas generales de Colombia

Tipo	Acuático	Costero	Terrestre	Marino
Natural	26.0	14.0	27.0	7.0
Transformado	2.0	1.0	21.0	0

Fuente: MADS et al (2015).

Figura No. 2. Mapa de ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia. Escala 1:100.000



Fuente: MADS et al (2015)

Este mapa tiene como objetivo identificar, clasificar, y caracterizar los ecosistemas como una forma de entender el territorio. Asimismo, permitirá analizar cómo se verá afectada la biodiversidad bajo los diferentes escenarios de cambio climático,

y apoyará la incorporación de criterios de biodiversidad en la formulación de políticas y el diseño de proyectos tanto sectoriales como ambientales y en los procesos de ordenamiento territorial, entre otros aspectos (SIAC, 2017).

2.3. BIOMA

El término "bioma" (bio = vida, oma = grupo) fue definido inicialmente por Clements (1916) como la unidad biogeográfica de mayor rango, integrada por plantas y animales. Posteriormente Clements y Shelford (1939), precisaron su definición, considerando el bioma como "un tipo de ecosistema" que representa un espacio territorial definido por una vegetación (formaciones vegetales) y especies características y un ambiente configurado por un clima particular (Ramil et al, 2005).

Odum en 1953 los redefinió en términos "sistémicos" como "la mayor unidad de comunidad terrestre que resulta conveniente identificar y en donde en un determinado bioma, la forma de vida de la vegetación climática, clímax es uniforme; el bioma incluye no solamente, la vegetación climática clímax que constituye la clave para el reconocimiento sino también los clímax edáficos y las etapas de desarrollo, los cuales están dominados en muchos casos por otras formas de vida, de tal forma que se consideran tanto las plantas, como los animales. El término bioma, tal como lo emplean los ecólogos que estudian las plantas, es idéntico al de formación de plantas" (Latorre, 2005)

En la actualidad se consideran los biomas como las grandes unidades en que se subdivide artificialmente el ecosistema terrestre, la biosfera, diferenciadas por la existencia de un tipo particular de clima, cuya expresión espacio-temporal es, en gran medida, responsable de la diversidad, estructura, funcionamiento y distribución de la biocenosis, aspectos sobre los que el ser humano ha podido intervenir en mayor o menor grado (Ramil et al, 2005)

La identificación de cada bioma con un clima propio, o lo que es lo mismo con un bioclima, determina que el número de biomas que puedan existir en el planeta tendiendo a su zonificación climática, sea reducido, de modo que se da una coincidencia entre el número de biomas y de bioclimas (polar, boreal, templado, mediterráneo, subtropical, tropical). En cada bioma se reconoce un conjunto de unidades que responden bien a la zonación latitudinal (ecozona o ecorregión) o altitudinal (orobioma) del clima y en consecuencia de los grupos o formaciones vegetales dominantes, o en su caso, por la existencia de condiciones abióticas particulares de carácter azonal (grandes sistemas de humedales, pedobiomas). Las subsiguientes divisiones de los biomas corresponden a clases y tipos de unidades de vegetación o de cobertura del terreno, hasta alcanzar la unidad básica de vegetación o "sinecia", que viene a corresponder con algún tipo de formación vegetal.

El sistema de unidades establecido desde la "formación vegetal" al "bioma" fué empleado en la segunda mitad del siglo XX como base para el desarrollo de la cartografía digital de la vegetación, la cual experimentó una vertiginosa transformación promovida por la mejora de las herramientas cartográficas e informáticas, de los sensores de observación remota y de la irrupción de los Sistemas de Información Geográfica.

En este dinámico avance fue también necesario adaptar a las nuevas tecnologías algunos de los conceptos y enfoques clásicos de la biogeografía y de la ecología. Ejemplo de este cambio, es la modificación del término hábitat, que adquiere a partir de las definiciones establecidas por Blondel (1979, 1995) una

entidad tridimensional y fractal, junto a la derivada de su componente biótico.

Durante la segunda mitad del siglo XX el concepto de bioma siguió sufriendo diversas modificaciones. Distintos autores (ecólogos, botánicos, geógrafos, climatólogos) han ido proponiendo distintas definiciones, añadiendo al clima y a la vegetación otros factores (relieve, procesos edáficos, usos del suelo, paisaje) para caracterizarlos. Otros autores han propuesto otros términos similares a biomas como las ecozonas o grandes zonas ecológicas de la Tierra (Schultz, 1995), que integran paisaje, factores ambientales y usos del territorio por el hombre, o los zonobiomas (Walter y Breckle, 1983), grandes unidades de clima, suelos y vegetación, definidos por el macroclima.

2.3.1. Biomas en Colombia

Los biomas de Colombia son las zonas que comparten el clima. Algo que se ve reflejado directamente en la fauna y flora presentes en la zona.

En el mundo existen muchos tipos de biomas, que se pueden entender también como una agrupación de ecosistemas que comparten características esenciales entre sí, además de presentarse en un territorio determinado.

Colombia es un país ubicado en el noroeste de América del Sur. El clima de Colombia es de tipo tropical, porque por este país pasa la línea ecuatorial. Sin embargo, Colombia tiene zonas de alturas muy prominentes, por lo que las temperaturas suelen variar entre regiones.

Los biomas pueden agruparse en biomas zonales, cuya composición está determinada directamente por el clima de la zona. En Colombia, la zona está directamente relacionada con el relieve. Este país cuenta con al menos tres biomas zonales. También existen los biomas azonales, que no están directamente relacionados con el clima y donde influyen elementos como las características de los suelos y los fenómenos meteorológicos (Hernández, s.f.).

A través de los biomas zonales se puede comprender la situación general geográfica de un determinado lugar, pero con los biomas azonales se pueden estudiar las características específicas de pequeñas porciones de tierra.

El documento "Síntesis de los biomas de Colombia" realizado por Jorge Hernández Camacho (s.f.), plantea una clasificación de los biomas existentes en Colombia, que siguen en general los criterios de Walter y Breckle (1983) a nivel mundial, con excepción de los biomas de montaña u orobiomas, los cuales se han subdividido según los rasgos diferenciales entre sí. Estos principales tipos de biomas colombianos, se describen a continuación:

2.3.1.1. Biomas zonales

Húmedo ecuatorial: Es uno de los biomas más comunes en Colombia, debido a que ocupa la mayoría de las superficies que oscilan entre los 800 y los 1500 metros sobre el nivel del mar.

La característica principal del bioma húmedo ecuatorial es que en las zonas donde está presente no existe déficit de agua. Por este motivo, este bioma es el que está presente en las selvas colombianas, que son de piso térmico

cálido. La selva amazónica es de tipo húmeda ecuatorial, su vegetación es exuberante y sus lluvias potentes.

Tropical alternohigrico: También dentro del zonobioma ecuatorial, se encuentra en las selvas y bosques deciduos, bosques tropicales y bosques secos tropicales. Su presencia en Colombia se origina especialmente en zonas de transición desde un bioma húmedo ecuatorial a otro.

Subxerofítico tropical: Representa la categoría intermedia, ubicándose entre el bioma tropical alternohigrico y el subxerofítico tropical.

La principal diferencia con los biomas ya mencionados es la cantidad de agua, que en el bioma subxerofítico tropical comienza a escasear. La precipitación se produce en menos de seis meses y en niveles hídricos bajos, pudiendo extenderse en algunos años ocasionando grandes sequías.

En Colombia, este bioma está muy presente en diversas regiones. En la parte alta del departamento de la Guajira, existe una buena representación, aunque también puede encontrarse en la Costa Caribe, en las zonas de Santa Marta y Barranquilla. Además, encuentra espacio en las inmediaciones de Cúcuta, así como en partes altas del río Magdalena y los cañones de Dagua y Cauca.

Desértico tropical: En el noreste de Colombia junto a la frontera con Venezuela, se presenta un bioma particular, que no se repite en ninguna otra parte del territorio. Se trata del desértico tropical, en el que comúnmente las temperaturas superan los 30°C.

En Colombia, se refleja en el departamento de La Guajira, mientras que en Venezuela se manifiesta en los estados Falcón y Zulia.

La vegetación es muy reducida, consistiendo en pequeños matorrales con formas abstractas, además de los tradicionales cactus y cardones. Cuando se presentan los tres meses de lluvia, en las zonas no arenosas se da un reverdecimiento leve. Los árboles que hay son de tamaño reducido y sus frutos son ricos en agua.

Orobioma de montaña: Colombia es un país esencialmente andino, por lo que sus biomas están directamente determinados por la altura de sus montañas. A través de los orobiomas de montaña se pueden comprender los pisos térmicos presentes en las cordilleras colombianas.

Orobioma de piso térmico templado: Se sitúa entre los 800 y 1500 msnm y 2200-2800 msnm pudiendo extenderse hasta más de 3000 metros en algunos casos. Marcado por la presencia de árboles altos, es el primer piso de las montañas andinas.

Orobioma de selva andina: Corresponde a los bosques o selvas de neblina, con una vegetación tupida y el brillo solar reducido. La vegetación sigue siendo abundante, especialmente en lo que respecta a la categoría arbórea.

Orobioma de páramo: Se encuentra cuando la altura en la montaña supera los 3000 msnm. La vegetación se disminuye a pequeñas plantas como los frailejones. Las temperaturas oscilan entre los 7 y los 10°C, pudiendo descender hasta los 0°C. En temporada de lluvia, estas zonas presentan nevadas importantes.

Orobioma nival: Corresponde a las nieves perpetuas, conformadas por los casquetes y glaciares. Estos se encuentran en la región andina y en la Sierra Nevada de Santa Marta, que es la cordillera litoral más alta del mundo. Se presenta en alturas superiores a los 4700 metros sobre el nivel del mar. En Colombia existen seis nieves perpetuas.

2.3.1.2. *Biomias azonales*

Pedobiomas casmo-quersofíticos: Presentes en zonas rocosas y pies de montañas. Se pueden encontrar en la Amazonía y la Orinoquía colombiana. Hay arbustos pequeños, aunque la vegetación es esencialmente gramínea. Es similar a los tepuyes de la Gran Sabana en Venezuela o al Escudo Guayanés en general.

Pedobiomas freatófitos: Se encuentran en las selvas de galería. En Colombia, pueden observarse en los llanos orientales, especialmente en las costas de los ríos. Además, puede verse también en zonas inundadas por la lluvia. En Sucre y Chocó se puede observar este bioma.

Halohelobiomas: Son los manglares. Se pueden observar en las lagunas, generalmente con conexión marina. Son selvas que asientan sus raíces en el agua, con árboles que pueden alcanzar hasta los 5 metros de altura. En la Costa Caribe colombiana existen muchas especies de manglares. También se observan en la Costa Pacífica, en menor medida.

Helobiomas: En aquellas zonas con drenajes insuficientes que tienden a inundarse se forman los helobiomas. En Colombia se pueden observar los morichales, los guandales, y los cativales.

La vegetación la componen palmeras altas, formando estructuras pantanosas.

Psammobiomas: Tradicional de los márgenes fluviales, este bioma puede observarse en la Orinoquía o en las costas colombianas. Además, puede estar presente en los médanos.

Pedobiomas de sabanas: Con una vegetación constituida de gramíneas y alguna entidad arbórea aislada, las sabanas se constituyen como vastas extensiones de tierra plana. La sequía tiende a ser superior a los seis meses y las lluvias se caracterizan por su intensidad. Los Llanos Colombianos son la mejor muestra.

Pediobiomas quersofíticos de sabanas: La vegetación aumenta, con mayor presencia de árboles no tan aislados y arbustos, entre los cuales están los chaparros. Presentes en Guanía y Vaupés.

Peinobiomas amazónicos: Son bosques de árboles bajos, denominados como caatingal en Guanía.

Pedorobioma de subxerofítico templado: Con un clima semiárido y un suelo propenso a erosiones, se presenta en enclaves de cuencas de ríos como el Chicamocha o Patía.

Pedorobioma de quersofítico frío: Se presenta fuertemente en valles donde hay cuerpos lacustres a más de 2300 msnm. La Sabana de Bogotá y el Valle de Ugaté son algunos ejemplos.

Pedorobioma de bosques oxihidrofíticos fríos: Se caracterizan por suelos de color negro, ácidos y pantanosos. Presentes en altiplanos del departamento de Boyacá y Cundinamarca.

3. LA CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

3.1. EL CONCEPTO DE CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD

Aunque la idea de conservar es probablemente tan antigua como la especie humana, el uso de este término en el contexto presente es relativamente reciente, sin embargo, este concepto fue adquiriendo protagonismo una vez se generó una mayor relación entre el hombre con la industrialización y el uso continuo de materiales no renovables, lo que generó un convencimiento de que la vida moderna sólo puede mantenerse mediante la conservación sostenible de los recursos.

Como antecedentes del origen de este concepto, se tiene la primera Conferencia Mundial sobre el Medio Ambiente Humano, organizada por la ONU y celebrada en Estocolmo en 1972, la cual dio lugar a la creación del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). A partir de ahí, la necesidad de plantear un enfoque global de los problemas ambientales y de asegurar la conservación de la naturaleza, llevó a la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN), a elaborar, junto con el PNUMA y el Fondo Mundial para la Vida Silvestre (WWF), la denominada Estrategia Mundial para la Conservación de la Naturaleza en los años 80 (Garay et al. 1990 citado en Real, 2010). Esta Estrategia Mundial proponía la siguiente definición del término conservación: "la gestión del uso humano de la biosfera para que pueda producir el mayor beneficio sostenible para las generaciones

presentes a la vez que se mantenga su potencial para cubrir las necesidades y aspiraciones de las generaciones futuras. Por tanto, la conservación en positivo incluye la preservación, mantenimiento, uso sostenible, restauración y mejora del ambiente natural" (UICN, 1980).

En la segunda mitad de los 80 comenzó a hablarse de la necesidad de abordar la elaboración de una nueva Estrategia para la década de los 90, tras el convencimiento de que una estrategia para la conservación no produce los resultados pretendidos si no está acompañada de estrategias paralelas sobre población, energía, abastecimiento de alimentos, desarrollo económico y derechos humanos (Real, 2010), lo que llevó a que en 1992, mediante la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo celebrada en Río de Janeiro, se generara la Convención sobre Diversidad Biológica (CDB), que constituyó un hito en la consciencia global sobre los problemas asociados a la conservación de la biodiversidad y se convirtió en la expresión formal del compromiso político por mejorar la conservación de la naturaleza, sin embargo para dicho contexto histórico el concepto clave fue el de desarrollo sostenible, el cual se planteó como un concepto amplio y aglutinador de múltiples principios ecológicos, socio-culturales y económicos. Este término cogió aún más fuerza con la Cumbre Mundial sobre Desarrollo Sostenible de Johannesburgo en 2002 y sus Decisiones y reuniones de partes contratantes posteriores.

Teniendo en cuenta este contexto, la definición más extendidamente aceptada y de connotación global para el concepto "conservación" fue la presentada en 1980 por la UICN, la cual como se nombró

anteriormente, dio origen a la Estrategia Mundial para la Conservación de la Naturaleza (EMCN) y posterior Convención sobre Diversidad Biológica (CDB).

Para el contexto colombiano, la definición de conservación y biodiversidad, se deriva del documento de la Convención sobre la Diversidad Biológica, debido a la ratificación del país en esta Convención mediante la Ley 165 de 1994. De igual forma, al ser un tratado jurídicamente vinculante, se extienden al país los objetivos del mismo, el cual, según el texto de la Convención, persigue de conformidad con sus disposiciones pertinentes, la conservación de la diversidad biológica como uno de sus pilares.

Adicionalmente, y en el marco del mismo tratado, en donde se hace necesario ajustar los lineamientos nacionales de política al nuevo Plan de Acción 2011 – 2020 de la Convención (artículo 6d del CDB), Colombia en el año 2012, presenta su Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos (PNGIBSE), la cual es una versión actualizada de la Política de Biodiversidad de 1996. En este documento se presenta la definición del concepto de Conservación de la biodiversidad como "Factor o propiedad emergente, que resulta de adelantar acciones de preservación, uso sostenible, generación de conocimiento y restauración. Es el principal objetivo de la de la gestión integral de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos" (MADS, 2012).

3.2. CONSERVACION *IN SITU*

Existen varias definiciones para el concepto de conservación *in situ*, sin embargo para el caso de Colombia se

acuñó su concepto en la Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos –PNGIBSE- (MADS, 2012) en la cual se define como "la conservación de los ecosistemas y los hábitats naturales y el mantenimiento y recuperación de poblaciones viables de especies en sus entornos naturales y, en el caso de las especies domesticadas y cultivadas en los entornos en que hayan desarrollado sus propiedades específicas".

La conservación *in situ* es el método preferido, puesto que mantiene las especies objetivo permanentemente expuestas a cambios en el ambiente natural, permitiendo que se genere nueva diversidad.

El fin último de la conservación es la utilización del germoplasma y, en consecuencia, cualquier estrategia de conservación debe incluir mecanismos que garanticen que los actores relevantes puedan obtener el germoplasma.

Aunque la conservación *in situ* es la mejor y mayor estrategia a nivel global para la conservación de biodiversidad, el hecho que estas estrategias se desarrollen en zonas con conflictos de uso de suelo por parte de las sociedades humanas, puede generar impactos ambientales inducidos por dicha antropogénia, que pueden amenazar dramáticamente la existencia misma de estas especies. Es por eso que en aras de la seguridad hay que apoyar los enfoques de conservación *in situ* con enfoques complementarios de conservación.

3.3. CONSERVACIÓN COMPLEMENTARIA

Según (Sharrock y Engels, 1996) la adopción de una estrategia de conservación complementaria conlleva la utilización de diferentes métodos, cada uno apropiado para un componente específico del programa global de conservación. En conjunto, estos métodos se complementan entre sí y logran una conservación eficiente y segura en el largo plazo. Las estrategias de conservación complementaria también se conocen como integrales u holísticas. El principio es que deben considerar el amplio rango de opciones de conservación disponibles y aplicar la combinación apropiada a situaciones específicas (Falk y Holsinger, 1991; Given, 1994).

Los dos principales enfoques de conservación (*ex situ* e *in situ*) son importantes en la conservación y el uso de la diversidad genética. También puede resultar apropiado intentar otras técnicas como la conservación *inter situs* y la migración o colonización asistida.

La elección de las acciones complementarias de conservación también debe tener en cuenta el uso destinado al germoplasma conservado; la disponibilidad de espacio, infraestructura y recursos humanos; la facilidad para obtener el germoplasma; etc. Por tanto, una estrategia de conservación complementaria se puede considerar como un proceso lógico y no simplemente una selección de métodos de conservación apropiados.

3.4. CONSERVACIÓN *EX SITU*

La conservación de especies *ex situ* es la que se lleva a cabo fuera de su hábitat

natural, en recintos debidamente acondicionados, como complemento a la conservación *in situ*. La conservación *ex situ* contempla investigación, implementación de programas educativos y aplicación de medidas destinadas a la recuperación y rehabilitación de especies de flora y fauna amenazadas para introducirlas nuevamente en sus hábitats naturales. Para conservar especies *ex situ* se utilizan instalaciones como zoológicos, acuarios, jardines botánicos y centros de investigación.

En la Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos –PNGIBSE- (MADS, 2012) se define la conservación *ex situ* como “la conservación de componentes de la diversidad biológica fuera de sus hábitats naturales” y la establece como uno de los componentes que integran la estrategia de conservación de la biodiversidad de Colombia.

La conservación *in situ*, en términos de conservación de la biodiversidad, está estrechamente relacionada con la conservación *ex situ*, el desarrollo de estas dos estrategias se debe realizar en forma coordinada y complementaria. Así mismo, las acciones en materia de conservación *ex situ* se consideran como herramientas de gran importancia para el desarrollo de la Estrategia de Restauración de ecosistemas y recuperación de especies. Otro concepto básico que debe tenerse en cuenta en conservación *ex situ* es el de “material genético”, el cual se define como “todo material de origen vegetal, animal, microbiano o de otro tipo que contenga unidades funcionales de la herencia” (MADS, 2012).

La conservación *ex situ* en la biodiversidad es esencial para la preservación de materiales biológicos de importancia

directa o potencial, bien sea desde la perspectiva de respuesta a necesidades del hombre (alimento, nuevos medicamentos, etc) o bien para asegurar el mantenimiento de factores clave en la estabilidad de los ecosistemas. También es un instrumento eficiente de conocimiento y valoración de la biodiversidad, ya que la posibilidad de mantener disponible un recurso biológico permite conocer características clave de su biología, como por ejemplo los mecanismos de reproducción, donde el conocimiento adquirido puede dar apoyo a programas de restauración de ecosistemas y/o reintroducción de especies amenazadas y/o, también, con la ayuda de acciones de biotecnología, ayudar a generar los posibles usos de interés comercial de un grupo biológico.

En el contexto anterior, se entiende que la conservación *ex situ* no es una práctica aislada de las demás estrategias de conservación, de conocimiento o uso. Por el contrario, las prácticas de conservación *ex situ* se contextualizan por medio de su relación con otras temáticas de la biodiversidad, tanto a nivel nacional como a nivel internacional.

Para el caso de la vegetación, el mantenimiento *ex situ* brinda un seguro cuando las plantas desaparecen en su ambiente natural, y tiene la ventaja de proporcionar un suministro oportuno de materiales para el investigador y de hacer reposición de las variedades locales relegadas (Ashmore, 1997). Al respecto se ha considerado prioritario, durante varias décadas, el mantenimiento, por esta vía, de silvestres relacionados con los cultivados (Meilleur y Hodgkin, 2004) y taxones no genética requerida para procesos futuros de fitomejoramiento (Richards et al, 2007) domesticados promisorios, por el peligro de pérdida de

éstos, debido al cambio climático global en marcha (Heywood y Duloo, 2005); con indicación, por parte de Schoen y Brown (2001), de que el ensamblaje de colecciones *ex situ*, de poblaciones silvestres, es un componente importante de una conservación más amplia y la afirmación de que los bancos de germoplasma preservan la diversidad

3.4.1. Conservación *ex situ* en Colombia

La estructura general de la conservación *ex situ* en Colombia comprende bancos de germoplasma vegetales (*in vivo* e *in vitro*), bancos de recursos genéticos pecuarios, bancos de microorganismos, así como zoológicos, jardines botánicos y herbarios. Si bien el país ha avanzado en la conformación de la Red Nacional de Jardines Botánicos de Colombia (que agrupa a cerca de 26 jardines botánicos del país y funciona como un consejo asesor y como cuerpo consultivo del Gobierno), con el Programa Nacional de Conservación *ex situ* para Zoológicos y Acuarios Colombianos y con la creación de un Sistema de Bancos de Germoplasma para la Alimentación y la Agricultura, la articulación entre las acciones de conservación *in situ* y *ex situ* sigue siendo muy baja (MADS, 1996). En el caso de la conservación *ex situ*, la mayoría de las accesiones a los bancos de germoplasma en el país, tienen objetivos de mejoramiento genético de variedades cultivadas. Según datos del sistema Wiews (2011) de la FAO, en Colombia se reportan 30 bancos de germoplasma, con 1.253 especies representadas y 128.319 accesiones reportadas. (MADS, 2012).

3.5. GERMOPLASMA

De manera sintética, el germoplasma puede ser definido como cualquier material capaz de transmitir los caracteres hereditarios de una generación a otra (Witt, 1985). Se puede afirmar que el germoplasma representa la base física de la transmisión genética, o bien la suma de los genes y de los factores citoplasmáticos que rigen la herencia. Al hablar de germoplasma vegetal, puede aludirse a distintas estructuras vegetales (esporas, tejidos o partes de plantas), incluyendo sus células y compuestos con información genética (ADN, ARN, etc.) y, de especial modo, las semillas (Bacchetta, et al, 2008).

El término germoplasma está formado por la raíz germen ("inicio" u "origen") y plasma ("formación"), definiéndose como todo "material genético capaz de regenerar otra materia viva igual o similar a la original" (Perrino y Terzi, 2003). El término germoplasma hace referencia a cualquier forma de vida, pudiendo referirse, en virtud de diferentes rangos taxonómicos, a un género, a una especie o a alguna categoría taxonómica de rango inferior, como subespecie o variedad. La expresión recursos genéticos sustituye a menudo el concepto de germoplasma, refiriéndose contextualmente a un conjunto de especies o géneros (recursos genéticos vegetales, recursos genéticos microbianos, etc) que ofrecen una utilidad económica, ambiental o de otro tipo.

Desde el momento en que las sociedades humanas desarrollaron la agricultura, la conservación de semillas se convirtió en una actividad necesaria para mantener los ciclos de recolección y siembra. La idea de preservar semillas de diferentes especies de todo el mundo en infraestructuras

capaces de garantizar su viabilidad a largo plazo surgió en los años 20 y 30 del siglo XX, destacando la propuesta del científico ruso Nicolai Ivanovitch Vavilov (Koo et al, 2004 en: Bacchetta et al, 2008).

3.6. TIPOS DE CONSERVACIÓN EX SITU

Las técnicas *ex situ* aplicables a los recursos fitogenéticos consisten básicamente en conservar colecciones de especies y variedades en bancos de germoplasma, entendidos en cualquiera de sus múltiples formatos (bancos de germoplasma bajo cultivo, bancos de semillas, de polen, de tejidos, etc). El texto del Convenio sobre la Diversidad Biológica (Junio 1992) recoge en su Artículo 9, entre otros párrafos concernientes a la conservación *ex situ* que "cada parte contratante [...] adoptará medidas para la conservación *ex situ* de componentes de la diversidad biológica preferiblemente en el país de origen [...] establecerá y mantendrá instalaciones para la conservación *ex situ* y la investigación de plantas [...] cooperará en el suministro de apoyo financiero y de otra naturaleza para la conservación *ex situ* [...] y en el establecimiento y mantenimiento de instalaciones para la conservación *ex situ* en países en desarrollo". (García et al, 2010).

Existe mucha literatura sobre el estado del conocimiento de la conservación *ex situ*. Entre éstos, algunas fuentes de información internacional clave incluyen Engels y Wood (1999); Hawkes et al. (2000); Engels y Visser (2003); Smith et al. (2003); Guerrant et al. (2004); Rao et al. (2006); Thormann et al. (2006); Engels et al. (2008) y a nivel nacional fuentes como Samper y García (2001); Olaya et al. (2002); Olaya (2006); Cogollo et al.

(2007); Gómez y Toro (2007); García (2010); García et al (2010) que han desarrollado estudios, metodologías planes y estrategias en el marco de esta temática. De esta revisión, se presenta de manera general los métodos de conservación *ex situ* complementarios, los cuales se describen de manera sucinta:

3.6.1. Bancos de germoplasma de semillas

Los centros encargados de la conservación de la biodiversidad contenida en el germoplasma suelen denominarse bancos de germoplasma o bien bancos de semillas, si el material conservado se basa principalmente en semillas. En la literatura anglosajona suele utilizarse el término seedbanks (bancos de semillas) o también en sentido amplio genebanks (bancos de genes), pudiendo incluir colecciones vivas, cultivos in vitro o bancos de ADN. Las muestras de material recolectado que se introducen en los bancos de germoplasma para su conservación suelen recibir el nombre de accesiones (también, aunque menos generalizado, muestras o entradas). Cada accesión representa la entrada en el banco de un lote de germoplasma relativo a una única recolección, para una unidad taxonómica determinada y una población biológica definida, identificada así de modo inequívoco (Bacchetta et al, 2008).

Es importante subrayar que hasta hace pocos años los bancos de germoplasma centraban su interés casi exclusivamente en la conservación de las variedades agronómicas y de sus antecesores silvestres. De hecho, el 90% de todas las accesiones actualmente presentes en bancos de semillas está representado por especies de interés alimentario, muchas de ellas variedades de alimentos básicos

(trigo, maíz, arroz, alubias, sorgo, etc), que a una escala mundial se cultivan de forma intensiva, y que en conjunto tienen gran importancia económica (Bacchetta et al, 2008). La actual profusión de bancos de semillas con vocación de preservar plantas silvestres raras o en riesgo de extinción es consecuencia de los acuerdos y obligaciones adoptados tras la Cumbre de la Tierra, celebrada en Río de Janeiro en 1992 para evitar la pérdida de diversidad biológica, y que quedó materializado en el Convenio de Diversidad Biológica (CDB) (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Ley 165 de 1994).

El primer banco de semillas del mundo moderno fue fundado en Rusia (San Petersburgo) en el año 1894, en el ámbito del Ministerio de Agricultura ruso, constituido en un inicio como una colección de semillas de plantas cultivadas. De 1921 a 1940 fue dirigido por Nicolai Ivanovitch Vavilov, quien enriqueció la colección gracias a las numerosas expediciones que realizó por todo el mundo, y que le sirvieron para desarrollar su teoría sobre los centros de origen de plantas cultivadas. Tras sufrir muchas vicisitudes y salvarse del cerco al que fue sometida la ciudad (entonces Leningrado) durante la Segunda Guerra Mundial, el banco de semillas continúa hoy funcionando bajo el nombre de Instituto Vavilov de Plantas Industriales. Terminada la guerra, los años 50 vieron la creación de nuevos centros en Europa del Este y en los Estados Unidos, en el marco de universidades y centros de investigación, con el objetivo principal de conservar germoplasma de plantas cultivadas de interés para la alimentación. Una de las primeras instituciones de este tipo fue constituida en Alemania del Este (Gasterleben) donde el Instituto Leibniz de Investigación de Recursos Genéticos

de Plantas Cultivadas funciona desde hace más de 70 años (Bacchetta et al, 2008). En Estados Unidos surgió también, en 1958, uno de los centros de conservación más ambiciosos del mundo, en el Campus de la Universidad estatal del Colorado (Fort Collins), a través del laboratorio nacional de conservación de semillas (Hartmann y Kester, 1990), dependiente del USDA (United States Department of Agriculture).

Aunque la mayoría de bancos de semillas están dedicados a especies asociadas a la alimentación, los inicios de resguardo de especies silvestres se dieron en España en donde desde el año 1966 se estableció el primer banco de semillas, Banco de Germoplasma Vegetal de la Universidad Politécnica de Madrid, para la conservación de especies nativas de España y que actualmente contiene muestras de 350 especies y subespecies españolas amenazadas. Otro ejemplo notable es el MSB ubicado en Wakehurst, Jardines Botánicos Reales de Kew, Reino Unido el cual para el 2010 había conservado el 10% de la flora productora de semillas del mundo, especialmente la de las zonas áridas. El Centro Nacional para la Conservación de Recursos Genéticos (NCGRP, de su nombre en inglés) del USDA, con sede en Fort Collins, Colorado, también busca conservar sistemáticamente una colección de recursos genéticos para los Estados Unidos. El segundo Informe sobre el Estado de los Recursos Fitogenéticos en el Mundo (FAO, 2010) reporta que el 10% del germoplasma conservado en el mundo corresponde a especies silvestres.

El número de bancos de germoplasma actualmente existentes en el mundo se estima en torno a 1400, distribuidos principalmente en los países más desarrollados, y en especial en el ámbito

anglosajón. En Europa se localizan cerca de 250 bancos, 180 en los países del centro/norte de Europa y 70 en el área mediterránea. Estos últimos se distribuyen principalmente en Italia, Francia y España, países donde se concentra, además, la mayor densidad de bancos de semillas silvestres a escala mundial (Bacchetta et al, 2008).

Casi 200 jardines botánicos alrededor del mundo también tienen bancos de semillas (FAO, 2010), que van desde pequeñas cantidades de accesiones almacenadas en congeladores domésticos o comerciales hasta instalaciones en gran escala diseñadas específicamente para este fin, como el Banco de Germoplasma Vegetal Andaluz de la Consejería de Medio Ambiente de Andalucía en el Jardín Botánico de Córdoba, donde se almacenan más de 7000 accesiones o propágulos, principalmente semillas, de más de 1500 diferentes especies de plantas de Andalucía y aproximadamente 500 otras especies ibéricas endémicas. El Centro de Educación Fletcher Jones para la Conservación de la Biodiversidad (Fletcher Jones Education Centre for the Preservation of Biodiversity) en el Rancho Santa Ana, California, EE.UU., tiene almacenamiento en frío de semillas, cámaras de crecimiento con condiciones climáticas controladas que facilitan los estudios de germinación y la investigación de los programas de posgrado, equipo para el procesamiento de semillas y amplios laboratorios.

Los bancos de germoplasma, en su concepción actual, constituyen sistemas esenciales para prevenir la pérdida de biodiversidad genética y garantizar así un futuro a las especies en peligro de extinción. Gran parte de las infraestructuras para la conservación de la biodiversidad nacen con el objetivo de

contrarrestar la pérdida exponencial de especies, debida en parte a fenómenos naturales, y principalmente a las actividades antrópicas sobre los ambientes naturales (destrucción, contaminación, etc). Su función no es sólo salvaguardar las semillas de las especies en peligro, sino también conservar, mediante técnicas de preservación a largo plazo, esporas, esquejes, tejidos o cualquier otro material que constituya parte de la biodiversidad genética del planeta. En muchos centros de conservación de germoplasma especializados en flora silvestre se estudian además estrategias de actuación adecuadas para la conservación *in situ* de especies en peligro, disponiendo de la información necesaria sobre biología reproductiva, germinación o métodos de producción vegetal que permitan desarrollar con éxito proyectos de recuperación.

Los bancos de germoplasma actúan también como importantes centros de estudio en relación con los taxones representativos de hábitats de interés, o de especial importancia para la reconstrucción de áreas degradadas o amenazadas. En este contexto, las especies pioneras, estructurales o más adaptables pueden ser también analizadas, conservadas y regeneradas. La pretensión no es, por lo tanto, conservar únicamente en el banco un gran número de semillas de plantas raras, sino también conocer y caracterizar el germoplasma bajo diferentes aspectos, con el fin de garantizar la conservación de la biodiversidad y posibilitar usos futuros.

3.6.1.1. Bancos de germoplasma en Colombia

Se tienen ejemplos en Colombia de bancos de germoplasmas en especies tropicales, sin embargo la mayoría de esfuerzos se centran en especies con potencial para alimentación como el desarrollado por el CIAT desde el año 1971, ante la necesidad de obtener materiales, especialmente leguminosas, para el mejoramiento de las pasturas (Torres et al. 1993), posteriormente el Gobierno colombiano facilitó la con-formación del Sistema de Bancos de Germoplasma de la Nación para la Alimentación y la Agricultura (SBGNAA); esto partió de colecciones de trabajo conformadas en principio por el Departamento de Investigación Agrícola (DIA), y luego por el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). Como complemento, se conformó en Corpoica la Red de Agrobiodiversidad, la cual, aparte de la conservación de germoplasma de taxones animales, vegetales y de microorganismos, realiza procesos de colecta, conservación, conocimiento y desarrollo del potencial de la variabilidad en mantenimiento, con promoción de la utilización de ésta y el desarrollo de nuevas alternativas agrícolas y bio-productos (Valencia et al, 2010)

Valencia et al (2010) identificó un total de 18 entidades nacionales que manejan bancos de germoplasma bajo condiciones *ex situ*. De éstas ocho son públicas, seis privadas y una de carácter mixto. Del total de accesiones vegetales que posee Colombia, mantenidas en condiciones *ex situ* en los bancos nacionales, el 70% se maneja en Corpoica (Vallejo y Estrada, 2002) y el 30% restante corresponde a la modalidad de bancos activos de taxones diversos. Adicionalmente, en el país se conserva, por parte del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), en Palmira, Valle del Cauca, del Grupo Consultivo Internacional de Investigación en Agricultura, CGIAR, la

colección mundial de yuca y especies relacionadas, *Manihot spp* (Bonierbale et al, 1997), la de frijol y especies afines, *Phaseolus spp.* (Hidalgo y Beebe, 1997) y conglomerados genéticos de forrajes tropicales (Maas et al, 1997).

Tabla 2. Entidades colombianas que manejan bancos de germoplasma vegetal, bajo condiciones ex situ

Entidad	Grupo especies	Organización
Cartón de Colombia	Forestales	Privada
Cenicafé	Café	Privada
Cenicaña	Caña de azúcar	Privada
Coltabaco	Tabaco	Privada
Conif	Maderables	Privada
CVS	Forestales	Público
ICA-Corpoica	Vegetales, animales y microorganismos	Mixto
Sinchi	Amazónicas	Público
Unipalma	Palma africana	Privado
Universidad de Antioquia	Ornamentales	Público
Universidad de Caldas	Frutales	Público
UN de Colombia, sede Bogotá	Papa y tubérculos andinos	Público
UN de Colombia, sede Medellín	Frutales tropicales	Público
UN de Colombia, sede Palmira	Hortalizas	Público
Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, UPTC.	Frutales, forestales y ornamentales	Público
Universidad de Córdoba	Hortalizas, ñame	Público
Secretaría de Agricultura del Valle	Chontaduro	Público
Universidad de Nariño	Uchuva	Público

Fuente: Torres y Reyes, 1997; Lobo, 2003 en: Valencia et al, 2010.

Colombia conserva bajo la modalidad *ex situ* alrededor de 27.900 accesiones que corresponden a cerca de 350 especies de importancia agrícola, forestal y ornamental (Valencia et al, 2010). Las colecciones de estos bancos están constituidas por germoplasma foráneo en un 53,4 %, que se ha introducido con fines de mejoramiento genético. Las accesiones colectadas en Colombia, bien sean nativas o criollas, incluyen parentales silvestres, variedades regionales y especies relacionadas que actualmente representan el 46,6 % del total (Lobo, 2006; Torres y Reyes, 1997).

En el 2007 la Red Nacional de Jardines Botánicos de Colombia adelantó a nivel nacional, a través de los jardines botánicos del país el “Proyecto de establecimiento de bancos de germoplasma para especies útiles nativas de Colombia en peligro de extinción”, cuyo objetivo principal consistió en prevenir la extinción de importantes plantas nativas de Colombia, promoviendo y facilitando su uso sostenible por las comunidades locales. El proyecto se enfocó principalmente en dos aspectos: el desarrollo de protocolos de propagación, cultivo y extracción no perjudicial de especies de plantas útiles amenazadas a través de un proceso conjunto y participativo entre los jardines botánicos de Colombia y las comunidades, y el establecimiento de bancos de germoplasma de dichas especies apoyado en los jardines botánicos y las reservas de la sociedad civil. Con el proyecto se logró establecer bancos de germoplasma de 43 especies bajo alguna categoría de amenaza (García et al, 2010).

3.6.2. Conservación de colecciones vivas en jardines botánicos

Históricamente, los jardines botánicos han desempeñado un papel clave en la colecta y el intercambio entre jardines de semilla y otros propágulos (Heywood, 2009). Actualmente, los jardines botánicos están mucho más involucrados en la conservación de recursos fitogenéticos, especialmente de especies medicinales, silvestres y no cultivadas, con énfasis en especies raras y amenazadas (Maunder et al, 2004).

Las interpretaciones más restrictivas del concepto de jardín botánico fijan su origen en la Europa renacentista y siempre al amparo de las universidades, lugar dónde la investigación y la academia se reunían. Los jardines botánicos más antiguos surgieron en Italia (Pisa en 1544, Padova y Florencia en 1545-, Boloña en 1567), España (Valencia en 1567), Países Bajos (Leiden en 1590), Francia (Montpellier en 1593) y Alemania (Heidelberg en 1597) como consecuencia de la necesidad de las facultades de medicina para poder explicar a sus alumnos qué plantas eran medicinales y cuáles eran sus usos (Bacchetta et al, 2008).

Desde entonces los jardines botánicos han ido cambiando su orientación y su finalidad, como consecuencia de los cambios producidos en el interés de la sociedad (y con ellos de la universidad) por las plantas. Los siglos XVIII y XIX se caracterizan por el cultivo de las plantas procedentes de expediciones científicas a los lugares más remotos. En los jardines botánicos se cultivan las semillas colectadas por los expedicionarios, mientras que las plantas vivas que surgen de ellas sirven para describir infinidad de especies nuevas. Linneo (Jardín Botánico

de Uppsala), Lamarck (Jardín del Rey de París) o Cavanilles (Real Jardín Botánico de Madrid) son algunos protagonistas de esta relación entre jardines botánicos y ampliación de los conocimientos botánicos. También se hacen ensayos de aclimatación y, desde los botánicos, numerosas especies se trasladan a la agricultura, por su capacidad productiva, o a los jardines, por su interés ornamental (Bacchetta, et al, 2008).

Actualmente existen más de 2.000 jardines botánicos, las cuales reciben cientos de millones de visitantes al año (Blackmore et al, 2011), se estima que en ellos se cultivan casi un tercio de las especies de plantas vasculares conocidas, lo que supone unas 100.000 especies diferentes, representadas por unos 4.000.000 de accesiones (Wyse-Jackson y Sutherland, 2000). Además, cumplen funciones diversas y valiosas en áreas de la investigación aplicada, sistemática, conservación, educación ambiental y conciencia pública.

Sin embargo, el papel de los jardines botánicos en la conservación ha sido debatido frecuentemente. Puesto que los jardines botánicos tienen limitaciones de espacio, es poca la cantidad de accesiones de una especie que conservan y, por tanto, se cuestiona su valor en la conservación de la diversidad genética. A pesar de esto, se ha demostrado que para las especies raras, las colecciones de los jardines botánicos pueden ayudar a conservar una mayor diversidad genética que las poblaciones silvestres y se pueden usar para aumentar la diversidad genética de las poblaciones silvestres.

3.6.2.1. Jardines botánicos en Colombia

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. Para tal efecto se acogen al Convenio sobre Diversidad Biológica (ratificado en Colombia a través de la Ley 165 de 1994), a la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres - CITES y a la legislación nacional sobre conservación, protección del medio ambiente, áreas protegidas y uso sostenible (Olaya et al, 2002).

El primer registro de un Jardín Botánico en Colombia data de 1786, en desarrollo de la Real Expedición Botánica del Nuevo Reino de Granada, en donde José Celestino Mutis organizó el primer jardín en Mariquita.

Posteriormente, en 1789 se reorganizó la Expedición en Santafé de Bogotá y se trasladó su sede a la capital, para lo cual un nuevo jardín botánico se plantó justo al costado occidental de la llamada “Casa de la Botánica”, hoy en predios de la Casa de Nariño, sin embargo para 1816 la Expedición quedó disuelta y algunos de sus miembros fueron fusilados por estar comprometidos en el movimiento emancipador del 20 de julio de 1810, a la casa se le dio otro uso y su jardín, al no recibir la menor atención ni los mínimos cuidados se extinguió (Parra-O y Díaz-Piedrahita, 2016). Después de estos esfuerzos y pasados más de un siglo, para 1955 fue inaugurado el Jardín Botánico de Bogotá “José Celestino Mutis” (Mutis, 2000).

Después de la fundación del Jardín Botánico de Bogotá, fueron establecidos oficialmente una serie de Jardines Botánicos en diferentes ciudades del país, que se listan en la tabla 3. Según Parra-O y Díaz-Piedrahita (2016) esta lista no está completa, debido a que existen pequeños jardines botánicos a nivel regional que no están asociados a la Red Nacional de Jardines Botánicos de Colombia, ni tiene la suficiente divulgación para ser conocidos ampliamente.

Tabla 3. Jardines Botánicos presentes en Colombia. Los Jardines con un asterisco (*) hacen referencia a que el Jardín estaba asociado a la Red Nacional de Jardines Botánicos de Colombia hasta marzo de 2015.

Jardín botánico	Ciudad	Año de fundación
Jardín Botánico José Celestino Mutis*	Bogotá	1955
Jardín Botánico Juan María Céspedes*	Tuluá	1968
Jardín Botánico Alejandro von Humboldt*	Ibagué	1969
Jardín Botánico Joaquín Antonio Uribe*	Medellín	1972
Jardín Botánico Guillermo Piñeres*	Turbaco	1977
Jardín Botánico de Marsella*	Marsella	1979
Jardín Botánico del Quindío*	Calarcá	1979
Jardín Botánico Eloy Valenzuela*	Floridablanca	1982
Jardín Botánico Universidad Tecnológica de Pereira*	Pereira	1983
Jardín Botánico Universidad de Caldas*	Manizales	1991
Jardín Botánico de Plantas Medicinales CEA*	Mocoa	1992
Jardín Botánico Medicinal – CEMI	Cota	1995

Jardín Botánico de San Andrés*	San Andrés	1998
Jardín Botánico San Jorge*	Ibagué	2000
Jardín Botánico de Cali*	Cali	2001
Jardín Botánico de Nariño*	Pasto	2003
Jardín Botánico Tropical Amazónico*	Mocoa	2003
Jardín Botánico Quinta de San Pedro Alejandrino*	Santa Marta	2005
Proyecto Jardín Botánico Uniamazonia*	Florencia	2006
Jardín Botánico del Pacífico*	Bahía Solano	2006
Jardín Hidrobotánico Jorge Ignacio Hernández Camacho*	Caucacia	2007
Jardín Botánico Jotaudó*	Jotaudó	2009
Jardín Botánico Los Balsos	Jericó	—
Jardín Botánico de Popayán – Fundación Universitaria de Popayán	Popayán	—
Jardín Botánico Uniminuto – Agroparque Sabio Mutis	La Mesa	—

Fuente: Red Nacional de Jardines Botánicos de Colombia, marzo de 2015 en: Parra-O y Díaz-Piedrahita, 2016.

Para el año 1983, se realizó para Colombia la celebración del bicentenario de la Real Expedición Botánica del Nuevo Reino de Granada, para lo cual se llevó a cabo el programa de la Segunda Expedición Botánica. El programa desarrolló como una de sus acciones, además de la Expedición Botánica por el territorio nacional, el impulso de los Jardines Botánicos y los Herbarios. Asimismo se buscó la integración de los jardines mediante la complementación y ayuda mutua, fomentando la cooperación externa, a través de instituciones de carácter gubernamental y no gubernamental en el ámbito sub-regional, regional y mundial, en los campos de conservación, la investigación y el intercambio (Pabón, 2004). De esta forma

nace la “Red Nacional de Jardines Botánicos”, que actualmente está constituida por 20 Jardines Botánicos distribuidos por las diferentes regiones naturales del país (<http://www.jardinesbotanicosdecolombia.org/>)

En cuanto colecciones de plantas vivas, dentro de los Jardines Botánicos de Colombia, para el año 2001 se estimaba un total de 37 especies con algún grado de amenaza que representaban solo el 3.6% del número total aproximado de plantas en peligro del país (Calderón, 2001 citado en Olaya et al, 2002); mientras que para el año 2006 según el proyecto “Digitalización de fichas de especies de plantas útiles en jardines botánicos de Colombia”, los jardines botánicos tenían representadas en sus colecciones de plantas vivas 298 especies que se encuentran bajo alguna categoría de amenaza de acuerdo con los libros rojos (García et al, 2010).

En síntesis, es indudable que los jardines botánicos colombianos son un patrimonio invaluable de nuestra sociedad. No solo realizan actividades de investigación y conservación de nuestra flora nativa, sino que son espacios para la educación ambiental, para generar aprecio por nuestros ecosistemas naturales, para desarrollar el turismo ecológico y para fomentar el sano esparcimiento y la relajación.

3.6.3. Cultivo de tejidos

En su acepción amplia, el cultivo de tejidos vegetales se define como un conjunto muy heterogéneo de técnicas que presentan en común el hecho de que un explante, o sea, unas partes separadas del vegetal, tales como protoplastos, células,

tejidos u órganos- se cultivan asépticamente en un medio artificial de composición química definida y se incuban en condiciones ambientales controladas. Cada fragmento origina una planta idéntica a aquella de donde se tomó el fragmento, aunque, también puede ser modificada genéticamente para tener variedades artificiales (Mroginski et al, 2010).

La regeneración de un individuo por vía asexual a partir de una célula o de un pequeño grupo de células es la expresión de la totipotencia celular (Yepes, 2006). Esta característica se ha aprovechado en la propagación vegetativa (reproducción asexual), lográndose a partir de partes bien diferenciadas (Roy, 1992). Esta técnica de propagación asexual se emplea como metodología para llevar a cabo rejuvenecimiento fisiológico de material adulto de un fenotipo sobresaliente (Pierik, 1990). En términos generales, el uso de la propagación vegetativa permite captar y transferir al nuevo árbol todo el potencial genético del árbol donado (Zobel, 1992). Los problemas asociados con las colecciones de campo de los bancos de germoplasma, como se describieron anteriormente, han generado mucha investigación con el fin de desarrollar técnicas alternativas, particularmente de cultivo *in vitro* o cultivo de tejidos para semillas recalcitrantes y especies de propagación vegetativa.

3.6.4. Cultivo de tejidos en Colombia

Principalmente la tecnología desarrollada para la conservación *in vitro* está direccionada a especies productivas o con potencial alimenticio, un ejemplo de es la Colección Mundial de Germoplasma de *Musa* manejada por la Red Internacional para el Mejoramiento del Banano y el

Plátano (INIBAP, de su nombre en inglés) y Bioversity International, con sede en la Universidad Católica de Leuven (Katholieke Universiteit Leuven, KULeuven). Otros ejemplos de colecciones de cultivo de tejidos incluyen la colección de papa del CIP en Perú, y la de manzana silvestre del Centro Nacional para la Preservación de Recursos Genéticos (National Centre for Genetic Resources Preservation, NCGRP) del USDA; mientras que en Colombia se pueden dar como ejemplos la colección de yuca del CIAT en Palmira Valle del Cauca (Escobar et al. 2012) y el laboratorio de Cultivo de Tejidos en el Campo Experimental Palmar de La Vizcaína en Barrancabermeja Santander (Rocha, 2007).

El empleo de las técnicas de cultivo de tejidos vegetales para la propagación de especies de interés forestal es una importante herramienta de apoyo a los programas de reforestación y establecimiento de huertos semilleros clonales (De Peña, 2005), sin embargo la propagación *in-vitro* de especies forestales puede incluir diversos procesos como el desarrollo de brotes adventicios, brotes axilares y la embriogénesis somática; existen varias publicaciones de las listas de especies que han podido ser propagadas mediante esta técnica. En general, las Angiospermas responden mucho más fácil a las técnicas de micropropagación, pero también se han observado buenos resultados en las Gimnospermas (Kannan et al, 1995).

En Colombia se han realizado pocos trabajos sobre la propagación de plantas leñosas *in vitro*. Según Ramos (2012) se pueden destacar los trabajos en forestales de bosque húmedo tropical realizados por la Universidad Católica de Oriente (Castro, 1992), en abarco (*Cariniana pyriformis*), almendrón (*Terminalia catappa*),

guayacán (*Tabebuia serratifolia*) y comino (*Aniba perulitis*) y el trabajo de Hodson (1998), en aliso (*Alnus acuminata*); Defelipe, (2011) en quina (*Cinchona pubescens*); Schuler et al, (2005) en ocobo (*Tabebuia rosea*) y nogal cafetero (*Cordia alliodora*); Marulanda et al, (2000) en aliso (*Alnus acuminata*), nogal cafetero (*Cordia alliodora*) y mora (*Rubus glaucus*); Pedroza y Montes (2008), en escobo (*Hipericum goyanessii*); en encenillo (*Weinmannia tomentosa*) y rodamonte (*Escallonia myrtilloides*), Villamizar (2005); en guadua (*Bambusa vulgaris*), Hurtado et al, (2010); en tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*), Espinosa et al, (2005); en guayaba (*Psidium guajaba*), Ocampo y Núñez (2007); en flormorado (*Tabebuia rosea* Bertold DC) Suárez et al, (2006); en teca (*Tectona grandis* L), Castro et al, (2002).

3.6.5. Crioconservación

Dentro de las técnicas de conservación a largo plazo, la crioconservación es una técnica que, mediante la utilización de temperaturas ultra bajas producidas generalmente a través del uso de nitrógeno líquido (-196° C), provoca el cese de la división celular y de la mayoría de los procesos metabólicos y físicos. Esta técnica, desarrollada a partir de la década de los setenta, y el cultivo in vitro representan con frecuencia las únicas opciones seguras para la conservación a largo plazo de los recursos fitogenéticos de aquellas especies que tienen semillas recalcitrantes o que se propagan vegetativamente (Panis y Lombardi, 2005; Houry et al, 2010).

La crioconservación es uno de los métodos más prometedores para la conservación a largo plazo. Una de sus principales ventajas es que requiere muy poco

espacio, si se la compara con las colecciones in vitro o de campo de los bancos de germoplasma. Además es un método eficiente en términos de costos para la conservación a largo plazo y que requiere muy poco mantenimiento (Dullo et al, 2009).

Actualmente existen muy pocas colecciones silvestres crioconservadas, se tienen como ejemplos los Jardines Botánicos Reales de Kew que han desarrollado protocolos para la crioconservación de plantas silvestres, principalmente helechos, musgos, orquídeas, arbustos y hierbas. Por otra parte, más de 40 géneros y 60 especies de plantas leñosas tropicales han sido objeto de estudio para lograr protocolos viables de crioconservación (Ramirez y Salcedo, 2013 en: Gonzalez y Engelmann, 2013). En esta área, el Centro de Investigación en Biotecnología del Instituto Tecnológico de Costa Rica (ITCR) ha estudiado la conservación de especies forestales maderables y no maderables con resultados exitosos mediante el uso del método de desecación y congelamiento rápido en nitrógeno líquido para frutos y semillas de especies de alta importancia, como melina (*Gmelina arborea*), teca (*Tectona grandis*), pilón (*Hyeronima alchorneoides*), saman (*Pithecellobium saman*) y madero negro (*Gliricidia sepium*). Los resultados obtenidos mostraron el gran potencial de esa técnica para continuar las investigaciones en especies cercanas y para el establecimiento de colecciones (Aguilar y Abdelnour-Esquivel, 2010).

3.6.6. Crioconservación en Colombia

En Colombia, diversos cultivos y tipos de tejidos han sido utilizados para la realización de investigaciones en

crioconservación en los últimos años. Sin embargo la mayor experiencia está relacionado con cultivos de propagación vegetativa como yuca (*Manihot esculenta* Crantz) y Papas (*Solanum tuberosum*, también en crioconservación de semillas botánicas como Café (*Coffea arabica*), Palma de chontaruro (*Bactris gasipaes* Kunth) y "güérregue" (*Astrocaryum standleyanum* Bailey), Palma aceitera (*Elaeis guineensis* Jacq.) y Cratylia (*Cratylia argentea* (Desvaux) O. Kuntze), además de crioconservación de especies frutales como Tomate de árbol (*Cyphomandra betacea* (Cav.) Sendt) y Maracuyá y granadilla (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* y *Passiflora ligularis*) (Escobar et al, 2013).

En cuanto a investigaciones en crioconservación de la flora amenazada en Colombia sólo se ha desarrollado una tesis de pregrado (Arce et al, 2007), en la cual la Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira, mediante su Facultad de Ingeniería Agroindustrial y del Programa de Investigación en Recursos Genéticos de Plantas Medicinales, Aromáticas y Condimentarias, ha realizado experimentos, junto con el CIAT, en Semilla de chambimbe (*Sapindus saponaria* var. *Drummondii* (Hook. & Arn.) L. Benson) (Escobar et al, 2013).

3.6.7. Almacenamiento de polen

El polen es otro de los materiales de la planta que se puede almacenar y usar como método de conservación de recursos genéticos, especialmente para especies perennes de árboles frutales y forestales. Es una técnica que se compara al almacenaje de semilla, puesto que la mayoría de polen puede secarse hasta menos del 5% de contenido de humedad, sobre la base de peso seco, y almacenarse

por debajo de 0°C (FAO, FLD & IPGRI, 2004). Generalmente, a medida que se extiende el período de almacenamiento, la temperatura utilizada para su almacenamiento disminuye (Tighe, 2004). Por otro lado, el almacenamiento de polen se plantea como una estrategia importante para el mejoramiento genético forestal y manejo intensivo de plantaciones forestales; además la sincronización de la dispersión del polen y el periodo de receptividad floral, junto con las necesidades para hibridación entre especies, y el deseo de reintentar polinizaciones no exitosas son algunos de los factores que determinan la necesidad para el almacenamiento del polen (Tighe, 2004).

Su uso es común entre los fitomejoradores, especialmente para la producción de haploides en programas de fitomejoramiento, para reducir el tiempo entre la floración masculina y la femenina, y para mejorar la formación de frutos en los huertos (Towill, 1985). Por ejemplo, el principal uso del polen de café es para el fitomejoramiento, pues puede requerir cruzamientos entre arbustos que no florecen simultáneamente o que crecen distantes el uno del otro (Walyaro y van der Vossen, 1977). La colecta y el almacenamiento de polen podrían ser una manera de obtener una muestra más representativa de la diversidad genética de las poblaciones silvestres (Panella et al, 2009).

El polen también se usa para distribuir e intercambiar germoplasma entre lugares diferentes puesto que es poco común que el polen sea portador de plagas y enfermedades (excepto algunas enfermedades virales) y se lo somete a menos restricciones cuarentenarias estrictas. Otros usos incluyen la preservación de genes nucleares del

germoplasma, estudios de fisiología básica, bioquímica y fertilidad, y estudios de biotecnología relacionados con expresión genética, transformación y fertilización *in vitro* (Towill y Walters, 2000). El polen de muchas especies ha sido almacenado exitosamente por criopreservación, que puede ser realizada por medio de Ultrafreezers que almacenan el polen a los -80°C y los refrigerados criogénicos que usan inmersión bajo nitrógeno líquido a los -196°C (Tighe, 2004).

3.6.8. Almacenamiento de polen en Colombia

Para Colombia, existe poca información al respecto, sin embargo, las pocas investigaciones demuestran la posible utilización con éxito de estas técnicas y herramientas de la biotecnología, en la silvicultura colombiana. Se pueden nombrar experiencias de almacenaje de polen para las especies de Pinos tropicales y subtropicales (Tighe, 2004). El polen de algunas familias es tolerante a la desecación y es bastante fácil de almacenar, por ejemplo, Liliaceae y Solanácea, pero el polen de otras familias es sensible a la desecación y es más difícil de almacenar, por ejemplo, Cucurbitácea, Gramínea (Poáceae); Compositae (Asteráceae). Al igual que con las semillas los factores que afectan la longevidad son: el contenido de agua, la temperatura de almacenamiento y la atmósfera de almacenamiento (Walters y Towill, 1995).

3.6.9. *Inter situs* y otros enfoques de conservación

Además de las estrategias de conservación *in situ* y *ex situ*, recientemente se han desarrollado otros

enfoques, algunos de los cuales eliminan las diferencias entre *ex situ* e *in situ*. Para las especies de árboles, por ejemplo, se ha introducido el concepto de "bancos de germoplasma forestales" (Shaanker et al, 2002): éstos son sitios *in situ* utilizados como repositorios de genes de cuantas poblaciones diversas sea posible, para maximizar la representación de los genes capturados. Otras estrategias incluyen el mantenimiento de poblaciones *ex situ* en simulaciones artificialmente creadas de los ecosistemas en los cuales ocurren en la naturaleza.

El término conservación *inter situs* se ha aplicado a la reintroducción de especies en localidades por fuera de su actual rango pero dentro del rango histórico reciente conocido de la especie (Burney y Burney, 2009). Es diferente de la "migración asistida" y se ha practicado con relativo éxito para proteger plantas hawaianas raras. Es un procedimiento que incluye bastantes riesgos y que no se debe practicar excepto en casos muy urgentes.

3.7. COLECTA DE SEMILLAS

La colecta de semillas u otros propágulos es la primera actividad para establecer una colección *ex situ*. El proceso se debe planear y preparar bien para maximizar la diversidad genética de la población. Existen excelentes directrices técnicas acerca de cómo planear y preparar una colecta para conservación *ex situ* (Guarino et al, 1995; Schmidt 2000; Smith et al, 2003; Guerrant et al, 2004; ENSCONET 2009).

Puesto que la semilla es el material más sencillo y el que generalmente se colecta y conserva, la mayoría de estas directrices se enfocan en la semilla. No obstante, Guarino et al, (1995) también incluyen

directrices para coleccionar germoplasma de propagación vegetativa. Igualmente dan directrices para coleccionar material in vitro y polen. También hay mucha información disponible para descargar de internet. Por ejemplo, en el sitio de internet del Banco de Semillas del Milenio (MSB, de su nombre en inglés), hay buenos resúmenes y manuales de campo sobre colecta de semillas que se pueden descargar.

Vale la pena seleccionar sitios de colecta que contengan la mayor cantidad de especies y diversidad genética. El uso de herramientas de predicción –como FloraMap, DIVA_GIS (Hijmans et al, 2001) – fundamentadas en los SIG pueden ayudar a identificar los sitios de colecta con mayor probabilidad de éxito. Guarino et al. (2001) discuten la aplicación de modelos de distribución de especies en la conservación y el uso de los recursos genéticos vegetales. Muchos de los métodos basados en SIG usan las variables climáticas como los principales motores de la distribución geográfica y se pueden usar para predecir los sitios donde hay una alta diversidad de especies. Estos enfoques permiten coleccionar germoplasma de manera más sistemática y eficiente.

El sitio de GapAnalysis en internet, <http://gisweb.ciat.cgiar.org/GapAnalysis/>, desarrollado por Bioersity International, el IRRI y el CIAT, es una herramienta útil que le permite a los colectores de plantas determinar las áreas donde se podrían encontrar caracteres y taxones poco representados en las colecciones *ex situ*.

Para el caso colombiano la identificación de sitios de colecta o distribución de especies se ha realizado históricamente adelantando procesos participativos, involucrando expertos, sin embargo, es casi imposible que un pequeño grupo de personas tenga toda la información

necesaria para evaluar un grupo biológico, por eso se hizo necesario la aplicación de los diferentes criterios propuestos por la UICN (2010); los cuales corresponden a modelos de distribución y fichas de síntesis de información de las especies (Amaya-Espinell et al, 2011). Uno de los ejemplos metodológicos para la definición de la distribución geográfica de especies amenazadas, fue desarrollado para la ubicación de especies focales para la conservación del departamento del Valle del Cauca (CVC – FUNAGUA, 2011), en donde se elaboraron mapas de distribución potencial, usando localidades del Valle del Cauca y registros de localidades de otros departamentos con condiciones ecológicas similares. Esta distribución potencial por especie se generó mediante la utilización combinada del programa de predicción de distribución MaxEnt (Maximum Entropy versión 3.3) (www.cs.princeton.edu/~schapire/maxent) y un SIG del Valle del Cauca.

3.8. POLÍTICAS EN TÉRMINOS DE LEGISLACIÓN, CONSERVACIÓN *EX SITU* Y RECURSOS GENÉTICOS

3.8.1. Contexto internacional

El marco institucional de la conservación de la biodiversidad ha cambiado de manera significativa en los últimos treinta años, en particular como respuesta a la Cumbre de la Tierra celebrada en Río de Janeiro (Brasil) en 1992. La subsiguiente ratificación del denominado Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB), por parte de la gran mayoría de los gobiernos a nivel mundial, ha generado un incremento en la creación de instituciones y organizaciones con un enfoque hacia la conservación, además de un aumento en tratados y otros instrumentos que

orientan las políticas sobre conocimiento, conservación y uso sostenible de la biodiversidad.

En este sentido, los gobiernos han formulado estrategias y planes nacionales de acción para la conservación de la biodiversidad, como un mecanismo para dar cumplimiento a esta normatividad internacional. Dentro de los lineamientos, políticas y convenios internacionales relacionados tenemos los siguientes:

Convenio sobre la Diversidad Biológica (CDB): El Convenio de Diversidad Biológica, producto de la Conferencia de las Naciones Unidas Sobre Medio Ambiente y Desarrollo celebrada en Rio de Janeiro (Brasil) en 1992, y ratificado en Colombia por medio de la Ley 165 de 1994, es el primer instrumento internacional jurídicamente vinculante, en el que se expresa que la conservación de la biodiversidad es una preocupación común de la humanidad y un componente fundamental en el desarrollo de las naciones.

Uno de los principios del Convenio hace referencia a los derechos del país de origen o reconocimiento de la biodiversidad como patrimonio nacional, que ha sido visto como un gran avance para los países ricos en biodiversidad. Colombia fue uno de los que más defendió este derecho, por los enormes potenciales que ofrece para el desarrollo de nuevos alimentos, medicamentos y otros productos mediante la utilización de la biotecnología moderna (García et al. 2010).

En la COP 3 de este Convenio sobre conservación *ex situ*, se establecieron prioridades para los recursos fitogenéticos, como: a) preservar las colecciones *ex situ* existentes; b)

regenerar las adquisiciones *ex situ* amenazadas; c) apoyar la colección planificada e identificada de recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura; y d) extender las actividades de conservación *ex situ*, la COP también establece la necesidad de un desarrollo más profundo de las mismas y señala que el Convenio contempla la conservación *ex situ*, a fin de complementar las medidas *in situ*. Dentro del análisis de la Decisión 391 de 1996 sobre acceso a recursos genéticos se destaca que el sistema común se aplica a las colecciones *ex situ*, de manera que "los centros de conservación *ex situ* deberán firmar contratos de acceso con la Autoridad Competente Nacional y que ésta última puede firmar convenios con terceras partes con respecto a recursos depositados en colecciones *ex situ* en relación con las cuales un país miembro es también país de origen, tomando en cuenta los derechos de, por ejemplo, quienes suministraron los recursos genéticos a la colección". Define los enfoques para la conservación *ex situ*, que incluyen la creación de jardines botánicos, bancos de genes y/o de arboretos. Los bancos de genes aplican tecnologías tales como el cultivo de tejidos, propagación sobre campo, fusión de protoplastos y la criopreservación.

Protocolo relativo a las áreas y a la flora y fauna silvestres especialmente protegidas del Convenio para la protección y el desarrollo del medio marino en la región del gran caribe: El Protocolo en mención fue adoptado en enero de 1990 y ratificado por Colombia mediante la Ley 356 de 1997. El objetivo general del Protocolo es "garantizar la protección, preservación y manejo sostenible de las áreas que requieran especial salvaguardia y las especies de flora y fauna amenazadas o en peligro de extinción". El

Protocolo invita a las Partes a promover la investigación científica y técnica y el intercambio de información en estos ámbitos y a realizar inventarios sobre las zonas en su territorios con potencialidad de áreas protegidas y de las especies de flora y fauna amenazadas o en peligro de extinción.

Uno de los ejes de la ENCP hace referencia a la conservación *ex situ* e in situ de la flora colombiana, contribuyendo claramente con la implementación de esta política a través de la identificación de flora amenazada en todo el territorio nacional, así como la priorización de líneas de investigación que las aborden. Dentro de éstas se menciona la importancia de definir protocolos de propagación que permitan definir acciones específicas para la recuperación de las poblaciones de las especies amenazadas.

Convención CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres): Se firmó en 1973 en Washington, D.C. y entró en vigor en 1975, como una herramienta de regulación del comercio internacional de fauna y flora silvestres, con el objeto de asegurar su conservación y uso sostenible, a través del establecimiento de un marco jurídico internacional y de unos procedimientos que prevengan la importación, exportación y reexportación de especies amenazadas. La Convención fue ratificada en Colombia por medio de la Ley 017 de 1981.

El objeto de la Convención, y su ratificación en Colombia, establece el escenario propicio de regulación para el comercio de especies de plantas y la gestión a nivel nacional aporta a la implementación del eje temático uso y manejo de la ENCP. De forma paralela, los

libros rojos de flora, uno de los hitos en la implementación de la Estrategia, representan un insumo para la autoridad científica Cites en Colombia, al contribuir con conocimiento sobre el estado de conservación de los recursos vegetales que son objeto de comercio internacional.

Convenio internacional de las maderas tropicales: Fue aprobado por la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Comercio y Desarrollo en Ginebra (Suiza) en 2006, donde se reconocieron los dos Convenios anteriores aprobados en 1994 y 1983. En Colombia fue ratificado por medio de la Ley 464 de 1998. Su principal objetivo es "promover la expansión y diversificación del comercio internacional de maderas tropicales de bosques ordenados de forma sostenible y aprovechados legalmente y promover la ordenación sostenible de los bosques productores de maderas tropicales".

El Convenio destaca el fomento y apoyo a la investigación, que permita mejorar la ordenación de los bosques, la utilización eficiente de las maderas y la competitividad de los productos derivados en relación con otros materiales, y la creación de capacidad para conservar y reforzar otros valores forestales en los bosques tropicales productores de madera. También hace énfasis en las medidas tomadas para la conservación *in situ* y/o *ex situ* de la diversidad genética de especies de flora comerciales, raras, amenazadas o en peligro de extinción, dentro de bosques productores.

Tratado internacional sobre los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura (FAO): Entró en vigor en junio de 2004, con 40 instrumentos de ratificación, dentro de los cuales no se incluye Colombia, quien sólo ha firmado el tratado¹⁷. Estuvo precedido por el Plan de Acción Mundial para la

Conservación y la Utilización Sostenible de los Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura, aprobado durante la Cuarta Conferencia Técnica Internacional sobre Recursos Fitogenéticos celebrada en Leipzig (Alemania) en 1996. El Tratado constituye una plataforma de acción concertada para alcanzar metas de conservación y uso sostenible de los recursos fitogenéticos para la alimentación y la agricultura (RFAA), así como la distribución justa y equitativa de los beneficios que se derivan de su uso, de acuerdo con el Convenio sobre la Diversidad Biológica

Convenio para la Protección del Patrimonio Mundial, Cultural y Natural Unesco: Realizado en París en 1972 y ratificada en Colombia mediante la Ley 45 de 1983, busca establecer un sistema eficaz de protección colectiva al patrimonio cultural y natural organizado de una manera permanente y según métodos científicos y modernos.

Convenio Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales (Upov 91): Celebrado en Ginebra, en el año 1991 y ratificado en Colombia mediante la Ley 243 de 1995, busca reconocer y garantizar un derecho al obtentor de una variedad vegetal nueva o a su causahabiente, mediante la creación de la Unión para la Protección de las Obtenciones Vegetales

Decisión 391 de la Comunidad Andina (CAN), Régimen Común sobre Acceso a los Recursos Genéticos: Realizado en Caracas, Venezuela en el año 1996, tiene como objetivos: a) Prever condiciones para una participación justa y equitativa en los beneficios derivados del acceso; b) Sentar las bases para el reconocimiento y valoración de los recursos genéticos y sus productos

derivados y de sus componentes intangibles asociados, especialmente cuando se trate de comunidades indígenas, afroamericanas o locales; c) Promover la conservación de la diversidad biológica y la utilización sostenible de los recursos biológicos que contienen recursos genéticos; d) Promover la consolidación y desarrollo de las capacidades científicas, tecnológicas y técnicas a nivel local, nacional y subregional; y, e) Fortalecer la capacidad negociadora de los países miembros.

Protocolo de Cartagena sobre Seguridad de la Biotecnología del Convenio sobre la Diversidad Biológica: Celebrado en la ciudad de Montreal, Canadá en el año 2000 y ratificado por Colombia mediante la Ley 740 de 2002, busca contribuir a garantizar un nivel adecuado de protección en la esfera de la transferencia, manipulación y utilización seguras de los organismos vivos modificados (OVM) resultantes de la biotecnología moderna que puedan tener efectos adversos para la conservación y utilización sostenible de la diversidad biológica, teniendo también en cuenta los riesgos para la salud humana, y centrándose concretamente en los movimientos transfronterizos.

Agenda Internacional para la Conservación en Jardines Botánicos: creada en el año 2001, la cual provee una estructura global en el desarrollo de políticas y programas en jardines botánicos para una aplicación efectiva de los tratados internacionales, leyes, políticas y programas nacionales relevantes para la conservación de la biodiversidad; además la Agenda busca motivar a los jardines botánicos a evaluar sus políticas y prácticas en conservación y a aumentar su efectividad y eficiencia en la conservación de las plantas.

3.8.2. Contexto Colombiano

A partir de la aparición del Informe Brundtland ("Nuestro Futuro Común" de 1987), el mundo comenzó a concebir la necesidad del desarrollo sostenible, concepto que es recogido por la Constitución Política de 1991 y materializado con la Ley 99 de 1993, la cual, inspirada en los acuerdos y compromisos de la Cumbre de Ambiente y Desarrollo en Río de Janeiro (1992), crea una nueva institucionalidad para el sector ambiental colombiano.

La aparición del Sistema Nacional Ambiental (SINA), definido como el conjunto de orientaciones, normas, actividades, recursos, programas e instituciones que permiten la puesta en marcha de los principios generales ambientales contenidos en la Constitución Política de Colombia de 1991 y la Ley 99 de 1993. El SINA está integrado por el Ministerio del Medio Ambiente (hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Decreto 3570 de 2011), las Corporaciones Autónomas Regionales, las entidades territoriales, los Institutos de investigación adscritos y vinculados al ministerio, la academia, las ONG, la sociedad civil y los gremios. Además, está el Consejo Nacional Ambiental, que tiene el propósito de asegurar la coordinación intersectorial en el ámbito público de las políticas, planes y programas en materia ambiental y de recursos naturales renovables y asesorar al Gobierno Nacional en la formulación de las políticas ambientales.

Con la Constitución Política de 1991, el país elevó el manejo y la protección de los recursos naturales y el medio ambiente, en otras palabras, la biodiversidad, a la

categoría de norma constitucional, mediante el reconocimiento de la obligación del Estado y de las personas de proteger las riquezas culturales y naturales de la Nación (Art. 8), del derecho de los colombianos a tener un ambiente sano (Art. 79) y del desarrollo sostenible como el modelo que orienta el crecimiento económico, el mejoramiento de la calidad de vida y del bienestar social de la Nación, sin agotar la base de los recursos naturales renovables en que se sustenta, ni deteriorar el medio ambiente o el derecho de las generaciones futuras a utilizarlo para la satisfacción de sus propias necesidades. La Constitución es además clara en destacar el deber del Estado en torno a la necesidad de proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica, y planificar el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución (MADS, 2012).

Las políticas nacionales que se relacionan con plantas, van desde la Política Nacional de Biodiversidad en 1995, hasta el Conpes 3680 de julio de 2010, donde se pretendió "establecer las pautas y orientaciones para avanzar en la consolidación del Sistema Nacional de Áreas Protegidas de Colombia". Estas políticas se pueden agrupar en las que se enfocan en temas estratégicos y las instrumentales.

Política Nacional de Biodiversidad de 1995: Contempla los principios de conservación, uso y conocimiento de la biodiversidad, resaltando la necesidad de disminuir la sobreexplotación de los recursos, de vigilar el tráfico de fauna y flora, de caracterizar los componentes de la biodiversidad (aspecto que incluye la investigación en ecología, especies amenazadas y promisorias), para lo cual

dentro de sus instrumentos se contempla la creación de bancos de germoplasma, la articulación intersectorial para el uso sostenible de los recursos y el establecimiento de cultivo y manejo de frutas y plantas comestibles, agroforestería y medicina tradicional, con una visión regional y local del aprovechamiento sostenible.

Política de Bosques de 1996: La política de bosques pone dentro de sus prioridades de la conservación y el uso sostenible de los recursos del bosque, dada la importancia de estos recursos en la regulación del recurso hídrico y el abastecimiento de materias primas obtenidas a partir de especies forestales, para ello se propone “incentivar la reforestación, recuperación y conservación de los bosques para rehabilitar las cuencas hidrográficas, restaurar ecosistemas forestales degradados y recuperar suelos”. La política se concentra en especies arbóreas que dominan los ecosistemas forestales.

Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos (PNGIBSE) de 2012: Se desprende del proceso participativo de revisión y actualización de la Política Nacional de Biodiversidad de 1995, cuyo objetivo es promover la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos (GIBSE), de manera que se mantenga y mejore la resiliencia de los sistemas socioecológicos, a escalas nacional, regional, local y transfronteriza, considerando escenarios de cambio y a través de la acción conjunta, coordinada y concertada del Estado, el sector productivo y la sociedad civil. Esto significa que esta PNGIBSE será la que enmarque y oriente conceptual y estratégicamente todos los demás instrumentos ambientales de gestión

(políticas, normas, planes, programas y proyectos), existentes o que se desarrollen, para la conservación de la biodiversidad en sus diferentes niveles de organización, además de ser base de articulación intersectorial y parte fundamental en el desarrollo del país.

Existen otras políticas estratégicas relacionadas como la Política de Producción más Limpia de 1998 y la de Lineamientos de Política ambiental para el Uso y Manejo de Plaguicidas del mismo año, que tienen como objetivo prevención de impactos y riesgos tanto en el ambiente como en el hombre. Estas políticas buscan disminuir impactos sobre la biodiversidad existente, lo que determina una mayor probabilidad de conservación si se vuelven efectivas. Igualmente, entre las políticas estratégicas se pueden mencionar las de Lineamientos para la Política Nacional de Ordenamiento Ambiental del Territorio aprobada en 1998, la de Población y Medio Ambiente del mismo año y las de Investigación y Educación Ambiental. Estas políticas muestran dos aspectos importantes, por un lado la necesidad de organizar el territorio en materia de unidades ecológicas principales, con el fin de hacer un uso eficiente y sostenible del suelo, teniendo en cuenta los movimientos migratorios como factor clave y donde la investigación y educación ambiental son base para la ampliación de estudios que permitan la generación de estrategias y agendas de investigación, donde la Estrategia de Conservación de Plantas juega un papel importante.

En el marco del cumplimiento de sus obligaciones como firmante del Convenio sobre Diversidad Biológica (CDB), y su ratificación mediante la Ley 165 de 1994, Colombia elaboró en el año 2001 la Estrategia Nacional de Conservación de Plantas (Samper y García, 2001).

Mediante la publicación de esta estrategia, Colombia se convirtió en el primer país en cumplir con este compromiso a nivel mundial, documento que incluso antecedió a la publicación de la Estrategia Mundial para la Conservación de las Especies Vegetales (EMCEV).

Además, dentro de la gestión y jurisprudencia que el país ha hecho sobre biodiversidad, se destacan algunas normas generales que de manera directa o indirecta han contribuido al desarrollo de actividades para la protección, uso y manejo de la biodiversidad y que específicamente que tratan el tema de conservación *ex situ* y recursos genéticos

3.8.2.1. *Legislación sobre conservación ex situ en Colombia*

- Ley 2/59: Sobre Economía Forestal de la Nación y Conservación de los Recursos Naturales Renovables.
- Acuerdo 38/73: Por el cual se establece el estatuto de Flora Silvestre delINDERENA.
- Decreto 2811/74: Decreto con fuerza de ley Código de Recursos Naturales.
- Decreto 622/77: Reglamentario del Código de Recursos Naturales.
- Acuerdo 33/78: Por el cual se regulan las Expediciones Científicas para adelantar estudios sobre fauna y flora silvestre, terrestre y acuática.
- Decreto 1608/78: Por el cual se reglamenta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y la Protección al Medio Ambiente y la ley 23/73 en materia de Fauna Silvestre.
- Decreto 1681/78: Por el cual se reglamenta la Parte X del Libro 11 del Decreto-Ley 2811/74 que trata de los recursos hldrobiológicos, parcialmente de la ley 23/73 y del decreto 376/57.
- Ley 17/81: Por la cual aprueba la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de fauna y flora silvestres.
- Ley 84/89: Estatuto Nacional de Protección de los Animales.
- Ley 99/93: Crea el Ministerio del Medio Ambiente y organiza el SINA.
- Decreto 1276/94: Por el cual se organiza y reestructura el Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras José Benito Vives de Andrets. Invernarn.
- Decreto 1600/94: Por el cual se reglamenta parcialmente el Sistema Nacional Ambiental. SINA. en relación con los Sistemas Nacionales de Investigación Ambiental y de Información Ambiental.
- Decreto 1603/94: Por el cual se organizan y establecen los Institutos de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, el Instituto Amazónico de Investigaciones, Sinchi, y el Instituto de Investigaciones Ambientales del Pacífico John van Neumann.
- Ley 165/94: Convenio sobre Diversidad Biológica.
- Decisión 391/96: Régimen Común sobre Acceso a Recursos Genéticos
- Decreto 1791/96: Por medio del cual se establece el Régimen de Aprovechamiento Forestal.
- Ley 299/96: Por la cual se protege la flora colombiana, se

reglamentan los jardines botánicos y se dictan otras disposiciones

- Decreto 1420/97: Por el cual se designan las autoridades científicas de Colombia ante la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres, Cites, y se determinan sus funciones.
- Decreto 331/98: Reglamentario de la ley 299/96

3.8.2.2. Legislación sobre recursos genéticos en Colombia

- Decreto 2811/74: Decreto con fuerza de ley Código de Recursos Naturales.
- Decreto 622/77: Reglamentario del Código de Recursos Naturales.
- Decreto 1608/78: Reglamentario del Código de Recursos Naturales en fauna Silvestre.
- Ley 47/89: Convenio Internacional de Maderas Tropicales.
- Decreto 1974/89: Reglamentario del Código de Recursos Naturales sobre Distritos de Manejo Integrado.
- Constitución Política de 1991.
- Ley 21/91: Convenio sobre pueblos indígenas y tribales en países independientes.
- Ley 70/93: Comunidades negras.

- Ley 99/93: Crea el Ministerio del Medio Ambiente y organiza el SINA.
- Decisión 345/93: Régimen Común de Protección a los Derechos de los Obtentores de variedades Vegetales.
- Ley 165/94: Convenio sobre Diversidad Biológica
- Ley 191/95: Por medio de la cual se dictan disposiciones sobre zonas de frontera.
- Decreto 1745/95: Reglamentario de la ley de Comunidades Negras.
- Decreto 1397/96: Por el cual se crean la Comisión Nacional de Territorios Indígenas y la Mesa Permanente de Concertación con los Pueblos y Organizaciones Indígenas y se dictan otras disposiciones.
- Decisión 391/96: Régimen Común sobre Acceso a Recursos Genéticos.
- Ley 299/96: Por la cual se protege la flora colombiana, se reglamentan los jardines botánicos y se dictan las disposiciones.
- Decreto 730/97: Por el cual se determina la autoridad nacional competente en materia de acceso a los recursos genéticos.
- Decreto 331/98: Reglamentario de la ley 299/96.



4. SISTEMAS ECOLÓGICOS CERRADOS

La conversión de los ecosistemas naturales en áreas agrícolas, la pérdida de biodiversidad y el agotamiento de los recursos en todo el mundo han planteado interrogantes sobre la creciente capacidad de pérdida de vida para la biosfera en su conjunto y la pérdida total de muchos ecosistemas y especies. Con alrededor de la mitad de los recursos naturales y la productividad primaria del mundo afectados, nuestra especie empieza a apreciar que su supervivencia y calidad de vida depende de la regulación de sus actividades y del aseguramiento de la continuidad de los ciclos biogeoquímicos cruciales (Nelson et al, 2003).

La mayor conciencia de los desafíos ecológicos que enfrenta la humanidad ha llevado a una perspectiva radicalmente desconocida de cómo debemos considerar nuestra biosfera global. Estas perspectivas y el enfoque en los modos sostenibles de vivir en la Tierra tienen paralelos directos con los desafíos de desarrollar soporte de vida biorregenerativos para aplicaciones espaciales. La aplicabilidad potencial de algunas de las tecnologías que se están desarrollando para los ecosistemas pequeños, parcialmente o materialmente cerrados pueden ayudar a cambiar la mentalidad destructiva de "recursos ilimitados" a la de conservar, reciclar y operar de manera sostenible.

En este contexto, el desarrollo de sistemas ecológicos cerrados y tecnologías biorregenerativas de soporte vital, pueden ofrecer valiosas lecciones y potenciales aplicaciones para sostener el soporte de vida de la Tierra.

Los Sistemas Ecológicos Cerrados (SEC), se pueden clasificar como sistemas biológicos cerrados al material pero abiertos al intercambio de energía, han sido poco explorados como herramientas biológicas, sin embargo su mayor desarrollo se ha generado en el campo de las investigaciones de los sistemas biorregenerativos de apoyo a la vida para las misiones espaciales. No obstante, estos sistemas también tienen enormes aplicaciones potenciales en la Tierra (Tamponnet y Savage, 1994).

Los Sistemas Ecológicos Cerrados muestran cómo funciona la naturaleza en versiones más pequeñas. Los experimentos con ecosistemas cerrados pueden utilizarse si las personas, por ejemplo, destruyen el suelo por contaminación o si debemos colonizar otros planetas. Los SEC están diseñados para ser sistemas cerrados, autosuficientes que pueden sobrevivir sin ninguna entrada desde el exterior (Stenkjaer, 2010). Estos sistemas también se conocen como CELSS (Close / Controlled Environment / Ecological Life Support System) (Tsiolkovsky, 1975) y son destacados por ser implementados por las agencias de exploración espacial rusa y americana. En general, los SEC se construyen utilizando la gran diversidad biológica que se encuentra en el sistema natural original, aunque se han utilizado especies únicas o sistemas de especies limitadas para determinadas necesidades de investigación (Beyers y Odum, 1993)

El concepto de los SEC surgió poco después de que la ecología se estableciera como una ciencia natural. De hecho, el estudio de las relaciones entre los diferentes especímenes biológicos en un lugar dado condujo directamente a la comprensión de que nuestra biosfera

terrestre era un SEC hasta ahora único del que éramos conscientes.

Los orígenes de los Sistemas Ecológicos Cerrados están estrechamente ligadas a las aulas de clase de las ciencias naturales, iniciándose como formas demostrativas de las dinámicas de los ecosistemas naturales, generando ecosistemas miniaturizados, inicialmente llamados microcosmos o mesocosmos dependiendo del tamaño y complejidad. Más tarde se descubrió que eran una herramienta eficaz para la investigación, ya que muchos de los atributos de los ecosistemas cuando se hacen en miniatura, son más fáciles de estudiar cuidadosamente.

Estos sistemas han incluido ecosistemas acuáticos y terrestres, y se han cerrado en diversos grados a los insumos materiales (agua y nutrientes), mientras que requieren insumos energéticos de luz solar o luz artificial. Se han estudiado procesos de auto organización en tales sistemas y otros fenómenos como la sucesión ecológica, la competencia por los recursos y los cambios en la bioenergética a medida que los sistemas maduran.

Para los investigadores que trabajan en los SEC, los pequeños volúmenes y tiempos de ciclo más rápidos que en la biosfera de la Tierra hacen visiblemente claro que los sistemas deben ser diseñados para asegurar la renovación del agua y la atmósfera, reciclaje de nutrientes, métodos ambientales de mantenimiento de los sistemas técnicos. El desarrollo de sistemas técnicos que puedan ser plenamente integrados y que apoyen los sistemas vivos es un precursor de nuevas perspectivas, así como de tecnologías en el entorno global. Además, el sistema cerrado de apoyo a la vida bioregenerativa ofrece oportunidades

para la educación pública y el cambio de conciencia de cómo vivir con la biosfera global (Nelson et al, 2003).

Desde sus inicios hace más de 50 años, los SEC han intentado desarrollar un nuevo tipo de herramienta científica para investigar los procesos fundamentales y las interacciones de los ecosistemas, buscando aumentar el conocimiento y la obtención de información sobre el funcionamiento de la biosfera y generando a su vez posibilidades de creación de soporte vital para la exploración espacial y la vivienda fuera de la Tierra.

Algunas de las investigaciones más relevantes en el campo de los SEC han buscado dar apoyo a la vida bioregenerativa del espacio y la biosfera en países como Japón, Europa, Rusia y los Estados Unidos. Estos proyectos incluyen los experimentos Bios en Rusia, el Fondo de Experimentación Ecológica Cerrada en Japón, el proyecto Biosfera 2 en Arizona, el programa MELISSA de la Agencia Espacial Europea, así como el trabajo fundamental en el campo de la NASA y otras agencias espaciales.

4.1. SISTEMAS ECOLÓGICOS CERRADOS EN EL MUNDO

Aunque existen muchos ejemplos de Sistemas Ecológicos Cerrados en el mundo, y la mayoría están relacionados a exploraciones espaciales, actualmente se destacan algunos proyectos que han podido mantenerse económica y sosteniblemente en el tiempo, dentro de los cuales se describen tres de los más importantes ejemplos desarrollados en países como Rusia, Inglaterra y Estados Unidos

4.1.1. Bios-3

El primer intento con los ecosistemas cerrados fue Bios-3, donde los rusos construyeron un sistema cerrado subterráneo en Krasnoyarsk en Siberia en 1965 - 1972. El objetivo era reunir el conocimiento de cómo la vida sería en una estación espacial.

Uno de los desafíos a este sistema era el suministro de alimentos, que no podían cubrirse con alimentos para animales, ya que el ganado ocuparía mucho espacio. También era necesario cultivar alimentos para los animales, que incorporarían una gran cantidad de espacio, agua y energía. Algunos animales, sin embargo, toman más espacio y energía que otros; caracoles, conejos, peces y otros animales pequeños no necesitan tanta energía como los animales que tradicionalmente comemos carne de vacas y cerdos.

Se cultivaron plantas bajo luz artificial y se usaron algas *Chlorella* para absorber CO² y formar oxígeno.

4.1.2. Proyecto Edén

Eden Project es el invernadero más grande del mundo con plantas recolectadas de todo el mundo. El proyecto consiste en varios invernaderos que tienen forma de cúpulas construidas en Inglaterra en 2001.

La cúpula tropical tiene 1,56 hectáreas y tiene un clima tropical y plantas tropicales como café, plátano, caucho y bambú. La cúpula mediterránea es de 0,654 hectáreas y tiene plantas, aceite y vino. El mundo templado está representado con plantas como té y girasoles. El clima de los invernaderos es controlado por

computadores que regulan la temperatura y la humedad.

El proyecto Eden trata de usar exposiciones para recordar a la gente su dependencia y conexión con la naturaleza. Más de un millón de personas visitan anualmente Eden Project.

4.1.3. Biosfera 2

El proyecto más ambicioso en los ecosistemas artificiales es Biosfera 2 en Arizona, Estados Unidos. Entre 1987 - 1991 fue derribado un edificio de 12.700 m² para permitir experimentar con una biosfera cerrada sin dañar la tierra. El nombre proviene de la Tierra que es la Biosfera 1. El precio de la construcción fue de unos 200 millones de dólares y es el mayor sistema cerrado jamás creado.

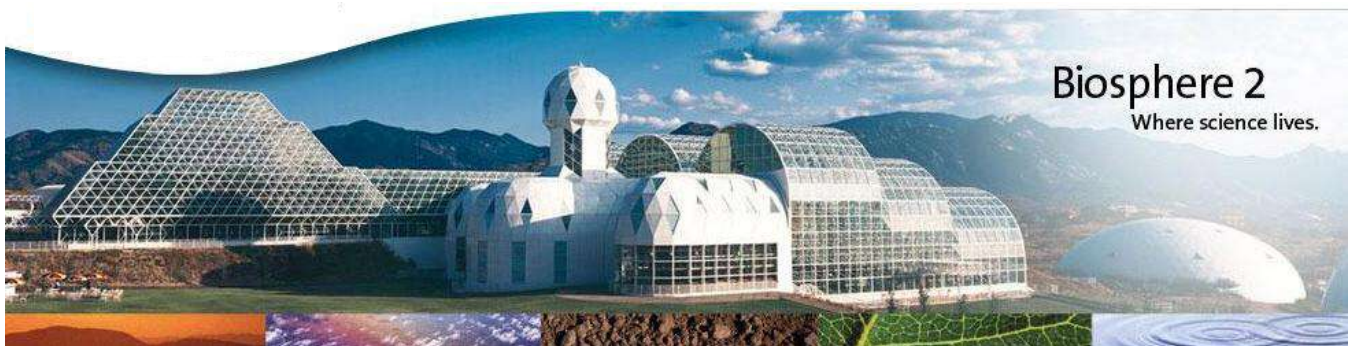
Biosfera 2 consiste en un inmenso invernadero sobre el suelo, donde la única energía del exterior es la luz solar y el calor. Biosfera 2 contiene 1900 m² de selva, 850 m² de océano con arrecifes de coral, 450 m² de manglares, 1300 m² de sabana, 1400 m² de desierto, y 2500 m² de sistema agrícola, hábitat humano y un lugar para la infraestructura técnica. El agua de calefacción y refrigeración circula a través de sistemas de tuberías independientes y el calor solar pasivo entra a través del vidrio que cubre la mayor parte de la planta. La electricidad se suministra desde un centro de energía de gas natural fuera de la cúpula.

Biosfera 2 tuvo problemas con la financiación y la zona tenía varios propietarios diferentes y, por lo tanto, dejó de experimentar con ecosistemas cerrados. Desde 2007, Biosfera 2 es propiedad de la Universidad de Arizona, que lo mantiene abierto a un público

pagador, de los cuales hay aproximadamente 20000 por mes. La Biosfera 2 también se utiliza para enseñar sobre el cambio climático.

Las opiniones sobre la Biosfera 2 se han dividido y se ha visto tanto como muy

revolucionaria y pseudocientífica. Los resultados de las investigaciones preliminares parecen haber sido una demostración de lo complejos y vulnerables que son los ecosistemas pequeños y cerrados (Stenkjaer, 2010).



5. BIODOMOS

Etimológicamente el término Biodomo se divide en dos palabras: bio y domo, ambas palabras son de origen griego, en donde bio (*bios*) significa vida y domo (*doma*) está relacionado con techos redondos o cúpulas.

En este contexto, la palabra Biodomo se puede interpretar como una cúpula o bóveda que contiene organismos vivos; sin embargo existe otra etimología que relaciona la palabra Biodomo con las palabras Bioma y domo, en donde Bioma se define como el conjunto de ecosistemas característicos de una zona biogeográfica específica (Campbell, 1996) y domo con la estructura abovedada o cúpula.

Un Biodomo podría interpretarse como un Sistema Ecológico Cerrado (SEC) que se desarrolla dentro de un domo, cúpula o bóveda. De igual forma el término se ha relacionado con la arquitectura de las edificaciones, y normalmente se identifican con invernaderos. El diccionario de ingeniería (Dictionary of Engineering, 2015) define el término Biodomo como "un invernadero muy grande o una estructura similar con un entorno interno controlado en el que las plantas y los animales de muchas regiones más cálidas o más frías se mantienen en condiciones similares a la naturaleza"

En los Biodomos se generan ambientes controlados donde existe interrelación entre la fauna y flora característica o representativa de los biomas o ecosistemas representados, es por eso que se pueden generar zonas con temperaturas más calientes o más frías de acuerdo con las condiciones biogeográficas originales de referencia.

Dos de los Biodomos más famosos son el Bioma del bosque tropical y el Bioma Mediterráneo, ambos forman parte del Eden Project, en Cornwall, Inglaterra. El Bioma del bosque Tropical, que alberga la selva tropical más grande del mundo en confinamiento, cubre unos 16.000 m² y tiene 50 m de altura, mientras que el Bioma Mediterráneo adyacente es comparativamente pequeño, con una superficie de 6540 m² y 30 m de altura (Eden Project, 2017). Otro Biodomo icónico es la bóveda geodésica Climatron situado en el Jardín botánico de Missouri Estados Unidos, fue construido en 1960 como la primera bóveda geodésica para ser utilizado como invernadero (Jardín botánico de Missouri, 2017). También se resaltan los Biodomos de Montreal y el Biodomo Biosfera 2 en Arizona. Por otro lado los Biodomos de tamaño individual y comunitario también se están haciendo cada vez más populares principalmente en norteamérica, en donde existen varios fabricantes e individuos construyendo domos. Aunque hay mucha evidencia anecdótica disponible en Internet sobre la efectividad de los Biodomos principalmente como invernaderos, muy pocos datos científicos sobre este tema se encontraron a través de esta búsqueda de fuentes académicas.

5.1. EVOLUCIÓN HISTÓRICA

Iñaki Ábalos (2005), en su libro Atlas pintoresco traza una genealogía que conduce a el interés actual de los proyectos artificiales/naturales, dando origen a proyectos que van desde el paisajismo, la arquitectura y la infraestructura. Fue alrededor de 1770 cuando surge la "Revolución estética" en Inglaterra, donde Uvedale Price (1794), Richard Payne Knight (1805) y William Gilpin (1768), entre otros autores,

proponen lo "pintoresco" como una categoría que adopta el modelo empírico de la naturaleza como un canon estético aplicable indistintamente a un río o una calle, una montaña o a un edificio (Coll et al, 2014).

A lo largo del siglo XIX se extiende el interés por la exhibición de la belleza y lo aterrador, se genera el mito de Tarzán, los circos se popularizan, se exponen animales en ferias, etc. Lo desconocido, salvaje, impuro ofrece una alternativa y un nuevo tipo de belleza en comparación con la belleza armoniosa y tradicional (Ábalos, 2005).

En esta perspectiva, el diálogo entre la naturaleza y el hombre ya no se basa en la analogía y sino que se abre a un nuevo contexto, ya que con el avance de la tecnología moderna, se facilita más la experimentación sobre la observación característica de los siglos anteriores.

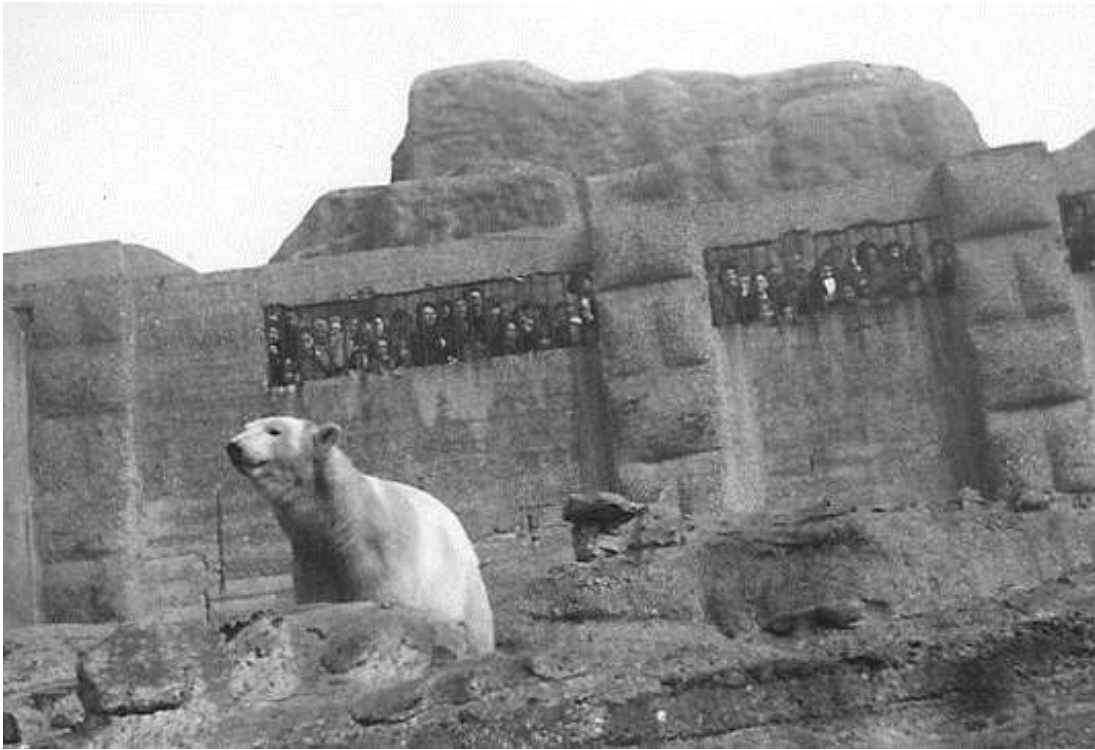
Se tienen reportes de proyectos donde la naturaleza y la arquitectura se unen desde el siglo XVIII principalmente en Inglaterra. En 1759 en Kew Gardens Inglaterra, se desarrollaron los primeros invernaderos en espacio público, no sólo para fines científicos, sino también con fines lúdicos y educativos.

Proyectos como el Zoológico del Regent's Park en 1828 y el Zoológico de Whipsnade en 1931 de la Zoological Society de Londres han jugado un papel fundamental

en el desarrollo de nuevos espacios públicos donde la naturaleza, la fauna y la arquitectura conviven en armonía (Hancocks, 2001).

Dentro de la arquitectura de estos parques zoológicos, se agregaron estructuras que permitieran representar de manera artificial la naturaleza. No fue hasta 1907 que el zoológico Hagenbeck en Hamburgo Alemania, construyó el primer paisaje artificial. Mediante el uso de concreto recrearon cuevas artificiales que reemplazaron a las jaulas creando arquitecturas exóticas para la exhibición de animales. El más popular de estos paisajes artificiales son las Terrazas de Mappin construidas en 1913 dentro del Zoológico del Regent's Park de Londres Inglaterra, sin embargo, el más espectacular es la gran montaña del parque zoológico de Vincennes creado en 1934 en Paris Francia (Coll et al, 2014).

En 1898 el Parque Zoológico del Bronx, en New York Estados Unidos, se convirtió en un punto de referencia para sentar las bases de un hábitat completamente natural donde los animales y la naturaleza son los protagonistas y no los visitantes, los cuales son ubicados en lugares discretos que no perturban el hábitat natural. Pero no fue hasta el año 1958 con el Milwaukee Country Park en este mismo país, que un zoológico se diseñó en su totalidad en un entorno natural (Hancocks, 2001).



Fotografía No. 1. En 1913, el London Zoo construye una serie de montañas y cuevas artificiales denominadas Mappin Terraces. Tomado de Coll et al (2014).

Además de los proyectos de exhibición y parques zoológicos, han existido otras iniciativas donde la naturaleza y la arquitectura se encuentran, como los son los invernaderos. A lo largo de la historia del siglo XVIII los jardines exóticos y exuberantes se han convertido en Jardines Botánicos, donde el primero y más notable es el Royal Botanic Gardens de Kew, ubicado al suroeste de Londres. Actualmente este Jardín se ha complementado con construcciones tipo invernaderos, de energía solar y de manejo hidráulico, fundamentales para la creación de diferentes zonas climáticas en este mismo espacio geográfico.

La era victoriana vio el desarrollo de grandes estructuras de hierro fundido aplicado a los invernaderos, el Crystal Palace construido para la Exposición

Universal de 1850 en Londres Hide Park es el más importante. Se trata de un construcción ligera, móvil (trasladado en 1854) y reciclable, diseñada por Joseph Paxton constructor experimentado en invernaderos (Coll et al, 2014).

A finales del siglo XX se plantea la posibilidad de rehabilitar las infraestructuras ferroviarias (High Line en Nueva York) con el fin de convertirlos en espacios públicos urbanos o en áreas recreativas. El primer edificio que establece la hibridación entre el paisaje y la arquitectura es la Terminal Marítima de Yokohama, proyecto que inicia construcción en 1994 y termina en 2002.

El parque Xavier Montsalvetge en Barcelona España se deriva de la necesidad de rehabilitar una zona

degradada por el paso de grandes infraestructuras, en él se construyó un amplio garaje semienterrado para 300 buses, en donde el techo funciona como una gran máquina que recoge y conduce el agua y que a su vez se utiliza como parque público de 2 hectáreas.

Si bien es cierto que el desarrollo de invernaderos, construidos ya sea en vidrio o en plástico en grandes espacios, ha sido útil para el desarrollo de la flora de diferentes zonas climáticas, los aviarios son estructuras similares que han acogido desde la antigüedad a la fauna. Las jaulas son estructuras ligeras con perfiles de acero y cables que sostienen una envoltura hecha de malla metálica que permite incorporar aves y vegetación, cosa difícil en invernaderos (Fuller. y Marks, 1963).

La evolución de los aviarios como tipología arquitectónica ha sido como la de los invernaderos, en donde se han desarrollado patentes con el cambio tecnológico.

Algunos de los aviarios más importantes son: la estructura geodésica Buckminster Fuller, en el aviario de Bush Gardens en Tampa Estados Unidos (1954), la estructura de tensegridad en el aviario Snowdon en Regent Park en Inglaterra (1964) y, recientemente el aviario en el zoológico marino de Barcelona (2004).

Sin embargo, durante todo el recorrido del siglo XX en los parques zoológicos, invernaderos y aviarios del mundo, nos encontramos que el uso de la energía todavía no había jugado el papel importante que se requiere.



Fotografía No. 2. Estructura geodésica construida por Tank Car Company para el Aviario de Busch Gardens, Tampa Estados Unidos en 1954. Tomado de Fuller y Marks (1963).

5.1.1. Construcción de Biomás.

Con el "bioma" entramos en el siglo XXI, los cuales se basan en proyectos de gran escala donde existe la posibilidad de combinar los animales y la naturaleza, no en un entorno abierto, como zoológicos o aviarios, sino en estructuras confinadas conformando Sistemas Ecológicos Cerrados (SEC), donde el uso y manejo de la energía es esencial para generar el clima apropiado de cada bioma a establecer y así cumplir con las condiciones ecológicas que requiere la biodiversidad establecida.

El Biodomo de Montreal (1992) es, probablemente, la primera iniciativa en combinar el clima, la flora y la fauna en 5 ecosistemas. El clima se logra a través de un gasto de energía alto de sistemas activos y poco uso de sistemas pasivos. En el año 2010 incorporaron energía geotérmica y el intercambio de energía entre los ecosistemas, generando una reducción de gastos significativa (52%) y la reducción de las emisiones CO² (80%).

El Proyecto Edén inaugurado en el año 2001, ocupa una vieja cantera de caolín (arcilla blanca) cerca de St Austell en Cornwall en el sudoeste de Inglaterra. Consiste en un sistema de invernaderos en forma de cúpulas geodésicas que cubren unos 858 m de terreno, la más grande midiendo unos 200 m de largo, 100 m de ancho y 65 m alto: convirtiéndose en el invernadero más grande del mundo.

También es importante nombrar el proyecto Cosmocaixa el cual es un Museo de la Ciencia de Barcelona España que goza de gran éxito (716.000 visitantes en 2013). Inaugurado en el 2004, contiene 45.000 m², donde se establecieron biomas como bosque inundable y el bosque tropical del Amazonas.

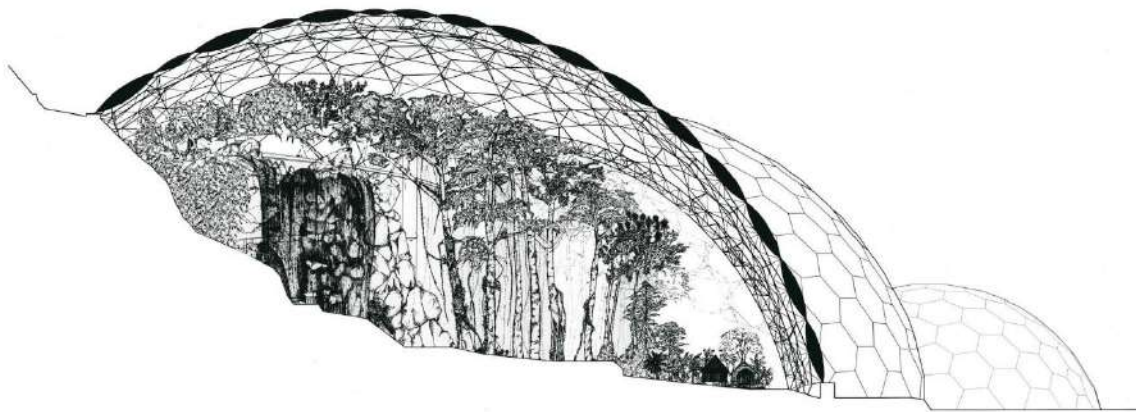
Entre el año 2005 y 2008, la Academia de Ciencias de California en el espacio del museo de San Francisco Estados Unidos, realizó probablemente, el más avanzado, complejo y costoso proyecto Bioma en su campo: 500 millones para un edificio que cubre un bioma marino y un boque tropical.



Fotografía No. 3. Vista interna del Cal Academy of Science, San Francisco Estados Unidos en el 2008. Tomado de Coll et al (2014)

Los ejemplos de arquitecturas de ecosistemas artificiales aparecen al final del siglo XX e inicios del XXI (Proyecto Edén en Inglaterra, Instituto de Ciencias de California en Estados Unidos, CosmoCaixa en Barcelona España y el Biodomo de Montreal en Canadá), sin embargo este logro es posible gracias a la

comprensión técnica e histórica de las relaciones simbióticas entre el comportamiento de los animales, la naturaleza, la arquitectura y la energía, esenciales para crear un clima favorable para los biomas en estos Sistemas Ecológicos Cerrados.



6. PROYECTO EDÉN

En marzo de 2001, se inaugura el Proyecto Edén, el cual es un centro ambiental de gran envergadura, ubicado en Cornwall, Inglaterra. La estructura terminada es un logro sin precedentes, es un invernadero gigante, con múltiples Biodomos que contienen plantas de todo el mundo. El sitio se ha convertido en un popular destino turístico europeo, atrayendo a miles de visitantes cada día.



Figura No. 1. Ubicación del condado de Cornwall, Inglaterra. Tomado de https://es.wikipedia.org/wiki/Cornualles#/media/File:Cornwall_UK_locator_map_2010.svg

El Proyecto Edén fue diseñado por Tim Smith y construido por el arquitecto Nicolas Grimshaw; fue desarrollado en terrenos de una antigua mina de caolín (arcilla blanca) que tras 170 años de actividad vio agotados sus recursos. El proyecto forma parte de los "Hitos del Milenio", una serie de actuaciones

dedicadas a marcar y conmemorar el cambio de siglo en el Reino Unido.



Fotografía No. 4. Arriba: mina de caolín antes de su rehabilitación. Abajo: vista general del complejo Proyecto Edén. Tomado de Álvarez-Campana, (s.f.)

Fue financiado en parte con una subvención de 43 millones de libras esterlinas de la Comisión del Milenio y su costo total fue de 86 millones de libras esterlinas. Podría definirse como un complejo ambiental de 50 hectáreas de extensión, inspirado en la naturaleza y el desarrollo sostenible, como demostración de la capacidad de utilizar la naturaleza para regenerar un lugar deteriorado por la actividad humana. A día de hoy, es mucho más que eso: además de albergar un jardín botánico y Biodomos de gran envergadura y originalidad, Edén ofrece programas de educación ambiental para escuelas y visitantes, y colabora en proyectos de investigación con distintas entidades.

Desde el año de su acceso al público, este espacio, cuya principal misión es comunicar y entretener, es un foco de atracción de visitantes a escala global. Se

ha convertido en un ejemplo a escala mundial de recuperación de espacios mineros, y ha transformado la economía de la región, tras una larga decadencia durante el siglo XX por el descenso de industrias primarias, especialmente la minería.

El diseño de los Biodomos estuvo influenciado por el clásico de ciencia ficción *Silent Running* de 1971 que describió las naves espaciales como arcos botánicos que contienen los últimos fragmentos de los bosques de la Tierra (Pearman y Whalley, 2003).

Los arquitectos admiraron a Fuller, el diseñador estadounidense y filósofo "Tierra de la Nave Espacial", quien en los años cuarenta desarrolló la cúpula geodésica en un intento de producir la "forma más mínima de un recinto grande posible" (Blewitt, 2004).



Fotografía No. 5. Estructuras tipo domos. Tomado de Knebel et al (s.f.)

Modificaron las ideas de Fuller mediante el uso del diseño asistido por computador,

dando como resultado un concepto de domos que se cruzan con componentes de acero hexagonal ligero. La solución de alta tecnología reflejaba formas naturales como los panales y los ojos compuestos de los insectos (Whalley, 2003). El denominado enfoque de "burbujas de jabón" era adaptable a los contornos desiguales del sitio. Las burbujas fueron calculadas como puras secciones de esferas, los domos considerados como las "cimas" de un conjunto subterráneo invisible (Pearman y Whalley, 2003).

6.1. DESCRIPCIÓN DEL COMPLEJO

El complejo consta de varias partes. Al lado de la zona exterior hay 4 edificios principales. La entrada está situada en la parte superior de la antigua mina de arcilla. Aquí, varias tiendas de souvenirs, restaurantes y exposiciones se encuentran. Este último edificio fue terminado y abierto al público aproximadamente un año antes de la apertura del resto del complejo.

El edificio principal consta de tres partes. La mayor parte es el Bioma Húmedo Tropical (Humed Tropic Biomes - HTB). Aquí se muestran plantas de la parte subtropical del mundo como África Occidental, Malasia y Oceanía. Los Biomas se componen de 4 Biodomos (A, B, C, y D), donde el Biodomo B es el más grande de todos. El diámetro es casi 125 m y la altura libre en el interior es de cerca de 55 m, de modo que incluso los árboles de alta talla de los bosques tropicales tienen suficiente espacio para crecer.

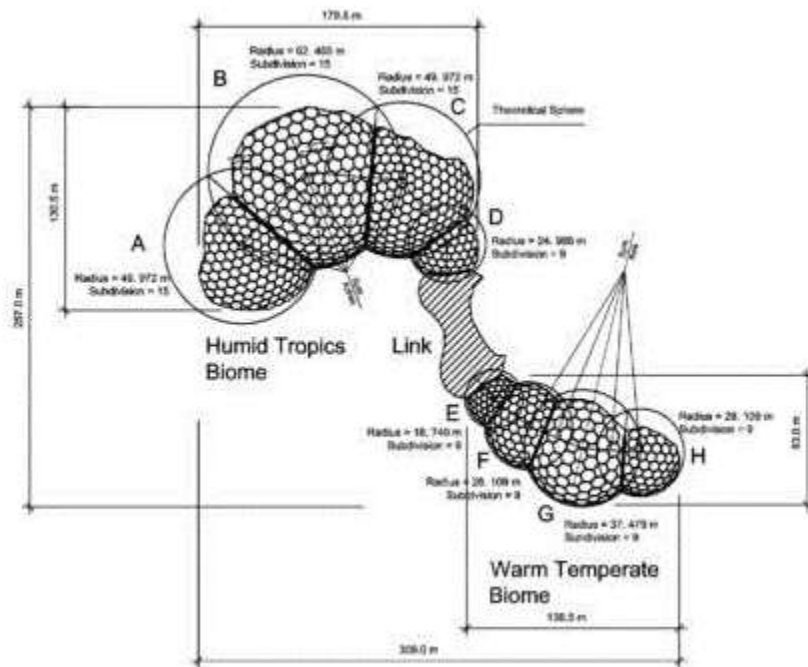


Figura No. 2. Ubicación de los Biodomos. Tomado de Knebel et al (s.f.)

Dado que estas plantas necesitan más luz solar para crecer estos domos fueron ubicados por los arquitectos para que capturen más energía solar.

Las otras cuatro cúpulas (E, F, G y H) forman el Bioma de temperatura cálida (Warm Temperature Biome - WTB) la cual tiene una longitud interna de 150 m, ancho de 56 m y una altura hasta 35 m. Aquí se encuentran las plantas típicas de las zonas secas y cálidas como Sudáfrica, California o el área del Mediterráneo. La humedad y la temperatura no son tan altas como en los Biomas Húmedos Tropicales (HTB).

Estos dos complejos de Biodomos están conectados por el edificio Link que está cubierto por un techo de vegetación y por lo tanto es casi invisible desde la superficie. El edificio del enlace es la entrada a los Biomas. Al lado de instalaciones sanitarias el visitante puede descansar en restaurantes.

6.2. CRITERIOS DE DISEÑO

Los criterios estrictos para una estructura tan innovadora crearon muchos desafíos de diseño. En primer lugar, la estructura iba a ser el recinto de plantas más grande del mundo. Esto implicó llegar a un esquema de diseño que podría abarcar a grandes distancias sin el uso de un solo soporte interno. En segundo lugar, la estructura debía ser lo más ligera posible. Esto era necesario por razones de transporte, principalmente porque todos los materiales tendrían que ser traídos de otras ciudades, a larga distancia. Además, una estructura más ligera pondría menos estrés en el suelo y permitiría más pequeñas bases y menos impacto en el sitio. Por último, el recinto debía ser ecológicamente amigable ayudándolo a ser utilizado como una demostración educativa de la sostenibilidad.

Con base en esos criterios se realizó un primer diseño por parte de la firma de

arquitectos Nicholas Grimshaw and Partners (NGP), junto con los ingenieros de Anthony Hunt Asociados (AHA), el cual fue similar a la Estación de tren de Londres Waterloo. La desventaja de este diseño fue el alto peso del acero y los pequeños elementos de cristal que bloquearían demasiado la luz solar, de igual forma este concepto era difícil de adaptar a la superficie natural variable del terreno. La solución de Grimshaw a este desafío fue mirar la naturaleza. Se inspiró en mirar el panal de abejas e incluso los ojos multifacéticos de una mosca. Estas criaturas usaron su entorno más eficazmente para crear una solución muy fuerte, pero ligera. Además, una estructura tipo cúpula geodésica sería capaz de ajustarse a los contornos de expansión y contracción del suelo arcilloso. Los arquitectos e ingenieros de NGP y AHA desarrollaron entonces una estructura de una sola capa de cúpula basada en una geometría hexagonal. Este diseño tenía varios beneficios. Era más fácil ajustar la estructura a la superficie del suelo y el tamaño de los elementos hexagonales permitían que entrara más luz solar.



Fotografía No. 6. Primer concepto de diseño. Tomado de Knebel et al (s.f.)



Fotografía No. 7. Segundo concepto de diseño. Tomado de Knebel et al (s.f.)

El Proyecto Edén utiliza a su vez una variedad de estrategias de diseño para ayudarlo a completar su objetivo de sostenibilidad.

El nombre oficial de la estructura geodésica similar a la burbuja mencionada anteriormente es "Hex-tri-hex". Aunque la estructura final se parece mucho a la mitad de una esfera, todo el edificio usa planos rectos con bordes rectos. Incorpora una capa exterior de piezas principalmente hexagonales, (algunos pentágonos) que se unen a una red interna de triángulos para la estabilidad. El diseño es tan estructuralmente estable que no necesita ningún soporte interno, ni siquiera en el tramo de 240 m del Biodomo más grande. Además, todos los tubos de acero que forman la red en forma de rejilla podrían ser fácilmente transportados al sitio en pequeñas piezas reduciendo los costos. La estructura transfiere las cargas al suelo uniformemente alrededor de su base, lo que ayuda a eliminar grandes zapatas que de otro modo podrían haber sido necesarias para soportar un recinto tan grande. En cuanto a eficiencia energética, la forma de cúpula ayuda a conservar la calefacción que se necesita especialmente en el bioma húmedo-

tropical. Esto se debe al hecho de que una esfera tiene la mayor cantidad de volumen en comparación con su superficie de cualquier forma.

Para el acristalamiento se utilizaron cojines de láminas transparentes ETFE (Etiltetrafluoroetileno). Este material es muy ligero y pesa aproximadamente el 1% del vidrio. Además, su fuerza y el hecho de que es autolimpiable lo convierten en el producto perfecto para este proyecto. Por último, también tiene excelente transmitancia ultravioleta que es esencial para el desarrollo saludable de las plantas cultivadas en el interior. Esto también significa que es importante usar protector solar cuando se camina a través del Biodomo.

Teniendo en cuenta que cada una de las piezas hexagonales es de un tamaño diferente, Grimshaw trabajó con otros para crear un programa informático 3D especializado que determinó las dimensiones de cada pieza. Estos datos se transfieren a una máquina que corta y etiqueta correctamente cada pieza antes de ser enviada al sitio de construcción.

Para estudiar el "rendimiento macroscópico" del bioma se utilizó un programa informático dinámico de análisis térmico denominado OASYS. Este programa ayudó a medir el desempeño de los biomas durante las condiciones climáticas extremas del año, como una cálida tarde de verano o una fría mañana de invierno.

Los estudios de desempeño reforzaron las estrategias de diseño que se utilizaron en el proceso de diseño original. También permitió varios ajustes. Para aumentar los ahorros de energía dentro del bioma. Uno de estos ajustes fue el cambio de la ubicación y el número de algunas de las

boquillas que suministran aire caliente para el bioma

6.3. CONSTRUCCIÓN

Cerca de medio millón de personas visitaron la construcción del Edén durante mayo de 2000 y la inauguración oficial en la primavera de 2001 y observaron cómo el complejo crecía.

La primera fase del proyecto comprendió la adecuación del terreno, moviendo una capa de 17 metros de suelo equivalente a 1.8 millones de toneladas de sedimentos desde la zona más alta a la depresión. Los cortes del terreno adquirieron una conformación menos acusada y más segura, y se aterrizaron las pendientes. Entonces se construyeron los biomas Tropical y Mediterráneo, dentro de Biodomos gigantes, (en el bioma Tropical cabría la Torre de Londres). En colaboración con la Universidad de Reading se elaboraron 83.000 toneladas de suelo, cuyo componente mineral (arena y arcilla) provenía de residuos de minas cercanas.

El compostaje realizado en los biomas proporcionó el componente orgánico, enriquecido por la acción de las lombrices. El agua que se recoge mediante el sistema de drenaje se emplea para los sanitarios y para regadío, cubriendo el 43% de las necesidades. Se han plantado alrededor de un millón de plantas de unos 4.000 taxones (especies y variedades). La mayoría son plantas comunes y ninguna ha sido extraída del medio natural, sino que se han cultivado a partir de semillas o proceden de jardines botánicos, centros de investigación y particulares.

La construcción de la estructura de acero comenzó en noviembre de 1999. El

movimiento y la construcción de la fundición del hormigón de 858 m de longitud fueron realizados por el contratista general del proyecto. La base tiene 2 m de ancho y 1,5 m de alto. Se apoya en pilotes de hormigón de hasta 12 m de largo que se perforan en el suelo.



Fotografía No. 8. Construcción de las estructuras de acero. Tomado de Harris (s.f.)

Para el levantamiento de la estructura, se instaló un andamio. Este andamiaje tiene su lugar en el libro Guinness de los registros como el andamio libre más grande y más alto del mundo. La mayoría de los hexágonos se juntaron en el suelo y luego se levantaron a su lugar mediante grúas torre, para luego ser atornillados.



Fotografía No. 9. Levantamiento del Biodomo del Bioma Húmedo Tropical. Tomado de Knebel et al (s.f.)

Las piezas prefabricadas para los arcos tenían unos 13 m de largo, las cuales también se instalaban en el andamio para después ser soldadas.

Después de que se realizó la construcción de la estructura de acero, se retiró el andamio. La instalación de los cojines de lámina fue realizada por método de rappel.

El trabajo de tierra dentro de los Biomás se podría hacer paralelo al trabajo de revestimiento. El revestimiento se terminó a tiempo en septiembre de 2000 para que los Biomás pudieran calentarse y la siembra pudiera ser comercial durante el invierno. El Proyecto Edén abrió las puertas para el público a tiempo en marzo de 2001.



Fotografía No. 10. Revestimiento del Biodomo. Tomado de Knebel et al (s.f.)

7. TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTO PROYECTO EDÉN

Desde el año 2015 se realizó la prospección para desarrollar un Biome en Colombia, para lo cual se realizó el análisis de los diferentes Biodomos y estructuras geodésicas que existen en el mundo, donde se realizó un análisis documental de los siguientes proyectos:

- Biosfera 2 (Oracle, Arizona, Estados Unidos)
- Biodomo de Montreal (Quebec, Canadá)
- Biosfera de Montreal (Quebec, Canadá)
- Domos del parque de Mitchell (Milwaukee, Wisconsin, Estados Unidos)
- Earthpark (Pella, Iowa, USA)
- Proyecto Edén (Cornwall, Reino Unido)

Luego del análisis, se definió que el sistema más desarrollado y asimilable en Colombia sería el de Inglaterra, una de las razones de peso fue que existía la posibilidad de hacer transferencia de conocimiento con el personal del proyecto en Inglaterra. Por otro lado los Biodomos del Proyecto Edén no sólo tiene como objetivo la creación de Biomás artificiales con fines turísticos, sino que plantean un proyecto científico, de educación y de conservación del bosque en el lugar de implantación, además de ser el único proyecto con una proyección mundial en los 5 continentes, para lo cual falta por cubrir el Continente Americano (Norte-Centro y Sur América).

En enero de 2016 se propone al departamento del Quindío como la mejor

opción en Colombia para la construcción de un proyecto similar al Edén a través de una conferencia realizada por el científico Juan Carlos Borrero Plaza en la ciudad de Armenia. En dicha conferencia se exponen las razones para que el departamento del Quindío desarrolle un proyecto de esta categoría en su territorio

Teniendo en cuenta esta iniciativa, la Gobernación del Quindío realiza un nombramiento protocolario al Dr. Borrero como "Embajador del Paisaje Cultural Cafetero" (Ver Anexo 1) y le encomienda la misión de emprender la búsqueda de esta opción para el departamento.

Se establece una comunicación para coordinar las agendas de los Directivos del Proyecto Edén en Inglaterra, para lo cual solicitan evaluar las credenciales del proponente y representante del Quindío. Se determinan dos fechas para realizar un encuentro personal, quedando octubre de 2016 y/o febrero de 2017, como fechas tentativas. Sin embargo para estas fechas iniciales, aún no se había establecido el Convenio interadministrativo que le diera marco de ejecución a la formulación de este proyecto y a su gestión de implementación. Una vez se establece una figura de Convenio en donde el Dr. Borrero hace parte, se logra determinar una fecha para el encuentro con el personal del Edén, determinándose el 30 de julio de 2017, como agenda para una reunión magistral entre las partes.

Esta reunión se llevaría a cabo en Londres, para luego realizar una visita los días posteriores a las instalaciones del proyecto Edén en Cornwall Inglaterra.

7.1. ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS.

La primera actividad en Europa fue la asistencia de Juan Carlos Borrero como conferencista en Tarrasa Barcelona en la 1Th Conferencia Internacional de Agua y Sostenibilidad. En donde se logró la Publicación de dicha Conferencia editada en un libro sobre nuestra propuesta global de Cambio Climático y Agua, por la Editorial de la Academia Española.



Fotografía No. 11. Conferencia en la 1Th Conferencia Internacional de Agua y Sostenibilidad. Fuente: Juan Carlos Borrero

7.2. VISITA AL PROYECTO EDÉN.

La reunión magistral con el personal del Proyecto Edén se efectuó en Londres con la presencia del delegado Integrador de UK. Jhon Regan, con el Profesor Julio D Davila DPU, Director University College London quien fue el traductor técnico, Mike Maunder, Director del Proyecto Edén y Juan Carlos Borrero Plaza en representación del departamento del Quindío.



Fotografía No. 12. Julio D Davila. Fuente: <https://www.youtube.com/watch?v=QoypVY-ybsA>



Fotografía No. 13. Mike Maunder. Fuente: <http://www.edenproject.com/eden-story/about-us/mike-maunder#H9BCyrX00j3DEHWm.97>



Fotografía No. 14. Juan Carlos Borrero. Fuente: https://www.youtube.com/watch?v=nT2s5_TKS mY

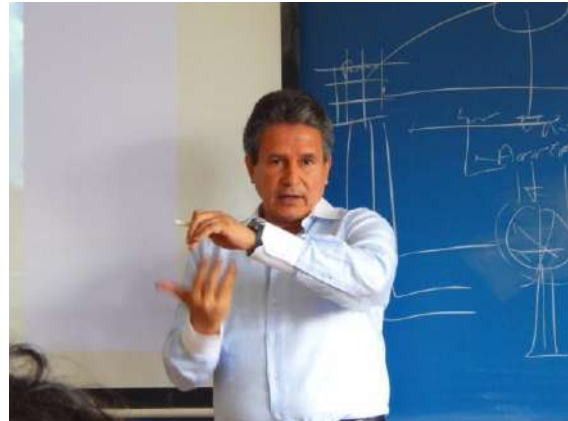
Seguidamente de la reunión se realizó un encuentro y almuerzo en Londres con el personal nombrado anteriormente.



Fotografía No. 15. Reunión en Londres Inglaterra. Fuente: Juan Carlos Borrero

Después de definir los lugares de encuentro y viajes al Proyecto Edén se realizó el desplazamiento del Dr. Borrero a Cornwall para efectuar la presentación del Quindío como el lugar a seleccionar por el continente Americano para desarrollar el proyecto Edén.

El Proyecto Edén se sitúa a 2 km de la ciudad de St. Blazey y a 5 km de St Austell en Cornwall, Inglaterra (W 50° 21' 43" - N 4° 44' 41" O)



Fotografía No. 16. Exposición magistral en Eden Project. Fuente: Juan Carlos Borrero

Se realizan dos exposiciones de presentación de la propuesta de apoyo y transferencia de tecnología para la realización del Proyecto Edén en el departamento del Quindío, estas se realizan las oficinas ejecutivas del Project Eden.



Figura No. 3. Ubicación del Proyecto Edén en Inglaterra.



Fotografía No. 17. Exposición personalizada en Eden Project. Fuente: Juan Carlos Borrero

El día 5 de julio de 2017 termina la misión de visita al Proyecto Edén, donde se confirma mediante carta oficial (Ver Anexo 2) enviada vía correo electrónico, que se

acepta la realización de transferencia de conocimiento, tecnología y colaboración para la ejecución del proyecto Edén en el departamento del Quindío Colombia, previo un plan concertado.



Fotografía No. 18. Mike Maunder y Juan Carlos Borrero en Eden Project. Fuente: Juan Carlos Borrero

El director del Proyecto Edén le solicita al Dr. Borrero esperar 5 días para diligenciar los documentos respectivos al plan, por si es necesario reforzar algún tema con respecto a las ventajas de Colombia como Potencia Tropical. El 11 de julio de 2017, termina la agenda de viaje, logrando cumplir totalmente con el objetivo propuesto en esta actividad.

7.3. GESTIÓN INSTITUCIONAL.

Como respuesta a este primer encuentro entre el personal del Eden Project y personal del Convenio en ejecución y de la Gobernación del Quindío, se le dio respuesta por parte del Gobernador del Quindío a la carta enviada por el señor

Mike Maunder (Ver Anexo 3), en la cual se agradece su interés en esta iniciativa y se le da claridad sobre las inquietudes y solicitudes de información que se solicitaron en la carta inicial.

Posterior a esto, y debido a las comunicaciones directas entre el personal del Eden Project, con el de la gobernación y del convenio, se les hace una invitación al departamento del Quindío como complemento a este proceso de transferencia de conocimiento. Es así como se logró que el Dr. Mike Maunder Director del Eden Project Inglaterra y el Dr. Jhon Regan CEO de John Regan Associates, empresa Inglesa dedicada a la obtención de fondos externos para proyectos de conservación *ex situ* en todo el mundo, se desplazaran desde Inglaterra hasta el departamento del Quindío a realizar la socialización de la experiencia del Eden Project, con miras a la implementación de un proyecto de esta envergadura en el departamento Quindío, transferencia de conocimiento que se realizó con la comunidad académica, empresarial y sociedad civil agrupadas en organizaciones no gubernamentales del departamento el día 6 de octubre de 2017.



Fotografía No. 19. De izq a der: Jhon Regan CEO de Jhon Regan Associates, Carlos Eduardo Osorio Gobernador del Quindío, Mike Maunder Director del Eden Project Inglaterra y Juan Carlos Borrero Investigador colombiano. Fuente: Gobernación del Quindío.

8. DISEÑO DE PLATAFORMA DE CONSERVACIÓN, TURISMO E INVESTIGACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD CON INFRAESTRUCTURAS TIPO BIODOMO EN EL DEPARTAMENTO DEL QUINDÍO

8.1. DIAGNÓSTICO PARTICIPATIVO CON ACTORES SOCIALES

Teniendo en cuenta los lineamientos del Plan de Desarrollo Nacional, el Plan de Desarrollo Departamental del Quindío y los diferentes planes operativos del departamento, que se materializan en los diferentes convenios y contratos y en especial en los compromisos dados en el marco del Convenio 017 de 2017, firmado entre la Gobernación del Quindío, La Fundación Jardín Botánico del Quindío y SyS Corporation, se presenta el informe de los resultados del taller participativo con los diferentes actores sociales, con duración de 4 horas, realizado el día 6 de octubre de 2017 en las instalaciones del Jardín Botánico del Quindío y que contó con la participación de 73 asistentes representantes de la comunidad, academia, ONGs y entidades estatales.

Vale la pena resaltar que provisionalmente se ha planteado como título del proyecto el nombre "Diseño de plataforma de conservación, turismo e investigación de la biodiversidad con infraestructuras tipo Biodomo en el departamento del Quindío", información que se validó con la comunidad, para el inicio del diseño teniendo en cuenta la participación de los stakeholders.

El taller fue orientado por la Trabajadora Social y PhD. Ana Milena Silva, con el acompañamiento del Sociólogo Cesar Ibáñez pertenecientes a SyS Corporation.

8.1.1. Objetivos del taller

Como objetivo general del taller ejecutado se tenía "Realizar un diagnóstico participativo de las situaciones o problemáticas de la región", para lo cual se definieron de igual forma los siguientes objetivos específicos: a). Identificar actores y grupos de interés a favor y en contra del proyecto; b). Identificar necesidades, situaciones o problemáticas que afecta a los grupos de interés, con relación a la iniciativa planteada; c). Analizar las diferentes causas y consecuencias de la problemática presentada, y d). Analizar las diferentes alternativas de solución de manera participativa y en consenso.

8.1.2. Proceso metodológico

Para llevar a cabo el proceso participativo se requirió de la conformación de un equipo de trabajo que articulase actores representativos de gobierno y sociedad civil.

De otra parte y para fortalecer los procesos participativos tanto en el diseño como en la misma validación de los proyectos, se tomaron algunas referencias metodológicas estandarizadas y de resultado en el país con el fin de identificar necesidades y expectativas, estimular y propiciar ideas, alcanzar consensos de los diferentes stakeholders ya sean a nivel comunitario, regional, local y/o empresarial.

Para el desarrollo del taller se tomó como base para el diseño metodológico las

siguientes estrategias de captura de información social:

El Phillips 66: es una herramienta para la generación de ideas innovadoras en sectores empresariales y académicos, se aplica en colectivos que excedan las 20 personas y la idea es formar grupos de 6 para discusiones de 6 minutos.

Grupos nominales: esta técnica intenta dirigir el proceso de toma de decisiones y en especial la generación de ideas, asegurando participación por igual de los integrantes de la reunión. Ideal para grupo entre 7 a 15 personas.

Árbol de problemas: método utilizado para identificar problemas y definir sus causas y efectos de manera participativa, se resalta su secuencia lógicas y ayudas visuales que permite interactuar con los grupos o mesas de trabajo.

Filtrado de ideas: consiste en la reducción del listado, esclareciendo ideas, para que todo el grupo comprenda.

Hoja de Balance: posibilitan a la mesa de trabajo identificar y estudiar tanto los pros, como los contras de un conjunto de alternativas, permiten además organizar la información y facilitar la discusión entre los integrantes.

Comparaciones apareadas: consiste en comparar pares de posibles soluciones o ideas, lo cual la mesa de trabajo debe cuantificar las preferencias.

Análisis de campo de fuerza: es una técnica que permite identificar aquellas fuerzas que contribuyen u obstaculizan, para disminuir la brecha que existen en donde se encuentra una situación y a donde se quiere estar.

Teniendo en cuenta estas opciones estandarizadas se realizó una mezcla de estas con el fin de hacer el taller de forma dinámica, pero sin perder los resultados esperados que genera cada metodología, ajustándolas a las exigencias de estructuración de proyectos a nivel gubernamental.

Para efecto del adecuado desarrollo del taller, fue muy importante, la identificación previa por parte del orientador de la mesa de trabajo o facilitador del proceso del perfil de los integrantes del taller, el número de participantes, organizaciones, gremios o empresas a las que pertenecían, los perfiles de las organizaciones y el nivel educativo.

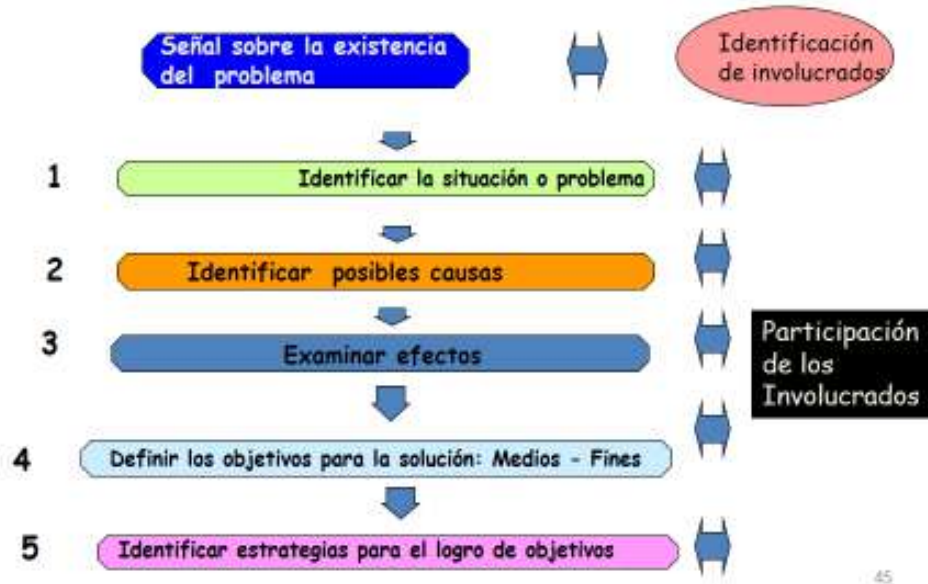


Figura No. 4. Secuencia metodológica del taller. Fuente: Autores

8.1.3. Desarrollo y ejes de trabajo

Identificación de actores y grupos de interés: Los grupos identificados como personas jurídicas y que participaron en el taller fueron los siguientes:

- Bioconstructor
- Jardín Botánico
- Gobernación del Quindío
- Universidad EAM
- Observatorio del Paisaje Natural Cafetero
- Secretaria de Educación
- Sena
- Hotel Veraneras del Quindío
- Slow Food Pijao
- Fundación Ancestral
- Museo de la Ciencia y el Juego
- Quindío Tropical
- Quindío te espera
- Consejo Territorial
- Rutas de Montaña
- UMATA de Filandia
- Asociación Red Ambiente
- Alcaldía Filandia

- CRQ
- Jardín Botánico del Pacifico
- Fundación Mellizab
- Universidad del Quindío

Se convocó un total de 100 personas de las diferentes organizaciones existentes en el departamento del Quindío. Asistieron de acuerdo al listado firmado (Ver Anexo 4), un total de 73 personas, quienes estuvieron presentes en la conferencia magistral dada.

Para el taller de diagnóstico estuvieron presentes un total de 50 personas, es decir, el 68% del personal que estuvo desde el inicio en el evento. Vale la pena resaltar que de acuerdo a la metodología que se sugirió y con base en el diseño metodológico presentado, el taller se debía realizar con 20 personas.

Charla magistral experiencia Eden Project y perspectivas para el Quindío: El secretario de Agricultura Sr Carlos Soto da la apertura de la Conferencia y hace la presentación de los

invitados Mike Maunder Director del Eden Project y Jhon Regan CEO de Jhon Regan Associates y el investigador y Director científico del convenio, el Sr. Juan Carlos Borrero.



Fotografía No. 20. Socialización de la experiencia del Eden Project como antesala al taller de diagnóstico participativo. Fuente: Ana Milena Silva

Posterior a sus intervenciones se abre la sesión de preguntas al público, donde se resaltan entre otras:

Como plantearse un proyecto de esas características, donde Quindío por su especificidad ya es un Biodomo natural?

Porque hacer un proyecto *Ex situ* y no uno *In situ*?

Como hacer la inclusión a los más vulnerables y en especial a los niños

El proyecto sale de algún plan o indicadores de desarrollo del departamento o son sacados del sombrero?

Donde está el proyecto por escrito?

De cuanto es el valor y el tiempo de ejecución?

Ejecución del taller de diagnóstico participativo: La Subdirectora de Desarrollo Rural y Medio Ambiente de la Gobernación del Quindío explica los 4 ejes a tener en cuenta para el desarrollo del taller: Educación, Biodiversidad, Investigación y Turismo

La Dra. Ana Silva hace la presentación y explica la metodología de trabajo, para la cual, del grupo de asistentes se escogieron 4 personas que liderarían cada una de las 4 mesas, Las mesas generadas fueron:

Mesa Educación: Liderada por David Costes Rincón - Representante de la Secretaria de Educación



Fotografía No. 21. Actores sociales de la mesa Educación. Fuente: Ana Milena Silva

Mesa Biodiversidad: Liderada por Jorge Hernán López - Representante de la Fundación Mellizab



Fotografía No. 22. Actores sociales de la mesa Biodiversidad. Fuente: Ana Milena Silva

Mesa Investigación: Liderada por Jessica Santodomingo – Representante de Bioconstructor



Fotografía No. 24. Actores sociales de la mesa Investigación. Fuente: Ana Milena Silva

Mesa Turismo: Liderada Luis Alberto Baus – Representante de la comunidad



Fotografía No. 23. Actores sociales de la mesa Turismo. Fuente: Ana Milena Silva

Cada equipo de trabajo con su respectiva temática, realizó una lluvia de ideas de los 5 problemas o situaciones más significativos que se presenta en cada una de las áreas. El grupo a través de una discusión y en consenso se definía la problemática más significativa.

Los problemas identificados y definidos fueron los siguientes:

- Mesa Educación: Falta de espacios y procesos de inmersión didáctica, que permitan una educación integral con énfasis en la sostenibilidad.
- Mesa Biodiversidad: Altos niveles de pérdida y transformación de los ecosistemas naturales.
- Mesa Turismo: Falta de coordinación entre las instituciones para articular la normatividad establecida al turismo.
- Mesa Investigación: Incipiente investigación aplicada, que mejore la calidad de vida de las comunidades

Después de identificar las problemáticas y redactar la más significativa para el equipo de trabajo, cada grupo analizó las posibles causas del problema y sus consecuencias que se podrían generar si este problema no se aborda de forma integral, los cuales fueron condensados en los gráficos de árbol de problemas por cada área temática.

8.1.4. Árboles de problemas

Es una técnica participativa que ayuda a desarrollar ideas creativas para identificar el problema y organizar la información recolectada, generando un modelo de relaciones causales que lo explican. Esta técnica facilita la identificación y organización de las causas y consecuencias de un problema.

El tronco del árbol es el problema central, las raíces son las causas y la copa los efectos.

En la redacción del problema deben poder identificarse los siguientes elementos, una situación inicial no deseada, la situación esperada, unidad de medida y que en conjunto se relacione con una situación socialmente relevante.

Los efectos son una secuencia que va de lo más inmediato o directamente relacionado con el Problema Central, hasta niveles más generales.

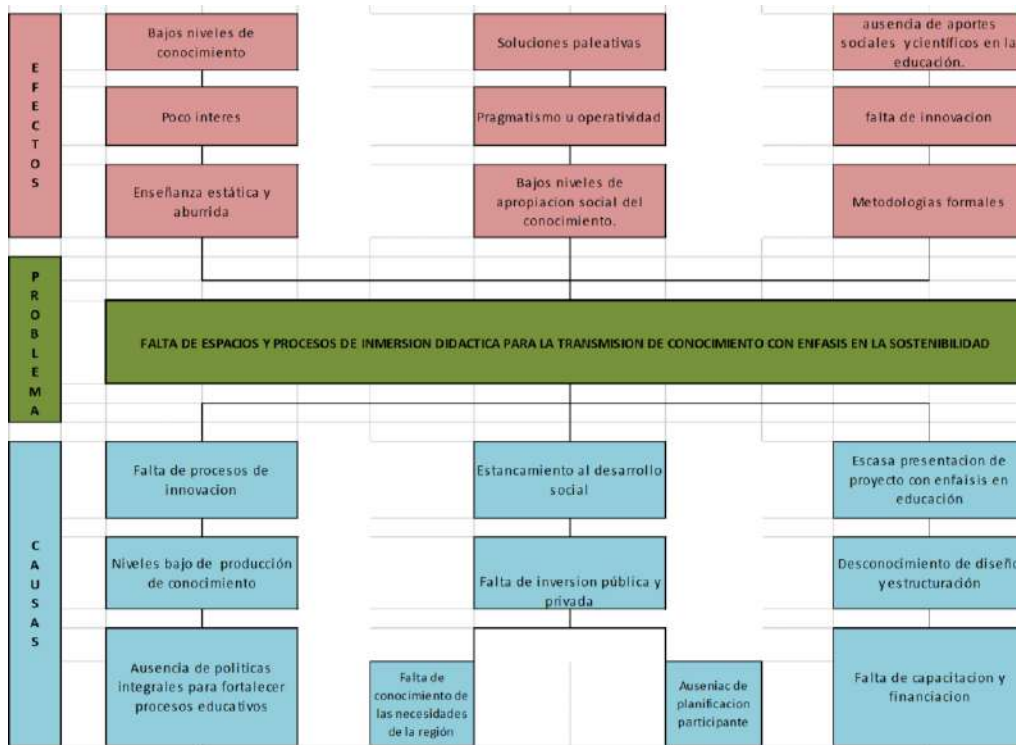
Las causas deben iniciarse con las más directamente relacionadas con el Problema Central, que se ubican inmediatamente debajo del mismo. De preferencia se deben identificar unas pocas grandes causas, que luego se van desagregando e interrelacionando.

Una buena técnica es preguntarse ¿por qué sucede lo que está señalado en cada bloque? La respuesta debiera encontrarse en el nivel inmediatamente inferior

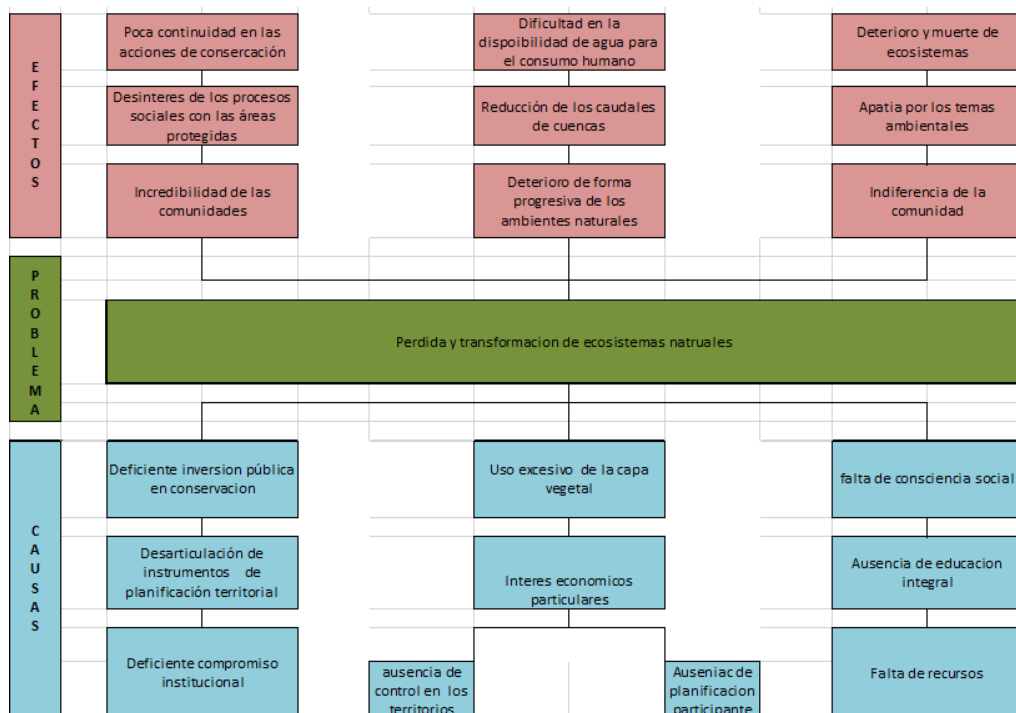
El Árbol de Objetivos (Medios-Fines) refleja una situación opuesta al de Problemas, lo que permite orientar las áreas de intervención que debe plantear la situación que deben constituir las soluciones reales y factibles de los problemas que le dieron origen.

Como resultado del taller realizado se generaron los siguientes árboles de problema por cada una de las temáticas desarrolladas por los participantes:

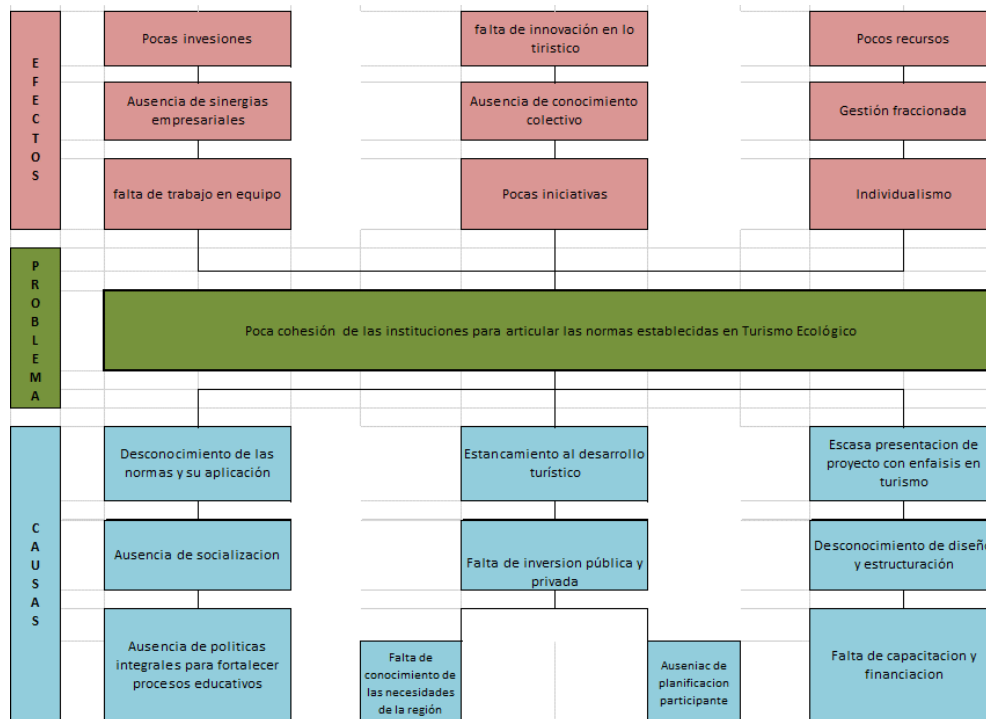
Mesa Educación



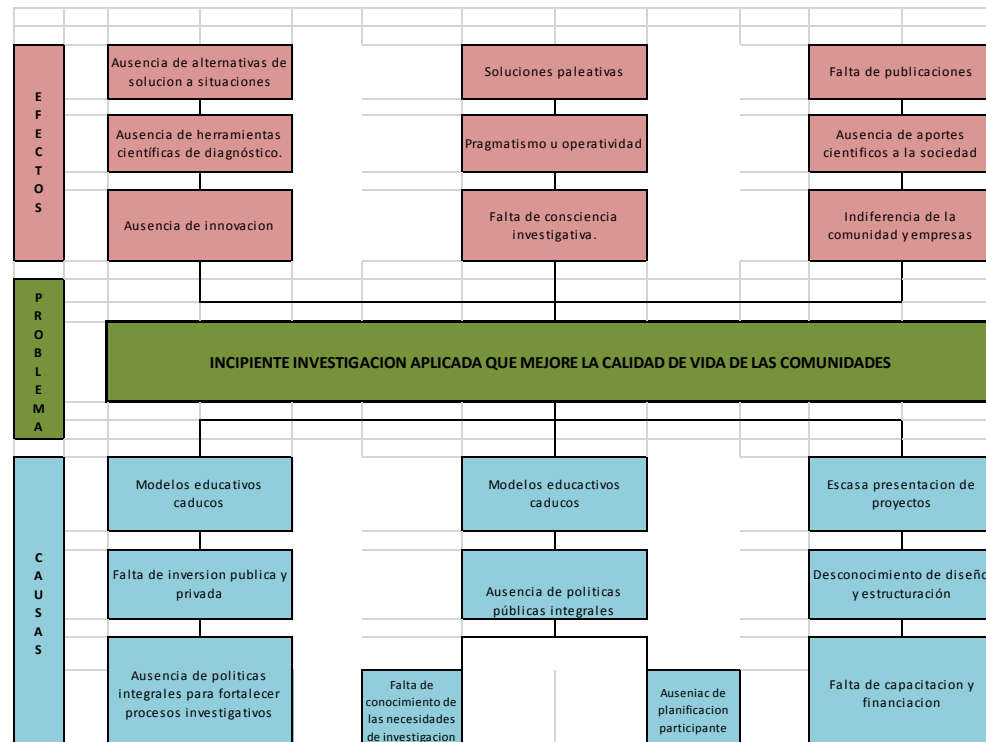
Mesa Biodiversidad



Mesa Turismo



Mesa Investigación



8.1.5. Conclusiones del taller

Vale la pena resaltar que la metodología que se implementó fue participativa ya que ayudó a desarrollar ideas creativas para identificar el problema y organizar la información recolectada, generando un modelo de relaciones causales que lo explican. Esta técnica facilitó la identificación y organización de las causas y consecuencias de un problema.

La comunidad representada en personas naturales como jurídica llegan muy prevenidas al taller, pues la charla magistral dejó demasiadas inquietudes como comentarios tanto a favor como en contra.

El grupo de interés plantea su posición como si el proyecto fuera una imposición, se evidencia que la comunidad ha sido golpeada por proyectos anteriores donde no se les ha tenido en cuenta o con procesos politiqueros donde se les promete cosas y no se les cumple.

Las condiciones para la realización del taller no fueron las más adecuadas, pues la gente ya estaba indispuesta y se estaba criticando todo con un inconformismo general.

Para una próxima ocasión, no se debe desarrollar en esas condiciones un taller de trabajo.

A pesar de lo convulsionado del panorama, y de 73 personas que asistieron, 50 se quedaron en el taller participativo, los líderes de cada mesa mostraron su interés a los temas y trabajaron conforme a las instrucciones dadas para desarrollar la metodología.

La metodología que se implementó hace parte de las herramientas de trabajo como instrucciones y guías dadas por la CEPAL y la ONU, siendo una metodología que da insumos importantes para la formulación y estructuración de proyectos tanto del orden nacional como internacional, es la más vigente que hay en torno a técnicas y metodologías. La realización de los árboles de problema permite nutrir el sistema de información de la MGA propuesta por el gobierno nacional a través del DNP.

8.1.6. Recomendaciones

Los talleres se deben realizar con un máximo de 20 personas y se debe convocar exclusivamente para el taller, tal cual como se había propuesto en el documento metodológico.

Tener a los stakeholders comunicados del proceso, a través de los líderes de cada mesa.

Socializar a los grupos de interés los avances en el diseño, para tener también en cuenta sus recomendaciones.

BIBLIOGRAFIA

Ábalos, I. 2005. Atlas Pintoresco. Vol. I. Editorial: Gustavo Gili. 2005. España. 151 p.

Acero, A. y Polanco, A. 2006. Aportes al Conocimiento de la Biodiversidad de Peces Marinos Colombianos (1998-2005). En: Informe Nacional Sobre El Avance En El conocimiento y la Información sobre la Biodiversidad 1998-2004, editado por M. E. Chaves y M. Santamaría, 170–74. Bogotá, D. C.: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

Acosta-Galvis, A. y Cuentas, D. 2016. Lista de Los Anfibios de Colombia: Referencia En Línea V.05.2015.0. Villa de Leyva, Colombia. Disponible en: <http://www.batrachia.com/>.

Álvarez-Campana, J.M. (s.f). De Robert Morris a Eden Project: otras formas de rehabilitación minera para uso público. Comunicación Técnica

Amaya-Espinel, J. D.; Gómez, M.F.; Amaya-Villareal, A.M.; Velásquez-Tibatá, J. y Renjifo, L.M. 2011. Guía metodológica para el análisis de riesgo de extinción de especies en Colombia. Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Pontificia Universidad Javeriana. 84 p.

Andrade, G. 2011. Estado de Conocimiento de la Biodiversidad en Colombia y sus amenazas. Consideraciones para fortalecer la interacción Ciencia-Política. Revista de la Academia Colombiana de Ciencias 35 (137): 491–507.

AntWeb. 2016. AntWeb: Ants of Colombia. Disponible en: <https://www.antweb.org/country.do?name=Colombia>.

Aguilar, ME., Abdelnour-Esquivel, A. 2010. Desarrollo de modelos para la crioconservación de semillas y material clonal de especies forestales de Costa Rica en peligro de extinción y seleccionadas en los programas de mejoramiento genético (en línea). Boletín de Ciencia y Tecnología (CONICIT) No. 99.

Arce, K; Bonilla, CR; Sánchez, M; Escobar, R. 2007. Morfoanatomía y respuesta fisiológica de las semillas de chambimbe (*Sapindus saponaria* var. *drummondii* (Hook. & Arn.) Benson) a condiciones de crioconservación. Acta Agronómica 56(3):135-140.

Armenteras, D., González, T.M., Vergara, L.K., Luque, F.J., Rodríguez, N. y Bonilla, M.A. 2016. Revisión del concepto de ecosistema como "unidad de la naturaleza" 80 años después de su formulación. Ecosistemas 25(1): 83-89 (Enero-Abril 2016) Doi.: 10.7818/ECOS.2016.25-1.12

Ashmore, S.E. 1997. Status Report on the Development and Application of In Vitro Techniques for the Conservation and Use of Plant Genetic Resources. International Plant Genetic Resources Institute, Roma, Italia. 57 p.

Bacchetta, G., Bueno-Sánchez A., Fenu, G., Jiménez-Alfaro, B., Mattana, E., Piotta, B. y Virevaire, M. (eds) 2008. Conservación *ex situ* de plantas silvestres. Principado de Asturias, La Caixa, España. 378 p.

Bernal, R., Gradstein, R. y Celis, M. 2015. Catálogo de Plantas y Líquenes de Colombia. Bogotá, D. C., Colombia: Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia. Disponible en: <http://catalogoplantasdecolombia.unal.edu.co/>.

Beyers, R.J. y Odum, H.T. 1993. Ecological Microcosms. Springer-Verlag, NY.

BirdLife International. 2016. Country Profile: Colombia. Disponible en: <http://www.birdlife.org/datazone/country/colombia>.

Blackmore, S., Gibby, M. y Rae, D. 2011. Strengthening the scientific contribution of botanic gardens to the second phase of the Global Strategy for Plant Conservation. Botanical Journal of the Linnean Society, vol. 166, no. 3, pp. 267–281.

Blair, J.M., Collins, S.L., Knapp, A.K. 2000. Ecosystems as Functional Units in Nature. Natural Resources and Environment 14 (3): 150-155.

Blewitt, J. 2004. The Eden Project – making a connection. Museum and society, Nov 2004. 2 (3): 175-189

Blondel, J. 1979. Biogéographie et écologie. Masson. Paris, New York.

Blondel, J. 1995. Biogéographie. Approche écologique et évolutive. Paris, New York, Masson.

Bonierbale, M., Guevara, C., Dixon, A.G.O., Ng, N.Q., Asiedu, R., Ng, S.Y.G. 1997. Biodiversity in Trust. Chapter 1. Cassava. Fuccillo D, Sears L, Stapleton P, Edits. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido. Pp. 1-20.

Burney, D.A. y Burney, L.P. 2009. *Inter situ* conservation: Opening a “third front” in the battle to save rare Hawaiian plants. BGjournal, Vol 6, pp 17–19

Cámara de Comercio de Armenia. 2015. Comportamiento de la Temporada Diciembre 2014 – Enero 2015. Observatorio Turístico del Quindío, Versión número 31. Armenia, Quindío. Disponible en: [http://www.camaraarmenia.org.co/files/Observatorio_Turismo_Diciembre_2014_Enero_2015\(1\).pdf](http://www.camaraarmenia.org.co/files/Observatorio_Turismo_Diciembre_2014_Enero_2015(1).pdf)

Campbell, N.A. 1996. Biology. 4th Edition. The Benjamin/Cummings Publishing Company, Inc., Menlo Park, California.

CARDER. 2002. Ecorregión Eje Cafetero: Un Territorio de Oportunidades Un Territorio de Oportunidades. Proyecto: Construcción de un Ordenamiento Territorial para el Desarrollo Sostenible en la Ecorregión del Eje Cafetero Convenio CARDER-FONADE (Ministerio del Medio Ambiente) No. 1068 Convenio Corporación ALMA MATER-FOREC. Pereira, Risaralda. 356 p. Disponible en: http://www.almamater.edu.co/Publicaciones/Ecorregion_Eje_Cafetero_Un_Territorio_de_Oportunidades.pdf

Castro, D., Jiménez, C., Ríos, D., Restrepo, A., y Giraldo, A. 1992. Utilización de la técnica de cultivo de tejidos vegetales in vitro para la propagación y conservación de germoplasma de comino (*Aniba perulitis*), abarco (*Cariniana pyriformis*), almendrán (*Terminalia catappa*) y guayacán (*Tabebuia serratifolia*). Colciencias. Bogotá, Colombia

Castro, D., Díaz, G., y Linero, J. 2002. Propagación clonal *in vitro* de árboles élite de teca (*Tectona grandis* L.). Revista Colombiana de Biotecnología 4 (1): 49-53.

CDB. 2004. Enfoque por ecosistemas. (Directrices del CDB). Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica. Montreal, Canadá. Disponible en: <https://www.cbd.int/doc/publications/ea-text-es.pdf>.

Chaves, M.E., y Santamaría, M. 2006. Informe Nacional sobre el Avance en el conocimiento y la información de la Biodiversidad 1998-2004. Bogotá, D. C.

Clements, F.E. 1916. Plant succession. An analysis of the development of vegetation. Carnegie Inst. Washington.

Clements, F.E. y Shelford, V.E. 1939. Bio-ecology. New York: J. Wiley and Sons. Cook SA (1962) Genetic system, variation, and adaptation in *Eschscholzia californica*. Evolution, 16, 278-299.

COLCIENCIAS. 2016. Política para mejorar la calidad de las publicaciones científicas nacionales. Dirección de Fomento a la Investigación. Bogotá, Colombia. Disponible en: <http://www.colciencias.gov.co/sites/default/files/upload/paginas/politica-pubindex-colciencias.pdf>

Coll, J., Leclerc, J. y Ruíz, E. 2014. De Linneo au Biodôme Renouvelé. Editorial QP Print. Global Services. Barcelona, España, 121 p.

Colombia. Ministerio del Medio Ambiente. Ley 165 Convenio de las Naciones Unidas sobre Diversidad Biológica. Diario Oficial No. 41.589, 9 de noviembre, 1994.

Colombia. Ministerio del Medio Ambiente. Ley 299 Por la cual se protege la Flora Colombiana y se reglamentan los Jardines Botánicos. Diario Oficial No. 42.845, 26 de Julio, 1996.

Colombia, Ministerio del Medio Ambiente. Decreto 331 por el cual se reglamenta parcialmente la Ley 299 de 1996 en materia de Jardines Botánicos. Diario Oficial No 43.243, 17 de Febrero, 1998.

Cogollo, A., Carmona, R. y Giraldo, F. 2007. Desarrollo de un Programa de Conservación ex situ para Tres grupos de Especies de Flora Silvestre Nativas de la Jurisdicción de Corantioquia Amenazadas en el Territorio Nacional. Informe escrito presentado a Corantioquia y Ministerio de Ambiente Vivienda y Desarrollo Territorial.

Convenio de Diversidad Biológica – CDB. 1994. Ley 165 de 1994. Disponible en: <http://www.humboldt.org.co/images/documentos/pdf/Normativo/1994-ley165-1994.pdf>

Currie, W.S. 2011. Tansley review. Units of nature or processes across scales. The ecosystem concept at age 75. New Phytologist 190: 21-34.

CVC-FUNAGUA. (eds) 2011. Planes de manejo para la conservación de 22 especies focales de plantas en el departamento del Valle del Cauca. Cali, Colombia. 258 p.

Defelipe, G.C. 2011. Regeneración de *Cinchona pubescens* mediante el cultivo de tejidos vegetales *in vitro*. Tesis de grado. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.

De Peña, M. 2005. Informe de gestión. Febrero 2000 a enero 2005. Secretaría Técnica. Programa Nacional de Biotecnología. Colciencias. Bogotá, Colombia.

Dictionary of Engineering, 2015. Disponible en internet en: <http://www.dictionaryofengineering.com/definition/biodome.html>

Donegan, T., Quevedo A., Verhelst, J.C., Cortés-Herrera, O., Ellery, T. y Salaman, P. 2015. Revision of the Status of Bird Species Occurring or Reported in Colombia 2015, with Discussion of BirdLife International's New Taxonomy. *Conservación Colombiana*, No. 23: 3–48.

Dulloo, M.E., Ebert, A.W., Dussert, S., Gotor, E., Astorg, C., Vasquez, N., Rakotomalala, J.J., Rabemiafar, A., Eira, M., Bellachew, B., Omondi, C., Engelmann, F., Anthony, F., Watts, J., Qamar, Z. y Snook, L. 2009. Cost efficiency of cryopreservation as a long-term conservation method for coffee genetic resource. *Crop Science*, Vol 49, pp2123–2138, doi:10.2135/cropsci2008.12.0736

Eden Project. 2017. Architecture at Eden. Disponible en: <http://www.edenproject.com/eden-story/behind-the-scenes/architecture-at-eden>

Engels, J.M., Maggioni, L., Maxted, N. y Dulloo, M.E. 2008. Complementing *in situ* conservation with *ex situ* measures. En: J. Iriondo, N. Maxted y M.E. Dulloo (eds) *Conserving Plant Genetic Diversity in Protected Areas*, Capítulo 6, pp169–181, CAB International, Wallingford, Reino Unido.

ENSCONET. 2009. ENSCONET Seed Collecting Manual for Wild Species, European Native Seed Conservation Network (ENSCONET), ISBN: 978-84-692-3926-1

Escobar, R.H., Caicedo, E., Muñoz, L., Ríos, A., Azcárate, A., Dorado, C. y Tohme, J. 2012. El cultivo *in vitro*: Otra manera de propagar la yuca. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Área de Investigación en Agrobiodiversidad, Cali, Colombia

Escobar, R.H., Manrique, N., Santos L.G., Montoya, J.E., Aranzales, E., Sánchez, M. y Valbuena, R. 2013. La crioconservación en Colombia: desarrollo de la investigación y análisis de casos, en: González-Arno, M.T. y Engelmann, F. (eds). *Crioconservación de plantas en América Latina y el Caribe*. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA): 93-112. San José, Costa Rica.

Espinosa, J., González, O., Hoyos, R., Afanador, L., Correa, G. 2005. Potencial de propagación *in vitro* para el tomate de árbol partenocárpico (*Cyphomandra betacea* Cav). *Revista de la Facultad Nacional de Agronomía*. Medellín. Vol. 58. No. 1.

Falk, D.A. y Holsinger, K.E. (eds) 1991. *Genetics and Conservation of Rare Plants*, Oxford University Press, Nueva York y Oxford, USA.

FAO, FLD & IPGRI. 2004. *Conservación y Ordenación de Recursos Genéticos Forestales*. Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos, Roma, Italia.

Flórez, E. y Sánchez, H. 1995. La Diversidad de los Arácnidos de Colombia. Aproximación inicial. En: *Colombia Diversidad Biótica I*, editado por J.O. Rangel-Ch, 327–71. Bogotá, D. C.: Instituto de Ciencias Naturales-Universidad Nacional de Colombia-Inderena.

Fuller, R.B. y Marks, R.W. 1963. *Ideas and integrities*. Prentice-Hall, Incorporated. Estados Unidos.

García, D., Buriticá, P. y Henao, L. 2007. Elementos para la elaboración del Libro Rojo de Hongos Royas de Colombia. *Revista de La Academia Col. De Ciencias Exactas, Físicas y Nat.*, 31 (121): 449–68.

García, H. 2000. Estrategia nacional para el manejo de información sobre colecciones vivas en los jardines botánicos de Colombia. Instituto Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia.

García, H., Moreno, L.A., Londoño, C. y Sofrony, C. 2010. Estrategia Nacional para la Conservación de Plantas: actualización de los antecedentes normativos y políticos, y revisión de avances. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Red Nacional de Jardines Botánicos. Bogotá, D.C. 160 p.

Gaston, K. y Spicer, J. 1998. Biodiversity. An introduction. Blackwell Science. Malden, EEUU. pp. 1-39.

Global Biodiversity Information Facility - GBIF. 2016. Colombia Data Trends En: Change over Time in Data about Species from Colombia Available from GBIF.

Gignoux, J., Davies, I.D., Flint, S.R., Zucker, J.D. 2011. The Ecosystem in Practice: Interest and Problems of an Old Definition for Constructing Ecological Models. *Ecosystems* 14: 1039-1054.

Gilpin, W. 1768. Essay on Prints. Londres, Inglaterra

Gleason, H.A. 1939. The Individualistic Concept of Plant Association. *American Midland Naturalist* 21: 92- 110, pp. 92-107.

Golley, F.B. 1993. A history of the ecosystem concept in ecology. More than the sum of the parts. Yale University, New York.

Gómez, M.F., Moreno, L.A., Andrade, G.I. y Rueda, C. (eds.) 2016. Biodiversidad 2015. Estado y tendencias de la biodiversidad continental de Colombia. Instituto Alexander von Humboldt. Bogotá, D.C., Colombia.

Gómez, M. y Toro, J. 2007. Manejo de las semillas y la propagación de diez especies forestales del bosque andino. Corporación Autónoma Regional del Centro de Antioquia. Boletín Técnico Biodiversidad No. 1. Primera edición. Medellín, Colombia 72 p.

González-Arno, M.T. y Engelmann, F. (eds) 2013. Crioconservación de plantas en América Latina y el Caribe. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). San José, Costa Rica. 204 p.

Guarino, L., Ramanatha-Rao, V. y Reid, R. 1995. Collecting Plant Genetic Diversity Technical Guidelines, CAB International, Wallingford, Reino Unido

Guarino, L., Jarvis, A., Hijmans, R.J. y Maxted, N. 2001. Geographic information systems (GIS) and the conservation and use of plant genetic resources', en J. Engels, V. Ramanatha Rao, A.H.D. Brown y M.T. Jackson (eds) *Managing Plant Genetic Diversity*, pp387–404, CAB International, Wallingford, Reino Unido

Guerrant, Jr., E.O., Havens, K. y Maunder, M. (eds) 2004. *Ex Situ* Plant Conservation. Supporting Species Survival in the Wild, Island Press, Washington, D C, USA.

Guiry, M.D., y Guiry, G.M. 2016. Algae Base. Galway: National University of Ireland. Disponible en: <http://www.algaebase.org>.

Hancocks, D. 2001. A Different Nature: The Paradoxical World of Zoos and Their Uncertain Future. University of California Press. Estados Unidos. 279 p.

Harper, J. y Hawksworth, D. 1995. Preface. En: Hawksworth DL (eds.) Biodiversity, measurement and estimation. Chapman Hall. Londres, Inglaterra. Pp. 5-11.

Harris, T. (s.f.) How the Eden Project Works. Disponible en: <http://science.howstuffworks.com/conservationists/eden.htm/printable>

Hartmann, H.T. y Kester, D.E. 1983. Plant propagation: principles and practices, 4th Edition. Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey, Estados Unidos.

Hernández, J. (s.f.) Síntesis de los biomas de Colombia. Pp 15-33. Disponible en: <http://biblovirtual.minambiente.gov.co:3000/DOCS/MEMORIA/MMA-0041/MMA-0041-CAPITULO2.pdf>

Heywood, V.H. 1991. Developing a strategy for germplasm conservation in botanic gardens. En: V.H. Heywood y P.S. Wyse Jackson (eds.) Tropical Botanic Gardens – Their Role In Conservation and Development, pp 11–23, Academic Press, Londres, Reino Unido.

Heywood, D.H. y Dulloo, M.E. 2005. *In situ* Conservation of Wild Plant Species: a Critical Global Review of Best Practices. IpgrI Technical Bulletin 11. IpgrI, Rome, Italia. 174 p.

Heywood, V.H. 2009. Botanic gardens and genetic conservation, Sibbaldia guest essay, Sibbaldia. The Journal of Botanic Garden Horticulture, No 7, pp 5–17.

Hidalgo, R.; Beebe, S. 1997. Biodiversity in Trust. Chapter 11. Phaseolus Beans. 1997. Biodiversity in Trust. (Fuccillo, D.; Sears, L.; Stapleton, P., Edits.) Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido. Pp. 139-157.

Hijmans, R.J., Guarino, L., Cruz, M. y Rojas, E. 2001. Computer tools for spatial analysis of plant genetic resources data: 1 DIVA-GIS, Plant Genetic Resources Newsletter, vol 127, pp15–19

Hodson, E., Rodríguez, C., y Chemas, A. 1998. Programación vegetativa de *Alnus Acuminata* KBK por cultivo de tejidos vegetales. Bogotá. Rev. Facultad de Ciencias de la Universidad Javeriana. Vol. 1, Nº 2.

Hurtado, O., Freire, M., Leiva, M., García, J. 2011. Influencia de las características de las plantas cultivadas *in vitro* de *Bambusa vulgaris* var. vulgaris Schrad. Ex Wendl en su aclimatización. Biotecnología Vegetal. El bambú en Colombia. Volumen 11, No 3, 2011. Cuba.

INVAMER. 2015. Estudio sobre consumo sostenible y conocimiento sobre biodiversidad en Colombia. Disponible en: <http://sostenibilidad.semana.com/medio-ambiente/multimedia/consumo-responsable-en-colombia-primera-encuesta-nacional-dime-que-compras-y-te-dire-quien-eres/33535>

INVEMAR. 2016. Informe del Estado de los Ambientes y Recursos Marinos y Costeros en Colombia: Año 2015. Santa Marta: Serie de Publicaciones Periódicas No. 3.

Jeffries, M. 1997. Biodiversity and conservation. Routledge. Londres, Inglaterra. Pp. 4-6.

Jorgensen, S., Muller, F. 2000. Handbook of ecosystem theories and management. Lewis publishers, Boca Raton, Estados Unidos.

Kannan, V.R. et al. 1995. Clonal propagation and comparative analysis of free radical scavenging enzymes in vitro and in vivo tissues of *Gmelina arborea* R.V. En: *In-vitro*; N. 31 (3) 2, 80A.

Khoury, C., Laliberte, B. y Guarino, L. 2010. Trends in *ex situ* conservation of plant genetic resources: a review of global crop and regional conservation strategies. Genetic Resources and Crop Evolution 57:625-639.

Knebel, K., Sanchez-Alvarez, J. y Zimmermann, S. (s.f.) The Structural Making of the Eden Project Domes. Mero GmbH & Co. Kg, D-97084 Würzburg, Germany

Koo, B., Pardey, P. y Wright, B. 2004. Saving seeds. IPGRI and IFPRI. CABI Publishing, Wallingford, Reino Unido. pp. 209-217.

Latorre, J.P. 2005. Biodiversidad y conservación en los Parques Nacionales Naturales de Colombia: Una aproximación Histórico-Geográfica a escala 1:1.000.000. Bogotá, Colombia.

Linares, E., y Vera, M. 2012. Catálogo de Los Moluscos Continentales de Colombia. Universidad Nacional. Bogotá, Colombia.

Lindeman, R. 1942. The trophic-dynamic aspect of ecology. Ecology 23: 399-418.

Lobo, M. 2006. Informe de recursos genéticos vegetales. Programa de recursos genéticos y mejoramiento vegetal, Corpoica, s.p.

Lovejoy, T.E. 1980. Changes in biological diversity. En: Barney GO (Ed.) The Global 2000 Report to the President. Vol. 2. Penguin. Harmondsworth, EEUU. pp. 327-332.

Maldonado-Ocampo, J., Vari, R. y Usma, J.S. 2008. Checklist of the Freshwater Fishes of Colombia. Biota Colombiana 9 (2). Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt: 143-237.

Margalef, R. 1957. La teoría de la información en ecología. Memorias de la Real academia de ciencias y artes de Barcelona 32(13), 373-449.

Margalef, R. 1963. On certain unifying principles in ecology. The American Midland Naturalist, XCVII (897), 357-374.

Margalef, R. 1968. Perspectives in Ecological Theory. University of Chicago Press, Chicago, IL. Estados Unidos.

Marulanda, M.L., Gutiérrez, G., y Vallejo, A. 2000. Selección y propagación de Nogal cafetero (*Cordia alliodora*), Aliso (*Alnus acuminata*) y Mora (*Rubus glaucus*) por cultivo de tejidos *in vitro*. Colciencias.

Maunder, M., Guerrant Jr., E.O., Havens, K. y Dixon, K.W. 2004. Realizing the full potential of *ex situ* contributions to global plant conservation, en: E.O. Guerrant Jr., K. Havens y M. Maunder (eds) *Ex Situ Plant Conservation. Supporting Species Survival in the Wild*, pp 389-417, Island Press, Washington, DC

Meilleur, B.A. y Hodgkin, T. 2004. *In situ* Conservation of Crop Wild Relatives: Status and Trends. *Biodiversity and Conservation* 13: 663-684.

Melo, G. 2007. Introductory Remarks. En *Catalogue of Bees (Hymenoptera, Apoidea) in the Neotropical Region*, editado por Jesus Santiago Moure, Danúncia Urban, y Gabriel A. R. Melo, 1058. Sociedade Brasileira de Entomologia.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. 2012. Política Nacional para la Gestión Integral de la biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos. Bogotá, Colombia

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y Universidad Nacional de Colombia. 2015. Plan para el estudio y la Conservación de las Orquídeas en Colombia. Bogotá, D. C.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, IDEAM, IAvH, INVEMAR, IIAP, SINCHI, PNN, IGAC. 2015. Mapa de ecosistemas continentales, costeros y marinos de Colombia versión 1.0 a escala 1:100.000. Bogotá, Colombia.

Ministerio del Medio Ambiente – Instituto de Investigaciones Alexander von Humboldt. 1998. Propuesta técnica para la formulación de un Plan de Acción Nacional en Biodiversidad. Bogotá, Colombia.

Morales-Betancourt, M., Lasso, C.A., Páez, V. y Bock, B. 2015. Libro Rojo de Reptiles de Colombia. Serie Libros Rojos de Especies Amenazadas de Colombia. Bogotá, D. C.: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH), Universidad de Antioquia.

Mroginski, L., Sansberro, P. y Flaschland, E. 2010. Establecimiento de cultivos Vegetales. En: *Bioteología y Mejoramiento Vegetal II*. Argenbio. INTA: 70-84.

Mutis, S. 2000. Enrique Pérez Arbeláez o la Segunda Expedición Botánica. *Nómadas* 12: 205-219.

Naveh, Z. 2010. Ecosystem and landscapes—a critical comparative appraisal. *Journal of Landscape Ecology* 3(1): 64-81.

Nelson, J., Allen, J., Alling, A., Dempster, W.F. y Silverstone, S. 2003. Earth applications of Closed Ecological Systems: Relevance to the development of sustainability in our global biosphere. En: *Adv. Space Res.* Vol. 31, No. 7: 1649-1655.

Norse, E.A. y McManus, R.E. 1980. Ecology and living resources biological diversity. En *Environmental quality 1980: The eleventh report of the Council on Environmental Quality*. Council on Environmental Quality. Washington DC, EEUU. pp. 31-80.

Noss, R. 2001. Maintaining ecological integrity of landscape and eco-region. En: Noss, R.F. (ed.), *Ecological integrity: Intergrating environmental, conservation and health*, pp. 191-208. Island Press, Washington, D.C. Estados Unidos.

Nuñez, I., Gonzalez-Gaudiano, E. y Barahona, A. 2003. La biodiversidad: historia y contexto de un concepto. *INCI (En línea)*. Vol.28, N.7, pp. 387-393. ISSN 0378-1844.

Odum, E. 1953. *Fundamentals of ecology*. W.B. Saunders Company. Philadelphia, Estados Unidos.

Odum, E. 1971. *Fundamentals of ecology*, (3rd ed.). W.B. Saunders. Philadelphia, Estados Unidos.

Olaya, A., Rivera, A. y Rodríguez, C. (eds.) 2002. Plan Nacional de Colecciones para los Jardines Botánicos de Colombia. Red Nacional de Jardines Botánicos de Colombia y Ministerio del Medio Ambiente. Bogotá, Colombia.

Olaya, A. 2006. Conservación *ex situ* de la flora. Volume 1. pp. 342-350. In: Chaves M.E. and M. Santamaría (eds). 2006. Informe nacional sobre el avance en el conocimiento y la Información de la biodiversidad 1998-2004. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. Bogotá D.C., Colombia. 2 volúmenes.

Ocampo, F., y Núñez, V. 2007. Propagación *in vitro* de guayaba (*Psidium guajaba*), mediante organogénesis directa a partir de segmentos nodales. Ciencia y tecnología agropecuaria. Revista ICA. Bogotá.

Ospina, B. 2011. Plan de Manejo Ambiental del Jardín Botánico y de los bosques de la Universidad Tecnológica de Pereira. Trabajo de grado para optar al título de Administradora Ambiental. Universidad Tecnológica de Pereira, Facultad de Ciencias Ambientales, Administración Ambiental. Pereira, Colombia. 122 p.

Panis, B. y Lombardi, M. 2005. Status of cryopreservation technologies in plants (crops and forest trees) (en línea). In International workshop "The Role of Biotechnology for the Characterisation and Conservation of Crop, Forestry, Animal and Fishery Genetic Resources" (2005, Turín, IT, FAO).

Parra-O, C. y Díaz-Piedrahita, S. 2016. Herbarios y Jardines Botánicos: Testimonios de nuestra Biodiversidad. Universidad Nacional de Colombia (Sede Bogotá). Facultad de Ciencias. Instituto de Ciencias Naturales, Jardín Botánico José Celestino Mutis. Biblioteca José Jerónimo Triana; No. 32, Colección Retratos de la biodiversidad; No. 3, Bogotá, Colombia. 116 p.

Pabón, M. 2004. Jardines botánicos universitarios en la universidad estatal del Centro-Occidente. Revista de Ciencias Humanas, Universidad Tecnológica de Pereira, No. 33: 99-118. Pereira, Colombia

Panella L., Wheeler, L. y McClintock, M.E. 2009. Long-term survival of cryopreserved sugarbeet pollen', Journal of Sugar Beet Research, vol 46, pp1-9

Patten, B.C. 1966. Systems ecology: a course sequence in mathematical ecology. BioScience 16: 593-598.

Payne, R. 1805. An Analytical Enquiry into the Principles of Taste. Londres, Inglaterra

Pearman, H. y Whalley, A. 2003. The Architecture of Eden. London, Eden Books/Transworld

Pedroza, J., y Montes, M. 2008. Micropropagación de *Hypericum goyanesii*, una especie en vía de extinción. Centro de Investigaciones y Desarrollo. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá, Colombia.

Perez, M. 2016. Biomás de Colombia: Características y Tipos. Disponible en: <https://www.lifeder.com/biomas-de-colombia/>

Perrino, P. y Terzi, M. 2003. Importanza della conservazione del germoplasma. En: Bressan M., Magliaretta L. & Pino S. (eds). Cereali del Veneto. Regione Veneto/Prov. Di Vicenza/Veneto Agricoltura.

Piepenbring, M. 2002. Annotated Checklist and Key for Smut Fungi in Colombia. *Caldasia* 24 (1): 103–19.

Pierik, R.L. 1990. Cultivo *in vitro* de plantas superiores. Mundi-Prensa. Madrid, España. 326 p.

Pickett, S.T. y Cadenasso, M.L. 2002. The Ecosystem as a Multidimensional Concept: Meaning, Model, and Metaphor. *Ecosystems* 5: 1-10.

Price, U. 1794. Essay on the Picturesque, As Compared With The Sublime and The Beautiful. Londres, Inglaterra.

Ramil, R., Rodríguez, M., Rubinos, M., Ferreiro, J., Hinojo, B., Blanco, J.M., Sinde, M., Gómez-Orellana, L., Díaz, R., Martínez, S. y Muñoz, C. 2005. La expresión territorial de la biodiversidad: Paisajes y hábitats. IBADER: Instituto de Biodiversidade Agraria e Desenvolvimento Rural. Recursos Rurais (2005) Serie Cursos 2: 109-128

Ramos, J.E. 2012. Avances de la micropropagación *in vitro* de plantas leñosas. Trabajo de grado para optar al título de Especialista en Biotecnología Agraria Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD). Bogotá, Colombia. 71 p.

Real, R. 2010. La Estrategia Mundial para la Conservación de la Naturaleza. En: Encuentros en la Biología Vol. 3 No. 129: 31. España

Richards, C.M., Antolin, M.F., Reilley, A., Poole, J. y Walters, C. 2007. Capturing Genetic Diversity of Wild Populations for *Ex situ* Conservation: Texas Wild Rice (*Zizania texana*) as a Model. *Genetic Resources and Crop Evolution* 54: 837-848.

Rocha, P.J. 2007. Cultivo de tejidos: una herramienta valiosa para el desarrollo de la palma de aceite en Colombia. *Palmas* Vol. 28 No. 1: 53-64. Colombia.

Rodríguez, J.M., Camargo, J.C., Niño, J., Pineda, A.M., Arias, L.M., Echeverry, M.A. y Miranda, C.L. (eds.). 2009. Valoración de la Biodiversidad en la Ecorregión del Eje Cafetero. CIEBREG. Pereira, Colombia. 238 p. Disponible en: <https://media.utp.edu.co/ciebreg/archivos/biodiversidad-en-la-ecorregion-del-eje-cafetero/valoracion-de-la-biodiversidad-en-la-ecorregion-del-eje-cafetero.pdf>

Romero, L. 2005. Divulgación científica y la biodiversidad *Revista Peruana de Biología*, vol. 12, núm. 2, 2005, p. 182 Universidad Nacional Mayor de San Marcos Lima, Perú. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=195018494002>

Roy, S.K. 1992. Shoot multiplication and plant regeneration from shoot tip of *Gmelina arborea* by *in vitro* culture. En: *In vitro*, 28(3)2, 116A.

Samper, C. y García, H. (eds) 2001. Estrategia Nacional para la Conservación de las plantas de Colombia. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Red Nacional de Jardines Botánicos, Ministerio del Medio Ambiente y Asociación Colombiana de Herbarios. Bogotá, Colombia.

Sarasan, V., Cripps, R., Ramsay, M.M., Atherton, C., McMichen, M., Prendergast, G. y Rowntree, J.K. 2006. Conservation *in vitro* of threatened plants. Progress in the past decade. *In Vitro Cellular & Developmental Biology-Plant* 42: 206-214.

Schizas, D. y Stamou, G. 2010. Beyond identity crisis: The challenge of recontextualizing ecosystem delimitation. *Ecological Modelling* 221: 1630- 1635.

Schoen, D.J. y Brown, A.H.D. 2001. The Conservation of Wild Plant Species in Seed Banks. *BioScience* 51: 960-966.

Schmidt, L. 2000. Guide to Handling Tropical and Subtropical Forest Seed, Danida Forest Seed Centre. Disponible en: <http://curis.ku.dk/portal-life/en/publications/guide-to-handling-of-tropicaland-subtropical-forest-seed%2804448600-8813-11df-928f-000ea68e967b%29.html>

Schuler, I., Baquero, S., Gaona, D., Vega, E., Rodríguez, J., Ramírez, C., Nieto, V., y Hodson, E. 2005. Propagación *in vitro* de material seleccionado de *Tabebuia rosea* (Ocobo) y *Cordia alliodora* (Nogal cafetero). *Revista Colombiana de Biotecnología*. Volumen VII, Julio. Número 001. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.

Schultz, J. 1995. The ecozones of the world. The ecological divisions of the geobiosphere. Springer-Verlag. Berlín, Alemania. 449 pp.

Shaanker, U.R., Ganeshiah, K.N., Nageswara, M. y Ravikanth, G. 2002. Forest gene banks – a new integrated approach for the conservation of forest tree genetic resources', en J.M.M. Engels, A.H.D. Brown y M.T. Jackson, (eds) *Managing Plant Genetic Diversity*, pp229–235, CAB International, Wallingford, Reino Unido

Sharrock, S. y Engels, J. 1996. Complementary Conservation, INIBAP Annual Report 1996, pp 8–9, INIBAP, Montpellier, Francia.

Sistema de Información sobre Biodiversidad en Colombia - SIB. 2016. Biodiversidad en cifras. Disponible en: <https://www.sibcolombia.net/biodiversidad-en-cifras/>

Sistema de Información Ambiental de Colombia – SIAC. 2017. Disponible en: <http://www.siac.gov.co/biodiversidad>

Smith, R.D., Dickie, J.B., Linington, S.H., Pritchard, H.W y Probert, R.J. 2003. *Seed Conservation: Turning Science into Practice*, Royal Botanic Gardens Kew, Richmond, Reino Unido.

Solari, S., Muñoz-Saba, Y., Rodríguez-Mahecha, J. V., Defler, T.R., Ramírez-Chaves, H. E. y Trujillo, F. 2013. Riqueza, endemismo y conservación de los Mamíferos de Colombia. *Mastozoología Neotropical* 20 (2): 301–65.

Stenkjaer, N. 2010. Closed Ecosystems. Nordic Folkecenter for Renewable Energy. Kammersgaardsvej 16, Sdr. Ydby. Disponible en: http://www.folkecenter.net/gb/rd/biogas/technologies/water-for-life/closed_ecosystems/

Suárez, I., Jarma, A., y Ávila, M. 2006. Desarrollo de un protocolo para la propagación *in vitro* de roble (*Tabebuia rosea* Bertol DC). Departamento de Ingeniería Agronómica y Desarrollo Rural. Montería. Córdoba.

Takacs, D. 1996. The idea of biodiversity. *Philosophies of paradise*. Johns Hopkins Univ. Press. Baltimore, EEUU. 192 pp.

Tamponnet, C. y Savage, C. 1994. Closed Ecological Systems. En: Journal of Biological Education. Volume 28, 1994-Issue 3: 167-174.

Tansley, A.G. 1935. The Use and Abuse of Vegetational Concepts and Terms. Ecology, 16, (3), 284-307.

Thormann, I., Dulloo, M.E. y Engels, J. 2006. Techniques for *ex situ* plant conservation, en: R.J. Henry (ed), Plant Conservation Genetics, pp7–36, Haworth Press, Australia.

Tighe, M. 2004. Manual de Recolección y Manejo de Polen de Pinos Tropicales y Subtropicales Procedentes de Rodales Naturales. CAMCORE, Carolina del Norte - Estados Unidos.

Toledo, V. 1994. La diversidad biológica de México. Ciencias 34: 43-59.

Torres, A.M., Belalcázar, J., Maas, B. L. y Schultze-Kraft, R. 1993. Manual de las especies del germoplasma de forrajes tropicales del CIAT, Documento de trabajo No. 125. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), Cali, Colombia. 36 p.

Torres, R. y Reyes, L.M. 1997. Informe nacional de recursos genéticos agropecuarios. Corpoica. Bogotá. s.p.

Towill, L.E. 1985. Low temperature and freeze-/vacuum-drying preservation of pollen', en: K.K. Harthaa (ed) Cryopreservation of Plant Cells and Organs, pp171–198, CRC Press, Boca Raton, Florida, Estados Unidos.

Towill, L.E. y Walters, C. 2000. Cryopreservation of pollen, en: F. Engelmann y H. Takagi (eds) Cryopreservation of Tropical Plant Germplasm – Current Research Progress and Applications, pp115–129, Japan International Centre for Agricultural Sciences, Tsukuba/ International Plant Genetic Resources Institute, Roma, Italia

Tsiolkovsky, K.E. 1975. Study of outer space by reaction devices. En: NASA Technical Translation NASA TT F-15571 of "Issledovaniye mirovykh prostranstv reaktivnymi priborami", Mashinotroyeniye Press, Moscow, 1967

IUCN. 2010. Guidelines for Application of IUCN Red List Criteria at Regional and National Levels. Version 3.1. UCN Species Survival Commission. IUCN. Gland, Suiza y Cambridge, Reino Unido.

Valencia, R.A., Lobo, M. y Ligarreto, G. A. 2010. Estado del arte de los recursos genéticos vegetales en Colombia: Sistema de Bancos de Germoplasma. Revista Corpoica – Ciencia y Tecnología Agropecuaria. 11(1): 85-94.

Van Dyne, G.M. 1966. Ecosystems, Systems Ecology, and Systems Ecologists, No. 3957. Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, Tennessee, Estados Unidos.

Vasco-Palacios, A., y Franco-Molano, A.E. 2013. Diversity of Colombian Macrofungi (Ascomycota - Basidiomycota). Mycotaxon 121 (499).

Villamizar, E. 2005. Estandarización del protocolo *in vitro* para el establecimiento de Encenillo (*Weinmannia tomentosa*) y de Rodamonte (*Escallonia myrtilloides*) en el laboratorio de cultivos de tejidos del Jardín Botánico José Celestino Mutis de Bogotá. Universidad Francisco de Paula Santander. Facultad de Ciencias Agrarias y del Ambiente. Cúcuta, Norte de Santander, Colombia.

Walter H. y Breckle S. 1983. Oekologie der Erde. Stuttgart, Vol 1. Oekologische Grundlagen in globaler Sicht. UTB Grosse Reihe. Gustav Fischer. Stuttgart, New York. 238 pp.

Walters, C. y Towill, L. 1995. Seeds and Pollen. National Center for Genetic Resources Preservation. Washington.

Weber, J. y Schell, C. 2001. The communication process as evaluative context: what do nonscientists hear when scientists speak?. *BioScience* 5: 487-495.

Wetzel, R. 2001. Limnology. Lake and river ecosystems. Third Edition. Academic Press.

Whalley, A. 2003. Eden and the Glasshouse Tradition. En: H. Pearman and A. Whalley (eds.), *The Architecture of Eden*, London: Eden Project Books, 104-117.

Willis, A.J. 1997. The ecosystem: An evolving concept viewed historically. *Functional Ecology* 11:268-271.

Witt, S. 1985. Biotechnology and Genetic Diversity. California Agricultural Lands Project. San Francisco, Estados Unidos. 145 p.

Wolff, M., Nihei, S. y Carvalho, C. 2016. Catalogue of Diptera of Colombia: An Introduction. *Zootaxa* 4122 (1): 001-949.

Wyse-Jackson, P.S. y Sutherland, L.A. 2000. Agenda Internacional para la Conservación en Jardines Botánicos. Organización Internacional para la Conservación en Jardines Botánicos (BGCI), Reino Unido.

Yepes, A. 2006. Revigorización y establecimiento *in vitro* de *Gmelina arborea* Roxb. V. mediante cultivo de tejidos vegetales. *Revista Colombia Forestal* Vol. 9 No. 19: 70-87.

Zobel, B. 1992. Técnicas de mejoramiento genético de árboles forestales. Editorial Limusa S.A. México D.F. 545 p

ANEXOS

ANEXO 1

DECRETO 059 DE 2016

"POR MEDIO DEL CUAL EL GOBERNADOR DEL DEPARTAMENTO DEL QUINDÍO OTORGA LA CONDECORACIÓN BOTÓN INSTITUCIONAL EMBAJADOR DEL PAISAJE CULTURAL CAFETERO"

El Gobernador del Departamento del Quindío, en uso de sus facultades legales, en especial las que confiere el artículo 305 numerales 6 y 15 de la Constitución Política y el artículo 94 numerales 1 y 4 del decreto 1222 de 1986 y,

CONSIDERANDO:

Que la Gobernación del Departamento del Quindío tiene institucionalizadas condecoraciones y distinciones con las cuales se exaltan y reconocen los aportes tanto de las personas como de las entidades del sector público y privado que han contribuido sustancialmente al progreso material y espiritual de nuestro territorio.

Que el Gobierno Departamental creó e instituyó mediante Decreto 002 del 2 de enero del año 2013 la condecoración BOTÓN INSTITUCIONAL EMBAJADOR DEL PAISAJE CULTURAL CAFETERO, con el fin de exaltar y honrar a las personas naturales y/o jurídicas que llevan y promocionan nuestro Eje Cafetero a nivel nacional e internacional.

Que el día martes 19 de enero de 2016 el Gobierno Departamental, exalta al doctor JUAN CARLOS BORRERO PLAZA por sus innumerables premios y distinciones que a lo largo de su vida lo han hecho merecedor de reconocimientos científicos a nivel nacional e internacional.

Que el científico JUAN CARLOS BORRERO PLAZA en el año 2013 fue postulado al premio Príncipe de Asturias de Ciencia y Tecnología por el Congreso de la República de Colombia y Colciencias, así mismo en el año 2012 recibió el premio nacional al Mérito Científico en Innovación, entre otros; además se unirá con su capacidad de trabajo, entrega y compromiso a llevar el nombre del Departamento del Quindío a instancias nacionales e internacionales, en procura del desarrollo integral de todos los quindianos.

Que en virtud de lo anterior, el Gobernador del Departamento del Quindío en uso de sus facultades constitucionales y legales,

DECRETA:

ARTÍCULO PRIMERO: EXALTAR de manera oficial por parte del Gobierno Departamental al doctor JUAN CARLOS BORRERO PLAZA otorgándole el BOTÓN INSTITUCIONAL EMBAJADOR DEL PAISAJE CULTURAL CAFETERO en reconocimiento por sus innovaciones científicas.

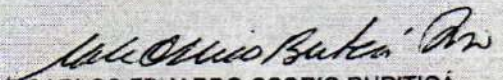
ARTÍCULO SEGUNDO: FELICITAR al científico el doctor JUAN CARLOS BORRERO PLAZA por los logros obtenidos y una vida dedicada al desarrollo de las ciencias.

ARTÍCULO TERCERO: DECLARAR al Científico JUAN CARLOS BORRERO PLAZA como nuestro Embajador del Paisaje Cultural Cafetero en el ámbito nacional e internacional, en la búsqueda de soluciones integrales que promuevan el desarrollo integral de todos los quindianos.

ARTÍCULO CUARTO: HACER entrega del presente Decreto que rige a partir de la fecha de su expedición e imponer la mencionada distinción al doctor JUAN CARLOS BORRERO PLAZA.

COMUNIQUESE Y CÚMPLASE

Expedida en Armenia, Quindío a los dieciocho (18) días del mes de enero de dos mil dieciséis (2016)


CARLOS EDUARDO OSORIO BURITICÁ
Gobernador del Departamento del Quindío
2016 -2019

***Paisaje Cultural Cafetero - Patrimonio de la Humanidad
Declarado por la UNESCO***

ANEXO 2

Bodelva
Cornwall
PL24 2SG

Public information: T: 01726 811911

United Kingdom

T: +44 (0)1726 811900
F: +44 (0)1726 811912

eden project

www.edenproject.com

Juan Carlos
Carrera 24 E Oeste
No. 6-25 Cali
Colombia

12th July 2017

Dear Juan Carlos,

It was a great pleasure to meet you and Tanya while you were in the UK, in particular it was a pleasure to show you Eden.

Having discussed your vision with my colleagues, John Regan and David Harland, we have the following recommendations:

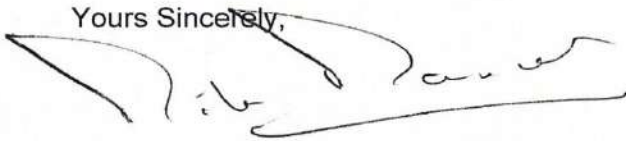
1. Firstly we applaud your ambition and your commitment to tackling the big issues of biodiversity loss and environmental degradation within Quindío Department.
2. We believe there is an opportunity to establish a new institution based in Quindío that focuses resources on these issues. Importantly such a facility must deliver a strong educational program while delivering quantifiable ecological and social benefits.
3. We encourage you to establish a strategic plan that recognises you are planning a new institution that will deliver benefits beyond one generation, indeed, you need to plan for a business or charitable institution that supports the work over decades and perhaps even centuries.
4. With this long term vision in mind Eden and our collaborators will be honoured to help develop a phased plan of works that provides time to develop more specialist facilities (e.g. gene banks) and allows for fund raising. However your first priorities should be the development of the Jardin Botanico and initiation of the forest regeneration work.
5. We believe that your biggest asset is the extensive area of old coffee plantation that could become a case study in ecological regeneration with both national and global importance. As climate change becomes more marked many areas will face the challenge of taking now redundant agricultural landscapes and repurposing them for biodiversity, ecosystem services and the economic wellbeing of local populations. You have the opportunity to be a pioneer in this national and global challenge.



6. The Jardin Botanico del Quindío can provide an urban educational resource while the extensive regeneration zone can provide opportunities for guests to visit and interact with a regenerating tropical ecosystem. The regeneration zone of old coffee plantation provides an opportunity to rewild a landscape while improving its ecological services and its economic value to the local communities.
7. The Eden Project with a supporting consortium including New Zoo and UCL will be happy to provide scoping and strategic planning services for you. This would include (a) an initial scoping exercise to identify key opportunities and functions, (b) a more detailed feasibility study and (c) master plan.

Eden and our collaborators looks forward to working with you and the government of Quindío. We face a challenging future and we see in your proposal an opportunity to conserve biodiversity and improve ecosystem services in a time when biodiversity is so profoundly threatened.

Yours Sincerely,



Mike Maunder PhD
Director of Life Sciences and Executive Director (Eden Project)

c.c.

Mr. John Regan - New Zoo;

Mr. David Harland, Executive Director - Eden Project International

ANEXO 3



Departamento del Quindío



Mr Mike Maunder PHD,
**Director of Life Science and Executive
Director (Eden Project)**

July 24th 2017

By email: [jhon@johnreganassociates.com

Dear Mike

We would like to thank you to open the doors in United Kingdom to Juan Carlos Borrero on behalf of Quindío. For us is a honour to represent our country in this important mission to the Eden Project.

As a Governor of Quindío, I'm a very pleased to know that we can reinforced our flight against biodiversity loss and environmental degradation that we are suffering in our gorgeous region, with the experience of the Eden Project in representation of the United Kingdom. We have also recently been declared World Heritage to represent The Coffee Cultural Landscape of Colombia (CCLC), and we would like to invite your country to join our effort to preserve this lovely world heritage site.

In answer of your letter, we would like to mentioned:

1. As a complement of our ambition and commitment, we have recently launched the Climate Change Plan of Quindío with a vision towards 2030; this plan integrates strategies to adapt and mitigate climate change with a strategic focus on ecosystem, this under the national climate change policy. The initiative that we would like to do with the Eden Project in Colombia is develop under the framework of this Climate Change Plan and contributes to the commitment of Colombia under the Paris Agreement - COP21.
2. We appreciate that you have considered the opportunity to establish a new institution in our Department. In order to make steps towards this objective, we have currently signed an agreement with the Botanical Garden of Quindío, to structure a holistic project that complement the Eden Project for Colombia; this considering an Educational and Research Program that aim to deliver ecological, social and economic benefits. The academic sector is also involved in this initiative on the structuring phase.
3. We are currently working to structure the Eden Project for Colombia with The Botanical Garden of Quindío, that was founded in 1979 and is a charitable institution; under the agreement that we are currently working with them they are a key institution to support this work over centuries.
4. For us is an honor to work with your collaborators to develop the phased plan of this project. We would like to know, who is the person that will be delegated to work with Quindío's Government and how your team would like to work with our team. In addition, we may need to consider on the components of the project the "Nagoya Protocol on Access to Genetic Resources and the Fair and Equitable Sharing of Benefits Arising from Their Utilization" (2010 Nagoya Protocol), as we believe their principals are crucial on the development of the project. Also for us is very important your contribution to make the fund raising with us with different funds and organization that can be interested to contribute to this type of projects.
5. Under the climate change plan of Quindío, we have an initiative to regenerate some areas of The Coffee Cultural Landscape of Colombia (CCLC) as we have committed to maintain the world

heritage. In addition, we agreed that we can connect this with the case study in ecological regeneration that you are proposing

6. The Botanical Garden of Quindío is willing and happy to provide an urban educational resource, and for them is necessity to deeply understand the business case, marketing strategies and infrastructure that you have develop; this in order to complement the planning phase of the project to start the fund raising with our National Government. In addition, the research component of this project is oriented to the development of biotechnology that support the wellbeing, supply of the economic sectors, and ecological restauration.
7. We are very happy to announce that the Government of Quindío acknowledge your proposal and is willing to move forward to the next steps. Sincerely, we seen your proposal a great opportunity for the government and people of Quindío, through your experience on research and sustainable development that you have in other countries.

Your participation and input to this process, will assist the Quindío's Government to develop the Eden Project of Colombia, as well as opening new research markets, achieving sustainable growth, biodiversity conservation and improve ecosystem services for Colombia.

It is signed in two copies of English and Spanish on June 24th, 2017.

Yours faithfully,

CARLOS EDUARDO OSORIO BURITICÁ
ID No. 8.405.537 – Colombia
Governor of Quindío- Republic
of Colombia.

Elaboró y Proyectó: Juliana Acosta – Directora de Desarrollo Rural Sostenible

Revisó:

Carlos Alberto Soto Rave. Secretario de Agricultura, Desarrollo Rural y Medio Ambiente.

Cielo Lopez. Secretaria Juridica y de Contratación.

ANEXO 4



QUINDIO SI

FORMATO CAPTURA DE INFORMACIÓN Y ASISTENCIA
JORNADA DE SOCIALIZACIÓN DEL BIOME-EDEN



FECHA : 06 DE OCTUBRE 2017 HORA: 2: 00 PM

LUGAR: JARDIN BOTANICO DEL QUINDIO

	NOMBRES Y APELLIDOS	NUMERO DE IDENTIFICACION	ENTIDAD	TELÉFONO	CORREO ELECTRÓNICO	FIRMA
1	José David Soriaz Rojas	30247205	Seud-Semario Quindío Espera	315746959	hggos@semales	José David Soriaz
2	Martha Lucía Díaz V	34514016	INDIARINK. CENA-VIGAS UNDES-SUBURBANA	308956008	quindioespera@gmail.com	Martha Lucía Díaz
3	José Jhon Octavio G.	4377-248	INDIARINK. CENA-VIGAS UNDES-SUBURBANA	3217032779	quindioespera@gmail.com	José Jhon Octavio G.
4	Mauritania Bethany Faver	24483995	Fundación TOKAY	300618177	quindioespera@gmail.com	Mauritania Bethany Faver
5	José Pablo Escobar P.	91133689	Fundación TOKAY	300618177	quindioespera@gmail.com	José Pablo Escobar P.
6	CARMENZA APINCO	4187746	INDIARINK. CENA-VIGAS UNDES-SUBURBANA	344437276	quindioespera@gmail.com	CARMENZA APINCO
7	Yafiam Gómez	41942425	J.B. Ráficico	339763458	info@jardinstanicoalparacu.org	Yafiam Gómez
8	Andrés López S.	9730766	Me. Flordia G	3193991068	andreslopez4292@hotmail.com	Andrés López S.
9	Ama Méjico Tamayo	41961871	EAM	3119914855	chamyo@comethico.com	Ama Méjico Tamayo
10	Praxedes Aleis Hiza Bol	41903056	EAM	3148639553	praxedesaleis@com.edu.co	Praxedes Aleis Hiza Bol
11	Elizabeth Paola Daza	1096494919	SPYCA CRA	3165340632	elizabeth@spycra.com	Elizabeth Paola Daza
12	Diana Alejandra Alate	24661664	ALCALDIA FIMADIA	381-8296692	Diana Alejandra Alate	Diana Alejandra Alate
13	Paula Guibás González S.	391690387	Articular	319-4143493	gonzalezpaula@articular.com	Paula Guibás González S.
14	Juan José Botero	7572177	UQ	310-2622467	jjbotero@uniquindio.edu.co	Juan José Botero
15	Isabel Cristina Londoño	303011211	EAM	3136063063	isabel@com.edu.co	Isabel Cristina Londoño
16	Maria Mercedes Puyol	24988950	Udelx	3103764203	mpuyol@udelx.edu.co	Maria Mercedes Puyol
17	Hugo Manthel Melquí	79400861	CEAM	312-253141	hugo.manthel@com.edu.co	Hugo Manthel Melquí
18	Alfonso Lozano Palcaza	9725934	Indiquindio	3217816603	lozanoalfonso@indiquindio.edu.co	Alfonso Lozano Palcaza
19	Andrés Linares Herrera	24589121	Uniquindio	321625208	alinas@uniquindio.edu.co	Andrés Linares Herrera
20	Sofía Alejandra C.	8734493	Proyecto Rolito	315339984	sofiaalejandra@rolito.com	Sofía Alejandra C.
21	Nulbio Restrepo V	24406723	Proyecto Rolito	3102984226	nulbio@rolito.com	Nulbio Restrepo V
22	Natliee Lucid Alvarez O.	1094902248	Gobernación	3205576988	natliee@com.edu.co	Natliee Lucid Alvarez O.



QUINDIO ST

FORMATO CAPTURA DE INFORMACION Y ASISTENCIA
JORNADA DE SOCIALIZACION DEL BIOME-EDEN



FECHA : 06 DE OCTUBRE 2017 HORA: 2: 00 PM LUGAR: JARDIN BOTANICO DEL QUINDIO

	NOMBRES Y APELLIDOS	NUMERO DE IDENTIFICACION	ENTIDAD	TELÉFONO	CORREO ELECTRÓNICO	FIRMA
23	Jeny Marcela Rojas	419445118	EDEN	3164953425	Jeny.rojas@eden.gov.co	
24	Camila Lucio Polledo	1094853293	EDEN	3128696675	camila.lucio@eden.gov.co	
25	Miguel Ángel Barbosa	5221587513	SENA	3228558792	mig.1234@hotmail.com	
26	Soliana Anstizibel V.	419566896	CTP Calarcas	3192131995	ecanumar@cpindio.gov.co	
27	Angelica Maria Gomez Torres	10948910108	U Quindío	3218462099	angelicagomez1051@gmail.com	
28	Thomson Alexis Rendon Leon	1094899239	Rubios de Toluima	3166626196	rubiosdevalparaiso@gmail.com	
29	Jaciel Luis Lopez Salazar	1094920351	HORPE Villavieja	3182659049	jacielbarraza@gmail.com	
30	Walter Fabrega Valbuena	3555185	SENA	3136343904	walterfabrega@gmail.com	
31	Thomson Fabrega D.	4194333918	SENA	317432550	thomsonfabrega@gmail.com	
32	Alejandro Herrera G.	1094912472	SENA	326659464	alejandroherrera@gmail.com	
33	Gordalia Cardona G	18467975	SENA	313213265	gordalia@sena.edu.co	
34	Maria Inés Amizquita C	24437059	SENA	3105386118	mariainez@sena.edu.co	
35	Camila Garcia E	1094900032		3108529187	camiloge@hotmail.com	
36	Yolima Arcila Garcia	41942146	Secretaría de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca	3136431839	yolimarca@gmail.com	
37	Yessica Paola Espinosa Lesmes	1094915879	Secretaría de Agricultura, Ganadería, Acuicultura y Pesca	3105947064	paolaespinosa@gmail.com	
38	Alejandra Quintero Zentón	4192375965	Sen Jose Guisay	3024032292	alejandraquintero@gmail.com	
39	Luisa Fernanda Ruente Avila	1010034814	Sen Jose Guisay	3042101500	luisafernandaruente@gmail.com	
40	Karel Michel Aguirre	100478464	Sen Jose Guisay	3104123054	karelmichelaguirre@gmail.com	
41	Gervasio Gutierrez	1001282972	Bio-conservación	3197300122	gervasio.gutierrez@gmail.com	
42	Fessica Autodowinyo	1099484830	Bio-conservación	3105016233	fessicaautodowinyo@gmail.com	
43	Jose Julian Detegon G.	41397248	FUNDARRODANTE	3217032730	joseljuliandetegon@gmail.com	
44	Clara Estegany Cortés	1094415294	JAC Barrabona Alta	3165115091	claraestegany@gmail.com	



QUINDIO

FORMATO CAPTURA DE INFORMACIÓN Y ASISTENCIA
JORNADA DE SOCIALIZACION DEL BIOME EDEN

FECHA : 06 DE OCTUBRE 2017 HORA: 2: 00 PM

LUGAR: JARDIN BOTANICO DEL QUINDIO

	NOMBRES Y APELLIDOS	NUMERO DE IDENTIFICACION	ENTIDAD	TELÉFONO	CORREO ELECTRÓNICO	FIRMA
45	Héctor Fabio Manrique Flaco	9733012	Jardín Botánico	3108350236	direccion@jardinbotanicoquindio.org	
46	Elvis Melán	9735398	Chigüita (Q) de	3154438118	elvismelan@chiguita.com	
47	Quintín Albarrán	109493	UESMAREC	3113004102	JCQUINUS@UESMAREC	
48	JUAN CAMILO GUAYAS	7536079	UESMAREC	315555646	Peter.mullbena@uesmarec.com	
49	Peter Mullbena	241181EXL	Agricultura del Alto	3103919604	slawjacobprira@gmail.com	
50	Juan Roberto Sepúlveda	9736471	INCOLTOS	320299852	juanrob99@netmail.com	
51	Hernán Rodríguez Nieto	19300350	Siwafoolpao	3103919604	slawjacobprira@gmail.com	
52	Beatriz Zuboga Rojas	41923107	Hotel Venues del Q	3136132118	rodriguezbeatriz@hotelvenues.com	
53	Dora Cely Durán	1094925819	Soc. educación Pop.	314866819	doracely@educacionpop.com	
54	JOSE MIEDELLIN B. WILLA	7500554	J. B. Q.	3108409622	josemiedellin@gmail.com	
55	Alfonso Pizarro Olaya	19108242	Proyectos en el Hito	3103347372	alfonso@proyectosenelhit.com	
56	ELKIN GARCÍA TORBÓN	4396200	J. B. Quindío	3155860577	elkin@jardinbotanicoquindio.org	
57	Luis Alarcón Baus Castro	7550344	Asociación Simpos	3167278770	luisbaus@simpos.com	
58	Liliana Llano	41912962	Funeraria Holanda	315286602	lilianallano@funerariaholanda.com	
59	Carlos Morán Rodríguez	7096644639	CDR-SERCA - AIDAN	3187607592	carlosmoran@serca.com	
60	Johan Alberto Rios Gato	1094902108	UAFIT - Filial	321629413	joanar@uafit.com	
61	Leonel Muñoz Acevedo	16918990	SyS Corporation	3191910979	leonelemunoz@syss.com	
62	Yadell Alejandra Sierra	5314090	Alcalde Filial	3184381491	yadell@alcalde.com	
63	Rodrigo González Zúiga Jn	4422146	Alcalde Filial	3122925472	rodrigo@alcalde.com	
64	Yohana Cecilia Sánchez	703163172	Alcalde Filial	3178918508	yohana@alcalde.com	
65	Adriana Arango G.	41928692	Juan Ramirez	3162536793	juanramirez@espariointerior.com	





FORMATO CAPTURA DE INFORMACIÓN Y ASISTENCIA
JORNADA DE SOCIALIZACION DEL BIOME-EDEN



FECHA : 06 DE OCTUBRE 2017 HORAS: 2: 00 PM LUGAR: JARDIN BOTANICO DEL QUINDIO

	NOMBRES Y APELLIDOS	NUMERO DE IDENTIFICACION	ENTIDAD	TELÉFONO	CORREO ELECTRÓNICO	FIRMA
66	Pedro Luis Gutierrez	1053818708	Fund. Amestral	3183965129	pedro.luis.gutierrez@amestral.com	
67	Ana Catalina Vallés	40181181	fontaviva	3194334223	anacatalina.valles@fontaviva.com	
68	Yegor Santiago Gomez	70062.269	Fuerza de Vida	3124554225	Yegor.santiago.gomez@fuerza.com	
69	Jesse Miguel Echeverry	1099400004	Uniquindio	3205666334	Jesse.miguel.echeverry@uniquindio.gov.co	
70	JACKELINE FAUSTO GONZALEZ	10997091691	Uniquindio	3216315294	jackelinefaustogonzalez@uniquindio.gov.co	
71	Maria Fernanda Muruz	1091973359	Finca Canavaca	3217037576	mariafernandamuruz@fincacanavaca.com	
72	NE GLAUBIA GONZALES	29.562.335	Consumidores	3104210852	neglaubia.gonzales@consumidores.com	
73	Fernando Carranillo B	4395726	Uniquindio	3108415306	fernandocarranillo@uniquindio.gov.co	
74						
75						
76						
77						
78						
79						
80						
81						
82						
83						
84						
85						

Datos básicos

01 - Datos básicos del proyecto

Nombre

Diseño de una plataforma de conservación, turismo e investigación de la biodiversidad con infraestructuras tipo Biodomo Calarca

Código BPIN

Sector

Ambiente y desarrollo sostenible

Es Proyecto Tipo: No

Fecha creación: 17/12/2017 15:24:23

Identificador: 86122

Formulador:

Contribución a la política pública

01 - Contribución al Plan Nacional de Desarrollo

Plan

(2014-2018) Todos por un nuevo país

Estrategia Transversal

1053 - Crecimiento verde

Objetivo

10533 - Proteger y asegurar el uso sostenible del capital natural y mejorar la calidad y la gobernanza ambiental

Programa

3202 - Conservación de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos

02 - Plan de Desarrollo Departamental o Sectorial

Plan de Desarrollo Departamental o Sectorial

Plan departamental de desarrollo 2016-2019 "En defensa del bien común"

Estrategia del Plan de Desarrollo Departamental o Sectorial

Desarrollo sostenible

Programa del Plan Desarrollo Departamental o Sectorial

Quindío Vital

03 - Plan de Desarrollo Distrital o Municipal

Plan de Desarrollo Distrital o Municipal

Plan de desarrollo Municipal Calarca 2016-2019 "Somos el cambio"

Estrategia del Plan de Desarrollo Distrital o Municipal

Manejo sostenible del ambiente y gestión del riesgo

Programa del Plan desarrollo Distrital o Municipal

Un municipio ambientalmente responsable

Identificación y descripción del problema

Problema central

Contexto de pérdida de biodiversidad asociada a la transformación productiva de los ecosistemas, bajos niveles de investigación en conservación y actividades no sustentables

Descripción de la situación existente con respecto al problema

De las 196.065 ha que posee el departamento, el 29.1% lo constituyen bosque y guaduales naturales primarios intervenidos y secundarios altamente intervenidos que cumplen función de protección–producción; y el 2.21% lo constituyen plantaciones forestales las cuales incluyen pinos, eucaliptos y guadua, del tipo protector–productor. Por el Quindío, cuenta con las siguientes variedades de bosque: Bosque abierto alto de tierra firme, que presenta un área total de correspondientes al 31% del total de todos los bosques, el Bosque denso alto de tierra firme representa el 13,6% de la totalidad de los bosques en el departamento y el el bosque de galería y ripario que representa el 31,66 del total de los bosques. A pesar de contar con esta biodiversidad y de haberse generado un conjunto de estudios que describe y analiza sus atributos, hay un déficit de estudios científicos orientados a la conservación de la biodiversidad, que a su vez se conviertan en ciencia aplicada en un contexto adaptativo al cambio climático. Adicionalmente, las actividades turísticas y agroindustriales no orientadas a la sustentabilidad, como también el déficit de herramientas pedagógicas, normativas y la carencia de infraestructuras de conservación, amenazan con reducir dicha diversidad e incrementar los efectos del cambio climático en el bienestar general de la sociedad.

Magnitud actual del problema – indicadores de referencia

Porcentaje de avance en el diseño de la plataforma de conservación (0%)

01 - Causas que generan el problema

Causas directas	Causas indirectas
1. Pérdida y transformación de los ecosistemas naturales.	1.1 Actividades industriales, agrícolas y comerciales no sustentables en el territorio.
2. Bajos niveles de investigación científica en conservación de biodiversidad y servicios ecosistémicos.	2.1 Equipos de investigación especializados en conservación de biodiversidad y servicios ecosistémicos
3. Actividades turísticas no sustentables.	3.1 Déficit de instrumentos normativos que orienten el desarrollo de actividades turísticas respetuosas con la biodiversidad

02 - Efectos generados por el problema

Efectos directos	Efectos indirectos
1. Incremento del cambio climático y los eventos meteorológicos extremos.	1.1 Incremento de las precipitaciones lluviosas, afectaciones al hábitat y vectores de enfermedades tropicales.

Identificación y análisis de participantes

01 - Identificación de los participantes

Participante	Contribución o Gestión
<p>Actor: Departamental</p> <p>Entidad: Quindío</p> <p>Posición: Cooperante</p> <p>Intereses o Expectativas: En el marco del Plan Departamental de Desarrollo 2016-2019 "En defensa del bien común", la gobernación tiene interés en apostar por un escenario de conservación de biodiversidad.</p>	<p>La Gobernación del Quindío contribuirá financiera e institucionalmente a la ejecución del proyecto.</p>
<p>Actor: Municipal</p> <p>Entidad: Calarca - Quindío</p> <p>Posición: Beneficiario</p> <p>Intereses o Expectativas: El municipio de Calarca tiene interés en articularse con el proyecto para mejorar no sólo su desempeño ambiental, sino también impactar la sustentabilidad del turismo.</p>	<p>Su contribución es de carácter institucional.</p>
<p>Actor: Otro</p> <p>Entidad: Jardín Botánico del Quindío</p> <p>Posición: Cooperante</p> <p>Intereses o Expectativas: Como institución de conservación de flora y fauna, tiene interés de convertirse en socio técnico del proyecto.</p>	<p>Su contribución es de tipo técnico e institucional.</p>
<p>Actor: Otro</p> <p>Entidad: Corporación Autónoma Regional del Quindío-CRQ</p> <p>Posición: Cooperante</p> <p>Intereses o Expectativas: Como autoridad ambiental, la CRQ está interesada en ser socio estratégico del proyecto.</p>	<p>Su contribución es de carácter técnico e institucional.</p>
<p>Actor: Otro</p> <p>Entidad: Universidad del Quindío</p> <p>Posición: Cooperante</p> <p>Intereses o Expectativas: La Universidad del Quindío tiene interés de validar científicamente los procesos de diseño de la plataforma</p>	<p>Contribución institucional y técnica</p>

02 - Análisis de los participantes

El proyecto estará en cabeza de la Gobernación del Quindío, quien coordinará su ejecución. Tendrá los siguientes socios estratégicos:

1. CRQ.
2. Jardín Botánico del Quindío.
3. Municipio de Calarcá.
4. Universidad del Quindío.

Estos socios se articularán de acuerdo al organigrama, productos y actividades definidas en el proyecto. Ello implicará la celebración de comités técnicos, en los cuales se revisará el avance del proyecto. Por otro lado, la alcaldía de Calarcá será el puente con los grupos de empresarios turísticos y colectivos ambientalistas, que son parte importante de la iniciativa. Con ellos se trabajará escuchando sus sugerencias y expectativas, con el fin de analizar la pertinencia de incorporarlas al proyecto.

Población afectada y objetivo

01 - Población afectada por el problema

Tipo de población

Personas

Número

565.226

Fuente de la información

Gobernación del Quindío, 2017.

Localización

Ubicación general	Localización específica
Región: Occidente Departamento: Quindío Municipio: Centro poblado: Resguardo:	

02 - Población objetivo de la intervención

Tipo de población

Personas

Número

78.385

Fuente de la información

DNP, 2017.

Localización

Ubicación general	Localización específica	Nombre del consejo comunitario
Región: Occidente Departamento: Quindío Municipio: Calarca Centro poblado: Rural Resguardo:	Parque Ecológico de Calarcá	

03 - Características demográficas de la población objetivo

Características demográficas de la población objetivo

Clasificación	Detalle	Número de personas	Fuente de la información
Etnia (Edad)	0 a 14 años	17.884	DNP, 2017
	15 a 19 años	5.871	DNP, 2017
	20 a 59 años	40.760	DNP, 2017
	Mayor de 60 años	11.741	DNP, 2017
Género	Masculino	39.137	DNP, 2017
	Femenino	39.248	DNP, 2017

5. Objetivos específicos

01 - Objetivo general e indicadores de seguimiento

Problema central

Contexto de pérdida de biodiversidad asociada a la transformación productiva de los ecosistemas, bajos niveles de investigación en conservación y actividades no sustentables

Objetivo general – Propósito

Reducir, mediante el diseño de una plataforma de conservación con infraestructuras tipo biodomo, turismo e investigación, la pérdida de biodiversidad y generar un contexto adaptativo frente al cambio climático.

Indicadores para medir el objetivo general

Indicador objetivo	Descripción	Fuente de verificación
Avance en el diseño de la plataforma de conservación, turismo e investigación de la biodiversidad	<p>Medido a través de: Porcentaje</p> <p>Meta: 100</p> <p>Tipo de fuente: Documento oficial</p>	Informe de avance

02 - Relaciones entre las causas y objetivos

Causa relacionada	Objetivos específicos
<p>Causa directa 1</p> <p>Pérdida y transformación de los ecosistemas naturales.</p>	Diseñar una infraestructura tipo biodomo para conservación de sistemas ecológicos cerrados.
<p>Causa indirecta 1.1</p> <p>Actividades industriales, agrícolas y comerciales no sustentables en el territorio.</p>	Promover las actividades industriales, agrícolas y comerciales sustentables.
<p>Causa directa 2</p> <p>Bajos niveles de investigación científica en conservación de biodiversidad y servicios ecosistémicos.</p>	Estructurar herramientas de investigación y promoción de la biodiversidad
<p>Causa indirecta 2.1</p> <p>Equipos de investigación especializados en conservación de biodiversidad y servicios ecosistémicos</p>	Fortalecer la investigación especializada en conservación de biodiversidad y servicios ecosistémicos
<p>Causa directa 3</p> <p>Actividades turísticas no sustentables.</p>	Perfilar instrumentos de promoción del turismo sustentable.
<p>Causa indirecta 3.1</p> <p>Déficit de instrumentos normativos que orienten el desarrollo de actividades turísticas respetuosas con la biodiversidad</p>	Vincular a todos los sectores empresariales y sociales al diseño de instrumentos normativos para el turismo sustentable

Alternativas de la solución

01 - Alternativas de la solución

Nombre de la alternativa	Se evaluará con esta herramienta	Estado
DISEÑO DE UNA PLATAFORMA DE CONSERVACIÓN, TURISMO E INVESTIGACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD CON INFRAESTRUCTURAS TIPO BIODOMO CALARCA	Si	Completo
Turismo sustentable para Calarc	No	Completo

Evaluaciones a realizar

Rentabilidad:	Si
Costo - Eficiencia y Costo mínimo:	Si
Evaluación multicriterio:	No

Alternativa 1. DISEÑO DE UNA PLATAFORMA DE CONSERVACIÓN, TURISMO E INVESTIGACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD CON INFRAESTRUCTURAS TIPO BIODOMO CALARCA

Estudio de necesidades

01 - Bien o servicio

Bien o servicio

Servicio de diseño de proyectos encaminados a la conservación de biodiversidad

Medido a través de

Número

Descripción

Este servicio se orienta a diseñar proyectos encaminados a incrementar las acciones afirmativas de conservación de biodiversidad en el territorio.

Año	Oferta	Demanda	Déficit
2017	0,00	3,00	-3,00
2018	1,00	3,00	-2,00
2019	0,00	2,00	-2,00
2020	0,00	2,00	-2,00
2021	0,00	2,00	-2,00

Alternativa: DISEÑO DE UNA PLATAFORMA DE CONSERVACIÓN, TURISMO E INVESTIGACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD CON INFRAESTRUCTURAS TIPO BIODOMO CALARCA

Análisis técnico de la alternativa

01 - Análisis técnico de la alternativa

Análisis técnico de la alternativa

El departamento del Quindío y en especial el municipio de Calarcá son territorios ricos en biodiversidad y con remanentes de bosque nativo que requieren un conjunto de esfuerzos no sólo en el ámbito de la conservación, sino también en la producción científica y la socialización de buenas prácticas. Este proyecto pretende diseñar estos escenarios para generar un conjunto de respuestas y acciones afirmativas de cara al fenómeno de cambio climático.

Alternativa: DISEÑO DE UNA PLATAFORMA DE CONSERVACIÓN, TURISMO E INVESTIGACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD CON INFRAESTRUCTURAS TIPO BIODOMO

Localización de la alternativa

01 - Localización de la alternativa

Ubicación general	Ubicación específica
Región: Occidente Departamento: Quindío Municipio: Calarca Centro poblado: Resguardo: Latitud: Longitud:	Parque Ecológico de Calarcá

02 - Factores analizados

Aspectos administrativos y políticos,
Cercanía a la población objetivo,
Factores ambientales

Alternativa: DISEÑO DE UNA PLATAFORMA DE CONSERVACIÓN, TURISMO E INVESTIGACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD CON INFRAESTRUCTURAS TIPO BIODOMO CALARCA

Cadena de valor de la alternativa

Costo total de la alternativa: \$2.430.000.000,00

1 - Objetivo específico 1 **Costo:** \$1.930.000.000,00

Diseñar una infraestructura tipo biodomo para conservación de sistemas ecológicos cerrados.

Producto	Actividad
1.1 Servicio de protección de ecosistemas Medido a través de: Hectárea de áreas Cantidad: 1,0000 Costo: \$1.930.000.000,00	1.1.1 Elaboración del estudio de títulos y de legalidad del lote Costo: \$20.000.000,00 Etapas: Preinversión Ruta crítica: Si
	1.1.2 Elaboración del estudio topográfico y de suelos Costo: \$60.000.000,00 Etapas: Preinversión Ruta crítica: No
	1.1.3 Elaborar el diseño arquitectónico y paisajístico Costo: \$600.000.000,00 Etapas: Preinversión Ruta crítica: No
	1.1.4 Elaborar el diseño estructural de biodomos Costo: \$200.000.000,00 Etapas: Preinversión Ruta crítica: No
	1.1.5 Elaborar los diseños hidrosanitarios Costo: \$100.000.000,00 Etapas: Preinversión Ruta crítica: No

Producto	Actividad
1.1 Servicio de protección de ecosistemas Medido a través de: Hectárea de áreas Cantidad: 1,0000 Costo: \$1.930.000.000,00	1.1.6 Elaborar los diseños eléctricos Costo: \$100.000.000,00 Etapas: Preinversión Ruta crítica: No
	1.1.7 Elaborar el estudio de fuentes de energía Costo: \$150.000.000,00 Etapas: Preinversión Ruta crítica: No
	1.1.8 Elaborar el estudio de los biomas a representar Costo: \$150.000.000,00 Etapas: Preinversión Ruta crítica: No
	1.1.9 Elaborar el diseño de los arreglos florísticos Costo: \$300.000.000,00 Etapas: Preinversión Ruta crítica: No
	1.1.10 Elaborar el estudio de mercado Costo: \$50.000.000,00 Etapas: Preinversión Ruta crítica: No
	1.1.11 Elaboración del modelo financiero y administrativo Costo: \$200.000.000,00 Etapas: Preinversión Ruta crítica: No

2 - Objetivo específico 2 Costo: \$400.000.000,00

Estructurar herramientas de investigación y promoción de la biodiversidad

Producto	Actividad
2.1 Documentos de investigación para la conservación de la biodiversidad y sus servicios eco sistémicos Medido a través de: Número de documentos Cantidad: 1,0000 Costo: \$400.000.000,00	2.1.1 Diseño del banco de germoplasma Costo: \$300.000.000,00 Etapas: Preinversión Ruta crítica: Si
	2.1.2 Diseño de una estrategia para el fortalecimiento de la investigación en conservación de biodiversidad y servicios ecosistémicos Costo: \$100.000.000,00 Etapas: Preinversión Ruta crítica: No

3 - Objetivo específico 3 Costo: \$100.000.000,00

Perfilar instrumentos de promoción del turismo sustentable.

Producto	Actividad
3.1 Documentos de política para la conservación de la biodiversidad y sus servicios eco sistémicos Medido a través de: Número de documentos Cantidad: 1,0000 Costo: \$100.000.000,00	3.1.1 Diseño de una política pública orientada a fortalecer las iniciativas turísticas sustentables Costo: \$100.000.000,00 Etapas: Preinversión Ruta crítica: Si

Alternativa: DISEÑO DE UNA PLATAFORMA DE CONSERVACIÓN, TURISMO E INVESTIGACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD CON INFRAESTRUCTURAS TIPO BIODOMO

Actividad 1.1.1 Elaboración del estudio de títulos y de legalidad del lote

Periodo	Mano de obra calificada
1	\$20.000.000,00
Total	\$20.000.000,00

Periodo	Total
1	\$20.000.000,00
Total	

Actividad 1.1.2 Elaboración del estudio topográfico y de suelos

Periodo	Mano de obra calificada
1	\$60.000.000,00
Total	\$60.000.000,00

Periodo	Total
1	\$60.000.000,00
Total	

Actividad 1.1.3 Elaborar el diseño arquitectónico y paisajístico

Periodo	Mano de obra calificada
1	\$600.000.000,00
Total	\$600.000.000,00

Periodo	Total
1	\$600.000.000,00
Total	

Actividad 1.1.4 Elaborar el diseño estructural de biodomos

Periodo	Mano de obra calificada
1	\$200.000.000,00
Total	\$200.000.000,00

Periodo	Total
1	\$200.000.000,00
Total	

Actividad 1.1.5 Elaborar los diseños hidrosanitarios

Periodo	Mano de obra calificada
1	\$100.000.000,00
Total	\$100.000.000,00

Periodo	Total
1	\$100.000.000,00
Total	

Actividad 1.1.6 Elaborar los diseños eléctricos

Periodo	Mano de obra calificada
1	\$100.000.000,00
Total	\$100.000.000,00

Periodo	Total
1	\$100.000.000,00
Total	

Actividad 1.1.7 Elaborar el estudio de fuentes de energía

Periodo	Mano de obra calificada
1	\$150.000.000,00
Total	\$150.000.000,00

Periodo	Total
1	\$150.000.000,00
Total	

Actividad 1.1.8 Elaborar el estudio de los biomas a representar

Periodo	Mano de obra calificada
1	\$150.000.000,00
Total	\$150.000.000,00

Periodo	Total
1	\$150.000.000,00
Total	

Actividad 1.1.9 Elaborar el diseño de los arreglos florísticos

Periodo	Mano de obra calificada
1	\$300.000.000,00
Total	\$300.000.000,00

Periodo	Total
1	\$300.000.000,00
Total	

Actividad 1.1.10 Elaborar el estudio de mercado

Periodo	Mano de obra calificada
1	\$50.000.000,00
Total	\$50.000.000,00

Periodo	Total
1	\$50.000.000,00
Total	

Actividad 1.1.11 Elaboración del modelo financiero y administrativo

Periodo	Mano de obra calificada
1	\$200.000.000,00
Total	\$200.000.000,00

Periodo	Total
1	\$200.000.000,00
Total	

Actividad 2.1.1 Diseño del banco de germoplasma

Periodo	Mano de obra calificada
1	\$300.000.000,00
Total	\$300.000.000,00

Periodo	Total
1	\$300.000.000,00
Total	

Actividad 2.1.2 Diseño de una estrategia para el fortalecimiento de la investigación en conservación de biodiversidad y servicios ecosistémicos

Periodo	Mano de obra calificada
1	\$100.000.000,00
Total	\$100.000.000,00

Periodo	Total
1	\$100.000.000,00
Total	

Actividad 3.1.1 Diseño de una política pública orientada a fortalecer las iniciativas turísticas sustentables

Periodo	Mano de obra calificada
1	\$100.000.000,00
Total	\$100.000.000,00

Periodo	Total
1	\$100.000.000,00
Total	

Alternativa: DISEÑO DE UNA PLATAFORMA DE CONSERVACIÓN, TURISMO E INVESTIGACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD CON INFRAESTRUCTURAS TIPO BIODOMO CALARCA

Análisis de riesgos alternativa

01 - Análisis de riesgo

	Tipo de riesgo	Descripción del riesgo	Probabilidad e impacto	Efectos	Medidas de mitigación
1-Propósito (Objetivo general)	De calendario	Cumplimiento a destiempo del objetivo general	Probabilidad: 2. Improbable Impacto: 4. Mayor	Incumplimiento del cronograma de ejecución	Seguimiento del cronograma en tiempo real
2-Componente (Productos)	Financieros	Los costos de los bienes y servicios asociados a la generación del producto se ubican por encima del valor máximo proyectado	Probabilidad: 2. Improbable Impacto: 4. Mayor	Dificultades financieras y operativas del proyecto	Elaboración de un proyección de costos con una reserva para mitigar los incrementos no planeados
3-Actividad	Administrativos	El producto final entregado no corresponde a los requerimientos solicitados	Probabilidad: 2. Improbable Impacto: 3. Moderado	Reprocesos generados al tenerse que corregir el producto final	Elaboración de un alcance claramente definido en el contrato de prestación de servicios

Alternativa: DISEÑO DE UNA PLATAFORMA DE CONSERVACIÓN, TURISMO E INVESTIGACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD CON INFRAESTRUCTURAS TIPO BIODOMO

Ingresos y beneficios alternativa

01 - Ingresos y beneficios

Beneficios asociados con la planeación y diseño de la plataforma, previo a su ejecución

Tipo: Beneficios

Medido a través de: Pesos

Bien producido: Otros

Razón Precio Cuenta (RPC): 0.80

Periodo	Cantidad	Valor unitario	Valor total
3	1,00	\$2.430.000.000,00	\$2.430.000.000,00
4	1,00	\$2.430.000.000,00	\$2.430.000.000,00

02 - Totales

Periodo	Total beneficios	Total
3	\$2.430.000.000,00	\$2.430.000.000,00
4	\$2.430.000.000,00	\$2.430.000.000,00

Alternativa 1

Flujo Económico

01 - Flujo Económico

P	Beneficios e ingresos (+)	Créditos(+)	Costos de preinversión (-)	Costos de inversión (-)	Costos de operación (-)	Amortización (-)	Intereses de los créditos (-)	Valor de salvamento (+)	Flujo Neto
0	\$0,0	\$0,0	\$0,0	\$0,0	\$0,0	\$0,0	\$0,0	\$0,0	\$0,0
1	\$0,0	\$0,0	\$2.430.000.000,0	\$0,0	\$0,0	\$0,0	\$0,0	\$0,0	-\$2.430.000.000,0
2	\$0,0	\$0,0	\$0,0	\$0,0	\$0,0	\$0,0	\$0,0	\$0,0	\$0,0
3	\$1.944.000.000,0	\$0,0	\$0,0	\$0,0	\$0,0	\$0,0	\$0,0	\$0,0	\$1.944.000.000,0
4	\$1.944.000.000,0	\$0,0	\$0,0	\$0,0	\$0,0	\$0,0	\$0,0	\$0,0	\$1.944.000.000,0

Indicadores y decisión

01 - Evaluación económica

Indicadores de rentabilidad			Indicadores de costo-eficiencia	Indicadores de costo mínimo	
Valor Presente Neto (VPN)	Tasa Interna de Retorno (TIR)	Relación Costo Beneficio (RCB)	Costo por beneficiario	Valor presente de los costos	Costo Anual Equivalente (CAE)
Alternativa: DISEÑO DE UNA PLATAFORMA DE CONSERVACIÓN, TURISMO E INVESTIGACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD CON INFRAESTRUCTURAS TIPO BIODOMO CALARCA					
\$449.505.089,03	20,90 %	\$1,21	\$27.679,31	\$2.169.642.857,14	\$124.697.086,25

Costo por capacidad

Producto	Costo unitario (valor presente)
Servicio de protección de ecosistemas	\$1.723.214.285,71
Documentos de investigación para la conservación de la biodiversidad y sus servicios eco sistémicos	\$357.142.857,14
Documentos de política para la conservación de la biodiversidad y sus servicios eco sistémicos	\$89.285.714,29

03 - Decisión

Alternativa

DISEÑO DE UNA PLATAFORMA DE CONSERVACIÓN, TURISMO E INVESTIGACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD CON INFRAESTRUCTURAS TIPO BIODOMO CALARCA

Indicadores de producto

01 - Objetivo 1

1. Diseñar una infraestructura tipo biodomo para conservación de sistemas ecológicos cerrados.

Producto

1.1. Servicio de protección de ecosistemas

Indicador

1.1.1 Áreas de ecosistemas protegidas

Medido a través de: Hectárea de áreas

Meta total: 1,0000

Fórmula:

Es acumulativo: No

Es Principal: Si

Programación de indicadores

Periodo	Meta por periodo	Periodo	Meta por periodo
1	1,0000		

02 - Objetivo 2

2. Estructurar herramientas de investigación y promoción de la biodiversidad

Producto

2.1. Documentos de investigación para la conservación de la biodiversidad y sus servicios eco sistémicos

Indicador

2.1.1 Documentos de investigación realizados

Medido a través de: Número de documentos

Meta total: 1,0000

Fórmula:

Es acumulativo: No

Es Principal: Si

Programación de indicadores

Periodo	Meta por periodo	Periodo	Meta por periodo
1	1,0000		

03 - Objetivo 3

3. Perfilar instrumentos de promoción del turismo sustentable.

Producto

3.1. Documentos de política para la conservación de la biodiversidad y sus servicio eco sistémicos

Indicador

3.1.1 Documentos de política realizados

Medido a través de: Número de documentos

Meta total: 1,0000

Fórmula:

Es acumulativo: No

Es Principal: Si

Programación de indicadores

Periodo	Meta por periodo	Periodo	Meta por periodo
1	1,0000		

Indicadores de gestión

01 - Indicador por proyecto

Indicador

Proyectos De Investigación Apoyados

Medido a través de: Número

Código: 0900G105

Fórmula:

Tipo de Fuente: Documento oficial

Fuente de Verificación: Informe de avance

Programación de indicadores

Periodo	Meta por periodo	Periodo	Valor
1	1	Total:	1

Esquema financiero

01 - Clasificación presupuestal

Programa presupuestal

3202 - Conservación de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos

Subprograma presupuestal

0900 INTERSUBSECTORIAL AMBIENTE

02 - Resumen fuentes de financiación

Etapa	Entidad	Tipo Entidad	Tipo de Recurso	Período	Valor
Preinversión	Quindío	Departamentos	Fondo de ciencia, tecnología e innovación	1	\$2.430.000.000,00
				Total	\$2.430.000.000,00
	Total Preinversión				\$2.430.000.000,00
Total					\$2.430.000.000,00

Resumen del proyecto

Resumen del proyecto

Resumen narrativo	Descripción	Indicadores	Fuente	Supuestos
Objetivo General	Reducir, mediante el diseño de una plataforma de conservación con infraestructuras tipo biodomo, turismo e investigación, la pérdida de biodiversidad y generar un contexto adaptativo frente al cambio climático.	Avance en el diseño de la plataforma de conservación, turismo e investigación de la biodiversidad	Tipo de fuente: Documento oficial Fuente: Informe de avance	Se diseñarán instrumentos de seguimiento a la ejecución
Componentes (Productos)	1.1 Servicio de protección de ecosistemas	Áreas de ecosistemas protegidas	Tipo de fuente: Documento oficial Fuente: Informe de avance	Se elaborará un presupuesto con porcentaje de imprevistos
	2.1 Documentos de investigación para la conservación de la biodiversidad y sus servicios eco sistémicos	Documentos de investigación realizados	Tipo de fuente: Documento oficial Fuente: Informe de avance	
	3.1 Documentos de política para la conservación de la biodiversidad y sus servicio eco sistémicos	Documentos de política realizados	Tipo de fuente: Documento oficial Fuente: Informe de avance	
Actividades	1.1.1 - Elaboración del estudio de títulos y de legalidad del lote(*) 1.1.2 - Elaboración del estudio topográfico y de suelos 1.1.3 - Elaborar el diseño arquitectónico y paisajístico 1.1.4 - Elaborar el diseño estructural de biodomos 1.1.5 - Elaborar los diseños hidrosanitarios 1.1.6 - Elaborar los diseños eléctricos 1.1.7 - Elaborar el estudio de fuentes de energía 1.1.8 - Elaborar el estudio de los biomas a representar 1.1.9 - Elaborar el diseño de los arreglos florísticos 1.1.10 - Elaborar el estudio de mercado 1.1.11 - Elaboración del modelo financiero y administrativo	Nombre: Proyectos De Investigación Apoyados Unidad de Medida: Número Meta: 1.0000	Tipo de fuente: Fuente:	
	2.1.1 - Diseño del banco de germoplasma(*) 2.1.2 - Diseño de una estrategia para el fortalecimiento de la investigación en conservación de biodiversidad y servicios ecosistémicos		Tipo de fuente: Fuente:	Se acotará el alcance de lo requerido
	3.1.1 - Diseño de una política pública orientada a fortalecer las iniciativas turísticas sustentables(*)		Tipo de fuente: Fuente:	

(*) Actividades con ruta crítica



Gobernación del Quindío



INFORME DEL DIAGNÓSTICO PARTICIPATIVO CON ACTORES SOCIALES

FECHA: OCTUBRE 6 DE 2017

LUGAR: JARDIN BOTÁNICO – ARMENIA

GOBERNACIÓN DEL QUINDÍO
FUNDACIÓN JARDÍN BOTÁNICO DEL QUINDÍO
SILVA Y SOLUCIONES CORPORACIÓN

Juan Carlos Borrero Plaza
Director Científico

Leonel Andrés Muñoz Azcárate
Director Técnico

Ana Milena Silva Valencia
Directora Académica y de Investigación

Facilitadores del proceso
Ana Milena Silva V – Cesar Ibáñez.

Armenia, Colombia Octubre de 2017

1. PRESENTACION

Teniendo en cuenta los lineamientos del plan de desarrollo nacional, el plan de desarrollo departamental y los diferentes planes operativos del departamento del Quindío, que se materializan en los diferentes convenios y contratos y en especial en los compromisos dados en el marco del Convenio 017 de 2017, firmado entre la Gobernación del Quindío, La Fundación Jardín Botánico y SyS Corporation, se presenta el informe de los resultados del taller participativo con los diferentes actores sociales.

Vale la pena resaltar que el proyecto que se validó con la comunidad, para el inicio del diseño teniendo en cuenta la participación de los stakeholders, es:

Diseño de plataforma de conservación, turismo e investigación de la biodiversidad con infraestructuras tipo Biodomo en el departamento del Quindío

2. OBJETIVOS

Objetivo general

- Realizar un diagnóstico participativo de las situaciones o problemáticas de la región.

Objetivos específicos:

- Identificar actores y grupos de interés a favor y en contra del proyecto.
- Identificar necesidades, situaciones o problemáticas que afecta a los grupos de interés, con relación a la iniciativa planteada.
- Analizar las diferentes causas y consecuencias de la problemática presentada.
- Analizar las diferentes alternativas de solución de manera participativa y en consenso.

3. DESARROLLO Y EJES DE TRABAJO

3.1. IDENTIFICAR ACTORES Y GRUPOS DE INTERES

Los grupos identificados, como personas jurídicas y que participaron en el taller fueron los siguientes:

- Bioconstructor
- Jardín Botánico
- Gobernación del Quindío
- Universidad EAM
- Observatorio del Paisaje Natural Cafetero
- Secretaria de Educación
- Sena
- Hotel Veraneras del Quindío
- Slow Food Pijao
- Fundación Ancestral
- Museo de la Ciencia y el Juego
- Quindío Tropical
- Quindío te espera
- Consejo Territorial
- Rutas de Montaña
- UMATA de Filandia
- Asociación Red Ambiente
- Alcaldía Filandia
- CRQ
- Jardín Botánico del Pacifico
- Fundación Mellizab
- Universidad del Quindío

Resultados Cuantitativos



- Se convocaron un total de 100 personas de las diferentes organizaciones
- Asistieron de acuerdo al listado firmado, un total de 73 personas, quienes estuvieron presentes en la conferencia magistral dada por los ingleses y el Sr Juan Carlos Borrero.
- estuvieron en el taller de diagnóstico un total de 50 personas, es decir 68% de los que asistieron al inicio.

Vale la pena resaltar que de acuerdo a la metodología que se sugirió, el taller se debía realizar con 20 personas.

Resultados Cualitativos:

A la gobernación del Quindío, se le recomendó:

- Tener un listado de los actores identificados de personas naturales o jurídicas que pueden incidir a favor o en contra de las diferentes iniciativas propuestas por la Gobernación del Quindío. Tener un listado de actores o grupos de interés con su información personal al menos de ubicación y características.
- Realizar la convocatoria para la conferencia y el taller del día 6 de octubre de 2017.
- Los talleres se deben de realizar con un máximo de 20 personas.

3.2. DESARROLLO DE LA CHARLA MAGISTRAL

El secretario de Agricultura Sr Carlos Soto da la apertura de la Conferencia y hace la presentación de los invitados Jhon Regan, Mike Mounder del Reino Unido y el Sr Juan Borrero gestor del proyecto en Colombia, quienes presentan a la comunidad la iniciativa que se implementó en el EDEN en Inglaterra.

Posterior a sus intervenciones se abre la sesión de preguntas al público, donde se resaltan entre otras:

- Como plantearse un proyecto de esas características, donde Quindío por su especificidad ya es un Biodomo natural?
- Porque hacer un Exsitu y no un In-situ?
- Como hacer la inclusión a los más vulnerables y en especial a los niños
- El proyecto sale de algún plan o indicadores de desarrollo del departamento o son sacados del sombrero?
- Donde está el proyecto por escrito?
- De cuanto es el valor y el tiempo de ejecución?

3.3. REALIZACIÓN DEL TALLER

La profesional Juliana Acosta explica los 4 ejes a tener en cuenta para el desarrollo del taller: Educación, Biodiversidad, Investigación y Turismo

La Dra. Ana Silva hace la presentación y explica la metodología de trabajo, del grupo de asistentes se escogieron 4 personas que liderarían cada una de las 4 mesas, ellos fueron:

Educación: David Costes Rincón - Secretaria de Educación



Biodiversidad: Jorge Hernán López - Fundación Mellizab



Turismo: Luis Alberto Baus



Investigación: Jessica Santodomingo – Bioconstructor



Cada equipo de trabajo con su respectiva temática, realizaron una lluvia de ideas de los 5 problemas o situaciones más significativos que se presenta en cada una de las áreas. El grupo a través de una discusión y en consenso definían la problemática más significativa.

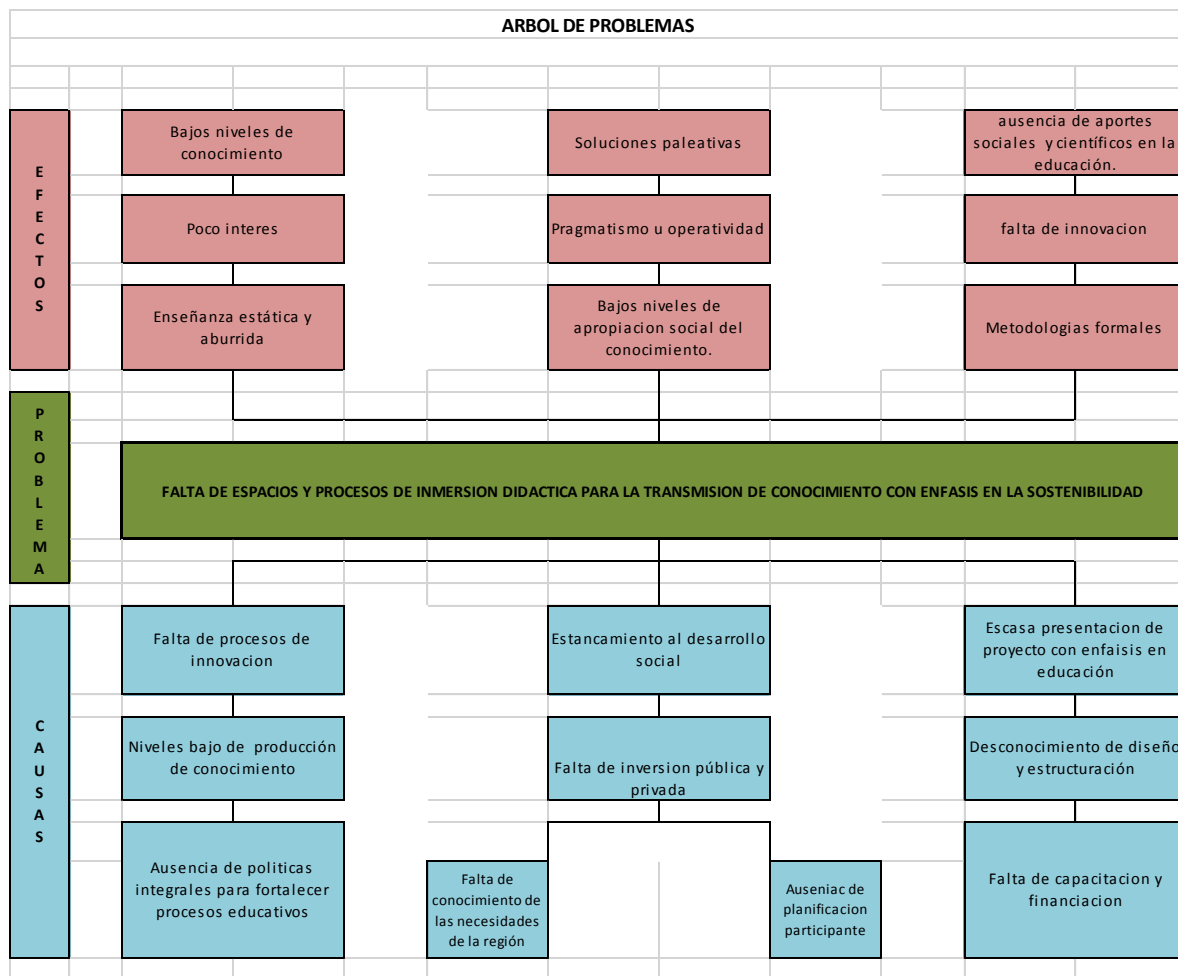
Los problemas identificados y definidos fueron los siguientes:

1. Falta de espacios y procesos de inmersión didáctica, que permitan una educación integral con énfasis en la sostenibilidad.
2. Altos niveles de pérdida y transformación de los ecosistemas naturales.
3. Falta de coordinación entre las instituciones para articular la normatividad establecida al turismo.
4. Incipiente investigación aplicada, que mejore la calidad de vida de las comunidades

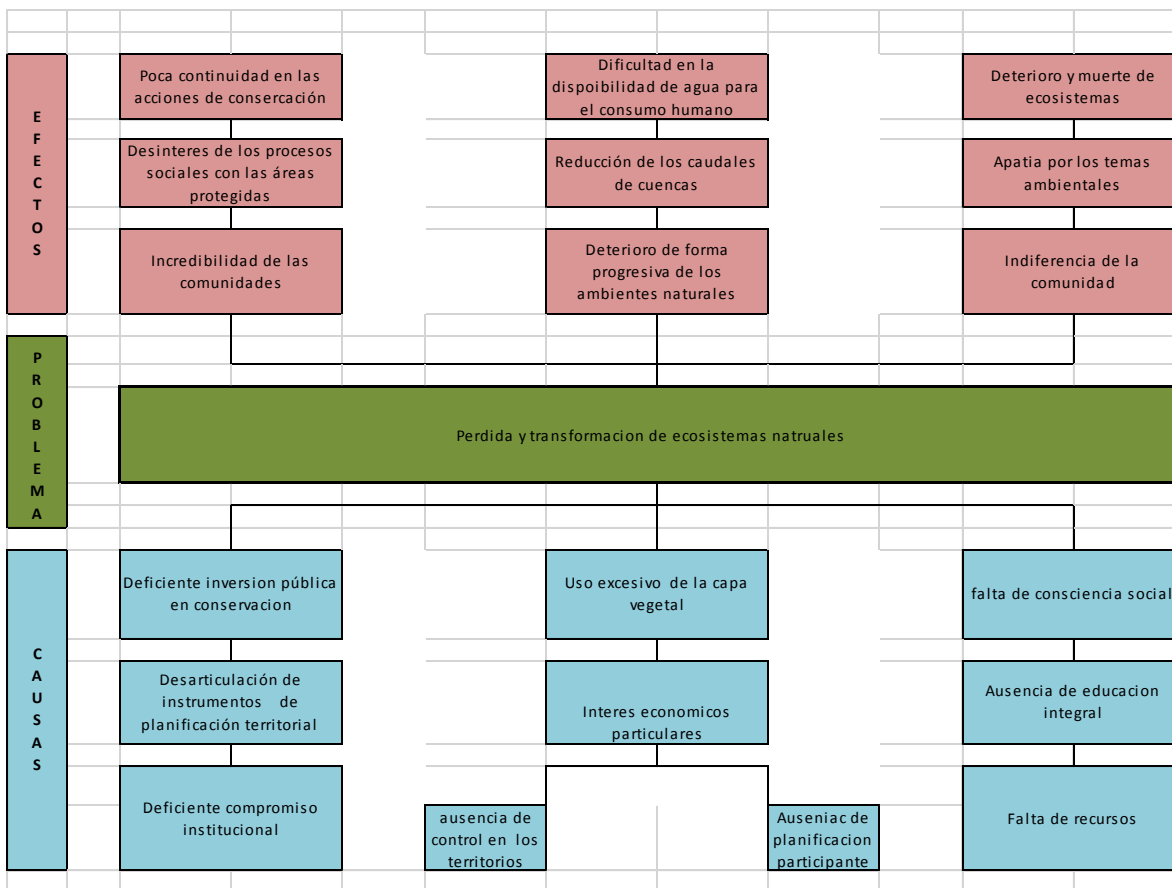
Después de identificar las problemáticas y redactar la más significativa para el equipo de trabajo, cada grupo analiza las posibles causas del problema y sus consecuencias si este problema no se aborda de forma integral.

Los resultados fueron los siguientes:

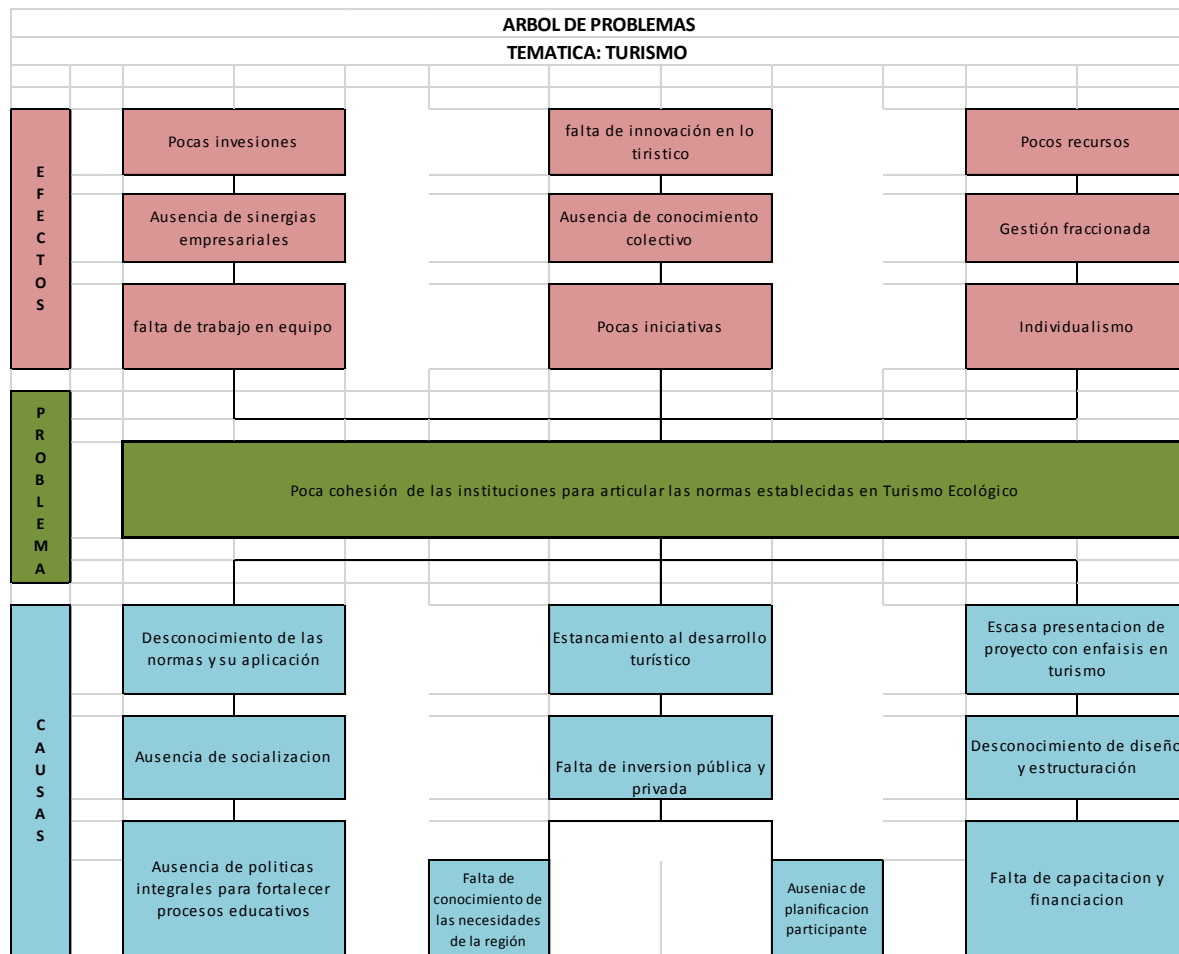
EDUCACION – VER ARBOL DE PROBLEMAS



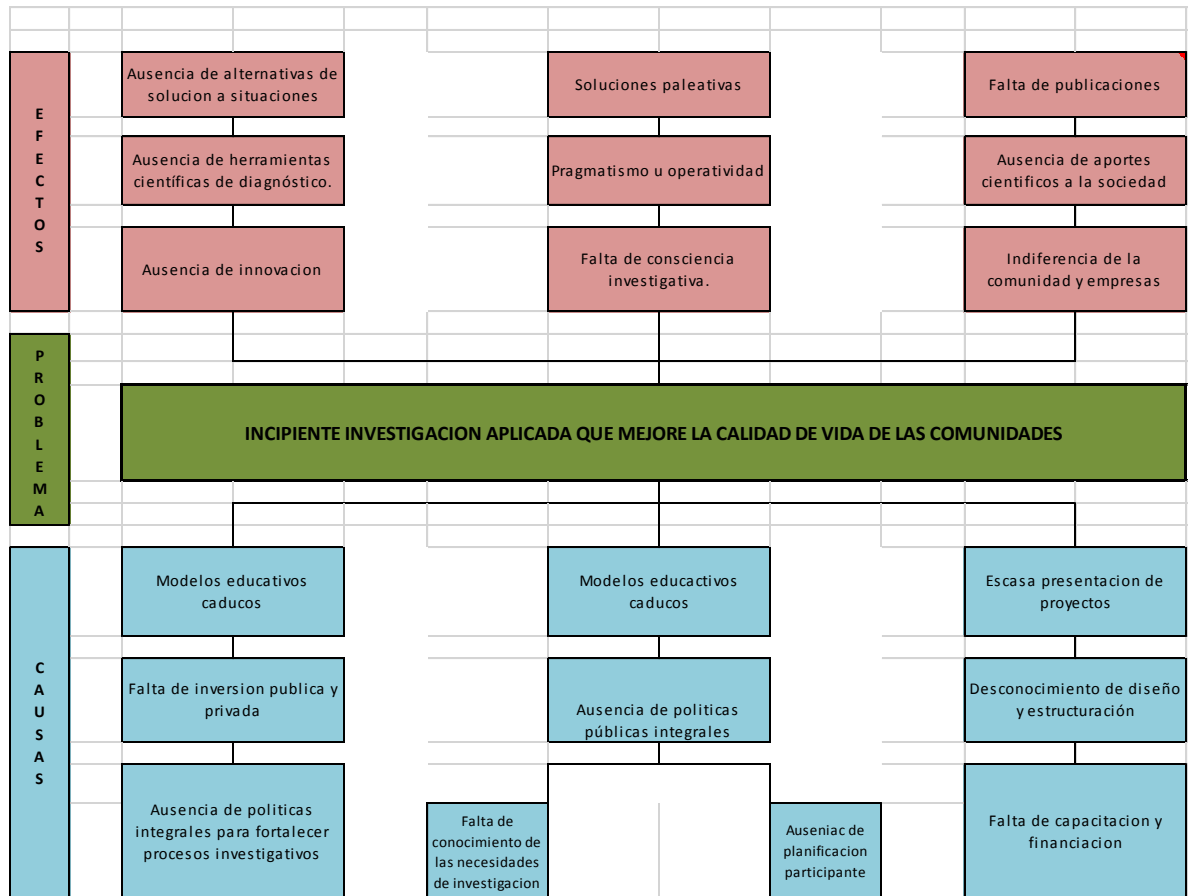
BIODIVERSIDAD – VER ARBOL DE PROBLEMAS



TURISMO – VER ARBOL DE PROBLEMAS ANEXO



INVESTIGACION – VER ARBOL DE PROBLEMAS



4. CONCLUSIONES

- Vale la pena resaltar que la metodología que se implementó fue participativa ya que ayudó a desarrollar ideas creativas para identificar el problema y organizar la información recolectada, generando un modelo de relaciones causales que lo explican. Esta técnica facilitó la identificación y organización de las causas y consecuencias de un problema.
- La comunidad representada en personas naturales como jurídica llegaron muy prevenidas al taller, pues la charla magistral dejó demasiadas inquietudes como comentarios tanto a favor como en contra.
- El grupo de interés plantea su posición como si el proyecto fuera una imposición, se evidencia que la comunidad ha sido golpeada por proyectos anteriores donde no se les ha tenido en cuenta o con procesos politiqueros donde se les promete cosas y no se les cumple.
- Las condiciones para la realización del taller no fueron las más adecuadas, pues la gente ya estaba indispuesta y se estaba criticando todo con un inconformismo general.
- Para una próxima ocasión, no se debe desarrollar en esas condiciones un taller de trabajo.
- A pesar de lo convulsionado del panorama, y de 73 personas que asistieron, 50 se quedaron en el taller participativo, los líderes de cada mesa mostraron su interés a los temas y trabajaron conforme a las instrucciones dadas para desarrollar la metodología.
- La metodología que se propone hace parte de las herramientas de trabajo como instrucciones y guías dadas por la CEPAL y la ONU, siendo una metodología que da insumos importantes para la formulación y estructuración de proyectos tanto del orden nacional como internacional, es la más vigente que hay en torno a técnicas y metodologías. La realización de los árboles de problema permite nutrir el sistema de información de la MGA propuesta por el gobierno nacional a través del DNP.

5. RECOMENDACIONES

- Los talleres se deben realizar con un máximo de 20 personas y se debe convocar exclusivamente para el taller, tal cual como se había propuesto en el documento metodológico.
- Tener a los stakeholders comunicados del proceso, a través de los líderes de cada mesa.
- Socializar a los grupos de interés los avances en el diseño, para tener también en cuenta sus recomendaciones