



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

# **Análisis Ambiental del Suelo en Proyectos de Restauración Ecológica de Ecosistemas Terrestres en Colombia (2003-2016)**

**Juan CarLos Durán Dueñas**

Universidad Nacional de Colombia  
Facultad de Ciencias Económicas  
Instituto de Estudios Ambientales - IDEA  
Bogotá, Colombia

2018



# **Análisis Ambiental del Suelo en Proyectos de Restauración Ecológica de Ecosistemas Terrestres en Colombia (2003-2016)**

**Juan CarLos Durán Dueñas**

Tesis presentada como requisito parcial para optar al título de:

**Magíster en Medio Ambiente y Desarrollo**

Director (a):

José Ignacio Barrera Cataño, Biólogo, Dr.

Codirector (a):

Tomás Enrique León Sicard, Agrólogo, Dr.

Línea de Investigación:

Estudios Ambientales Agrarios

Universidad Nacional de Colombia  
Facultad de Ciencias Económicas  
Instituto de Estudios Ambientales - IDEA  
Bogotá, Colombia

2018



*Quiero dedicar todo el esfuerzo y renuncias que ha significado este trabajo, pero en últimas el hecho de haberlo por fin culminado, a los que antes de llegar tuvieron que partir, a los que estuvieron y partieron por la naturaleza de la naturaleza o por la naturaleza del animal humano, a los que llegaron y están aunque algunos no estén, a los que no han llegado, a los que no llegarán.*

*A los Guerreros del Arco Iris, sea cual sea su origen, el de la leyenda o el del guerrero. El tiempo ha llegado.*

*No hay lugar para pasajeros en la nave tierra, solo hay espacio para los tripulantes.*

*Eric McLuhan (q.e.p.d.)*



## Agradecimientos

Al creador antes que a nadie, y entre los mortales inicial y principalmente agradezco a Sandra, mi amada compañera de viaje, por toda su comprensión, paciencia, compañía y apoyo desinteresado y real. A mis hermanos Andrés, Blanca Esperanza y Sofía toda mi gratitud por aportar cada uno a su manera recursos importantes para el desarrollo de la investigación (¡y a Gonzalo y Celeste!).

Expreso mi más profundo agradecimiento a la Universidad Nacional de Colombia y en últimas a la nación colombiana, su financiadora, por disponer de los recursos necesarios para abordar la investigación con suficiencia académica. Así mismo al servicio de consultoría a estudiantes del Departamento de Estadística de la universidad en persona de Camilo Uzaheta, Juliana Forero y Alan Forero, quienes voluntariamente optaron por aceptar el reto de buscar soluciones estadísticas a los problemas planteados por esta investigación.

A la Doctora Carolina Murcia, quién de inmediato comprendió la complejidad de la investigación e hizo importantes aportes documentales. Así mismo, por su colaboración en la gestión de información al interior de sus entidades agradezco a Natasha Valentina Garzón Yepes (Fundación Alma), Edgar de Jesus Velez Durango (Corantioquia), Nestor A. Valero Fonseca (Corpochivor), Mauricio Aguilar (REDCRE), Nicol Marie Oyuela Perdomo (PNN), César Oyuela (PNN), Nancy López de Viles (PNN), Claudia Pinzón (JBB), Sandra Liliana Rojas Botero (JBB), Juan Sebastián Patiño (SDA) y Daniela Rincón (SDA). Ofrezco mis más sinceras disculpas a las personas que sin intención no han sido incluidas en este listado.

A los doctores José Ignacio Barrera Cataño (Pontificia Universidad Javeriana) y Tomás Enrique León Sicard (Universidad Nacional de Colombia), director y co-director de la tesis, por su revisión crítica, muchas gracias.





## Resumen

La restauración ecológica de ecosistemas terrestres en Colombia es una disciplina en crecimiento cuyas actividades de campo inevitablemente implican la interacción entre los ecosistemas y la cultura. Para determinar si el abordaje al suelo en los proyectos de restauración ecológica implementados entre 2003 y 2016 ha tenido un enfoque ambiental, utilizando métodos inusuales para las ciencias ambientales fueron analizados los informes finales que se compararon con 7 *corpus* de diferentes tipologías documentales de consulta obligada para los restauradores.

Los resultados indican que el suelo ha sido abordado desde varias categorías en proporciones disímiles siendo la técnica-tecnológica la de mayor participación (71.90%) seguida por la social-cultural (14.91%), la ecológico-biológica (8.92%), la simbólica (2.53%), la nominal (1.64%) y la económica (0.09%); situación que se asemeja a la registrada en los *corpus* de protocolos, artículos científicos, términos de referencia, tesis y documentos técnicos de la Sociedad Internacional de Restauración Ecológica-SER.

A pesar de las múltiples categorías, en realidad el abordaje al suelo no ha sido ambiental al no ser considerado como un sistema ecológico complejo, en interacción con aspectos socio-culturales y que tiene incertidumbres inherentes.

**Palabras clave:** Complejidad ambiental, pensamiento ambiental, medio ambiente terrestre, sistemas complejos, metodología, restauración ambiental.

## Abstract

Ecological restoration of terrestrial ecosystems in Colombia is a growing discipline whose field activities inevitably involve the interaction between ecosystems and culture. To determine if the approach to soil in projects implemented between 2003 and 2016 has had an environmental focus, using unusual methods for environmental sciences final reports were analyzed and then compared with 7 *corpus* of different document typologies of mandatory consultation for the restorers.

The results indicate that the soil has been approached from several categories in dissimilar proportions, where technical-technological has had the highest participation (71.90%) followed by social-cultural (14.91%), ecological-biological (8.92%), symbolic (2.53%), nominal (1.64%) and economic (0.09%); this situation resembles that registered in the *corpuses* of protocols, scientific articles, terms of reference, thesis and, technical documents of the Society for Ecological Restoration-SER.

Despite multiple categories, the approach has actually not been environmental because soil is not considered as a complex ecological system, interacting with socio-cultural aspects and with inherent uncertainties.

**Keywords:** Environmental complexity, environmental thinking, terrestrial environment, complex systems, methodology, environmental restoration.

# Contenido

	Pág.
<b>Resumen</b> .....	<b>IX</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>X</b>
<b>Lista de figuras</b> .....	<b>XIII</b>
<b>Lista de tablas</b> .....	<b>XIV</b>
<b>Introducción</b> .....	<b>17</b>
<b>1. Marco Referencial</b> .....	<b>25</b>
1.1 Restauración ecológica .....	25
1.2 Conceptualización de <i>Ambiente</i> .....	29
1.2.1 El suelo y la RE en el marco del <i>Ambiente</i> .....	30
1.2.2 La complejidad ambiental como marco epistemológico .....	33
<b>2. Revisión de literatura</b> .....	<b>37</b>
<b>3. Métodos</b> .....	<b>43</b>
3.1 Procedimientos .....	45
3.1.1 Búsqueda, recolección y consolidación de información .....	46
3.1.2 Análisis de la información.....	53
3.1.3 Cubrimiento territorial .....	57
<b>4. Resultados y discusión</b> .....	<b>62</b>
4.1 Contexto de la investigación .....	64
4.1.1 Uso del término “suelo” en el marco de la restauración ecológica. ....	64
4.1.2 Resultados generales de la codificación abierta .....	66
4.2 Caracterización del abordaje al suelo en los proyectos de restauración ecológica de ecosistemas terrestres en Colombia .....	67
4.2.1 Análisis de tendencia.....	67
4.2.2 Identificación de subcategorías y categorías.....	71
4.2.3 Categoría Técnica-Tecnológica .....	77
4.2.4 Categoría Social – Cultural .....	86
4.2.5 Categoría Ecológico-Biológica .....	93
4.2.6 Categoría Simbólica .....	97
4.2.7 Categoría Nominal.....	103
4.2.8 Categoría Económica .....	105

---

4.2.9	Análisis ambiental del enfoque al suelo en los proyectos de restauración ecológica de ecosistemas terrestres en Colombia.....	105
4.3	Posibles explicaciones del abordaje al suelo en los proyectos de restauración ecológica de ecosistemas terrestres en Colombia.....	113
4.4	Implicaciones del abordaje al suelo en los proyectos de restauración ecológica de ecosistemas terrestres en Colombia.....	123
<b>5.</b>	<b>Conclusiones .....</b>	<b>131</b>
<b>6.</b>	<b>Recomendaciones.....</b>	<b>134</b>
<b>A.</b>	<b>Anexo: Códigos abiertos con mayor frecuencia de aparición en los diferentes <i>corpus</i> en el periodo 2003-2016.....</b>	<b>137</b>
<b>B.</b>	<b>Anexo: Análisis de componentes principales 2003-2016.....</b>	<b>145</b>
<b>C.</b>	<b>Anexo: Proyectos de restauración ecológica incluidos en el <i>Corpus Informes</i>.....</b>	<b>150</b>
	<b>Bibliografía .....</b>	<b>157</b>

## Lista de figuras

	Pág.
<b>Figura 0-1:</b> Representación esquemática del trabajo de investigación .....	24
<b>Figura 1-1:</b> Tipologías Generales de Restauración Ecológica .....	28
<b>Figura 1-2:</b> Esquema simplificado del concepto “Ambiente” y la relación suelo-RE-ambiente. 30	30
<b>Figura 3-1:</b> Representación esquemática de los pasos y procedimientos utilizados para el desarrollo de la investigación. ....	45
<b>Figura 3-2:</b> <i>Corpus</i> y sus tipos de información consolidados y analizados en el marco de la investigación. ....	48
<b>Figura 3-3:</b> Representación esquemática de la lógica de codificación usada para la investigación. ....	55
<b>Figura 3-4:</b> Proyectos de restauración ecológica de ecosistemas terrestres en Colombia 2003-2016 ( <i>corpus Informes</i> ).....	59
<b>Figura 3-5:</b> Procesos licitatorios para restauración ecológica de ecosistemas terrestres en Colombia 2003-2016 ( <i>corpus Términos</i> ). ....	60
<b>Figura 4-1:</b> Representación esquemática de los resultados y discusión de la investigación .....	63
<b>Figura 4-2:</b> Proporción de documentos que contienen la palabra “suelo” para los diferentes <i>corpus</i> 2003-2016.....	64
<b>Figura 4-3:</b> Participación porcentual de las diferentes categorías encontradas en el <i>corpus Informes</i> 2003-2016.....	72
<b>Figura 4-4:</b> Proporción de las diferentes categorías de abordaje al suelo en los proyectos de restauración ecológica de ecosistemas terrestres en Colombia 2003-2016. 73	73
<b>Figura 4-5:</b> Enfoque al suelo en la implementación de proyectos de RE de ecosistemas terrestres en Colombia 2003-2016. ....	113
<b>Figura 4-6:</b> Análisis de Componentes Principales - Círculo de correlaciones para todos los <i>corpus</i> 2003-2016. ....	115
<b>Figura 4-7:</b> Gráfico comparativo de las proporciones de las diferentes categorías de abordaje al suelo entre los diferentes <i>corpus</i> periodo 2003-2016.....	117

## Lista de tablas

### Pág.

<b>Tabla 3-1:</b> Repositorios Institucionales consultados para la búsqueda de tesis en restauración ecológica de ecosistemas terrestres en Colombia y número de documentos encontrados por repositorio.....	61
<b>Tabla 4-1:</b> Número de documentos analizados y cantidad de códigos abiertos por <i>corpus</i> . 66	66
<b>Tabla 4-2:</b> Número de codificaciones con códigos abiertos por año y por <i>corpus</i> .....	67
<b>Tabla 4-3:</b> Códigos abiertos con mayor frecuencia de aparición en el <i>Corpus Informes</i> en el periodo 2003-2016.....	69
<b>Tabla 4-4:</b> Sub-categorías, categorías y su fundamentación para el abordaje del suelo encontradas en el <i>corpus Informes</i> .....	76
<b>Tabla 4-5:</b> Principales temáticas abordadas por los restauradores en los informes finales de proyectos de restauración ecológica de ecosistemas terrestres-Categoría Técnica-Tecnológica.....	80
<b>Tabla 4-6:</b> Principales temáticas abordadas por los restauradores en los informes finales de proyectos de restauración ecológica de ecosistemas terrestres-Categoría Social-Cultural.....	88
<b>Tabla 4-7:</b> Principales temáticas abordadas por los restauradores en los informes finales de proyectos de restauración ecológica de ecosistemas terrestres-Categoría Ecológico-biológica.....	94
<b>Tabla 4-8:</b> Temáticas abordadas por los restauradores en los informes finales de proyectos de restauración ecológica de ecosistemas terrestres-Categoría Simbólica.....	98
<b>Tabla 4-9:</b> Errores conceptuales sobre el concepto suelo encontrados en documentos del <i>corpus Informes</i> .....	101
<b>Tabla 4-10:</b> Temáticas abordadas por los restauradores en los informes finales de proyectos de restauración ecológica de ecosistemas terrestres – Categoría Nominal ..	104
<b>Tabla 4-11:</b> Temáticas abordadas por los restauradores en los informes finales de proyectos de restauración ecológica de ecosistemas terrestres – Categoría Económica	105
<b>Tabla 4-12:</b> Atributos y criterios para el análisis ambiental del suelo en proyectos de restauración ecológica de ecosistemas terrestres en Colombia desde la perspectiva de la complejidad ambiental.....	108
<b>Tabla 4-13:</b> <i>Corpus</i> con mayor contribución a la dimensión explicativa de <i>Informes</i> . Análisis de Componentes Principales 2003-2016.....	116
<b>Tabla 4-14:</b> Errores conceptuales sobre el suelo encontrados en documentos del <i>corpus Protocolos</i> .....	120

---

<b>Tabla 6-1.</b> Aspectos básicos de suelos a considerar para un enfoque ambiental en el marco de la RE .....	135
<b>Tabla 6-2:</b> Códigos abiertos con mayor frecuencia de aparición en el <i>Corpus Artículos</i> en el periodo 2003-2016.....	138
<b>Tabla 6-3:</b> Códigos abiertos con mayor frecuencia de aparición en el <i>Corpus Leyes</i> en el periodo 2003-2016.....	139
<b>Tabla 6-4:</b> Códigos abiertos con mayor frecuencia de aparición en el <i>Corpus Protocolos</i> en el periodo 2003-2016 .....	140
<b>Tabla 6-5:</b> Códigos abiertos con mayor frecuencia de aparición en el <i>Corpus SER Políticas</i> en el periodo 2003-2016 .....	141
<b>Tabla 6-6:</b> Códigos abiertos con mayor frecuencia de aparición en el <i>Corpus SER Technical</i> en el periodo 2003-2016 .....	142
<b>Tabla 6-7:</b> Códigos abiertos con mayor frecuencia de aparición en el <i>Corpus Términos</i> en el periodo 2003-2016.....	143
<b>Tabla 6-8:</b> Códigos abiertos con mayor frecuencia de aparición en el <i>Corpus Tesis</i> en el periodo 2003-2016.....	144
<b>Tabla 6-9:</b> Listado de proyectos de restauración ecológica de ecosistemas terrestres incluidos en el <i>Corpus Informes</i> .....	151





# Introducción

La restauración ecológica (RE) se posiciona como una solución para revertir procesos de degradación de ecosistemas y pérdida acelerada de la biodiversidad (Vargas, 2011), además de tener efectos sobre el cambio climático y la adaptación a este (Murcia & Guariguata, 2014; Groot et al., 2013), constituyendo un proceso de mejoramiento continuo de las propiedades del ecosistema, cuyo punto inicial es un sistema o área en algún grado de deterioro o degradación (Ríos, 2005).

En palabras de Alexander et al. (2011) la RE también fomenta el restablecimiento de una relación sana entre los humanos y su entorno natural reforzando el vínculo indisoluble entre la naturaleza y la cultura y enfatizando los importantes beneficios que los ecosistemas proporcionan a las comunidades humanas, ya que en resumen, la RE es una forma de interacción humana con la naturaleza (Lindig-Cisneros & Lindig-Cisneros, 2016). Dado lo anterior la RE puede considerarse como un medio para conservar la biodiversidad y mejorar el bienestar humano (McDonald et al., 2016).

Desde el punto de vista social la RE trae consigo beneficios económicos, recreativos, el orgullo en las comunidades, reducción de la pobreza ligada a la disponibilidad servicios ecosistémicos, incremento del ingreso neto y reducción de costos de producción (McClenachan et al., 2015; Suich et al., 2015; Huang et al., 2012), el disfrute del contacto con la naturaleza y del trabajo colaborativo voluntario (Renison et al., 2016), la recuperación de la autoestima y el valor como ser humano - en el caso de reclusos en procesos de rehabilitación - (Marques-de-Abreu et al., 2016), la creación de empleo, la generación de ingresos, la provisión de servicios ambientales y bienestar social, así como el empoderamiento de actores locales y la gobernanza (Santiago-Lemgruber et al., 2016), entre otros.

Ahora bien, a nivel general y particularmente para el país, la RE es un asunto ambiental de gran importancia, tanto por consideraciones ambientales como por compromisos adquiridos ya que Colombia (entre muchos otros países) ha suscrito acuerdos internacionales como el Convenio sobre la Diversidad Biológica, que en la 11ª reunión de la Conferencia de las Partes en Hyderabad (India), adoptó la Decisión XI/16 relativa a la restauración de los ecosistemas para dar cumplimiento a las metas de Aichi números 14 y 15 (ver CBD, 2010) que en resumen contemplan que para 2020 se habrán salvaguardado y restaurado ecosistemas estratégicos considerando a las poblaciones más vulnerables, así como restaurado por lo menos el 15% de las áreas degradadas para garantizar resiliencia ante el cambio climático (CBD, 2012).

Lo contenido en la decisión precitada fue reforzado por la Decisión XII/19 relativa a la conservación y restauración de los ecosistemas, resultado de la 12ª Reunión de la Conferencia de las Partes en el Convenio sobre la Diversidad Biológica, que al evidenciar que no se ha hecho suficiente para alcanzar a las metas de Aichi solicita incrementar los esfuerzos para lograrlo, así como para la implementación de proyectos de restauración a gran escala (CBD, 2014).

Dando respuesta a esta situación, para 2014 en el marco de la *Iniciativa 20 X 20* de los países de Latinoamérica y el Caribe, Colombia suscribió el compromiso con el *Reto de Bonn* de restaurar un millón de hectáreas para 2020, aunque en realidad, debido a la temporalidad de la restauración se hace referencia al inicio de los procesos (Bonn Challenge, 2018).

Para 2018, como resultado de la sexta sesión de la plenaria de la Plataforma Intergubernamental Científico-Normativa sobre Diversidad Biológica y Servicios de los Ecosistemas -IPBES- reunida en Medellín (Colombia), en la evaluación temática sobre degradación de la tierra y restauración fueron identificadas las prioridades de investigación para facilitar la restauración de la tierra (ver IPBES, 2018), siendo derroteros para el trabajo al respecto en el país.

No obstante lo anteriormente dicho, la RE es necesaria y pertinente, más que por los compromisos internacionales antes descritos, por el estado de degradación de bastantes

ecosistemas siendo que el 40% de los suelos del área continental e insular del país presentan algún grado de erosión (IDEAM et al., 2015), esto sin considerar los otros efectos degradativos edáficos más relevantes en Colombia como el sellamiento, la contaminación, la pérdida de materia orgánica, la salinización, la compactación y la desertificación (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2016). Adicionalmente, a nivel nacional han sido identificados diferentes disturbios que han venido llevando a la pérdida y transformación ecosistémica como lo son los sistemas productivos no sostenibles; la pérdida de coberturas vegetales (deforestación); la minería; la expansión urbana, desarrollo de obras e infraestructura; los incendios forestales y quemas; y disturbios de origen natural como inundaciones, deslizamientos, vulcanismos, huracanes y tormentas tropicales, entre otros (Ospina et al., 2015).

Es importante anotar que para el caso colombiano se ha identificado que, *“Entre las causas de la degradación y la gestión insostenible de los suelos en el país se tienen: la creciente demanda de bienes y servicios, el desconocimiento de sus funciones e importancia y de alternativas para su recuperación, restauración y rehabilitación, procesos de planeación y de ordenamiento del territorio que no tienen en cuenta sus características, debilidad en los procesos de seguimiento a la calidad de los suelos, desarticulación institucional y carencia de normas e instrumentos para su gestión sostenible.”* (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2016. Pg. 7).

El estado y degradación del suelo y otros componentes ambientales tanto históricamente como hacia el futuro, es condicionado también por el cambio climático como lo demuestra la evidencia de que la intensidad de la erosión hídrica se incrementó con aumentos en las precipitaciones mientras que la erosión eólica disminuyó al disminuir la velocidad del viento (Jiang y Zhang, 2016), o el hecho de que en presencia de agua del suelo temperaturas más altas promueven el crecimiento vegetal mientras que tienen efectos negativos sobre la vegetación de áreas con menores contenidos edáficos de esta (Sun et al., 2015); lo que implica que la RE se debe ajustar a la condición de rápidos cambios climáticos donde las referencias a ecosistemas históricos parecen perder validez, mientras que la información histórica del cambio es cada vez más importante (Harris et al., 2006).

Ante este panorama, en términos técnicos la RE en el país ha venido desarrollando avances importantes en aspectos biológicos como identificación de especies y diseño de arreglos florísticos. Con respecto a los componentes sociales se encuentra en proceso de construcción de herramientas para la participación comunitaria y a nivel institucional se han identificado los motores de motivación y las fuentes de financiación existentes para los proyectos a la fecha (ver Murcia y Guariguata, 2014).

Sin embargo, a nivel nacional no se conoce con precisión si el enfoque en el suelo y su fertilidad como componente fundamental de un ecosistema se ha dado de manera sistémica e integral en los proyectos de RE. Esto implica que estarían por construirse tanto su estudio en sus múltiples dimensiones como la generación de propuestas adaptadas para su recuperación en el marco de la RE.

Lo anterior es de suma relevancia ya que el suelo es el componente fundamental de los ecosistemas terrestres (o fundamento de éstos según León (2015)), o como lo definiera Chamorro (2001) de forma más bien poética pero no desligada de sus atributos y funciones, el suelo es un “*maravilloso teatro de la vida*” no solo por la diversidad biológica que alberga, sino por sus funciones de ciclaje de materiales orgánicos y de controlador de la dinámica de la circulación de nutrientes y los flujos energía, donde la biomasa microbiana del suelo puede ser el impulsor biológico clave del funcionamiento de los ecosistemas (Singh y Gupta, 2018) al mediar procesos biogeoquímicos y jugar roles esenciales en el establecimiento de las plantas (Sun et al., 2017).

Así mismo, los suelos tanto urbanos como rurales tienen estrecha relación con la provisión de un amplio rango de servicios ecosistémicos fundamentales (Blanchart et al., 2018; Teixeira-da-Silva et al., 2018; Gissi et al., 2017) que resultan claves para las sociedades, y cuya producción depende de las interacciones complejas entre diversas comunidades edáficas superficiales y subterráneas en múltiples escalas (Birgé et al., 2016).

Dado lo anterior, para esta tesis se ha planteado como objetivo general el establecer cómo ha sido abordado ambientalmente el suelo en los proyectos de RE de ecosistemas

terrestres en Colombia a la fecha y determinar las implicaciones que tenga este enfoque sobre la restauración. Entendiendo como abordaje ambiental a aquel que integra las interacciones de las bases ecológicas con las condiciones sociales, cumpliendo con todas las características de los sistemas complejos determinadas por los atributos y criterios propuestos en esta investigación.

Para dar alcance a este objetivo se han planteado tres objetivos específicos: 1) identificar las categorías de análisis ambiental del suelo utilizadas para los proyectos de RE de ecosistemas terrestres en Colombia, 2) establecer las razones que explican las categorías de análisis ambiental del suelo utilizadas para estos proyectos y, 3) determinar las implicaciones generales que el abordaje al suelo de los proyectos de restauración ecológica de ecosistemas terrestres en Colombia tiene sobre la restauración.

El alcance del proyecto es nacional por lo que se ha procurado una recopilación exhaustiva de documentos derivados de todo el país hasta donde resultó posible, para una ventana temporal entre 2003 y 2016 definida principalmente por la disponibilidad de información del sector público.

Es importante anotar que a pesar de la rigurosidad en la consecución y análisis de la información, este trabajo no tiene pretensión de totalidad para la comprensión del fenómeno estudiado, toda vez que no ha resultado posible tener acceso a la suma de la información generada en el país en torno a la RE de ecosistemas terrestres.

Como marco epistemológico se hace uso de la complejidad (García, 2006, Funtowicz & De Marchi, 2000, López-Ramírez, 1998, Morin, 1994) y específicamente de la complejidad ambiental (Leff, E., 2012, Eschenhagen, 2007, Wu & David, 2002, Leff, 2000), donde el suelo es entendido justamente como un sistema complejo (Wanzek et al., 2018, Adewopo et al., 2014, Lin, 2014, Crawford et al., 2011, Bockheim y Gennadiyev, 2010, Richter, 2007, Johnson et al., 2005, Young & Crawford, 2004) y de hecho como un sistema socio-ecológico (Teuber et al., 2017).

La búsqueda de información en bases de datos con revisión por pares permitió determinar que a la fecha no existe a nivel mundial un trabajo similar que dé cuenta del

abordaje al suelo en la RE de ecosistemas terrestres, como tampoco una metodología como la aquí propuesta que puede servir como base para la implementación de análisis ambientales en otros temas de interés.

El aporte de esta investigación a la comprensión del enfoque dado al suelo en la RE de ecosistemas terrestres en Colombia, consiste, por un lado, en una descripción de alto nivel y consecuentemente un ordenamiento conceptual del mismo (*sensu* Strauss y Corbin, 2002), así como en la formulación de teorizaciones del orden sustantivo con respecto a las causas y consecuencias de dicho enfoque, a partir del uso de métodos basados en procedimientos de la teoría fundamentada y de la bibliometría complementados con herramientas para el análisis estadístico de la información.

De otro lado, a pesar de que dado el marco epistemológico de la investigación se insta a la integración de conocimientos, este trabajo no es libre de sesgos, entre otros los idiomáticos, geográficos y temáticos (Ospina-Rua, 2009) del *corpus Artículos* y en general de la mayoría de los documentos que componen la bibliografía, esto por la cobertura de las bases de datos con revisión por pares consultadas, donde están mejor representados los documentos en idioma inglés (Barbero-Sierra et al., 2015, Guo et al., 2014, Ospina-Rua, 2009) mientras que disciplinas básicas sobre las ciencias humanas y sociales tienen menor participación (Barbero-Sierra et al., 2015).

Lo anterior debe interpretarse como una limitación del estudio, ya que artículos no publicados en éstas bases de datos también reflejan producción científica mundial (Guo et al., 2014), además de información valiosa sobre aspectos biofísicos y socio-económicos que también es registrada en la literatura gris, libros y capítulos de libros (Barbero-Sierra et al., 2015). En consecuencia, con lo planteado en este texto, a pesar de que se ha pretendido hacer un análisis ambiental del suelo con todo el rigor posible, se requiere la participación de otros profesionales y tipos de conocimiento para darle auténtico carácter ambiental.

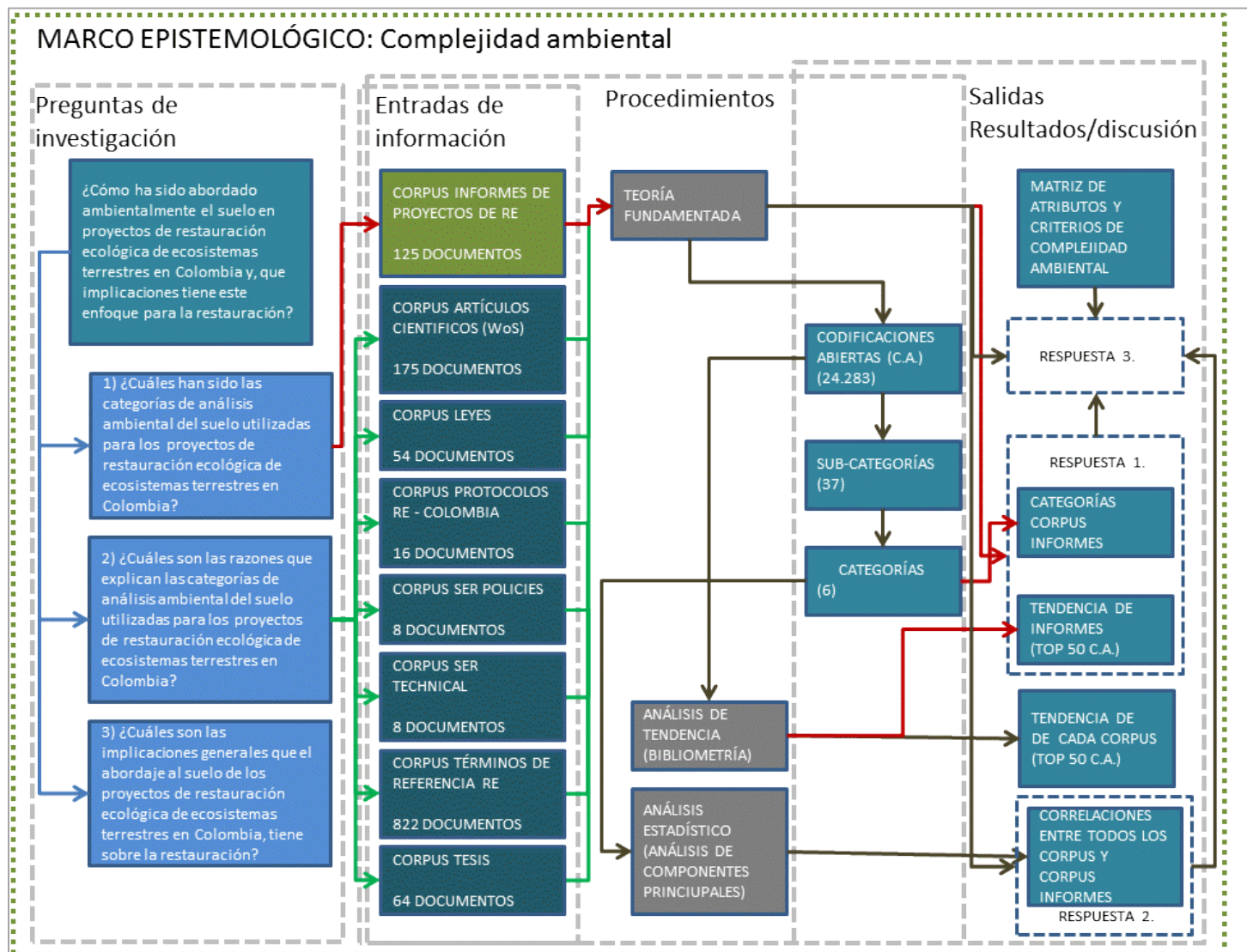
Debido a la complejidad inherente a la investigación descrita en este documento, derivada de su marco epistemológico, así como de los métodos empleados y tipos de

resultados obtenidos, se incluye una representación esquemática que puede consultarse en la **Figura 0-1**.

Como se nombró con anterioridad, el marco epistemológico utilizado corresponde a la complejidad ambiental (ver 1.2.2) desde donde se plantean las preguntas de investigación que corresponden con los objetivos enunciados. Para responderlas se requirieron entradas de información cuya búsqueda y ordenamiento sistemático fue realizada según los procedimientos descritos en el capítulo “3. Métodos”, obteniéndose resultados intermedios que a su vez corresponden con pasos de los métodos empleados, se hace referencia a las codificaciones abiertas (4.1.2) y a la identificación de categorías y subcategorías (4.2.2), que luego son descritas de forma detallada (4.2.3 a 4.2.8).

Como resultado del ejercicio se llega a responder de manera analítica a las preguntas de investigación (Capítulo 4. Resultados y discusión) obteniendo resultados adicionales como la *“Matriz de atributos y criterios para el análisis ambiental del suelo en proyectos de restauración ecológica de ecosistemas terrestres en Colombia desde la perspectiva de la complejidad ambiental”* (ver 4.2.9), así como las tendencias temáticas de cada uno de los corpus analizados (ver Anexo A), lo que finalmente permite llegar a las conclusiones y recomendaciones contenidas en el Capítulo 5

**Figura 0-1:** Representación esquemática del trabajo de investigación





# 1. Marco Referencial

Una vez establecida la necesidad y pertinencia a todo nivel de la RE, resulta comprensible el hecho de que debe procurarse la mayor probabilidad de éxito para los procesos y proyectos a implementar. En este sentido, si no existe un abordaje adecuado con respecto al suelo, la RE de ecosistemas terrestres enfrentará una seria amenaza materializada en dificultades teóricas y prácticas para su implementación.

Para conocer las implicaciones del enfoque ambiental al suelo en los proyectos de restauración y sugerir ajustes pertinentes, se requiere revisar cómo ha sido éste y por qué se ha dado de ese modo en proyectos ya implementados y en periodo de planeación. Luego, estos resultados se pueden contrastar con los planteamientos de lo que debería ser el suelo para la RE, lo que permitirá generar propuestas que aporten a la disminución de riesgos que afecten negativamente los resultados de los proyectos futuros.

Para favorecer la realización de lo anteriormente dicho, los referentes teóricos para la presente propuesta de investigación corresponden por un lado a la RE y por el otro al pensamiento ambiental, que puede ser abordado desde el enfoque del pensamiento complejo (complejidad ambiental).

## 1.1 Restauración ecológica

Distintos autores en diversos tópicos de la RE se basan en la definición propuesta por la Society for Ecological Restoration International (SER) para esta disciplina, que dice de manera textual: “La restauración ecológica es el proceso de ayudar el restablecimiento de un ecosistema que se ha degradado, dañado o destruido” (SER, 2004). Para el caso de este estudio se adoptará esta conceptualización básica.

Complementando la sucinta definición de la SER (2004), puede decirse que la RE es un proceso para "*ayudar a la recuperación*" de un ecosistema, que busca colocarlo en una trayectoria de recuperación para que pueda persistir y sus especies puedan adaptarse y evolucionar, antes que imponerle una nueva dirección o forma, razón por la cual RE también se considera al resultado buscado para un ecosistema (McDonald et al., 2016).

Por su parte Aronson y sus colaboradores (2006) añaden a la definición de la SER (2004) que la RE es un proceso que recupera y mejora la funcionalidad de los ecosistemas dentro de los paisajes consistentes en tierras bajo producción agrícola así como reservas naturales apartadas.

Yap (2000) propone una definición de restauración con base en las definiciones de otros autores argumentando que el término es usado para indicar la intervención humana que es diseñada para acelerar la recuperación de hábitats dañados, o para traer de vuelta a los ecosistemas tan cerca de una aproximación cuanto sea posible a sus estados pre disturbio.

De otro lado, Murcia y Guariguata (2014), quienes como compiladores de información disponible en el país, en su publicación describen de manera preliminar y general la RE, le aportan a la definición de la SER que este proceso "*Es una actividad intencional que interrumpe los procesos responsables de la degradación, elimina las barreras bióticas y abióticas a la recuperación del ecosistema, e inicia o acelera la sucesión ecológica a través del establecimiento de propágulos de las especies del ecosistema de referencia.*" (Murcia & Guariguata, 2014. Pg. 5).

Adicionando elementos actuales al concepto de RE, puede decirse que las tendencias contemporáneas (de RE) abogan por abordajes multidisciplinares que aunque no desconocen que los factores sociopolíticos a menudo tienen una influencia crítica en los resultados de la restauración, se centran en los determinantes biofísicos donde confluyan aportes de diversas disciplinas científicas como ecología, biotecnología, ingeniería, ciencias del suelo, ecofisiología y genética (Miller et al., 2017). En este mismo sentido, según Matzek y sus colaboradores (2017) en la llamada a nuevos paradigmas para la RE parecen surgir nuevos enfoques en los que la restauración obedece a cinco imperativos:

(1) Es impulsada por la teoría ecológica, (2) Aprovecha los avances tecnológicos, (3) Rechaza el dogma, (4) Fomenta la autocrítica y, (5) Respeta las limitaciones de las partes interesadas y los profesionales.

Uno de los enfoques que sigue esta nueva tendencia es el de la restauración a la escala de paisaje representada por la restauración del paisaje forestal, que tiene un enfoque ambiental dado por sus cuatro características principales: (1) es un proceso que incorpora tres principios (i) es participativo, (ii) está basado en la gestión adaptativa y, por lo tanto, es sensible al cambio social, económico y ambiental y (iii) requiere una evaluación clara y coherente, así como un marco de aprendizaje, (2) busca restaurar la integridad ecológica y no solo algunas funciones, (3) busca mejorar el bienestar humano en paralelo con la integridad ecológica y, (4) es un proceso cuya escala implica que las decisiones a nivel de sitio deben tomarse en contexto del paisaje (Maginnis y Jackson (2007) citados por Newton (2011)).

La RE en términos generales puede clasificarse en dos tipologías, restauración activa y pasiva<sup>1</sup>, e inclusive pueden darse procesos donde se combinen los varios tipos en un mosaico que responde a los diferentes grados de degradación a través de un sitio (McDonald et al., 2016) (Ver **Figura 1-1**)

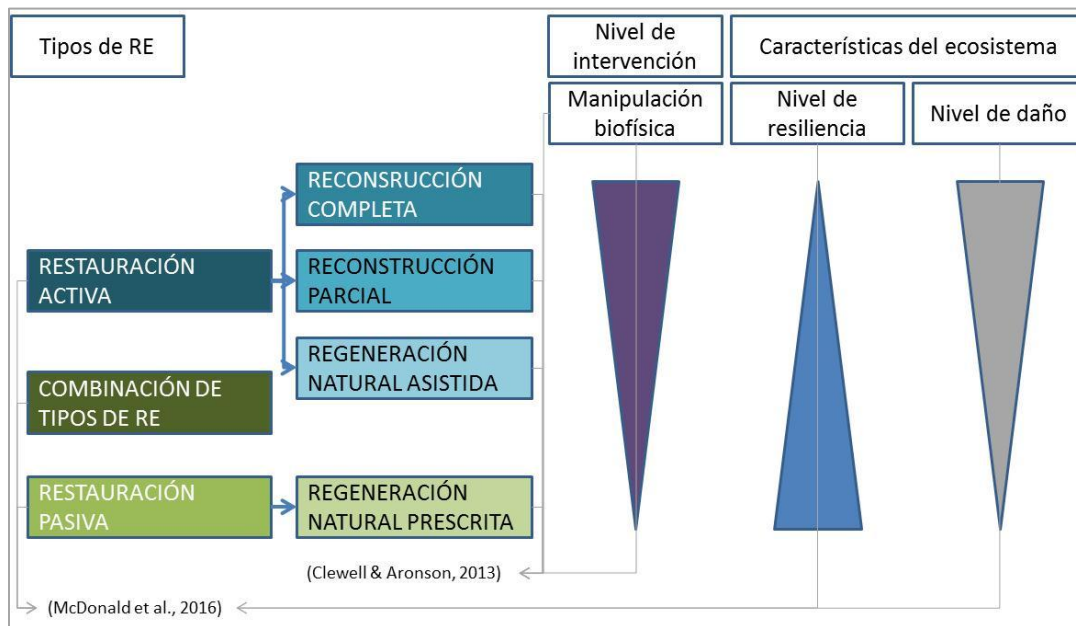
Clewell & Aronson (2013) clasifican la RE según los niveles de intensidad de esfuerzo (manipulación biofísica) requeridos para alcanzarla en cuatro categorías así: regeneración natural prescrita, regeneración natural asistida, reconstrucción parcial y reconstrucción completa, correspondiendo las últimas tres categorías a la restauración activa. Este tipo de RE suele implementarse en áreas donde el potencial de regeneración se considera bajo o inexistente e implica reintroducciones o aumento de especies (McDonald et al., 2016) es decir, técnicas de manejo como plantar semillas o plántulas (Morrison y Lindell, 2011) lo que tiende a hacerla costosa (Rey-Benayas et al., 2008).

---

<sup>1</sup> El término RE pasiva en realidad se considera errado ya que la restauración por definición no es pasiva debido a que es un proceso que implica premeditación e intencionalidad aún en la ausencia de manipulación biofísica del área del proyecto o su entorno (Clewell y Aronson, 2013).

Por su parte, la RE pasiva o mejor la regeneración natural prescrita es el nivel menos intrusivo y menos costoso de intervención para lograr la RE al no incluir manipulación biofísica u otras intervenciones directas en el área del proyecto o sus alrededores, siendo las principales intervenciones la remoción de las fuentes de disturbio y la protección del área del proyecto suficientemente para permitir la ocurrencia del proceso de regeneración natural (Clewell y Aronson, 2013), en otras palabras implica únicamente la toma de acción para el cese de los estresores ambientales (Morrison y Lindell, 2011), suele implementarse en áreas más resilientes o menos dañadas utilizando un enfoque de regeneración (McDonald et al., 2016) y puede ser lenta debido a limitaciones bióticas y abióticas (Rey-Benayas et al., 2008).

**Figura 1-1:** Tipologías Generales de Restauración Ecológica



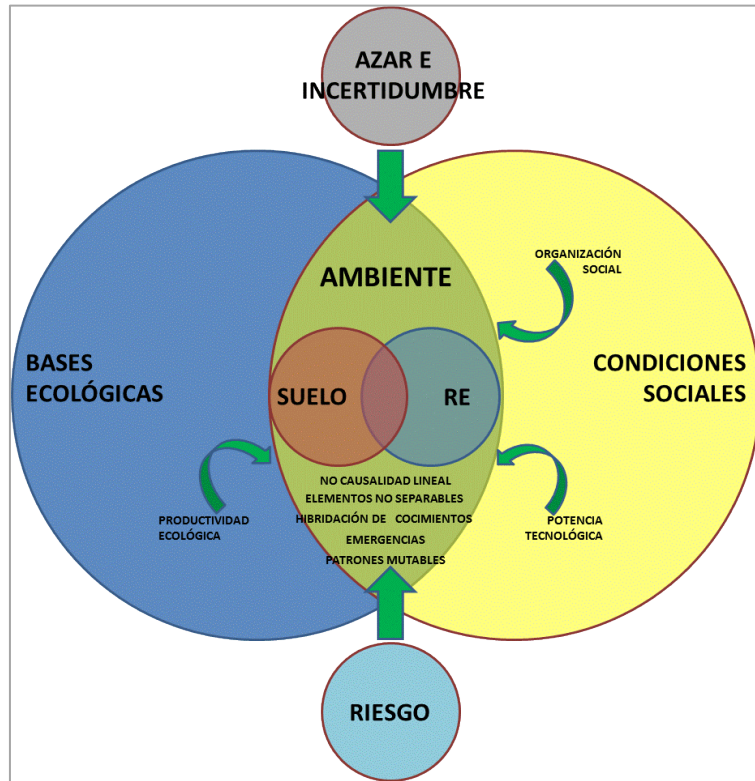
Así las cosas, se tiene una comprensión para la RE en el marco de esta investigación donde la base es la propuesta de la SER (2004), ampliada con los aportes de otros autores. Para efectos de la búsqueda de información y análisis, en el presente documento se asume el alcance de la RE *sensu strictissimo* McDonald et al. (2016), Clewell y Aronson (2013) y SER (2004), sin considerar otras actividades que puedan generar recuperación ambiental parcial como la reclamación, la rehabilitación o la mitigación.

## 1.2 Conceptualización de *Ambiente*

Para definir al ambiente puede usarse la noción de Leff (2000), que lo considera como una estructura socioecológica holística que internaliza bases ecológicas de la sustentabilidad y las condiciones sociales de la equidad y la democracia, que no solo es un objeto complejo sino que está integrado por identidades múltiples. Este enfoque supera los límites de la comprensión de los paradigmas de la racionalidad científica e instrumental, incorpora al saber los valores e internaliza el riesgo y la incertidumbre.

La conceptualización de esta estructura o interacción entre la naturaleza o los ecosistemas (bases ecológicas) y la cultura o las sociedades (condiciones sociales), se simboliza esquemáticamente en la **Figura 1-2**, donde se representa la relación entre entidades por medio de la interacción entre la RE como práctica de la restauración y el suelo, teniéndose como atributos propios del sistema la no causalidad lineal, el hecho de que los elementos no son separables para su análisis individual, la necesidad de la hibridación de conocimientos tanto entre disciplinas científicas como entre éstas y los conocimientos tradicionales, el hecho de que de las interacciones surgirán cualidades emergentes así como de que antes que leyes rígidas aplican patrones mutables. Todos estos componentes del concepto *Ambiente* serán tratados en los párrafos siguientes.

**Figura 1-2:** Esquema simplificado del concepto “Ambiente” y la relación suelo-RE-ambiente.



### 1.2.1 El suelo y la RE en el marco del *Ambiente*

El suelo es cuando menos, un cuerpo natural hiper-complejo influenciado tanto por sus factores genéticos como por su interacción e interrelación con distintas actividades de los seres humanos y con los demás componentes de los ecosistemas, por lo tanto es un sistema socio-ecológico (Teuber et al., 2017) que consecuentemente, dado el número indeterminable de relaciones y emergencias que conlleva, implica la necesidad de incorporar la incertidumbre en su conceptualización.

Por supuesto y de manera complementaria a la idea anterior, el suelo hace parte del ambiente y de conformidad con las consideraciones de Funtowicz & De Marchi (2000) puede decirse que éste último es un ejemplo típico de sistema complejo ya que tiene muchos componentes que se relacionan de diversas maneras entre sí.

Lo dicho antes implica que para estudiar adecuadamente al suelo como un componente ambiental complejo en sí mismo, es necesario superar la visión tradicional de la ciencia favoreciendo la interacción sinérgica de todos los tipos de conocimiento y disciplinas posibles, en procesos interpretativos que requieren esfuerzos más del orden interdisciplinar e inclusive transdisciplinar donde converjan entre otras la ciencia del suelo, sociología, antropología, climatología pero también la historia y la arqueología (Teuber et al., 2017), listado que puede ampliarse ya que en palabras de Johnson y sus colaboradores (2005) el interés en nuestra pedósfera trasciende los dominios de la arqueología, biología, ecología, ciencias ambientales, geografía, geomorfología, geología, icnología, pedología, ciencia del suelo y las ciencias espaciales.

Por lo tanto, este reto puede ser afrontado desde la complejidad ya que *“en el ‘mundo real’, las situaciones y los procesos no se presentan de manera que puedan ser clasificados por su correspondencia con alguna disciplina en particular. En ese sentido, podemos hablar de una realidad compleja. Un sistema complejo es una representación de un recorte de esa realidad, conceptualizado como una totalidad organizada (de ahí la denominación de sistema), en la cual los elementos no son “separables” y, por tanto, no pueden ser estudiados aisladamente”* (García, 2006. Pg. 21).

De otro lado, considerar que la RE es una respuesta necesaria a la problemática ambiental y el abordaje del suelo en el marco de ésta por extensión también lo es, implica entenderlo (al suelo) desde la complejidad ambiental como proceso que conlleva la deconstrucción y reconstrucción del pensamiento (Leff, E., 2012). En palabras de Eschenhagen podría decirse que *“para entender y pensar el problema ambiental, las ciencias de la complejidad resultan ser indispensables para obtener perspectivas y análisis innovadores y sugerentes, con lo cual se podrá construir una visión de mundo diferente, capaz de generar una convivencia entre los seres humanos y la naturaleza más viable a largo plazo.”* (Eschenhagen, 2007. Pg. 4).

Ahora bien, el vínculo entre RE y suelo se evidencia entre otras desde la noción de disturbio, ya que como componente de los ecosistemas degradados el suelo recibe directa o indirectamente distintos tipos de ellos, derivados inclusive de las prácticas productivas asociadas al desarrollo económico (Brausmann y Bretschger, 2018) como los causados por la minería a cielo abierto (de carbón) que tiene impactos importantes

sobre las características de su capa superficial (almacenada y luego dispuesta nuevamente) en términos de la disminución del carbono y nitrógeno totales así como del nitrógeno del nitrato y del fósforo disponible, de la disminución de la capacidad de retención de agua y de la generación de cambios temporales en la composición y diversidad de la comunidad bacteriana no obstante tendería a su recuperación conforme avanza la sucesión vegetal (Ngugi et al., 2018). Así mismo, cambios en el uso del suelo por deforestación y uso agrícola extensivo resultan en su degradación que puede evidenciarse por la disminución del carbono y nitrógeno totales (Wang et al., 2016a).

Los disturbios que puede causar el fuego sobre los suelos por cuenta de incendios forestales llevan a la erosión principalmente por la pérdida de cobertura y materia orgánica (Prats et al., 2014), implicando también la pérdida de nutrientes por la volatilización del nitrógeno y el transporte de materiales particulados así como la pérdida del mantillo por quema de gran proporción del mismo (Clark et al., 2018). A lo anteriormente dicho deben sumársele efectos negativos de un fuego de gran proporción sobre la estructura del suelo al disminuir la estabilidad de los agregados y la cantidad relativa de los de mayores tamaños, es decir los que oscilan entre 2 y 8 mm de diámetro (Sharifi et al., 2017). Los efectos del fuego sobre los suelos se incrementan con su severidad de conformidad con lo reportado por Varela y sus colaboradores (2015), quienes encontraron reducciones en el carbono orgánico y en la estabilidad de los agregados.

Profundizando en tema de la degradación de suelos por erosión, puede decirse que además de las evidentes pérdidas de materia in situ y los efectos de la transferencia de sedimentos ex situ (Borrelli et al., 2018), se manifiesta en la disminución progresiva de la materia orgánica del suelo, del nitrógeno, del fósforo extractable y del potasio disponible lo que conlleva disminuciones en la productividad del suelo (Duan et al., 2016).

El cultivo de especies exóticas como el *Eucalyptus* también genera disturbios en el suelo, principalmente a nivel del tamaño, estructura y funcionalidad de la comunidad microbiana que disminuye con el tiempo, no obstante puede llegar a incrementarse nuevamente con la edad del cultivo (Chen et al., 2013). Por su parte el sobrepastoreo puede tener efectos negativos sobre la humedad del suelo (Enriquez y Cremona, 2018). El garantizar



cobertura al suelo puede mejorar el secuestro de carbono y nitrógeno, lo que implica que la remoción de la cobertura afecta estas variables (García-González et al., 2018). De otro lado, el riego con aguas no adecuadas puede incrementar la salinidad (El Oumlouki et al., 2018).

Finalmente, la compactación, otra manifestación de diferentes disturbios, puede evidenciarse por el cambio en algunas propiedades como la disminución del espacio poroso o el incremento en la resistencia a la penetración (Malvar et al., 2017).

### **1.2.2 La complejidad ambiental como marco epistemológico**

La conveniencia del uso de la epistemología de la complejidad para el dimensionamiento de lo ambiental puede, además de lo dicho anteriormente, ser sustentada también por los operadores de la misma propuestos por López-Ramírez (1998). Por un lado, se presenta el bucle retroactivo que rompe con la causalidad lineal simple, al determinar que los efectos retroactúan sobre las causas modificándolas. Otro operador requiere el separarse de la idea de que el conocimiento de las partes implica el conocimiento del todo, debido a que en realidad en las organizaciones surgen cualidades nuevas (emergencias) a veces incluso inesperadas, que no se deducen de los elementos anteriores. Finalmente el principio hologramático conlleva que no solo las partes están en el todo, sino que el todo está en el interior de las partes.

En este sentido, *“Las ciencias de la complejidad ayudan a ver, comprender y analizar la tal llamada «realidad» más allá del simple objeto, evidenciando la imposibilidad de mantener la escisión objeto-sujeto que perdió todo su sentido desde la mecánica cuántica, al evidenciar que lo observado depende del observador”*. (Eschenhagen, 2007. Pg. 10).

De otro lado, el planteamiento de Gell-Mann (1998) citado por Eschenhagen (2007) refuerza la idea de la pertinencia del abordaje de lo ambiental desde la complejidad, ya que el autor considera que los sistemas simples no se adaptan (por ser sistemas cerrados), mientras que los sistemas complejos (sistemas abiertos) si se adaptan, y

además procesan información constantemente. Todo lo anteriormente dicho coincide con la naturaleza de lo ambiental. Ahora bien, los sistemas ecológicos son considerados generalmente entre los más complejos porque se caracterizan por ser dinámicos, por su gran número de diversos componentes, por las interacciones no lineales entre esos componentes, por la multiplicidad de escalas y por su heterogeneidad espacial (Wu & David, 2002), atributos también aplicables a los suelos en sí mismos, no obstante forman parte de sistemas ecológicos de mayor jerarquía.

Adicionalmente, Gell-Mann (1998) considera que en la complejidad no se habla ya de leyes inmutables y rígidas sino de patrones, que son mutables. Esta idea es de suma relevancia para entender lo concerniente al abordaje del suelo desde la RE, en el sentido de que no puede corresponder a un manual o receta, sino a una serie de principios fundamentales con manifestaciones variantes, debido a que cada suelo y cada proceso de restauración son por sí mismos sistemas diferentes.

De forma complementaria, Leff (2000) considera que la complejidad ambiental tiene el potencial para articular sinérgicamente la productividad ecológica, la organización social y la potencia tecnológica para generar una racionalidad ambiental y un orden productivo sustentable. Esta noción sugeriría la existencia de al menos estas tres categorías para el análisis, desde la complejidad ambiental.

El autor además enuncia entre los principios para aprender a aprender la complejidad que *“La complejidad ambiental se construye y se aprende en un proceso dialógico, en el intercambio de saberes, en la hibridación de la ciencia, la tecnología y los saberes populares. Es el reconocimiento de la otredad y de los sentidos culturales diferenciados, no sólo como una ética, sino como una ontología del ser, plural y diverso”*.

De otro lado, la complejidad (pensamiento complejo) vista por Morin (1994) como una oposición a la hiper-simplificación generada por la ciencia para la generación del conocimiento, resulta adecuada para la interpretación de los fenómenos ambientales al constituirse en un abordaje que considera el tejido de eventos, acciones, interacciones, retroalimentaciones, determinaciones y azares que constituyen nuestro mundo fenoménico. Eschenhagen (2007) anota otros elementos de la conceptualización de

Morin sobre la complejidad de la siguiente manera: «tipo de relaciones lógicas instituidas entre diferentes categorías o conceptos clave y que gobiernan el discurso, el pensamiento y la teoría que le obedecen». En este sentido, la interpretación de un ecosistema y en particular de un componente de la RE como lo es el suelo superaría al estudio edafológico, incluyendo aspectos sociales, ecológicos, económicos e inclusive estocásticos que interactuarían en las distintas dimensiones de este cuerpo natural.

Retomando lo relativo al conocimiento en el marco epistemológico propuesto, en términos de Leff (2000), la complejidad ambiental implica la hibridación de conocimientos en la interdisciplinariedad y la transdisciplinariedad, así como el diálogo de saberes, la inserción de la subjetividad, los valores y los intereses en la toma de decisiones. Adicionalmente implica un encuentro entre lo racional y lo moral, entre la racionalidad formal y la racionalidad sustantiva. De otro lado, este autor además plantea los diferentes órdenes de lo real, a saber: físico, biológico, histórico y simbólico, que pueden ser la base para la formulación de las categorías de evaluación del suelo en el marco de la RE.

Desde un punto de vista pragmático, existen acercamientos a la comprensión y estudio de lo ambiental mediante atributos propios de la complejidad como lo puede ser la *Ciencia del Sistema Terrestre* (Earth System Science), que ve la tierra como una serie de esferas superpuestas que no ocurren de manera aislada incluyendo entre estas a la atmósfera, la hidrosfera, la geosfera, la biosfera y la pedosfera e implica el estudio de los procesos físicos, biológicos, químicos y sociales que definen las condiciones en el planeta (Bockheim y Gennadiyev, 2010). Lin (2014) por su parte considera que las interacciones y retroalimentaciones entre estas esferas son altamente complejas, no lineales, dinámicas y heterogéneas a través del tiempo y el espacio.

Acotando lo dicho hasta el momento, el análisis ambiental del abordaje al suelo en el marco de la RE de ecosistemas terrestres desde la complejidad ambiental, para efectos de este estudio, se refiere a sintetizar diversas tendencias de las ciencias actuales en un nivel superior de integración a la vez que se respetan la especificidad y los logros de cada una de ellas (López-Ramírez (1998) analizando a Morin).

Adicionalmente, no obstante todo lo expuesto hasta ahora, es importante hacer claridad en que la complejidad “*no aspira a una totalidad y no debe ser confundida con la*

*complicación. No es una panacea sino más bien representa un desafío al logocentrismo científico y es un gran incentivo para pensar lo no pensado.”* (Eschenhagen, 2007. Pg. 6).

En conclusión, mediante este trabajo de investigación se busca atender la premisa e invitación de Lin (2014), en el sentido de que la complejidad organizada de los suelos y los ecosistemas requiere un nuevo pensamiento científico y métodos innovadores para su entendimiento y manejo.

## 2.Revisión de literatura

Si se hace énfasis en el suelo, para que la colonización vegetal en un proyecto de RE de ecosistemas terrestres sea exitosa en primera instancia requiere que el suelo degradado se encuentre funcionando en términos de su estructura y ciclaje del carbono y del nitrógeno, entre otros aspectos (Ma et al., 2014), luego las respuestas de las comunidades vegetales pueden variar de forma diferencial en función de diversos factores incluidos los materiales parentales (Abella et al., 2015), mientras que en paralelo el éxito del proceso de la restauración requiere de la integración de los conocimientos tradicionales o locales con los científicos (McDonald et al., 2016, Keenleyside et al., 2012, Kimmerer, 2011, Reid et al., 2011, Ryder, 2003). Todo lo anterior denota cómo la RE es un proceso donde el suelo debería ser un eje articulador.

Sin embargo, a pesar de que en la literatura científica se abordan categorías de diversos órdenes con respecto al suelo, éstas representan *per se* pocos atributos ambientales a su conceptualización. El enfoque tiende a centrarse en temas técnicos, por lo tanto un análisis ambiental del suelo resulta completamente pertinente en el marco de la RE de ecosistemas terrestres.

Ahora bien, en los artículos sobre RE de ecosistemas terrestres que consideran al suelo como objeto de estudio, se evidencia un sesgo por aspectos técnicos y/o tecnológicos sin que exista un abordaje holístico sobre este.

Lo anterior se demostraría por el hecho de que entre las temáticas abordadas por diferentes investigadores sobre el componente suelo en el marco de la RE se encuentran el estudio de microorganismos (Hamonts et al., 2017; Li et al., 2017; Sun et al., 2017; Cavani et al., 2016; Hu et al., 2016; Fereidooni et al., 2013; Rietl & Jackson, 2012; Banning et al., 2011; Biederman et al., 2008; Giai & Boerner, 2007; McKinley et al.,

2005), diferentes características físico-químicas (Wang et al., 2016; Wonkka et al., 2016; Maiti & Maiti, 2015; Biao et al., 2015; Geurts et al., 2011), evaluación de las partículas del suelo (Zhang et al., 2016; Frouz et al., 2009; Zhang et al., 2009), contaminación (Toktar et al., 2016; Mohamed et al., 2015; Wa llunga et al., 2015; Mirza et al., 2011; Wong, 2003), fauna edáfica o sus efectos sobre el suelo (Waterhouse et al., 2014; Frouz et al., 2009; Snyder & Hendrix, 2008), cobertura o comunidades vegetales (Abella et al., 2015; Bu et al., 2015; Li et al., 2014), erosión / conservación de suelos (Saad et al., 2018; Li et al., 2016; Erktan et al., 2013; Li et al., 2010), tópicos relacionados con el agua del suelo (Deng et al., 2016; Li et al., 2014; Grimley et al., 2008; Ma et al., 2004), temas relativos a la materia orgánica o relaciones C/N (Wang et al., 2016a; Qi et al., 2014; Cabezas & Comín, 2010; Frouz et al., 2009; Marchante et al., 2009), banco de semillas (Tamura, 2016; Bossuyt & Hermy, 2003) y características bio químicas (Raiesi & Salek-Gilani, 2018; Cavani et al., 2016; Switzer et al., 2012), efectos de invasiones vegetales sobre el suelo (Nsikani et al., 2017), tratamientos físicos al suelo para favorecer la restauración (Bulot et al., 2017; Milligan et al., 2017; Wubs et al., 2016;) y, relaciones suelo-planta (Abella et al., 2015), entre otras.

Como resulta evidente, la mayoría de estos artículos, tiende a concentrarse en la evaluación de uno o a lo sumo un par de componentes relacionados con los suelos, siendo raros los reportes donde se traten más aspectos como por ejemplo la evaluación de la vegetación en relación con políticas de restauración y su efecto sobre la erosión al sur de China (Zhang et al., 2015); el favorecimiento de la RE en términos de la fertilidad del suelo, actividad microbiana y cobertura vegetal en terraplenes en Madrid, España (Rivera et al., 2014); o la evaluación del agua, pH, razón C/N, desarrollo de la capa superficial, descomposición del mantillo, determinación de nutrientes biodisponibles *in situ* y determinación de la comunidad vegetal en suelos bajo reclamación de antiguas unidades productivas de arenas bituminosas en Alberta (Rowland et al., 2009).

Aun así existen propuestas más detalladas para el acercamiento al suelo como la de Howell, Harrington & Glass (2012) quienes desde la ecología de la restauración, consideran 8 atributos de importancia para la RE, todos del orden técnico (textura, nivel de nutrimentos, materia orgánica, pH, residuos vegetales, compactación, drenaje y

erosión), no obstante estos autores enfatizan en temas como la importancia de trabajar con la gente en todas las etapas de los procesos de restauración.

Por su parte Tongway & Ludwig (2011) entre sus lineamientos para la restauración de paisajes disturbados, consideran tres índices para la condición superficial del suelo (índice de estabilidad, índice de infiltración e índice de ciclaje de nutrientes) que son definidos por once indicadores de monitoreo todos ellos de orden técnico como lo son protección contra salpicaduras de la lluvia, residuos vegetales, microorganismos, erosión del suelo, materiales depositados, rugosidad de la superficie, coherencia del suelo, entre otros. A pesar del sesgo técnico, debe reconocerse que estos autores entienden a los humanos como parte del ecosistema y del paisaje debido a nuestra influencia tanto directa como indirecta sobre su funcionamiento y salud.

En una línea similar, Bainbridge (2007) compila los factores que juegan un rol en la restauración de suelos en zonas secas y desérticas que se resumen en erosión, estructura, movimiento del agua en el suelo, textura, fertilidad, materia orgánica, organismos y costras del suelo. No obstante, el autor comprende la restauración de manera más amplia, lo que se evidencia por el hecho de que considera que comienza por un claro entendimiento de la historia ambiental, las condiciones actuales y el ambiente para la toma de decisiones, todos estos factores del orden socio-económico más no técnico, que deben integrarse a la comprensión de los suelos de los restauradores.

Sin embargo, y a pesar de lo anteriormente dicho Romanelli y colaboradores (2018) reportan que en realidad existe una falta relativa de información sobre “suelo” a partir del análisis bibliométrico (palabras clave) para evaluar la producción científica mundial sobre RE en el período comprendido entre 1997 y 2017.

En Colombia, autores como Barrera-Cataño & Valdés-López (2007) y Vargas (2007) han generado propuestas con pasos a ser seguidos en procesos de RE. Barrera y Valdés sugieren 8 que incluyen la definición del objetivo de restauración limitada por las características del área, los recursos disponibles y la comunidad presente; la zonificación del área a restaurar como herramienta de planeación; caracterización física, biótica y social del sistema disturbado y del sistema de referencia; definición de factores

tensionantes y limitantes que afecten el restablecimiento del sistema; definición de factores internos y externos potenciadores de la restauración; establecimiento de prácticas de restauración (técnicas y estrategias); sistema de evaluación y; seguimiento y participación comunitaria que debe ser transversal a todas las etapas del proceso de restauración y que de no ser considerada puede implicar el fracaso de los proyectos.

Por su parte, la propuesta de Vargas (2007) está compuesta por 13 “pasos en la restauración ecológica” que incluyen aspectos ecosistémicos como el establecimiento del ecosistema de referencia, el diagnóstico del ecosistema disturbado, sus niveles de organización y la consolidación del sistema; aspectos relativos al sitio de implementación como el potencial de regeneración, barreras a la restauración y la selección de sitios; aspectos biológicos como selección, propagación y manejo de especies para la restauración; aspectos relativos al disturbio como sus escalas y jerarquías; aspectos de planeación como monitoreo y diseño de estrategias (aspecto transversal) así como el aspecto transversal de participación comunitaria.

Como puede notarse en las propuestas de Barrera-Cataño & Valdés-López (2007) y Vargas (2007), el suelo a pesar de ser inherente a los análisis y conceptualizaciones no ha sido suficientemente visibilizado como un tópico fundamental de los proyectos de RE de ecosistemas terrestres en Colombia, al no poseer un capítulo independiente pero interconectado que considere su complejidad siendo éste el componente de mayor importancia en un ecosistema terrestre.

Con respecto al desarrollo histórico de la restauración en el país, no se había determinado si existen proyectos donde se haya considerado un enfoque en el análisis integral-holístico del suelo como componente *sine qua non* de la restauración de ecosistemas terrestres.

De otro lado, Barrera-Cataño & Valdés-López (2007) denotan la complejidad del abordaje de la RE inherente a los vacíos de conocimientos sobre las poblaciones, comunidades, ecosistemas y paisajes naturales, a lo que faltaría añadir sobre los suelos en el marco de estos intrincados procesos. Estos autores además plantean lineamientos de alcance



ambiental de la restauración al considerar también como fuerzas responsables de la alteración y transformación de los ecosistemas a lo social, lo político y lo económico.

Ya entrando a las posibles categorías de abordaje del suelo desde la RE, Castro-Romero, Valdés-López & Barrera-Cataño (2014), encontraron al estudiar las prioridades de RE del suelo y sus servicios ecosistémicos en Suesca (Cundinamarca), que las mayores prioridades son más dependientes de las condiciones de deterioro del suelo que del valor económico del mismo, siendo este segundo atributo respuesta a una expectativa de mercado que en realidad no considera el estado real de conservación y los servicios ecosistémicos que brinda el componente edáfico.

El estudio mencionado es un acercamiento interesante a valoraciones del suelo por parte de la RE que pueden abarcar más atributos; no obstante es susceptible de ser ampliado a otras categorías para generar un enfoque ambiental del recurso.

Otros aportes a la conceptualización ambiental del suelo en Colombia, son hechos desde disciplinas diferentes a la RE, como la de Chamorro (2000) que consiste en su análisis en cinco dimensiones. Las tres primeras hacen referencia al largo, ancho y profundidad del perfil, la cuarta dimensión es la espacio-temporal (de formación) y la quinta es la económico-social que analiza el papel del hombre o la sociedad sobre los procesos relacionados con el suelo.

Las tres primeras dimensiones podrían agruparse en una dimensión físico-química y biológica, que sumada a las dos dimensiones restantes sugieren posibles categorías para el análisis ambiental del suelo.

De su parte, León (2015) analiza en perspectiva ambiental al suelo, considerando que en las interrelaciones suelo-sociedad se dirime la importancia ambiental de este bien de la naturaleza. Para aclarar su postulado analiza los significados del suelo desde diferentes puntos de vista que pueden considerarse en sí mismos como categorías de análisis.

Para León (2015), los significados precitados del suelo son: el suelo como ecosistema en sí mismo, que hace referencia a las interacciones físicas, químicas y biológicas del suelo para garantizar sus servicios ecosistémicos y su fertilidad; el suelo como base de los

ecosistemas terrestres, que hace referencia a las adaptaciones en la biota que implican las características diferenciales de los suelos según sus condiciones de génesis y materiales de origen; el suelo como recurso, que hace referencia a su valor como sustento de agro-ecosistemas; el suelo como factor de producción, hace referencia al valor e importancia del suelo como factor de producción agrícola; suelo y calidad de vida, hace referencia al uso de agrotóxicos para la producción agrícola y sus implicaciones sobre la salud humana y ambiental, y; el suelo como indicador de la sostenibilidad, que se refiere a procesos de degradación del suelo.

Dado lo anteriormente dicho, puede establecerse que el suelo es un componente de importancia superlativa para el desarrollo de la RE, que no obstante a la fecha no ha sido suficientemente visibilizado. Ahora, dada la complejidad inherente a la restauración, esta debe ser analizada de manera holística sin restarle su carácter pragmático o sin llegar a caer en el holismo propiamente dicho, desconociendo por completo la importancia de las disciplinas para la comprensión del fenómeno. En este orden de ideas su abordaje general y el de sus componentes debe tener un enfoque ambiental que a la vez proponga herramientas prácticas.

### 3. Métodos

El abordaje investigativo de fenómenos ambientales enmarcados epistemológicamente por la complejidad ambiental como lo es este, requiere del uso de metodologías que permitan profundizar en el estudio y entendimiento de los componentes y las interacciones preexistentes y emergentes en los sistemas estudiados y, entre estos y otros sistemas.

En este orden de ideas, no es posible pretender que existe una “metodología estandarizada” para el abordaje del análisis ambiental del suelo en proyectos de RE de ecosistemas terrestres, como lo expresa Hortúa-Romero (2014) en el sentido de que debe procurarse *“la superación de las limitaciones de los métodos científicos tradicionales característicos de la cultura occidental, los cuales se enfocan en procedimientos rígidos y disciplinares aplicados tanto para las ciencias naturales como las sociales.”*

Lo anteriormente expuesto se demuestra por el hecho de que no pudo evidenciarse la existencia de metodologías que permitieran hacer el análisis requerido por esta investigación (ver 4.2.9), por lo tanto los procedimientos aquí sugeridos hacen parte de una propuesta metodológica para trabajos de investigación similares a este.

Considerando lo anterior, se ha identificado que la Teoría Fundamentada cuenta con procedimientos que, sumados a otros métodos analíticos, permitirían un abordaje complejo del objeto de estudio. Tal metodología fue propuesta inicialmente por Glaser y Strauss (1967) en su libro *Discovering Grounded Theory*, siendo retomada y ajustada con el pasar de los años (Corbin y Strauss, 1990; Strauss y Corbin, 1994; Strauss y Corbin, 2002).

En la teoría fundamentada no se parte de ideas o categorías preconcebidas sino que se permite que la teoría emerja a partir de los datos contando por supuesto con una(s) pregunta(s) de investigación (Strauss y Corbin, 2002). En otras palabras, *“nos permite construir teorías, conceptos, hipótesis y proposiciones partiendo directamente de los datos y no de los supuestos a priori, de otras investigaciones o de marcos teóricos existentes.”* (Giménez, 2007. p.2.).

A pesar de que en principio este acercamiento metodológico fue pensado para análisis cualitativos en estudios sociales, es adaptable a diversos fenómenos, porque es una *“metodología general para el desarrollo de la teoría que se basa en los datos sistemáticamente recogidos y analizados. La teoría evoluciona durante la investigación real, y lo hace a través de la interacción continua entre el análisis y la recopilación de datos.”* (Strauss y Corbin, 1994. p. 273).

Con respecto a la adaptabilidad de la metodología, Corbin y Strauss (1990) instan a los investigadores a desarrollar sus propios procedimientos y criterios de evaluación y aclaran que en las investigaciones cualitativas quienes utilizan la metodología de la teoría fundamentada, así mismo pueden utilizar técnicas cuantitativas de análisis (Strauss y Corbin, 1994; Strauss y Corbin, 2002) complementando los métodos propuestos.

Generalmente la teoría desarrollada (en caso de llegarse a ella) es sustantiva, es decir que se obtiene a partir del estudio de un contexto específico y por lo tanto su aplicación se centrará principalmente en ese contexto o en entornos similares (Vivar et al., 2010). No obstante, la construcción de teoría no es el objetivo unívoco de una investigación, por lo tanto la descripción de alto nivel de un fenómeno, que implique ordenamiento conceptual también tiene valor en términos de la generación de conocimiento y puede contribuir de forma significativa a una disciplina (Strauss y Corbin, 2002). Tal es el caso del presente estudio.

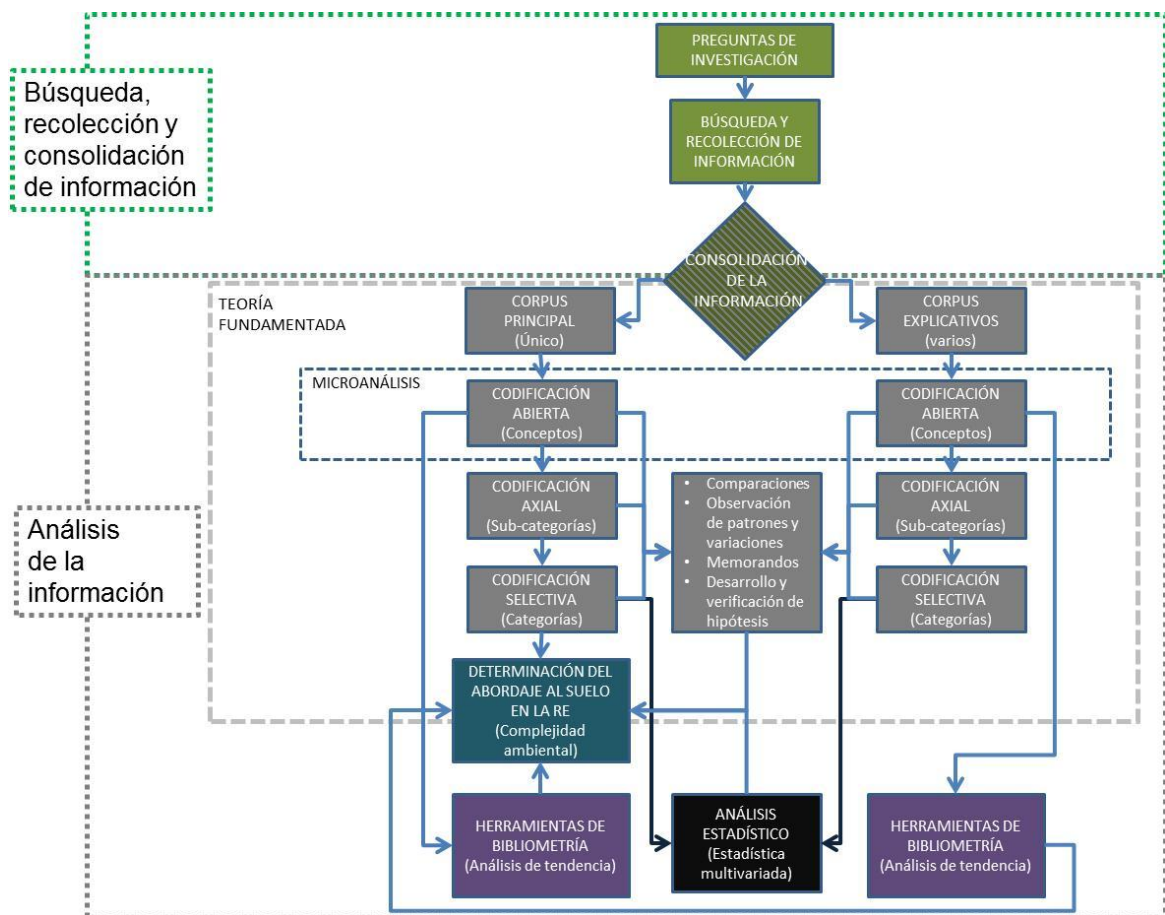
Con respecto a la ventana temporal de análisis para la investigación, ésta corresponde a los años 2003 a 2016. Como criterio para seleccionar este rango, se tomó el hecho de que la información disponible sobre contratación pública en el país, solamente existe a partir de 2003, siendo 13 años un rango suficiente y adecuado para el análisis.

### 3.1 Procedimientos

Desde el punto de vista metodológico, la propuesta contenida en este documento tiene dos momentos, el primero referente a la “búsqueda, recolección y consolidación de la información” que parte ineludiblemente de las preguntas de investigación, y un segundo que corresponde al “análisis de la información” propiamente dicho utilizando procedimientos tanto cualitativos como cuantitativos.

La descripción detallada de cada momento puede consultarse en los numerales subsecuentes, no obstante para facilitar la comprensión del lector, en la **Figura 3-1** se pueden ver los pasos implementados para el desarrollo de la investigación.

**Figura 3-1:** Representación esquemática de los pasos y procedimientos utilizados para el desarrollo de la investigación.



### 3.1.1 Búsqueda, recolección y consolidación de información

El desarrollo de esta investigación ha implicado la consolidación de varios *corpus*, entendidos cada uno de ellos como el “conjunto lo más extenso y ordenado posible de datos o textos científicos, literarios, etc., que pueden servir de base a una investigación”<sup>2</sup>, siendo el central el referido a los informes finales de los proyectos de restauración de ecosistemas terrestres, de cuyo análisis se deriva en principio la respuesta a la pregunta ¿Cuáles han sido las categorías de abordaje al suelo utilizadas para los proyectos de restauración ecológica de ecosistemas terrestres en Colombia?

En segundo lugar, fueron constituidos *corpus* documentales que en conjunto con el anterior, permiten responder a las preguntas ¿Cuáles son las razones que explican las categorías de abordaje al suelo utilizadas en los proyectos de restauración ecológica de ecosistemas terrestres en Colombia? y, desde el pensamiento ambiental ¿Cuáles son las implicaciones generales que el abordaje al suelo de los proyectos de restauración ecológica de ecosistemas terrestres en Colombia, tienen sobre la restauración?

Este (segundo) gran grupo de documentos corresponde a: artículos científicos<sup>3</sup>; legislación, normatividad y política colombianas relacionadas con suelos y/o RE; guías, manuales y protocolos de RE colombianos; publicaciones técnicas de la SER; publicaciones sobre lineamientos de política de la SER; términos de referencia de contratación pública para la RE; y tesis realizadas en el país sobre restauración de ecosistemas terrestres.

Para esta investigación se ha asumido la RE como la práctica de la restauración (Clewell y Aronson, 2013) vista desde los informes de implementación de proyectos en campo. Ahora bien, a nivel estratégico central gubernamental en Colombia, el indicador para estos procesos es el de “áreas en proceso de restauración” (en hectáreas) que *“Mide la superficie intervenida durante la fase de ejecución de los proyectos de restauración de*

---

<sup>2</sup> Definición aprobada por la Real Academia Española de la Lengua ([www.rae.es](http://www.rae.es)). Consultado el 24 de julio de 2018.

<sup>3</sup> Hace referencia a artículos recuperables en la base de datos internacional de producción científica Web of Science (WoS)

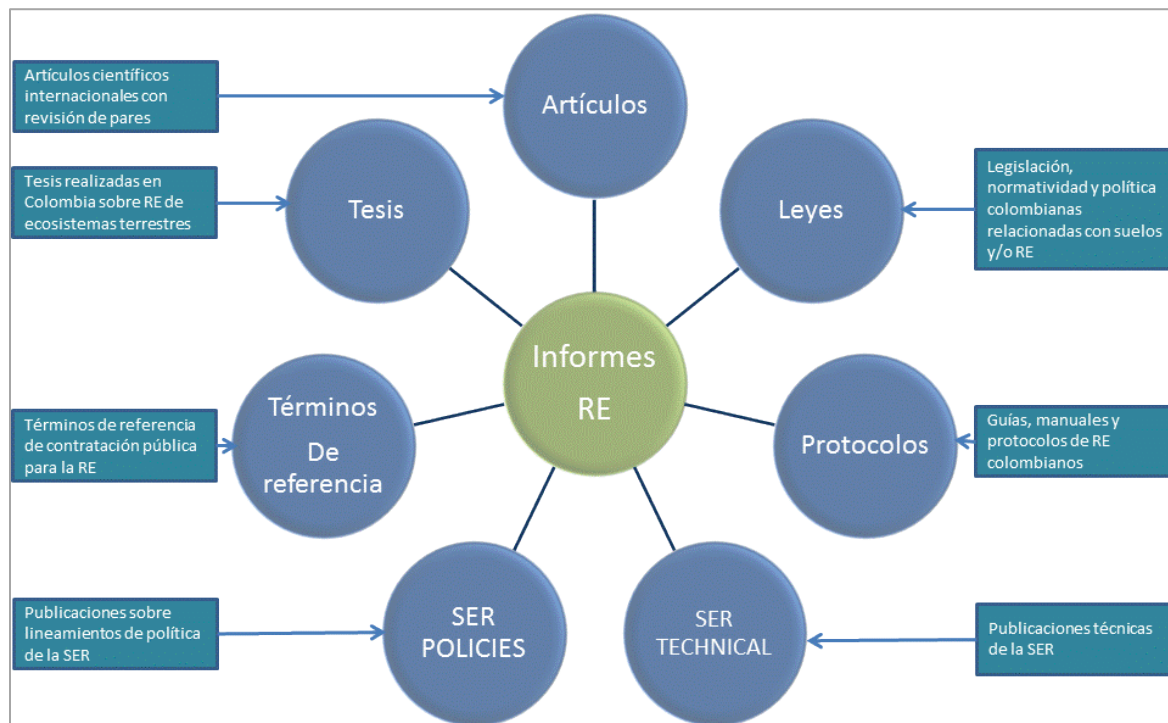
*ecosistemas definidas en el Plan Nacional de Restauración del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible*” (sic.) (DNP, 2018). Esta consideración es importante ya que como lo establecieron Murcia y Guariguata (2014), en el país el Gobierno ha sido el gran impulsor de los proyectos desde la generación de los lineamientos de política hasta la gestión, financiación y ejecución, lo que implica que los acercamientos y búsquedas de información de los ejecutores de la restauración en la mayoría de los casos se enfocará a temas relativos al enfoque pragmático haciendo uso marginal e inclusive ignorando otros temas relevantes para la RE derivados de la ecología, edafología y demás ciencias, tanto para el abordaje al suelo como para el del proyecto *per se*.

De conformidad con lo anterior, cada uno de los *corpus* fue seleccionado debido a que están constituidos por documentos de consulta obligada para los restauradores<sup>4</sup> al plantear derroteros de cómo debe hacerse la restauración, cómo ha sido hecha a nivel local y mundial, qué es legal y políticamente adecuado y, qué está contemplado en los presupuestos del estado para los proyectos de RE, es decir, estos documentos se constituyen en los referentes (pragmáticos) que puedan ser tenidos en cuenta por los restauradores para la implementación de sus procesos de RE y posteriormente para la redacción de los respectivos informes.

---

<sup>4</sup> Para el caso de la investigación “restaurador” hace referencia a la persona o grupo de ellas que implementa en campo proyectos de RE, es decir a los ejecutores propiamente dichos. No incluye a ecólogos de la restauración o a investigadores.

**Figura 3-2:** *Corpus* y sus tipos de información consolidados y analizados en el marco de la investigación.



Para cada *corpus* (**Figura 3-2**), el conjunto de los documentos seleccionados fue conformado por registros ordenados y clasificados con códigos alfanuméricos que los identifican. Dada la heterogeneidad de documentos recopilados la forma de consolidación de cada grupo tuvo particularidades que se describen a continuación.

- *Corpus Informes:*

A partir de búsquedas en internet del criterio “restauración ecológica” + Colombia, utilizando el motor Google; de la colaboración con la Dra. Carolina Murcia y de la colaboración de distintas personas vinculadas con autoridades ambientales y otras entidades relacionadas con RE, pudo consolidarse un *corpus* con 125 documentos (informes de proyecto) correspondientes a 118 proyectos de RE de ecosistemas terrestres en el país ejecutados entre 2003 y 2016 (ver Anexo C).



- *Corpus Artículos:*

Para la recuperación de los artículos científicos relacionados con “restauración ecológica de ecosistemas terrestres” fue consultada la base de datos internacional de producción científica Web of Science (WoS) de la empresa de información Thomson Reuters disponible dentro de los recursos electrónicos del Sistema Nacional de Bibliotecas de la Universidad Nacional de Colombia. La búsqueda se limitó a documentos escritos en inglés. Para identificar las publicaciones relevantes fueron usados los siguientes términos de búsqueda:

*Título: ("ecological restoration") OR Título: ("ecosystem restoration") NOT Título: (aquatic) NOT Título: (marine) NOT Título: (wetland\*) NOT Título: (everglades) NOT Título: (American Crocodile) NOT Título: (Dam removal) NOT Título: (estuary) NOT Título: (stream) NOT Título: (Lake Erie) NOT Título: (lake\*) NOT Título: (marsh\*) NOT Título: (mangroove\*) NOT Título: (freshwater\*) NOT Título: (reef\*) NOT Título: (lotic) NOT Título: (lentic)*

*Refinado por: Tipos de documento: ( ARTICLE OR BOOK REVIEW OR LETTER OR NEWS ITEM OR EDITORIAL MATERIAL OR PROCEEDINGS PAPER OR CORRECTION OR BOOK CHAPTER OR REVIEW OR MEETING ABSTRACT )*

*Período de tiempo: 2003-2016. Índices: SCI-EXPANDED, SSCI, A&HCI, ESCI.*

La estrategia de búsqueda descrita arrojó como resultado 623 entradas que cumplieron con los criterios definidos, estos correspondieron a: 509 artículos, 3 noticias, 41 materiales editoriales, 4 correcciones, 32 revisiones, 25 reseñas bibliográficas y 12 documentos de procedimientos, 2 capítulos de libros, 5 resúmenes de reuniones y 4 cartas. No fueron realizadas distinciones entre ellos.

Para refinar la búsqueda y circunscribirla a artículos relacionados con RE de ecosistemas terrestres que incluyeran dentro de sus temas de estudio el suelo fueron usados los siguientes criterios de búsqueda que se encontrarían en su título, resumen y/o palabras clave:

*Tema: (soil) AND Título: ("ecological restoration") OR Título: ("ecosystem restoration") NOT Título: (aquatic) NOT Título: (marine) NOT Título: (wetland\*) NOT Título: (everglades) NOT Título: (American Crocodile) NOT Título: (Dam removal) NOT Título: (estuary) NOT Título: (stream\*) NOT Título: (Lake Erie) NOT Título: (lake\*) NOT Título: (marsh\*) NOT Título: (mangroove\*) NOT Título: (freshwater\*) NOT Título: (reef\*) NOT Tema: (lotic) NOT Tema: (lentic)*

*Refinado por: Tipos de documento: ( ARTICLE OR BOOK REVIEW OR CORRECTION OR MEETING ABSTRACT OR REVIEW OR BOOK CHAPTER OR LETTER OR PROCEEDINGS PAPER OR EDITORIAL MATERIAL )*

*Período de tiempo: 2003-2016. Índices: SCI-EXPANDED, SSCI, A&HCI, ESCI.*

La estrategia de búsqueda descrita arrojó como resultado 238 entradas que cumplieron con los criterios definidos, estos correspondieron a: 205 artículos, 11 materiales editoriales, 1 corrección, 15 revisiones, 4 reseñas bibliográficas, 1 documento de procedimientos, 1 capítulo de libro, 1 resumen de reunión y 1 carta.

Para realizar análisis detallado de los documentos se procuró conseguir el texto completo de cada uno de los 205 artículos nombrados anteriormente. Dado que no todos los resultados de búsqueda de la WoS cuentan con esta información, los faltantes fueron recuperados de la base de datos bibliográfica Scopus o en su defecto de la base de datos Google Académico, alcanzando un total de 175 documentos que fueron debidamente codificados y almacenados.

- *Corpus Leyes:*

Teniendo en consideración el objeto de estudio de la investigación, se realizó la búsqueda de legislación, normatividad y política colombianas incluidas en documentos como leyes, decretos, acuerdos, circulares, políticas, documentos del Consejo Nacional de Política Económica y Social (CONPES), planes o resoluciones vigentes en el rango de tiempo establecido (2003-2016) cuyo criterio de selección fue su posible relación con RE y/o suelos en el país; para ello fue utilizando el buscador WEB Google. Lo anterior permitió la consolidación de un *corpus* con 54 documentos.

- *Corpus Protocolos:*

Este *corpus* hace referencia a guías, manuales y protocolos de RE de ecosistemas terrestres publicados en Colombia entre 2003 y 2016.

Para la consolidación de este conjunto fueron identificados y clasificados 16 documentos que entre sus criterios de selección tuvieron el ser de producción nacional, ser publicados entre las fechas antes mencionadas y, corresponder a ecosistemas terrestres. Estos escritos fueron descargados del buscador Google y/o de la red científica Research gate ([www.researchgate.net](http://www.researchgate.net)).

- *Corpus SER Technical:*

Este *corpus* corresponde a documentos técnicos de la SER publicados entre 2003 y 2016. En la sección “The Science and Practice of Ecological Restoration Book Series” de la página web de esta organización ([www.ser.org](http://www.ser.org)), fueron identificados los libros que han sido publicados. Una vez conocidos los títulos, se pudo tener acceso a los contenidos completos de algunos de ellos utilizando los recursos electrónicos del Sistema Nacional de Bibliotecas de la Universidad Nacional de Colombia (plataforma SpringerLink). El total de documentos recuperados ascendió a 8 en idioma inglés.

- *Corpus SER políticas:*

Este *corpus* está constituido por publicaciones sobre lineamientos de política de la SER emitidas entre 2003 y 2016.

Para consolidar este grupo se consultó la sección Publicaciones “SER Reports and Publications” en la página WEB [www.ser.org](http://www.ser.org), donde pueden descargarse varios documentos. En este conjunto fue incluido el “The SER International Primer on Ecological Restoration”, para llegar a un total de 8 títulos.

- *Corpus Términos:*

Este *corpus* hace alusión a términos de referencia y otros documentos pre-contractuales para la contratación pública de procesos de RE de ecosistemas terrestres para los años 2003 a 2016.

Para la consolidación del conjunto fue realizada la búsqueda de información en el portal [www.colombiacompra.gov.co](http://www.colombiacompra.gov.co), sección Consultas de Procesos de Contratación del Sistema Electrónico de Contratación Pública (SECOP I) de la República de Colombia, que contiene el histórico de licitaciones del estado desde 2003.

Como criterios de búsqueda fueron utilizados los filtros disponibles en la página WEB antes nombrada así: Producto o servicio que correspondió a “*F-Servicios Medioambientales*” y fecha desde 01/01/2003 hasta 31/12/2016.

La actividad anterior arrojó un resultado cercano a 54.722 registros<sup>5</sup> entre los que se refinó la búsqueda de forma manual utilizando como criterio la palabra “restauración”. Para los resultados coincidentes se seleccionaron los procesos licitatorios relativos a ecosistemas terrestres y que no correspondieron a contratos de prestación de servicios de personas naturales.

Para cada proceso licitatorio pre-seleccionado fue hecha la respectiva validación de ingreso y una vez dentro de la página web correspondiente, en caso de encontrarse disponibles, se descargaron documentos como estudios previos, anexos técnicos, pliego de condiciones definitivo, justificación y/o contrato.

Mediante esta estrategia de búsqueda y selección se obtuvieron 822 documentos correspondientes a 570 procesos contractuales.

---

<sup>5</sup> Valor aproximado debido a que a pesar de tratarse de información histórica, este número cambia entre los diferentes días en que se consulte la página.

- *Corpus Tesis:*

Este *corpus* corresponde a tesis y trabajos de grado desarrolladas en el país sobre restauración de ecosistemas terrestres entre 2003 y 2016. Para su consolidación, inicialmente fue realizada una búsqueda con el motor Google utilizando los criterios: "restauración ecológica en Colombia", "ecología de la restauración en Colombia", "restoration ecology in Colombia" y "ecological restoration in Colombia".

Adicionalmente fueron consultados repositorios institucionales de distintas universidades a nivel nacional, donde la palabra usada como criterio de pre-selección fue "restauración", pasando a un proceso manual de selección de documentos referentes a ecosistemas terrestres. Al igual que para los *corpus* restantes el periodo de análisis fue 2003-2016. El resultado de esta búsqueda mixta permitió identificar y recopilar 64 documentos que cumplieron con los criterios establecidos para la investigación.

### 3.1.2 Análisis de la información

Para el análisis de los diferentes *corpus*, siguiendo procedimientos de la teoría fundamentada (Strauss y Corbin, 2002) fue realizado el microanálisis<sup>6</sup> de cada documento utilizando el software Atlas.ti Versión 7. Con ayuda de esta herramienta se hizo la codificación abierta, es decir la conceptualización de los datos crudos, entendida como el proceso analítico por medio del cual se identifican los conceptos y se descubren en los datos sus propiedades y dimensiones (Strauss y Corbin, 2002) a partir de la asignación de etiquetas.

Dado que los requerimientos de la presente investigación superaron las herramientas de análisis propias del software referido, fue necesario crear una unidad hermenéutica (archivo o proyecto) para cada *corpus* de manera independiente.

---

<sup>6</sup> Microanálisis: análisis detallado, línea por línea, necesario al comienzo de un estudio para generar categorías iniciales (con sus propiedades y dimensiones) y para sugerir las relaciones entre ellas (Strauss y Corbin, 2002 p. 63)

El microanálisis se dio sobre la palabra “suelo” (o soil según correspondiera) para la que en cada aparición en su contexto, fue determinado con qué concepto o conceptos se relacionaba y, consecuentemente se asignaban uno o más códigos abiertos. Así mismo, cuando se identificaba que un texto determinado aún en ausencia de la palabra suelo estaba haciendo alusión a cualquier concepto o idea relacionado con éste, se procedía a la codificación para cada referencia según se ha dicho anteriormente.

Debe anotarse que no fueron usados códigos preestablecidos, sino que estos se fueron generando a partir de los hallazgos durante el análisis de los datos, lo que corresponde a la premisa de no preconcepción de la teoría fundamentada.

Para el caso de los *corpus Tesis y Artículos*, con el ánimo de evitar la sobreestimación de códigos y consecuentemente de categorías, el microanálisis se realizó sobre los resúmenes y capítulos metodológicos de cada documento.

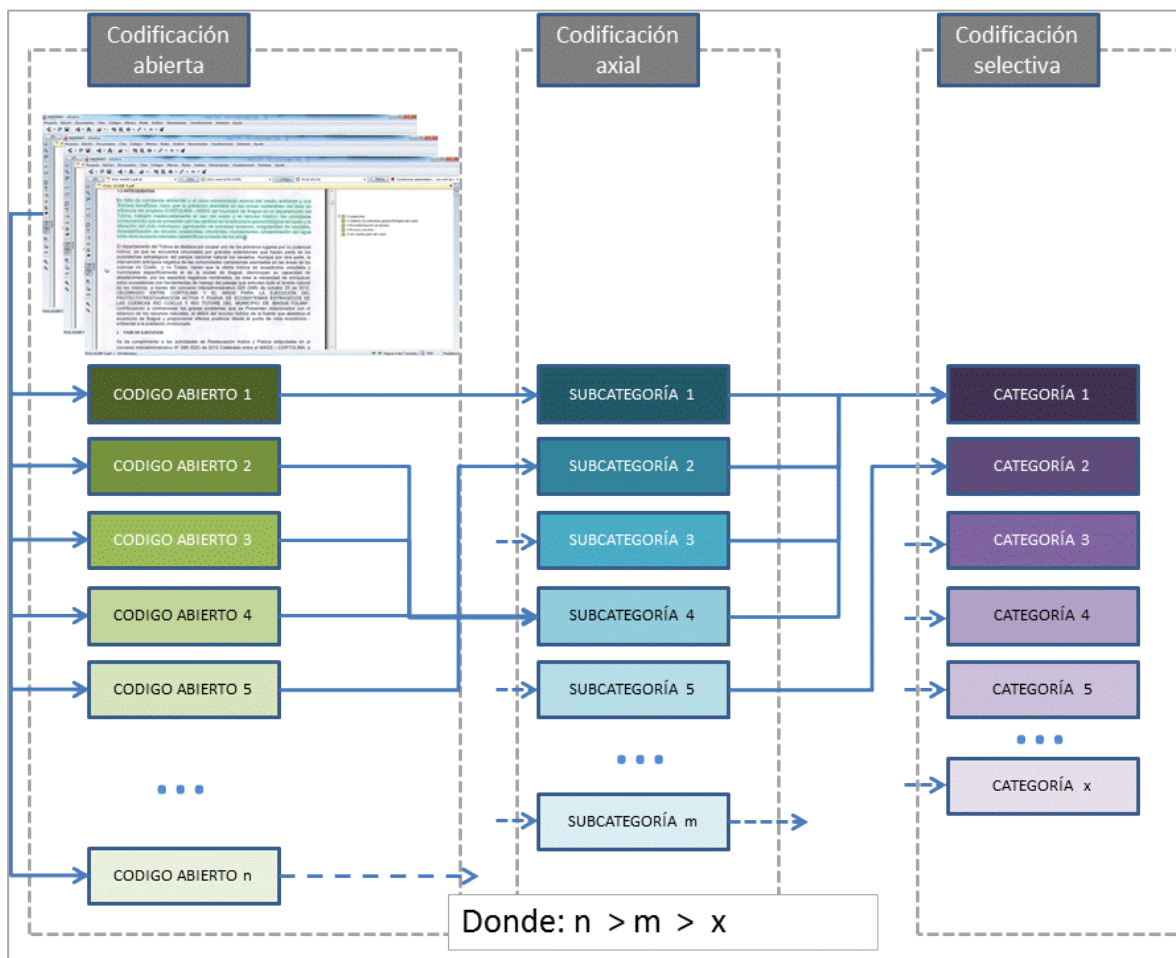
La consolidación de sub-categorías con base en los procedimientos de la teoría fundamentada, correspondió a un ejercicio de abstracción que implica el agrupamiento de códigos abiertos que cuentan con similitud entre sí y hacen referencia a un mismo aspecto del suelo. Por su parte el agrupamiento de las sub-categorías en categorías es un ejercicio de mayor abstracción-conceptualización, mediante el cual se definen las categorías macro desde las que ha sido abordado el suelo según los datos obtenidos del análisis de los diferentes *corpus*.

Esta construcción sistemática de categorías y su vinculación con las sub-categorías (codificación axial) fue desarrollada con la ayuda del software Microsoft Excel, a partir de reportes exportables del software Atlas.ti que contienen el conteo (frecuencia) de los códigos abiertos por año para cada *corpus*.

A pesar de que la conformación de las categorías es una codificación de tercer nivel, no se ha asumido para el caso de esta investigación que corresponda con una codificación selectiva en los términos de Strauss y Corbin (2002), debido a que no se toma una categoría central de mayor relevancia sobre la que giren o se desarrollen las demás.

Una representación esquemática de la lógica del ejercicio de codificación realizado, puede consultarse en la **Figura 3-3** donde se muestra que a partir de la revisión de los documentos se identifican códigos abiertos que luego son agrupados en subcategorías y estas en categorías, disminuyendo el número de elementos a medida que aumenta la agrupación.

**Figura 3-3:** Representación esquemática de la lógica de codificación usada para la investigación.



Para todos los *corpus* se realizaron análisis idénticos de modo que se pudiese tener información comparable que permitiera llegar a conclusiones viables. Lo anterior implica que para todos los grupos de documentos se realizó la codificación abierta, la determinación de la fundamentación de los códigos, la formulación de sub-categorías y finalmente de categorías. Luego con esta información se procedió a hacer análisis

estadísticos que permitieran identificar qué corpus a lo largo del tiempo podrían explicar mejor al central (*Informes*), no obstante este tipo de métodos son adicionales y complementarios a los planteamientos de la teoría fundamentada (Strauss y Corbin, 1994; Strauss y Corbin, 2002).

La determinación de la condición de abordaje ambiental o no para el suelo se realizó al comparar los resultados y observaciones obtenidos, con atributos de la complejidad ambiental identificados en las propuestas de diferentes autores (Lin (2014), Bockheim & Gennadiyev (2010), García (2006), Wu & David (2002), Funtowicz & De Marchi (2000), Leff (2000), López-Ramírez (1998) Morín (1994)), los cuales fueron incluidos junto con sus criterios de evaluación y sustentos teóricos en la herramienta propuesta en este documento (ver **Tabla 4-12** en el numeral 4.2.9).

De otra parte, con los datos de frecuencia de los códigos abiertos registrados para cada *corpus*, se realizó un ejercicio que guarda similitud con los análisis de palabras clave (*hot topics* o *hot issues*) hechos por varios autores en análisis bibliométricos sobre diferentes temáticas de suelos (Zhuang et al., 2015, Wang et al., 2015, Barbero-Sierra et al., 2015, Guo et al., 2014).

Este análisis permite establecer tendencias o patrones en cuanto a los principales temas abordados por los autores en relación con el suelo en el marco de la RE y, aunque no obstante se asemeja a los análisis de *hot topics* o *hot issues*, se supera su alcance ya que no solo se obtienen y analizan los términos contenidos en los títulos, resúmenes y palabras clave, sino que el microanálisis se hace sobre mayor cantidad de texto, lo que hace emerger con posterioridad categorías que no se evidenciarían sin una lectura más crítica que la de palabras clave.

Debido a las diferentes tipologías de documentos entre los *corpus* y consecuentemente al modo de uso que se suele hacer de los mismos en términos de su vigencia, fueron establecidos dos modos de consolidación para el análisis: por un lado se encuentran los documentos con vigencia estrictamente anual como lo son los términos de referencia y licitaciones y los informes de proyecto; por el otro los documentos cuya validez persiste en el tiempo (salvo casos de cambio de versión o derogación) y por lo tanto para cada



año se analiza el acumulado. Este segundo tipo fue constituido por artículos, protocolos, leyes y demás documentos de política, las tesis y los documentos científicos y de política de la SER.

Entre los demás cánones y procedimientos propios de la teoría fundamentada, utilizados durante el análisis y procesamiento de la información en esta investigación se encuentran el uso constante de comparaciones, observación de patrones y variaciones, desarrollo de memorandos y, desarrollo y verificación de hipótesis.

Por otro lado, para determinar el relacionamiento en términos estadísticos, año por año, de los diferentes *corpus* con el central *Informes*, utilizando el software R 3.4.3 el servicio de consultoría a estudiantes del Departamento de Estadística de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá, realizó un análisis de componentes principales (estadística multivariada) donde debido a la asimetría entre los diferentes *corpus* y categorías fueron usadas las series de datos correspondientes a las frecuencias relativas o proporciones. La independencia de las series resultantes fue determinada mediante el test de Portmanteau. Para cada año, la similitud de los diferentes *corpus* con el *corpus Informes* fue determinada de forma indirecta por medio de la correlación de Pearson.

### 3.1.3 Cubrimiento territorial

Mediante el presente estudio se realizó el análisis ambiental del suelo en proyectos de RE de ecosistemas terrestres en Colombia. Dentro de los *corpus* abordados, aquellos que podrían dar alcance a esta pretensión de cubrimiento territorial son los que dan cuenta de los proyectos o procesos de restauración *per se*. En este orden de ideas (los *corpus*) *Informes* y *Términos* serían los que justificarían esta condición, mientras que *Tesis* lo haría de manera indirecta ya que esta tipología de documento no aborda necesariamente proyectos propiamente dichos, sino investigaciones relacionadas con la restauración.

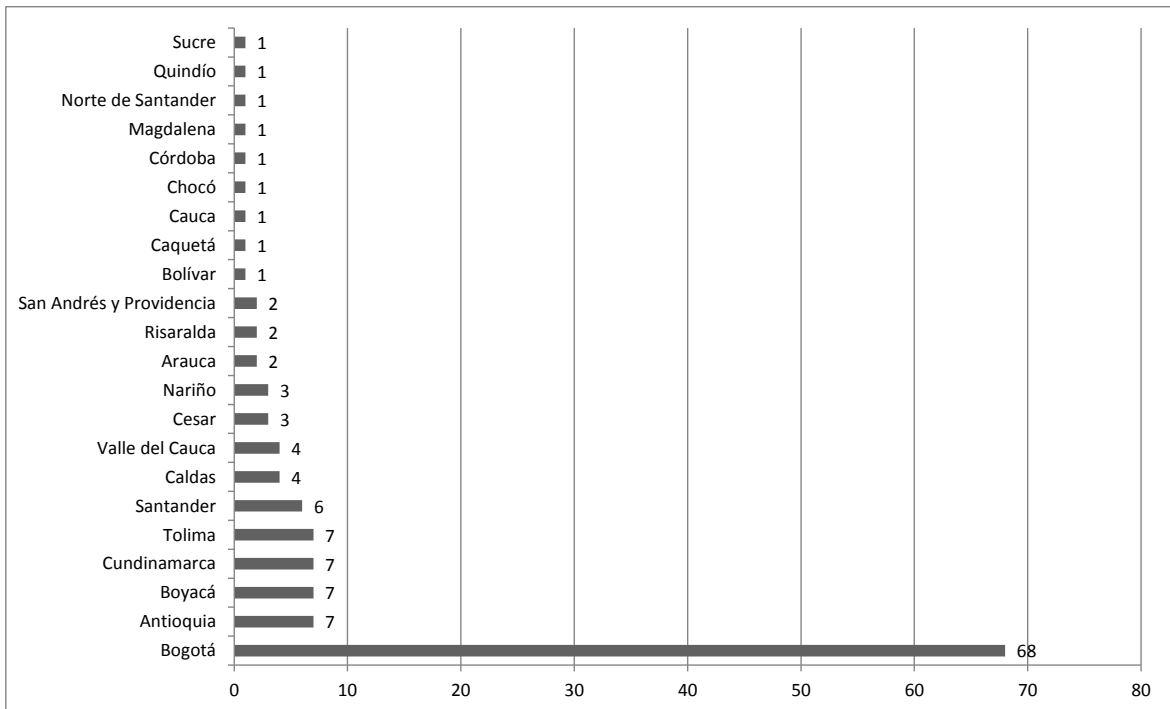
Para poder lograr este cubrimiento nacional se realizaron búsquedas y gestión de información en distintas entidades. Sin embargo la respuesta en realidad no resultó ser la esperada, situación coincidente a pesar de las diferencias metodológicas, alcances y de objetivos con la reportada por Murcia y Guariguata (2014) en su ejercicio de

caracterización de la RE en Colombia. No obstante lo anterior, fueron identificados y consolidados documentos técnicos de proyectos a lo largo y ancho del país, que se constituyen en el *corpus* central (*Informes*) de la presente investigación.

Como puede apreciarse en la **Figura 3-4**, varios departamentos así como el Distrito Capital se encuentran representados dentro de los informes que pudieron ser compilados y analizados. Bogotá es el lugar para el que mayor cantidad de información pudo ser obtenida representando 68 de los 125 documentos que conforman el *corpus Informes*. Es importante anotar que esta situación no implica necesariamente un mayor desarrollo de proyectos en la circunspección del distrito en comparación con el resto del país, sino que la información es accesible, para el caso de algunas entidades, con mayor facilidad.

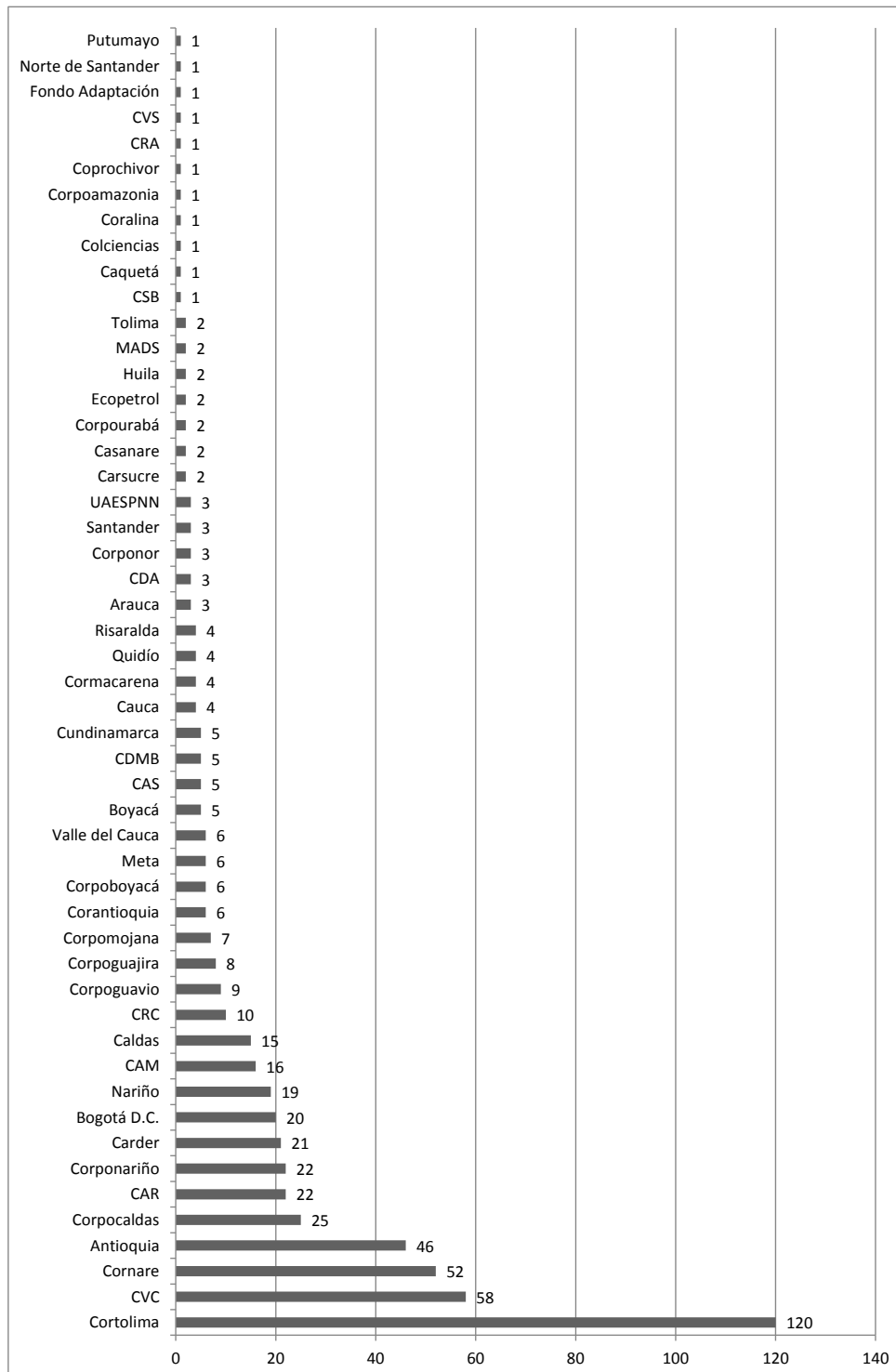
Entre los departamentos representados se encuentran Tolima, Cundinamarca, Boyacá y Antioquia para los que pudieron recopilarse 7 informes para cada uno, mientras que para Santander pudieron ser obtenidos 6. Caldas y Valle del Cauca son representados cada uno por 4 documentos. Para los departamentos restantes se pudieron conseguir entre uno y tres (**Figura 3-4**).

**Figura 3-4:** Proyectos de restauración ecológica de ecosistemas terrestres en Colombia 2003-2016 (*corpus Informes*)



Ahora bien, con respecto al *corpus Términos*, este fue constituido por 822 documentos representativos (570 procesos) de diversos lugares en el país. En la mayoría de los casos los proyectos a contratar eran de cubrimiento territorial inferior a la escala de municipio, pero fueron agrupados por departamento o corporación autónoma con el ánimo de identificar el cubrimiento nacional.

**Figura 3-5:** Procesos licitatorios para restauración ecológica de ecosistemas terrestres en Colombia 2003-2016 (*corpus Términos*).



Como resulta evidente (**Figura 3-5**), Cortolima fue la corporación para la que pudo obtenerse la mayor cantidad de documentos pre-contractuales de los procesos de RE de ecosistemas terrestres en la página WEB de contratación pública del país, alcanzando un 21.1% del total para el periodo de estudio (2003-2016). De hecho, esta entidad junto con la CVC, Cornare, Corpocaldas y el departamento de Antioquia representan el 52.8% del total de la información recopilada para el *corpus* en el que se encuentran representados 51 entes territoriales como departamentos, entidades estatales de cubrimiento nacional o corporaciones autónomas regionales.

Con respecto al *corpus Tesis* fueron consultados 65 repositorios institucionales de universidades a nivel nacional, obteniéndose que solamente en 10 se registraron resultados de investigaciones en RE de ecosistemas terrestres. El listado de repositorios consultados así como el número de documentos descargados de cada uno de ellos puede ser consultado en la **Tabla 3-1**.

**Tabla 3-1:** Repositorios Institucionales consultados para la búsqueda de tesis en restauración ecológica de ecosistemas terrestres en Colombia y número de documentos encontrados por repositorio.

REPOSITORIO	#	REPOSITORIO	#	REPOSITORIO	#
Fundación Universidad de América	0	Pontificia Universidad Javeriana-Cali	0	Universidad Autónoma de Occidente	0
Universidad de Antioquia	0	Universidad Santiago de Cali	0	Universidad de Ibagué	0
Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano	0	Universidad Tecnológica de Pereira	1	Universidad Piloto de Colombia	0
Universidad del Atlántico	0	Universidad de Córdoba	0	Universidad CES	0
Universidad de Caldas	0	Universidad del Magdalena	0	Universidad de los Llanos	0
Universidad de Cartagena	0	Universidad del Quindío	0	Universidad de Boyacá	0
Universidad del Cauca	0	Universidad de la Salle	0	Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales-UDCA	0
Universidad de Medellín	0	Universidad Santo Tomás	0	Universidad El Bosque	0
Universidad de Nariño	0	Universidad Francisco de Paula Santander	0	Universidad de la Amazonia	0
Universidad del Tolima	0	Universidad INCCA de Colombia	0	Corporación Universitaria del Meta	0
Universidad del Valle	1	Universidad de Pamplona	0	Escuela Superior de Administración Pública-ESAP	0
Universidad Distrital Francisco José de Caldas	8	Universidad del Norte	0	Universidad Antonio Nariño	0
Universidad Externado de Colombia	0	Universidad San Buenaventura	0	Universidad de Cundinamarca	0
Universidad Industrial de Santander	0	Universidad Surcolombiana	0	Escuela de Ingeniería de Antioquia	0
Universidad Libre	1	Universidad Central	0	Universidad de Santander-UNDES	0
Universidad Nacional de Colombia	13	Universidad Mariana	0	Universidad Nacional Abierta y a Distancia-UNAD	4
Universidad Pedagógica Nacional	0	Universidad de Manizales	0	Fundación Universitaria del Área Andina	0
Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia	0	Universidad Tecnológica de Bolívar	0	Corporación Universitaria Minuto de Dios	0
Pontificia Universidad Javeriana	9	Universidad Popular del Cesar	0	Universidad Manuela Beltrán	3
Universidad Pontificia Bolivariana	0	Universidad EAN	0	Universidad de los Andes	1
Universidad Pontificia Bolivariana	0	Universidad Militar Nueva Granada	7	Universidad Sergio Arboleda	0
Universidad Pontificia Bolivariana	0	Universidad Católica de Manizales	0		

## 4. Resultados y discusión

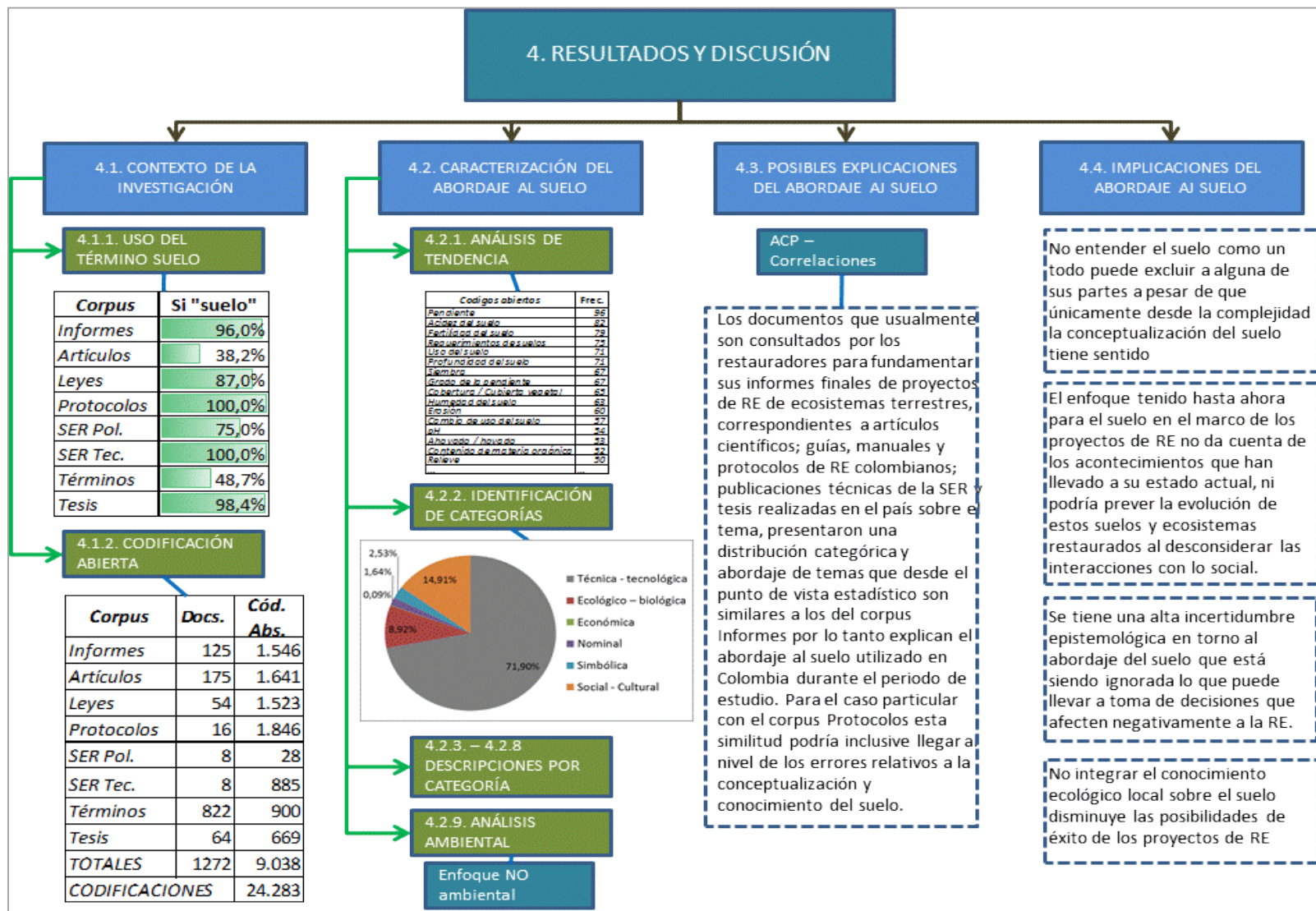
En este capítulo se incluyen en paralelo los resultados y la discusión que desde la teoría fundamentada se espera se derive de la caracterización y teorización del fenómeno, es decir que emerja de los datos (Glaser y Strauss, 1967; Corbin y Strauss, 1990; Strauss y Corbin, 1994; Strauss y Corbín, 2002). Debido a la gran cantidad de información analizada no se separan los capítulos en Resultados y Discusión, ya que resultaría impráctico desde el punto de vista de la lectura del documento hacer referencia permanente a datos y apartes anteriores.

En la **Figura 4-1** se puede observar una representación esquemática del capítulo que puede ser interpretada a su vez como resumen del mismo. En esta puede notarse como los principales resultados (y su discusión) giran en torno al establecimiento del contexto de la investigación en términos del uso de la palabra “suelo” entre los diferentes *corpus* analizados y, la presentación de los resultados de la codificación abierta.

Se incluye la caracterización del abordaje al suelo en los proyectos de RE de ecosistemas terrestres en Colombia que abarca un análisis de tendencia donde se evidencian los temas más recurrentes; y se hace la identificación, fundamentación y descripción de las categorías para llegar al análisis ambiental del abordaje nombrado.

Además de lo anterior los resultados incluyen las posibles explicaciones del enfoque al suelo así como las implicaciones de éste para la RE.

**Figura 4-1:** Representación esquemática de los resultados y discusión de la investigación



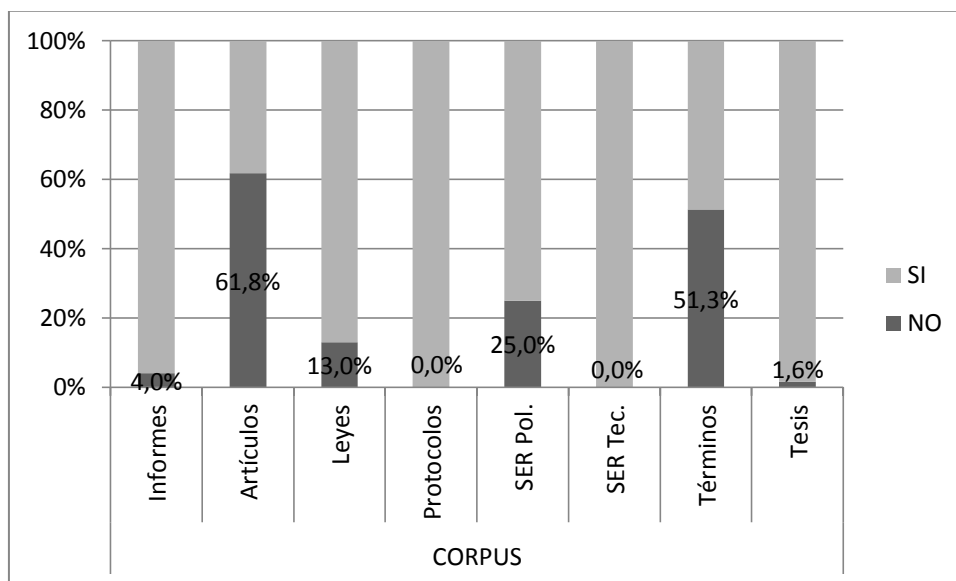
## 4.1 Contexto de la investigación

### 4.1.1 Uso del término “suelo” en el marco de la restauración ecológica.

El abordaje al suelo es el eje articulador de la presente investigación, por lo tanto lo primero que se requiere determinar es el uso del término “suelo”, o la ausencia de este, dentro de los documentos pertenecientes a cada *corpus*.

Sorprendentemente, y a pesar de que se trata de documentos que abordan la restauración de ecosistemas terrestres de manera transversal entre los diferentes *corpus*, en una alta proporción no se llegó a usar la palabra “suelo” como puede observarse en la **Figura 4-2**.

**Figura 4-2:** Proporción de documentos que contienen la palabra “suelo” para los diferentes *corpus* 2003-2016.



Para el caso del *corpus Informes* el 4% de los documentos recopilados no contiene el término “suelo” a pesar de tratarse de los informes finales de los proyectos ejecutados en el país. De otro lado, entre los artículos científicos, de 623 documentos identificados como relativos a la restauración de ecosistemas terrestres apenas en el 38.2% fue hecha referencia al suelo a nivel de sus títulos, resúmenes, o palabras clave. Es importante recordar que para los análisis de formulación categórica el *corpus Artículos* únicamente



contiene los documentos que pudieron ser recopilados en texto completo y además de tratarse de RE en sistemas ecológicos terrestres contenían la palabra “soil” aplicando el filtro “tema” en la plataforma WoS.

También resulta de sumo interés el hecho de que los términos de referencia estatales para los proyectos de restauración, siendo las entidades públicas la mayor fuente de financiación para este tipo de acciones en Colombia (Murcia y Guariguata, 2014), en muchos casos ni siquiera consideran al suelo dentro de sus requerimientos contractuales, siendo que en el 51.3% de los documentos revisados no llega a ser mencionado.

Documentos técnicos nacionales como tesis y protocolos de RE, así como los documentos técnicos internacionales de la SER a los que se tuvo acceso en texto completo usan el término “suelo” en alta proporción, con diferentes enfoques, tipos y grados de abordaje. Por su parte documentos de carácter político y normativo nacional que resultan aplicables a la RE y al suelo mismo, suelen hacer uso del término, no obstante en el 13% de ellos no fue nombrado. Ahora bien, el 75% de los documentos de política de la SER hace por lo menos alusión a algún contenido relativo a los suelos.

Lo anterior muestra una situación que amerita análisis cuidadoso dado que un correcto abordaje al suelo incrementa las probabilidades de éxito de los proyectos de RE en términos de superación de barreras a la restauración (Nsikani et al., 2018), del manejo de las condiciones químicas del sustrato (Cross y Lambers, 2017), del nivel de fertilidad del suelo en relación con las necesidades de las plantas de interés (Milligan et al., 2017) o, del efecto del tipo de suelo sobre la resiliencia de las especies de interés (Wonkka et al., 2016), entre otros. Ya que es un componente ambiental *sine qua non* para el funcionamiento de los ecosistemas terrestres, sorprende que el componente edáfico no haya sido tenido en consideración en la totalidad de los proyectos implementados y no se haya contemplado masivamente como requisito de los términos de referencia para las licitaciones correspondientes.

De otro lado, el hecho de no ser incluido o considerado suficientemente (el suelo) en lo que respecta a su representatividad dentro de los temas tratados en el *corpus Artículos*, podría inducir a una subestimación de su papel e importancia o en el peor de los casos a

una total exclusión de su análisis en el marco de los proyectos de RE. No obstante lo anterior, otras disciplinas pueden hacer aportes importantes para el abordaje de este componente ecosistémico con alcance ambiental.

Análisis detallados sobre los abordajes al suelo contenidos en el *corpus Informes* pueden consultarse en el capítulo 4.2, mientras que el “top 50” de códigos con mayor frecuencia de aparición para todos los *corpus* pueden consultarse en el Anexo A.

### 4.1.2 Resultados generales de la codificación abierta

Los resultados de esta investigación se derivan de los análisis sobre 1.272 documentos distribuidos entre los diferentes *corpus* de conformidad con los contenidos de la **Tabla 4-1**. Durante la etapa de codificación abierta fueron definidos 9.038 códigos relacionados con el suelo en cualquiera de sus dimensiones o categorías.

**Tabla 4-1:** Número de documentos analizados y cantidad de códigos abiertos por *corpus*.

CORPUS	DOCUMENTOS	CÓDIGOS ABIERTOS
<i>Informes</i>	125	1546
<i>Artículos</i>	175	1641
<i>Leyes</i>	54	1523
<i>Protocolos</i>	16	1846
<i>SER Políticas</i>	8	28
<i>SER Technical</i>	8	885
<i>Términos</i>	822	900
<i>Tesis</i>	64	669
<b>TOTALES</b>	<b>1272</b>	<b>9038</b>

Dado que cada código abierto puede ser usado dentro de un *corpus* y entre ellos en más de una ocasión, el número total de codificaciones (con este tipo de código) ascendió a 24.283, siendo el *corpus* de *Informes* el que mayor número de codificaciones presentó a través del tiempo con 6.323 seguido del de *Términos* con 6.133. El *corpus* con menor

número de codificaciones abiertas en el tiempo fue el de *SER policies* con 30 (ver **Tabla 4-2**).

**Tabla 4-2:** Número de codificaciones con códigos abiertos por año y por *corpus*.

CORPUS	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	TOTAL por CORPUS
Informes	28	55	70	310	652	430	564	300	684	852	797	643	824	114	6.323
Artículos	136	73	105	148	63	256	270	142	267	225	126	544	550	560	3.465
Leyes	588	0	178	0	440	0	118	440	31	197	0	9	834	116	2.951
Protocolos	535	521	0	93	632	0	0	928	0	127	0	38	0	0	2.874
SER Policies	8	8	0	0	1	6	0	0	0	7	0	0	0	0	30
SER Technical	0	0	25	0	174	0	0	0	0	319	66	417	0	92	1.093
Términos	98	0	0	121	4	198	113	101	695	453	734	808	1.067	1.741	6.133
Tesis	0	0	75	83	13	0	40	432	185	97	21	160	152	156	1.414
<b>TOTAL por AÑO</b>	<b>1.393</b>	<b>657</b>	<b>453</b>	<b>755</b>	<b>1.979</b>	<b>890</b>	<b>1.105</b>	<b>2.343</b>	<b>1.862</b>	<b>2.277</b>	<b>1.744</b>	<b>2.619</b>	<b>3.427</b>	<b>2.779</b>	<b>24.283</b>
<b>GRAN TOTAL</b>	<b>24.283</b>														

Dimensionar el abordaje al suelo que han tenido los restauradores ecológicos en el país en el marco de sus proyectos de RE, implica identificar categorías y su cuantificación que pueden extraerse del análisis de los textos de los informes. En este orden de ideas, a partir del microanálisis de cada documento y, consecuentemente de los códigos abiertos relacionados se procedió a la agrupación de estos últimos por sub-categorías que fueron a su vez agrupadas en categorías.

## 4.2 Caracterización del abordaje al suelo en los proyectos de restauración ecológica de ecosistemas terrestres en Colombia

El comportamiento global de los diferentes niveles de codificación fue definido para la totalidad de los *corpus*. No obstante, dado el objeto de la investigación en este documento se enfoca la descripción del abordaje al suelo en los proyectos de RE de ecosistemas terrestres en Colombia contenidos en el *corpus Informes*. En este capítulo inicialmente se presenta la descripción general de las categorías para pasar a la detallada de sus respectivas sub-categorías en cuanto a dimensión y contenidos, finalizando con el análisis ambiental del precitado abordaje.

### 4.2.1 Análisis de tendencia

En la literatura científica es posible encontrar artículos que a partir de información secundaria, hacen análisis tendenciales sobre temas relacionados con el suelo utilizando

técnicas bibliométricas, como por ejemplo, investigación en desertificación (Barbero-Sierra et al., 2015), investigación en contaminación de suelos (Guo et al., 2014), tendencias y puntos críticos de investigación en erosión (Zhuang et al., 2015) o tendencias globales en monitoreo de suelos (Wang et al., 2015). Para los casos mencionados se ha hecho uso de las palabras clave, títulos y resúmenes de los artículos como fuente de los datos para los análisis.

De manera análoga para el caso de la presente investigación, los diferentes códigos abiertos identificados para hacer referencia al suelo en los informes de RE proveen información importante acerca del enfoque, intereses o preocupaciones que se vienen dando en relación con este. No obstante los códigos abiertos se derivan del análisis de la totalidad de cada documento.

La **Tabla 4-3** contiene los códigos más fundamentados entre los 125 informes analizados para el periodo 2003-2016. “Pendiente” fue el código encontrado con mayor frecuencia (96 veces), seguido por “acidez del suelo” (82) y “fertilidad del suelo” (79), todos pertenecientes a la categoría técnico-tecnológica dentro de la cual también fueron identificados otros como profundidad (71), humedad del suelo (63), pH (54), contenido de materia orgánica (52), fósforo (48), textura (44), capacidad de retención de agua (30), calcio (39), potasio (38) o magnesio (28), que pueden interpretarse como las variables físico químicas que resultan de mayor interés a los restauradores ecológicos.

**Tabla 4-3:** Códigos abiertos con mayor frecuencia de aparición en el *Corpus Informes* en el periodo 2003-2016

CODIFICACIÓN ABIERTA	SUB-CATEGORÍAS	CATEGORÍAS	FRECUENCIA
Pendiente	Física de suelos	Técnica - tecnológica	96
Acidez del suelo	Química de suelos	Técnica - tecnológica	82
Fertilidad del suelo	Fertilidad del suelo	Técnica - tecnológica	79
Requerimientos / Necesidades / Adaptación de suelos de las especies vegetales	Relación suelo-planta	Ecológico – biológica	75
Uso del suelo	Uso del suelo - Ordenamiento territorial	Social - Cultural	71
Profundidad del suelo	Física de suelos	Técnica - tecnológica	71
Siembra	Prácticas de manejo del suelo	Social - Cultural	67
Grado de la pendiente	Física de suelos	Técnica - tecnológica	67
Cobertura / Cubierta vegetal	Biología del suelo	Ecológico – biológica	65
Humedad del suelo	Física de suelos	Técnica - tecnológica	63
Erosión	Degradación de suelos	Técnica - tecnológica	60
Cambio de uso del suelo	Uso del suelo - Ordenamiento territorial	Social - Cultural	57
pH	Química de suelos	Técnica - tecnológica	54
Ahoyado / hoyado	Prácticas de manejo del suelo	Social - Cultural	53
Contenido de materia orgánica	Materia orgánica del suelo	Técnica - tecnológica	52
Relieve	Física de suelos	Técnica - tecnológica	50
Uso actual del suelo	Uso del suelo - Ordenamiento territorial	Social - Cultural	48
Aporte de materia orgánica al suelo (necromasa)	Materia orgánica del suelo	Técnica - tecnológica	48
Fósforo	Química de suelos	Técnica - tecnológica	48
Suelos desnudos	Degradación de suelos	Técnica - tecnológica	44
Textura del suelo	Física de suelos	Técnica - tecnológica	44
Suelo como nivel (a ras, sobre..)	Medida de superficie - escala - o nivel	Nominal	42
Fertilización	Prácticas de manejo del suelo	Social - Cultural	41
Procesos erosivos	Degradación de suelos	Técnica - tecnológica	41
Formación / consociación / complejo / asociación de suelos	Taxonomía y/o clasificación de suelos	Técnica - tecnológica	41
Drenaje	Física de suelos	Técnica - tecnológica	40
Calcio	Química de suelos	Técnica - tecnológica	39
Potasio	Química de suelos	Técnica - tecnológica	38
Tierra (significando suelo o sustrato)	Conceptualización del suelo	Simbólica	37
Plateo	Prácticas de manejo del suelo	Social - Cultural	35
Control de la erosión	Conservación de suelos	Técnica - tecnológica	35
Compactación por ganado	Degradación de suelos	Técnica - tecnológica	34
Escorrentía	Degradación de suelos	Técnica - tecnológica	34
Sustrato	Conceptualización del suelo	Simbólica	33
Análisis de suelos	Métodos de análisis	Técnica - tecnológica	33
Nutrientes del suelo	Fertilidad del suelo	Técnica - tecnológica	33
Recuperación de suelos	Conservación de suelos	Técnica - tecnológica	33
Plantación	Prácticas de manejo del suelo	Social - Cultural	32
Materia orgánica	Materia orgánica del suelo	Técnica - tecnológica	32
Degradación de suelos	Degradación de suelos	Técnica - tecnológica	32
Estabilización del suelo	Conservación de suelos	Técnica - tecnológica	31
Obras biomecánicas	Obras - bioingeniería	Técnica - tecnológica	30
Capacidad de retención de agua	Física de suelos	Técnica - tecnológica	30
Compactación	Degradación de suelos	Técnica - tecnológica	29
Topografía	Física de suelos	Técnica - tecnológica	28
Magnesio	Química de suelos	Técnica - tecnológica	28
Infiltración del agua (Recarga de acuíferos-subsuelo)	Funciones del suelo	Ecológico – biológica	27
Geomorfología	Física de suelos	Técnica - tecnológica	27
Limpia / Limpieza (remoción de arvenses)	Prácticas de manejo del suelo	Social - Cultural	26
Muestreo de suelos	Métodos de análisis	Técnica - tecnológica	26

La erosión (60) o procesos erosivos (41), es el factor de degradación de suelos (32) que más es nombrado en los *Informes* de RE, seguido por suelos desnudos (44), compactación por ganado (34) o compactación en general (29) y escorrentía (34). Procesos que consecuentemente se relacionan con los que pueden ser los objetivos de restauración o tratamientos al suelo más mencionados, entre los que se encuentran el control de la erosión (35), estabilización del suelo (31) y diferentes tipos de obras biomecánicas (30).

Los requerimientos, necesidades o nivel de adecuación de suelos con respecto a las especies vegetales (75) son temas relevantes para los restauradores, que se relacionan a su vez con la cobertura vegetal (65), que tiene suma importancia con respecto a los aportes de necromasa al suelo (48) que usualmente es la mayor fuente de materia orgánica (32).

Aspectos muy nombrados por los restauradores son el uso del suelo (71), cambio del uso (57) y uso actual (48) que pueden interpretarse como relativos al ordenamiento territorial. Por otra parte hay una alta proporción de términos como siembra (67), ahoyado u hoyado (53), fertilización (41), plateo (35), plantación (32) y limpia o limpieza (26) que hacen referencia a prácticas de manejo que tienen influencia sobre el suelo correspondiendo a prácticas del orden forestal y en menor medida agrícola (al tratarse de RE). El hecho de que este tipo de códigos se encuentre entre los más fundamentados del *corpus* puede dar cuenta del enfoque que se está dando al suelo en los proyectos de restauración.

Llaman la atención dos entradas de esta lista de códigos abiertos con mayor frecuencia de aparición en el *Corpus Informes* en el periodo 2003-2016, se hace referencia a tierra siendo usada como sinónimo de suelo (37) y, sustrato (33). Lo anterior debido a que son los dos únicos ítem relacionados con la construcción conceptual del suelo y en ambos casos denotan una precaria comprensión del recurso, que en concordancia con lo dicho hasta ahora sugieren una conceptualización del suelo enfocada en aspectos técnicos donde este se entiende casi exclusivamente como medio de soporte.

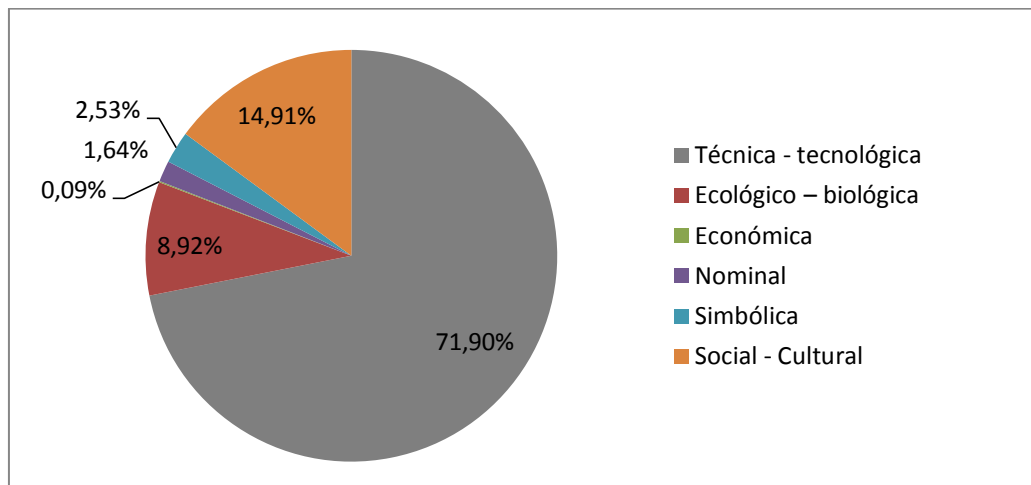
### 4.2.2 Identificación de subcategorías y categorías

Como se especificó anteriormente, no fueron formuladas categorías apriorísticas, sino que éstas emergieron de los datos, encontrándose seis con comportamiento asimétrico. En este sentido puede decirse que el suelo es visto en el marco de la RE en Colombia desde las dimensiones Ecológico-Biológica, Económica, Nominal, Simbólica, Técnica-Tecnológica y Social-Cultural. Estas mismas categorías fueron encontradas en todos los *corpus* analizados (ver Capítulo 4.3).

Al analizar en su conjunto las codificaciones con códigos abiertos para la totalidad de los informes compilados, puede establecerse cómo la mayoría de éstos corresponde a la categoría Técnica-tecnológica representando un 71.90% del total (**Figura 4-3**). Esta situación demuestra un sesgo importante hacia los componentes técnicos en el abordaje del suelo que es, como se ha especificado, un sistema complejo, por lo tanto multicategórico y multidimensional. Ahora bien, a pesar de la magnitud antes referida no puede asumirse o esperarse que el abordaje técnico haya sido hecho de manera adecuada.

El segundo grupo de códigos abiertos con mayor participación en el total de las codificaciones hechas para el estudio corresponde a la categoría Social-cultural (14.91%) seguida por la Ecológico-biológica (8.92%), la Simbólica (2.53%), la Nominal (1.64%) y por último la Económica, para la cual apenas se registró el 0.09% de las entradas.

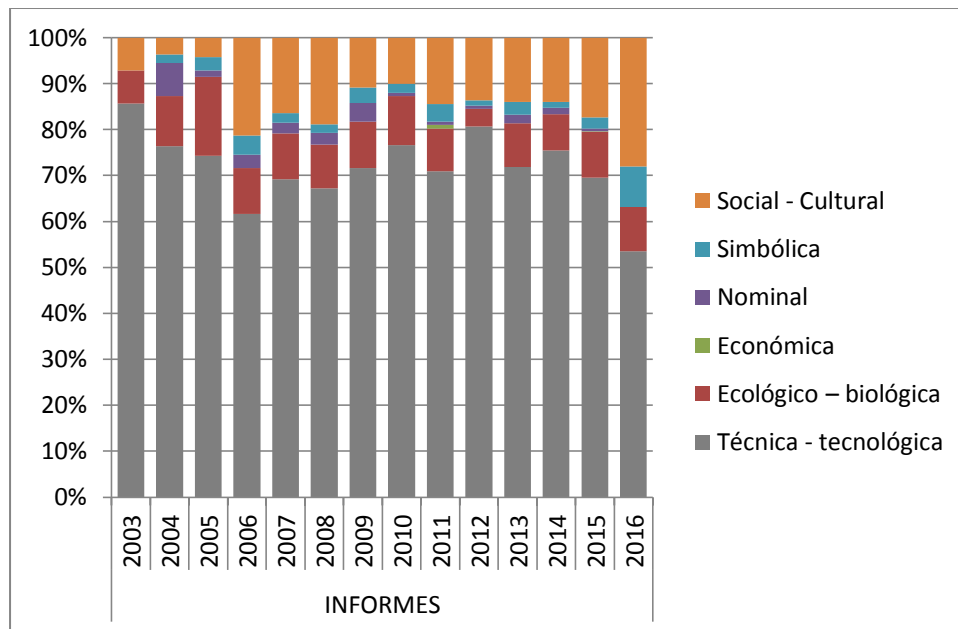
**Figura 4-3:** Participación porcentual de las diferentes categorías encontradas en el *corpus Informes* 2003-2016.



La situación de asimetría inter-categoría referida para el *corpus Informes* se dio no solo en el conjunto de la totalidad de los documentos sino que también a lo largo del tiempo como puede verse en la **Figura 4-4**. En general cuando los restauradores han hecho alguna alusión al suelo, ha sido en mayor proporción en términos de la categoría técnica-tecnológica que para todos los años fue superior al 50% de las referencias. En menor medida hicieron referencia a aspectos sociales-culturales relativos al suelo, que podría considerarse una segunda categoría en importancia aunque muy inferior en proporción a la anterior, situación que solamente difirió en los años 2004 y 2005 cuando fue superior la cantidad de alusiones desde la categoría ecológico-biológica. Esta última categoría ocuparía un tercer lugar en importancia teniendo un promedio interanual de participación cercana al 9.72%.



**Figura 4-4:** Proporción de las diferentes categorías de abordaje al suelo en los proyectos de restauración ecológica de ecosistemas terrestres en Colombia 2003-2016.



En menor medida se hizo referencia al suelo desde las categorías nominal y simbólica siendo que esta última no fue considerada durante 2003. Así mismo es importante anotar que las referencias relativas a aspectos económicos del suelo prácticamente no fueron consideradas por los autores siendo que solamente se registraron para los años 2011 (0.73%) y 2015 (0.12%). Para el año 2003 no se encontraron entradas a las categorías económica, nominal y simbólica.

Ahora bien, la asimetría inter-categoría se da no solamente en términos de su magnitud que es determinada por la frecuencia de las codificaciones que hacen parte de cada una de ellas, sino que también en función del número de sub-categorías por categoría como puede apreciarse en la **Tabla 4-4**.

Hay que aclarar que la tabla antes citada contiene información organizada por categorías y sus correspondientes sub-categorías, así como datos de fundamentación, es decir el número de códigos abiertos y codificaciones. Adicionalmente se incluyen datos

correspondientes al porcentaje de participación de la sub-categoría dentro de la categoría y dentro del total de codificaciones (6.323) para el *corpus Informes*.<sup>7</sup>

Continuando con la descripción del abordaje al suelo en los proyectos de RE de ecosistemas terrestres en Colombia, se encontró que la categoría técnico-tecnológica es la que mayor cantidad de sub-categorías contiene llegando a 15; dos de estas son física de suelos y degradación de suelos cuya fundamentación es superior inclusive a la de cualquiera de las demás categorías completas ya que los códigos abiertos que contienen representan el 19,36%<sub>Tot</sub> y el 15,55%<sub>Tot</sub>. Por su parte la sub-categoría química de suelos con un 8.71%<sub>Tot</sub> solo es superada por toda la categoría social-cultural y es muy similar en tamaño a la ecológico-biológica (8.9%<sub>Tot</sub>). La descripción detallada de los aspectos técnico-tecnológicos puede consultarse en el numeral 4.2.3.

Cuando los autores hicieron referencia al suelo desde lo social-cultural abordaron 9 sub-categorías, las de mayor relevancia correspondieron a las prácticas de manejo del suelo (7.45%<sub>Tot</sub>) y al uso del suelo con enfoque de ordenamiento territorial (5.31%<sub>Tot</sub>). Otras sub-categorías identificadas de menor importancia (aparente) para los restauradores, cuyo dimensionamiento puede consultarse en la **Tabla 4-4**, fueron aspectos sociales-culturales; indicadores; aspectos institucionales y eventos sobre suelos; e investigaciones y relación suelo-hombre. La descripción detallada de la categoría social-cultural se encuentra en el numeral 4.2.4.

Las referencias al suelo desde la dimensión ecológico-biológica se hicieron desde 8 sub-categorías de las cuales dos representan el 88.48% de toda la categoría. En primer lugar se registraron aspectos sobre “biología del suelo” (4.35%<sub>Tot</sub>), seguidos en frecuencia por temas sobre la “relación suelo-planta” (3.54%<sub>Tot</sub>). Ya con proporciones muy inferiores se encontraron códigos relativos a “funciones del suelo”, “ecología del suelo”, “relación suelo-fauna”, “servicios ecosistémicos o ambientales”, “historia natural” y “relación suelo-

---

<sup>7</sup> En lo consecutivo en este capítulo, cuando se haga uso de datos porcentuales estos corresponderán, valga la redundancia, al porcentaje de participación del ítem abordado dentro del total de codificaciones del *corpus Informes* (%Tot), salvo que se indique algo diferente.

microorganismos”. La descripción detallada de los aspectos ecológico-biológicos puede consultarse en el numeral 4.2.5.

Dentro de lo simbólico se identificaron 2 sub-categorías denominadas “conceptualización” y “conocimiento sobre suelos” que representaron respectivamente el 2.26%<sub>Tot</sub> y 0.27%<sub>Tot</sub>. Se resalta aquí el hecho de que a pesar de que estas nociones corresponderían a aspectos sociales-culturales, de manera intencional fueron separadas en una categoría propia dada la enorme importancia de estos temas con respecto a un correcto abordaje del suelo desde la RE de ecosistemas terrestres. Una descripción detallada de la categoría simbólica puede consultarse en el numeral 4.2.6.

La categoría nominal que representa el 1.64%<sub>Tot</sub> se constituyó por dos sub-categorías, a saber, “nominal” propiamente dicha y el “suelo como medida de superficie, escala o nivel”; la explicación de éstas se encuentra en el numeral 4.2.7.

Finalmente se encontró la categoría económica con una única categoría auto-evidente, “aspectos económicos” que tiene una participación de apenas el 0.09%<sub>Tot</sub> del total de las codificaciones. La descripción de la categoría se encuentra en el numeral 4.2.8

**Tabla 4-4:** Sub-categorías, categorías y su fundamentación para el abordaje del suelo encontradas en el *corpus Informes*

CATEGORÍA	SUB-CATEGORÍAS	% Cat	% Tot	COD	C.A.	CATEGORÍA	SUB-CATEGORÍAS	% Cat	% Tot	COD	C.A.
Ecológico-biológica	Biología del suelo	48,76%	4,35%	275	79	Económica	Aspectos económicos	100%	0,09%	6	4
	Relación suelo-planta	39,72%	3,54%	224	67		Nominal	Nominal	57,69%	0,95%	60
	Funciones del suelo	7,27%	0,65%	41	8	Medida de superficie-escala-o nivel		42,31%	0,70%	44	3
	Ecología del suelo	1,77%	0,16%	10	8	Física de suelos		26,92%	19,36%	1224	234
	Relación suelo-fauna	1,60%	0,14%	9	7	Degradación de suelos		21,62%	15,55%	983	235
	Servicios ecosistémicos-ambientales	0,53%	0,05%	3	3	Química de suelos		12,12%	8,71%	551	66
	Historia natural	0,18%	0,02%	1	1	Fertilidad del suelo		6,91%	4,97%	314	85
	Relación suelo-microorganismos	0,18%	0,02%	1	1	Conservación de suelos		6,82%	4,90%	310	94
Simbólica	Conceptualización del suelo	89,38%	2,26%	143	32	Técnica-tecnológica		Enmiendas-Correctivos-Fertilizantes - Máquinas-Equipos	4,86%	3,50%	221
	Conocimiento sobre suelos	10,63%	0,27%	17	11		Materia orgánica del suelo	4,62%	3,32%	210	28
Social-Cultural	Prácticas de manejo del suelo	49,95%	7,45%	471	73		Génesis de suelos	3,63%	2,61%	165	84
	Uso del suelo-Ordenamiento territorial	35,63%	5,31%	336	49		Métodos de análisis	3,48%	2,50%	158	45
	Información	5,73%	0,85%	54	31		Tratamientos para recuperación del suelo	2,79%	2,01%	127	46
	Capacitación-concienciación-formación	4,14%	0,62%	39	32		Taxonomía y/o clasificación de suelos	2,79%	2,01%	127	34
	Aspectos sociales-culturales	1,70%	0,25%	16	13		Desarrollo de suelos	1,43%	1,03%	65	31
	Indicadores	1,48%	0,22%	14	12		Obras-bioingeniería	1,10%	0,79%	50	10
	Aspectos institucionales-eventos	0,95%	0,14%	9	6		Gradientes de suelo	0,57%	0,41%	26	21
	Investigaciones	0,32%	0,05%	3	2		Suelos de referencia	0,33%	0,24%	15	9
	Relación suelo-hombre	0,11%	0,02%	1	1						

% Cat: Porcentaje de participación de la sub-categoría dentro de la categoría

% Tot: Porcentaje de participación de la sub-categoría dentro del total de codificaciones para el *corpus Informes*

COD: Codificaciones

C.A.: Códigos abiertos

### 4.2.3 Categoría Técnica-Tecnológica

Como fue mencionado con anterioridad, la categoría de mayor magnitud desde la perspectiva del abordaje de los restauradores ecológicos hacia el suelo fue la Técnica-tecnológica que contiene el 71.90%<sub>Tot</sub> de las entradas registradas.

La frecuencia de los diferentes códigos da una idea de cuáles son los temas que resultan relevantes al momento de registrar los resultados de los proyectos de restauración, siendo los más recurrentes degradación de suelos y diversos temas en relación con propiedades físicas del suelo.

En la **Tabla 4-5** se encuentran los datos consolidados de los principales códigos que fueron considerados dentro de las sub-categorías de la dimensión técnico-tecnológica. Con respecto a la degradación de suelos, códigos relacionados con erosión y procesos erosivos son de suma importancia ya que no solo son parte importante dentro de la categoría, sino que representan el 3.86%<sub>Tot</sub> del *corpus Informes*.

Al utilizar el término erosión los restauradores lo hicieron tanto de manera genérica, así como para referirse de forma más puntual y en orden de importancia a: procesos erosivos; suelos erosionados; erosión en cárcavas, laminar, en surcos, hídrica, severa y erosión en pata de vaca, entre muchas otras.

Con respecto a la compactación (1.64%<sub>Tot</sub>) los códigos se usan principalmente para identificar el proceso de degradación que tiene el suelo en el área del proyecto y en segunda instancia a la asociación de este fenómeno con actividades ganaderas. En orden de importancia otras referencias al término incluyen endurecimiento del suelo, capas endurecidas o compactación por tractor, entre otros.

Los códigos relacionados con ausencia o pérdida de la cobertura del suelo (1.28%<sub>Tot</sub>) resultan autoexplicativos ya que engloban varias formas de expresar la misma idea. Algo similar sucede con los códigos de referencia general a degradación de suelos.

De otro lado, los códigos relativos a pérdida de suelo (1.06%<sub>Tot</sub>) en primer lugar se utilizan para referirse a la generalidad del fenómeno, pero también hacen alusión a la

disminución de atributos que organizados en orden de relevancia para los restauradores serían pérdidas de: estructura del suelo, nutrientes, fertilidad, productividad, total de suelo, la capa orgánica, microorganismos, constante de nutrientes, edafofauna, horizontes, la capa productiva del suelo, las características del suelo, materia orgánica, materiales finos o de la resistencia del suelo.

Otros temas abordados por los restauradores en relación al suelo en el marco de la degradación incluyen deslizamientos o remociones en masa (0,57%<sub>Tot</sub>), diferentes efectos negativos de especies exóticas (0,40%<sub>Tot</sub>), contaminación de suelos de diferentes orígenes (0,33%<sub>Tot</sub>), sedimentación (0,28%<sub>Tot</sub>), lavado (0,25%<sub>Tot</sub>), efectos negativos del fuego sobre el suelo (0,17%<sub>Tot</sub>) o drenaje deficiente (0,11%<sub>Tot</sub>), entre otros (**Tabla 4-5**).

Con respecto a los aspectos físicos que son referidos por los restauradores, los relacionados con el agua del suelo son los que ocupan la mayoría de las referencias (3,48%<sub>Tot</sub>) incluyendo en orden de relevancia aspectos como humedad del suelo, capacidad de retención, saturación hidráulica del suelo, infiltración del agua lluvia y porcentaje de humedad entre muchos otros. En segundo lugar es nombrada la pendiente (2,82%<sub>Tot</sub>) tanto de manera genérica como haciendo referencia a aspectos como grado o longitud de la misma o simplemente a manera de parte de la descripción del terreno de forma cualitativa (p.e. alta pendiente).

Aspectos relativos a la textura de los suelos (2,01%<sub>Tot</sub>) son nombrados por los restauradores utilizando el término dentro de sus descripciones, haciendo referencia al tamaño de las partículas predominantes (arena, limo o arcilla), o dando atributos al suelo como liviano o pesado, también se hace referencia a esta propiedad al nombrar clases texturales de los suelos estudiados.

Relieve y topografía (1,27%<sub>Tot</sub>) son dos términos de uso común. Sin embargo no se profundiza sobre ellos o no se evidencia que en realidad sean considerados como elementos de importancia dentro de la toma de decisiones con respecto a la implementación de tratamientos de RE, lo que les da un carácter de términos “comodín” que tienden a ser muy usados sin una intención técnica real.

Finalmente, entre los atributos físicos más nombrados en sus informes por los restauradores se encuentra el de profundidad del suelo (1.19%<sub>oTot</sub>), teniendo un carácter principalmente cualitativo ya que no es usual que se asocie con atributos numéricos aunque se considera como una característica importante a la que en realidad no se da alcance. Otras variables físicas mencionadas han sido drenaje e infiltración (0,96%<sub>oTot</sub>), porosidad (0,51%<sub>oTot</sub>), estructura y estructuración del suelo (0,51%<sub>oTot</sub>), estabilidad (0,47%<sub>oTot</sub>), geología (0,36%<sub>oTot</sub>), altitud (0,33%<sub>oTot</sub>) y densidad aparente (0,33%<sub>oTot</sub>), entre muchas apenas nombradas (escasa codificación).

Desde la sub-categoría “química”, se encontró que la mayor frecuencia fue registrada para aspectos relativos a la acidez del suelo (1.64%<sub>oTot</sub>), seguida en orden de importancia por pH (0,85%<sub>oTot</sub>), Fósforo (0,82%<sub>oTot</sub>), Calcio (0,62%<sub>oTot</sub>), Potasio (0,60%<sub>oTot</sub>), Nitrógeno (0,52%<sub>oTot</sub>), Magnesio (0,44%<sub>oTot</sub>), y Carbono orgánico (0,40%<sub>oTot</sub>) entre otros (ver **Tabla 4-5**).

Las menciones sobre “fertilidad del suelo” (sub-categoría) ocupan un 4.97%<sub>oTot</sub> de las codificaciones y entre otros aspectos consideraron la noción general de fertilidad como un atributo o característica del suelo, o fue sugerida en función de los nutrientes del suelo. Así mismo calificaciones como «suelos pobres» o «calidad del suelo» se relacionan con el concepto de fertilidad.

Con respecto a la “conservación de suelos”, los temas mencionados en los informes dan cuenta principalmente de objetivos o resultados esperados de los proyectos y en orden de importancia los principales fueron erosión reducida (0,93%<sub>oTot</sub>), recuperación de suelos (0,70%<sub>oTot</sub>), estabilización (0,62%<sub>oTot</sub>), protección del suelo (0,46%<sub>oTot</sub>), conservación de suelos (0,35%<sub>oTot</sub>), mejora de las condiciones del suelo (0,28%<sub>oTot</sub>), control de la compactación (0,25%<sub>oTot</sub>), control de la escorrentía (0,21%<sub>oTot</sub>) y sombra al suelo (0,13%<sub>oTot</sub>), entre otros.

**Tabla 4-5:** Principales temáticas abordadas por los restauradores en los informes finales de proyectos de restauración ecológica de ecosistemas terrestres-Categoría Técnica-Tecnológica

Sub-categoría física de suelos				Sub-categoría química de suelos			
CÓDIGOS	FREC.	% S-cat	% Tot	CÓDIGOS	FREC.	% S-cat	% Tot
Agua-humedad del suelo	220	17,97%	3,48%	Acidez del suelo	104	18,87%	1,64%
Pendiente	178	14,54%	2,82%	pH	54	9,80%	0,85%
Textura	127	10,38%	2,01%	Fósforo	52	9,44%	0,82%
Relieve y topografía	80	6,54%	1,27%	Calcio	39	7,08%	0,62%
Profundidad del suelo	75	6,13%	1,19%	Potasio	38	6,90%	0,60%
Drenaje e infiltración	61	4,98%	0,96%	Nitrógeno	33	5,99%	0,52%
Porosidad	32	2,61%	0,51%	Magnesio	28	5,08%	0,44%
Estructura y estructuración del suelo	32	2,61%	0,51%	Carbono orgánico	25	4,54%	0,40%
Estabilidad	30	2,45%	0,47%	Alelopatía / Sustancias alelopáticas	15	2,72%	0,24%
Geología	23	1,88%	0,36%	Capacidad de Intercambio Catiónico-CIC	12	2,18%	0,19%
Altitud	21	1,72%	0,33%	Molibdeno	11	2,00%	0,17%
Densidad aparente	21	1,72%	0,33%	Salinidad	10	1,81%	0,16%
Sub-categoría degradación de suelos				Sub-categoría fertilidad del suelo			
CÓDIGOS	FREC.	% S-cat	% Tot	CÓDIGOS	FREC.	% S-cat	% Tot
Erosión y procesos erosivos	244	24,82%	3,86%	Fertilidad del suelo	88	28,03%	1,39%
Compactación	104	10,58%	1,64%	Nutrientes del suelo	76	24,20%	1,20%
Ausencia o pérdida de la cobertura del suelo	81	8,24%	1,28%	Suelos pobres	29	9,24%	0,46%
Pérdidas de suelo	67	6,82%	1,06%	Calidad del suelo	16	5,10%	0,25%
Referencia general a degradación de suelos	59	6,00%	0,93%	Capa / horizonte superficial del suelo	13	4,14%	0,21%
Deslizamientos o remociones en masa	36	3,66%	0,57%	Micrositios	9	2,87%	0,14%
Efectos negativos de especies exóticas sobre el suelo	25	2,54%	0,40%	Elementos mayores	7	2,23%	0,11%
Contaminación de suelos	21	2,14%	0,33%	Elementos menores	7	2,23%	0,11%
Sedimentación	18	1,83%	0,28%	Perfil del suelo	7	2,23%	0,11%
Lavado de suelos	16	1,63%	0,25%				
Efectos negativos del fuego sobre el suelo	11	1,12%	0,17%				
Drenaje deficiente	7	0,71%	0,11%				

Continúa ...



Continuación **Tabla 4-5**

Sub-categoría conservación de suelos				Sub-categoría enmiendas-correctivos-fertilizantes-máquinas-equipos			
CÓDIGOS	FREC.	% S-cat	% Tot	CÓDIGOS	FREC.	% S-cat	% Tot
Erosión reducida	59	19,03%	0,93%	Hidroretenedor	19	8,60%	0,30%
Recuperación de suelos	44	14,19%	0,70%	Biosólidos	13	5,88%	0,21%
Estabilización	39	12,58%	0,62%	15-15-15	12	5,43%	0,19%
Protección del suelo	29	9,35%	0,46%	Enmiendas	12	5,43%	0,19%
Conservación de suelos	22	7,10%	0,35%	Bórax	10	4,52%	0,16%
Mejora de las condiciones del suelo	18	5,81%	0,28%	Cal dolomita	10	4,52%	0,16%
Control de la compactación	16	5,16%	0,25%	Enmiendas orgánicas	10	4,52%	0,16%
Control de la escorrentía	13	4,19%	0,21%	Fertilizante Elementos menores	9	4,07%	0,14%
Sombra al suelo	8	2,58%	0,13%	Gallinaza	9	4,07%	0,14%
Sub-categoría materia orgánica del suelo				Cal	8	3,62%	0,13%
CÓDIGOS	FREC.	% S-cat	% Tot	Calfos	8	3,62%	0,13%
Contenido de materia orgánica	52	24,76%	0,82%	Compost	8	3,62%	0,13%
Aporte de materia orgánica al suelo (necromasa)	48	22,86%	0,76%	Abonos orgánicos	7	3,17%	0,11%
Materia orgánica	32	15,24%	0,51%	Correctivo de pH	6	2,71%	0,09%
Hojarasca	24	11,43%	0,38%	Correctivos	6	2,71%	0,09%
Acumulación de hojarasca	11	5,24%	0,17%	10-30-10	5	2,26%	0,08%
Humus	9	4,29%	0,14%	Urea	5	2,26%	0,08%
				Fertilizante químico NPK	4	1,81%	0,06%

Continúa ...

Continuación **Tabla 4-5**

Sub-categoría génesis de suelos				Sub-categoría tratamientos para recuperación del suelo			
CÓDIGOS	FREC.	% S-cat	% Tot	CÓDIGOS	FREC.	% S-cat	% Tot
Rocas	37	22,42%	0,59%	Adición / Aplicación de materia orgánica	24	18,90%	0,38%
Cenizas volcánicas	17	10,30%	0,27%	Adición / Aplicación / Translocación / Dispersión de suelo alóctono	21	16,54%	0,33%
Depósitos-materiales litológicos	12	7,27%	0,19%	Restauración de suelos	11	8,66%	0,17%
Sedimentos aluviales	12	7,27%	0,19%	Inoculación de microorganismos	11	8,66%	0,17%
Formación del suelo	8	4,85%	0,13%	Remoción / Eliminación de suelo	5	3,94%	0,08%
Suelos residuales	7	4,24%	0,11%	Proporción biosólido / estériles	4	3,15%	0,06%
Material parental	7	4,24%	0,11%	Reconformación del terreno	4	3,15%	0,06%
Geopedología	4	2,42%	0,06%	Rehabilitación de suelos	4	3,15%	0,06%
Grava	4	2,42%	0,06%	Restauración ecológica de suelos	4	3,15%	0,06%
Material litológico-litología	4	2,42%	0,06%	Desactivación / Agotamiento banco de semillas ( <i>Ulex</i> )	3	2,36%	0,05%
Sub-categoría métodos de análisis				Eliminación del sistema radicular	3	2,36%	0,05%
CÓDIGOS	FREC.	% S-cat	% Tot	Revegetalización	3	2,36%	0,05%
Análisis de suelos	47	29,75%	0,74%	Tratamientos de suelos	3	2,36%	0,05%
Muestreo de suelos	26	16,46%	0,41%	Remoción (rastrillado) del suelo	2	1,57%	0,03%
Muestras de suelo	11	6,96%	0,17%	Sub-categoría taxonomía y/o clasificación de suelos			
Muestras compuestas de suelo	10	6,33%	0,16%	CÓDIGOS	FREC.	% S-cat	% Tot
Cajuelas	7	4,43%	0,11%	Unidades cartográficas de suelos	50	39,37%	0,79%
Muestreo a dos profundidades (entomofauna)	5	3,16%	0,08%	Clasificación taxonómica de suelos	35	27,56%	0,55%
Devolución de muestras de suelo al sitio de toma (entomofauna)	3	1,90%	0,05%	Unidades geomorfológicas	9	7,09%	0,14%
Levantamiento geomorfológico	3	1,90%	0,05%	Suelos hidromorfos	7	5,51%	0,11%
Análisis físicos de suelos	2	1,27%	0,03%				
Caracterización del suelo	2	1,27%	0,03%				
Caracterización edafológica	2	1,27%	0,03%				
Caracterización inicial del suelo	2	1,27%	0,03%				

Continúa ...

Continuación **Tabla 4-5**

Sub-categoría desarrollo de suelos				Sub-categoría gradientes de suelo			
CÓDIGOS	FREC.	% S-cat	% Tot	CÓDIGOS	FREC.	% S-cat	% Tot
Desarrollo del suelo	13	20,00%	0,21%	Gradiente / Mosaico de suelos	5	19,23%	0,08%
Limitación al desarrollo de suelos	12	18,46%	0,19%	Variabilidad edáfica	4	15,38%	0,06%
Suelos de páramo	7	10,77%	0,11%	Gradiente de dureza en profundidad	2	7,69%	0,03%
Evolución de suelos	7	10,77%	0,11%	Diferencias físicas de los suelos	1	3,85%	0,016%
Suelos de laderas	4	6,15%	0,06%	Diferencias químicas de los suelos	1	3,85%	0,016%
Suelos de terraza	3	4,62%	0,05%	Diversidad de suelos	1	3,85%	0,016%
Suelos jóvenes	3	4,62%	0,05%	Gradiente altitudinal condiciona características físicoquímicas del suelo	1	3,85%	0,016%
<b>Sub-categoría obras-bioingeniería</b>				Gradiente de carbono orgánico en profundidad	1	3,85%	0,016%
CÓDIGOS	FREC.	% S-cat	% Tot	Gradiente de humedad del suelo (gradientes ambientales)	1	3,85%	0,016%
Obras biomecánicas	30	60,00%	0,47%	Gradiente de pH (gradientes ambientales)	1	3,85%	0,016%
Biomantos	5	10,00%	0,08%	Gradientes de recurso-nutrientes del suelo (gradientes ambientales)	1	3,85%	0,016%
Disipadores de energía del agua	5	10,00%	0,08%	<b>Sub-categoría suelos de referencia</b>			
Bioingeniería	3	6,00%	0,05%	CÓDIGOS	FREC.	% S-cat	% Tot
Obras para manejo de erosión	2	4,00%	0,03%	Suelos de referencia	4	26,67%	0,06%
Barreras vivas contra la erosión	1	2,00%	0,016%	Propiedades edáficas de suelos menos disturbados (semejanza)	2	13,33%	0,03%
Cobertura al terreno (fique)	1	2,00%	0,016%	Suelo de referencia	2	13,33%	0,03%
Mantos de suelo	1	2,00%	0,016%	Suelos de relictos de bosque	2	13,33%	0,03%
Obras de restauración	1	2,00%	0,016%	Búsqueda del estado inicial del suelo	1	6,67%	0,016%
Sellado de escarpes	1	2,00%	0,016%	Perfil de referencia	1	6,67%	0,016%
FREC. : Frecuencia del código dentro del total de codificaciones- <i>corpus Informes</i>				Remanentes de suelo (sucesión secundaria)	1	6,67%	0,016%
% S-cat: Porcentaje de participación del código dentro de la sub-categoría				Suelo sin tratamiento (control)	1	6,67%	0,016%
% Tot: Porcentaje de participación del código dentro del total de codificaciones- <i>corpus Informes</i>				Suelos originales	1	6,67%	0,016%

La sub-categoría “enmiendas-correctivos-fertilizantes-máquinas-equipos” registró varios códigos, siendo los principales hidroretenedor (0,30%<sub>Tot</sub>), biosólidos (0,21%<sub>Tot</sub>) cuya magnitud en realidad se debe al importante número de proyectos de la ciudad de Bogotá que usaron dicho material; fertilizante 15-15-15 (0,19%<sub>Tot</sub>) así como otros fertilizantes de síntesis química; enmiendas (0,19%<sub>Tot</sub>) como forma genérica de referirse a ellas o hacer alusión a su importancia; bórax (0,16%<sub>Tot</sub>), cal dolomita (0,16%<sub>Tot</sub>), enmiendas orgánicas (0,16%<sub>Tot</sub>) aunque también se les denomina por sus nombres específicos como gallinaza (0,14%<sub>Tot</sub>), fertilizante con elementos menores (0,14%<sub>Tot</sub>), cal (0,13%<sub>Tot</sub>) o calfos (0,13%<sub>Tot</sub>) entre otros (Ver **Tabla 4-5**).

Lo relativo a la sub-categoría “materia orgánica” se centró en menciones sobre el contenido de ésta (0,82%<sub>Tot</sub>), el aporte de necromasa al suelo (0,76%<sub>Tot</sub>) o, simplemente la mención de un parámetro del suelo denominado materia orgánica (0,51%<sub>Tot</sub>). La hojarasca también ha sido mencionada por los restauradores en sus informes según lo expuesto en la **Tabla 4-5**.

La “génesis de suelos” es una de las sub-categorías minoritarias dentro de la categoría técnica-tecnológica representando apenas el 3.63% de esta. Cuando se habla de ella se hace a través del uso de términos relacionados con materiales parentales como rocas, cenizas volcánicas, depósitos-materiales litológicos, o sedimentos aluviales, entre otros. A pesar de que se hace referencia a la formación del suelo e incluso a la geopedología, en realidad no se abordan estos temas a profundidad. Para consultar los porcentajes de participación de estos y otros temas tanto en la categoría como a nivel del total del *corpus*, remítase a la **Tabla 4-5**.

La sub-categoría “métodos de análisis” se fundamenta en las referencias hechas a análisis de suelos (0,74%<sub>Tot</sub>) que se homologarían a pruebas de laboratorio, al hecho de realizar el muestreo de suelos (0,41%<sub>Tot</sub>), o a significar específicamente muestras de suelo (0,17%<sub>Tot</sub>) que pueden ser tomadas de diferentes maneras incluyendo el uso de cajuelas (0,11%<sub>Tot</sub>) que también pueden ser utilizadas para realizar observaciones al perfil. Es importante anotar que parece ser que la preferencia se da por realizar muestras compuestas de suelo (0,16%<sub>Tot</sub>) ya que no se encontraron evidencias que sugieran el uso de muestras diferenciadas.

La sub-categoría “tratamientos para recuperación del suelo” incluye varias tipologías reportadas por los autores de los informes finales de los proyectos de RE, siendo que el objetivo de estos puede ser tanto la restauración de suelos (0,17%<sub>oTot</sub>) también referida como restauración ecológica de suelos (0,06%<sub>oTot</sub>), como la rehabilitación (0,06%<sub>oTot</sub>).

Entre los tratamientos mencionados el principal, en función de su proporción en relación con el total de las codificaciones del *corpus Informes*, es la adición o aplicación de materia orgánica (0,38%<sub>oTot</sub>) aunque también se nombran otros como la inoculación de microorganismos (0,17%<sub>oTot</sub>), la remoción o eliminación de suelo (0,08%<sub>oTot</sub>), la aplicación en diferentes proporciones de biosólido / estériles (0,06%<sub>oTot</sub>), la reconformación del terreno (0,06%<sub>oTot</sub>), la desactivación o agotamiento del banco de semillas particularmente de *Ulex* (0,05%<sub>oTot</sub>) y la eliminación del sistema radicular (0,05%<sub>oTot</sub>) así como referencias a la adición, aplicación, translocación o dispersión de suelo alóctono (0,33%<sub>oTot</sub>).

Además de lo reportado hasta el momento, se encontró que en muy bajas proporciones fueron registradas ideas que expresan la conciencia con respecto a la existencia de “gradientes o mosaicos de suelos” (0,08%<sub>oTot</sub>), que también fueron referidos como variabilidad edáfica (0,06%<sub>oTot</sub>) o diversidad de suelos (0,016%<sub>oTot</sub>). Las manifestaciones concretas de esta heterogeneidad se relacionaron con dureza en profundidad (0,03%<sub>oTot</sub>), diferencias físicas (0,016%<sub>oTot</sub>) o químicas de los suelos (0,016%<sub>oTot</sub>) o gradientes de carbono orgánico en profundidad (0,016%<sub>oTot</sub>), humedad (0,016%<sub>oTot</sub>), pH (0,016%<sub>oTot</sub>) o nutrientes (0,016%<sub>oTot</sub>), entre otros.

Los principales códigos de las sub-categorías “taxonomía y/o clasificación de suelos” (2,01%<sub>oTot</sub>) y, “desarrollo de suelos” (1,03%<sub>oTot</sub>) así como la totalidad de los códigos para las sub-categorías “obras – bioingeniería” (0,79%<sub>oTot</sub>) y “suelos de referencia” (0,24%<sub>oTot</sub>) pueden ser consultados en la **Tabla 4-5**.

#### 4.2.4 Categoría Social – Cultural

Los aspectos del abordaje al suelo relativos a lo social y cultural, identificados a partir de las codificaciones de los *Informes* de los proyectos de RE, representan el 14.91%<sub>Tot</sub> de las referencias hechas por los restauradores con relación al suelo.

Esta categoría fue conformada por 9 sub-categorías de magnitudes disímiles que pueden ser consultadas en la **Tabla 4-6**, siendo que “prácticas de manejo del suelo” representa casi la mitad (49.95%) seguida por “uso del suelo-ordenamiento territorial” (35.63%), “información” (5.73%), “capacitación-concienciación-formación” (4.14%), “aspectos sociales-culturales” (1.70%), “indicadores” (1.48%), “aspectos institucionales-eventos relacionados con el suelo” (0.95%), “investigaciones” (0.32%) y “relación suelo-hombre” (0.11%).

Es importante recordar que si bien es cierto que aspectos como las prácticas de manejo del suelo o los indicadores tienen alcances técnicos-tecnológicos, fueron incluidos dentro de esta categoría ya que los aspectos culturales de una sociedad determinan el tipo de prácticas productivas y de manejo que se hacen sobre el suelo y así mismo, la cultura condiciona el tipo de indicadores que seleccionan las sociedades en función de sus representaciones del ambiente, sus partes constitutivas y sus interacciones.

Para la conceptualización de esta categoría se asume que “*«Cultura» no significa simplemente la red de símbolos tejida por la sociedad para descifrar el mundo y las relaciones sociales. Cultura también son los instrumentos físicos que acompañan y sostienen la aventura del hombre, al mismo tiempo que las complejas formas de organización social que le permiten manejar más eficientemente o más peligrosamente el medio. El hombre es al mismo tiempo, mano, palabra y neocéfalo. No existe instrumento sin símbolo y la tecnología es un brazo articulado del sistema social.*”<sup>8</sup> (Ángel-Maya, 2003. p. 201).

---

<sup>8</sup> Subrayado por fuera del texto.

Ahora bien, la dimensión social – cultural debe ser relevante para la RE, toda vez que esta práctica se trata de una construcción social donde el humano se relaciona con la naturaleza (no humana) interviniendo en ella, buscando restaurar no solo a la naturaleza en sí misma sino a nuestra relación con ella. Sin embargo esta construcción no ha logrado trascender a un pequeño grupo de especialistas ni ha logrado cuestionar las relaciones de explotación que han caracterizado a la civilización desde la revolución industrial (Lindig-Cisneros & Lindig-Cisneros, 2016). En este orden de ideas, el suelo como parte de la naturaleza no humana cuenta o debe contar en el marco de la RE, con aspectos propios desde lo social y cultural.

No obstante lo anterior, no es raro que para el caso de Colombia la dimensión social – cultural del suelo y consecuentemente la de la RE *per se* tenga baja representatividad, ya que este tipo de situaciones ha sido observado a nivel mundial donde se ha encontrado que los restauradores no incluyen en los artículos (revisados por pares) que publican, los vínculos entre la restauración ecológica, la sociedad y las políticas ni dan cuenta suficientemente de los beneficios de la restauración como inversión que vale la pena para la sociedad (Aronson et al., 2010).

Así mismo, en la literatura científica no es común encontrar referencias como la de Brausmann y Bretschger (2018), que pongan de manifiesto la estrecha relación entre el modelo económico imperante representado por el “desarrollo económico” y, la degradación de suelos, que se da como consecuencia del proceso productivo acompañado de prácticas agrícolas peligrosas que debilitan a los ecosistemas disminuyendo sus servicios de protección. Esta ausencia también resulta evidente en el caso del abordaje al suelo en los proyectos de RE en Colombia.

**Tabla 4-6:** Principales temáticas abordadas por los restauradores en los informes finales de proyectos de restauración ecológica de ecosistemas terrestres-Categoría Social-Cultural

Sub-categoría Prácticas de manejo del suelo				Sub-categoría Capacitación- concienciación-formación			
CÓDIGOS	FRECUENCIA	% S-cat	% Tot	CÓDIGOS	FRECUENCIA	% S-cat	% Tot
Siembra	67	14,23%	1,06%	Capacitaciones (varias)	15	38,46%	0,24%
Ahoyado / hoyado	53	11,25%	0,84%	Talleres (varios)	14	35,90%	0,22%
Fertilización	47	9,98%	0,74%	Educación ambiental	4	10,26%	0,06%
Plateo	35	7,43%	0,55%	Cartilla "Cómo vivir en las montañas sin agotar el suelo"	2	5,13%	0,03%
Plantación	32	6,79%	0,51%	Aprendizaje manejo racional de recursos suelo y agua (comunidad)	1	2,56%	0,016%
Limpia / Limpieza (remoción de arvenses)	26	5,52%	0,41%	Necesidad de capacitar a la comunidad en conservación de suelos	1	2,56%	0,016%
Resiembra / Reemplazamiento / Replante	21	4,46%	0,33%	Técnicas de conservación de suelos (observación a la comunidad)	1	2,56%	0,016%
Riego	20	4,25%	0,32%	Usos del suelo permitidos (preocupación de usuario)	1	2,56%	0,016%
Uso inadecuado del suelo	14	2,97%	0,22%	<b>Sub-categoría Información</b>			
Preparación del terreno	13	2,76%	0,21%	CÓDIGOS	FRECUENCIA	% S-cat	% Tot
Restos/residuos de poda/corte sobre el suelo	10	2,12%	0,16%	Estudio general de suelos-IGAC	4	7,41%	0,06%
<b>Sub-categoría Uso del suelo-Ordenamiento territorial</b>				Información secundaria	4	7,41%	0,06%
CÓDIGOS	FRECUENCIA	% S-cat	% Tot	Información secundaria cobertura del suelo	4	7,41%	0,06%
Uso del suelo	76	22,62%	1,20%	Ausencia / Falta análisis de suelos	4	7,41%	0,06%
Cambio de uso del suelo	57	16,96%	0,90%	Imágenes satelitales	3	5,56%	0,05%
Uso actual del suelo	48	14,29%	0,76%	Información secundaria uso del suelo	3	5,56%	0,05%
Conflicto de uso del suelo	22	6,55%	0,35%	Necesidad de información	3	5,56%	0,05%
Suelo rural	18	5,36%	0,28%	Grado de erosión	2	3,70%	0,03%
Uso histórico del suelo	18	5,36%	0,28%	Mapa de capacidad de uso del suelo	2	3,70%	0,03%
Historia de uso del suelo	12	3,57%	0,19%	Mapa de suelos (elaborado)	2	3,70%	0,03%
Vocación del suelo	12	3,57%	0,19%	Monitoreo de suelos	2	3,70%	0,03%
Suelo de protección	6	1,79%	0,09%	No evidencia de análisis de suelos en proyectos (falta info)	2	3,70%	0,03%
Presión de uso	5	1,49%	0,08%	Toma de datos de edafofauna	2	3,70%	0,03%
Suelo urbano	5	1,49%	0,08%	Toma de datos de suelos	2	3,70%	0,03%



Continúa ...

Continuación **Tabla 4-6**

Sub-categoría Aspectos sociales-culturales				Sub-categoría Aspectos institucionales-eventos			
CÓDIGOS	FRECUENCIA	% S-cat	% Tot	CÓDIGOS	FRECUENCIA	% S-cat	% Tot
Conflictos socio-ambientales por el uso del suelo	3	18,75%	0,05%	Laboratorio de Suelos-IGAC	3	33,33%	0,05%
Recuperación de espacios del agua y el suelo	2	12,50%	0,03%	Día internacional del suelo fértil	2	22,22%	0,03%
Evidencia de actividad humana en los suelos	1	6,25%	0,016%	Control a la intervención del suelo	1	11,11%	0,016%
Interés de usuarios en protección de suelos	1	6,25%	0,016%	Laboratorio de análisis de Suelos-UN Medellín	1	11,11%	0,016%
Nueva cultura de manejo de recursos suelo y agua	1	6,25%	0,016%	Lineamiento ambiental para adecuaciones del suelo. SDA	1	11,11%	0,016%
Participación de estudiantes en la siembra	1	6,25%	0,016%	Regulación del uso del suelo	1	11,11%	0,016%
Percepción-cambio de uso del suelo	1	6,25%	0,016%	<b>Sub-categoría Investigaciones</b>			
Percepción-contaminación del suelo (aire y/ o agua)	1	6,25%	0,016%	CÓDIGOS	FRECUENCIA	% S-cat	% Tot
Percepción-sedimentación	1	6,25%	0,016%	Estudiar invertebrados del suelo	2	66,67%	0,03%
Percepción de la comunidad eucalipto-suelo	1	6,25%	0,016%	Investigar sobre bancos de semillas	1	33,33%	0,016%
Relacionamiento con el suelo	1	6,25%	0,016%	<b>Sub-categoría Relación suelo-hombre</b>			
Valor del suelo en el imaginario social	1	6,25%	0,016%	CÓDIGOS	FRECUENCIA	% S-cat	% Tot
Zonas de valor del suelo	1	6,25%	0,016%	Transformación del suelo (por la comunidad)	1	100,00%	0,016%

Continúa ...

Continuación **Tabla 4-6**

Sub-categoría Indicadores			
CÓDIGOS	FRECUENCIA	% S-cat	% Tot
Indicador: Abonos orgánicos	2	14,29%	0,03%
Indicador: Manejo del suelo	2	14,29%	0,03%
Componente edáfico-evaluación indirecta de RE	1	7,14%	0,016%
Indicador: Invertebrados predadores y detritívoros epígeos	1	7,14%	0,016%
Indicador: oferta de suelo	1	7,14%	0,016%
Indicador: Termitas como indicadores de estructura del suelo	1	7,14%	0,016%
Indicador: Usos económicos del suelo (áreas de economía campesina, agroindustrial, extractiva..)	1	7,14%	0,016%
Indicadores de calidad de suelos (macrofauna-Diplopodos)	1	7,14%	0,016%
Indicadores edáficos	1	7,14%	0,016%
Indicadores de monitoreo-suelo	1	7,14%	0,016%
Insectos como indicadores de uso del suelo	1	7,14%	0,016%
Transformación del carbono (salud del suelo)	1	7,14%	0,016%

FREC. : Frecuencia del código dentro del total de codificaciones-*corpus Informes*  
% S-cat: Porcentaje de participación del código dentro de la sub-categoría  
% Tot: Porcentaje de participación del código dentro del total de codificaciones-*corpus Informes*

La sub-categoría “prácticas de manejo del suelo”, desde lo reportado por los restauradores sugiere un enfoque forestal para la práctica de la RE en la implementación de los proyectos, esto ya que la mayoría de los códigos hace referencia a acciones propias de esa ciencia como lo son preparación del terreno (0,21%<sub>Tot</sub>), siembra (1,06%<sub>Tot</sub>), ahoyado u hoyado (0,84%<sub>Tot</sub>), fertilización (0,74%<sub>Tot</sub>), plateo (0,55%<sub>Tot</sub>), plantación (0,51%<sub>Tot</sub>), limpia o limpieza en referencia a la remoción de especies arvenses (0,41%<sub>Tot</sub>), resiembra, reemplazamiento o replante (0,33%<sub>Tot</sub>) y actividades subsidiarias como el riego (0,32%<sub>Tot</sub>).

Así mismo se mencionaron otros temas como el uso inadecuado del suelo (0,22%<sub>Tot</sub>) o buenas prácticas como lo puede ser el dejar restos de poda o corte sobre el mismo (0,16%<sub>Tot</sub>). La totalidad de las actividades sugeridas se da en el marco de los modelos conceptuales convencionales incluyendo además referencias a otras actividades como encalado, repique del suelo, apisonado de sustrato alrededor de plantas sembradas, uso de curvas a nivel, la alusión a labranza intensiva y al manejo de suelos y abonado, entre muchas otras.

La sub-categoría de “uso del suelo-ordenamiento territorial” fue denominada de este modo debido a que el grueso de las referencias de los autores en relación con este uso han sido en el sentido de la normatividad colombiana (Ley 388 de 1997), siendo que los códigos más representativos fueron uso del suelo (1,20%<sub>Tot</sub>), cambio de uso (0,90%<sub>Tot</sub>), uso actual (0,76%<sub>Tot</sub>), conflicto de uso (0,35%<sub>Tot</sub>), suelo rural (0,28%<sub>Tot</sub>), uso histórico del suelo (0,28%<sub>Tot</sub>), historia de uso (0,19%<sub>Tot</sub>), vocación (0,19%<sub>Tot</sub>), presión de uso (0,08%<sub>Tot</sub>), o tipos de uso como suelo de protección (0,09%<sub>Tot</sub>) o suelo urbano (0,08%<sub>Tot</sub>).

Cuando los autores de los informes de RE hicieron alusión a aspectos clasificados dentro de la sub-categoría “información”, en general se refirieron a dos posibles situaciones, por un lado al uso de información para desarrollar sus trabajos y por el otro a la que fue generada como resultado de los mismos.

Con respecto a la información de entrada fueron empleados términos como estudio general de suelos – IGAC (0,06%<sub>Tot</sub>), información secundaria (0,06%<sub>Tot</sub>), información secundaria sobre cobertura del suelo (0,06%<sub>Tot</sub>), imágenes satelitales (0,05%<sub>Tot</sub>), información secundaria sobre uso del suelo (0,05%<sub>Tot</sub>), grado de erosión (0,03%<sub>Tot</sub>) o

mapa de capacidad de uso del suelo (0,03%<sub>Tot</sub>). También identificaron falencias de información, lo que se evidencia a partir del uso de códigos como ausencia o falta análisis de suelos (0,06%<sub>Tot</sub>) o necesidad de información (0,05%<sub>Tot</sub>). Con respecto a la información de salida fueron empleados códigos del tipo mapa de suelos elaborado (0,03%<sub>Tot</sub>), entre otros.

Los temas sobre “capacitación, concienciación o formación” con relación al suelo también fueron abordados por los restauradores incluyendo referencias a diferentes tipos de capacitaciones (0,24%<sub>Tot</sub>) o talleres (0,22%<sub>Tot</sub>), a educación ambiental (0,06%<sub>Tot</sub>) o a publicaciones como la cartilla "Cómo vivir en las montañas sin agotar el suelo" (0,03%<sub>Tot</sub>). Con una única entrada por código reportaron situaciones de la comunidad en cuanto al aprendizaje en manejo racional de recursos suelo y agua (0,016%<sub>Tot</sub>), la necesidad de capacitarla en conservación de suelos (0,016%<sub>Tot</sub>) o la solicitud de las comunidades sobre técnicas de conservación de suelos (0,016%<sub>Tot</sub>), así como preocupaciones manifestadas por un usuario sobre usos del suelo permitidos (0,016%<sub>Tot</sub>).

Otras sub-categorías de magnitud reducida identificadas en los informes hacen referencia a “aspectos sociales-culturales” propiamente dichos (0,25%<sub>Tot</sub>) donde se incluyen códigos de suma relevancia como el valor del suelo en el imaginario social o las percepciones que sobre este se tienen; también se hizo mención de “aspectos institucionales o eventos relacionados con el suelo” (0,14%<sub>Tot</sub>), “investigaciones” sugeridas (0,05%<sub>Tot</sub>) o la “relación suelo-hombre” representada por un único código definido como transformación del suelo por la comunidad (0,016%<sub>Tot</sub>). Las proporciones de los diferentes códigos y las sub-categorías mencionadas pueden consultarse en la **Tabla 4-6**.

Finalmente, a pesar de tratarse de una sub-categoría de escasa dimensión (0,22%<sub>Tot</sub>), se listan los “indicadores” nombrados por los restauradores ya que pueden resultar de interés para comprender el abordaje al suelo en el marco de la RE y pueden aportar al avance en la construcción del tema. En este orden de ideas los que pudieron ser identificados fueron abonos orgánicos, manejo del suelo, componente edáfico para evaluación indirecta de RE, invertebrados predadores y detritívoros epigeos, oferta de suelo, termitas (como indicadores de estructura del suelo), usos económicos del suelo

(áreas de economía campesina, agroindustrial, extractiva, etc.), macrofauna-diplópodos (como indicadores de calidad de suelos), edáficos sin especificar, el suelo en general como indicador de monitoreo, insectos como indicadores de uso del suelo y, transformación del carbono como indicador de salud del suelo.

#### 4.2.5 Categoría Ecológico-Biológica

La categoría ecológico-biológica para el abordaje al suelo desde la RE de ecosistemas terrestres representa el 8.92%<sub>Tot</sub> de las codificaciones del *corpus Informes*. Se encuentra constituida asimétricamente por 8 sub-categorías de las cuales dos representan el 88.48% de la categoría, a saber “biología del suelo” (48,76%) y “relación suelo-planta” (39,72%). Las demás sub-categorías identificadas fueron “funciones del suelo”, que representa el 7,27%, “ecología del suelo” (1,77%), “relación suelo-fauna” (1,60%), “servicios ecosistémicos-ambientales” (0,53%), “historia natural” (0,18%) y “relación suelo-microorganismos” (0,18%).

Para consultar el detalle de las sub-categorías del componente ecológico-biológico en cuanto a los principales tipos de código así como a su fundamentación, remítase a la **Tabla 4-7**.

Con respecto a la sub-categoría “biología del suelo”, los códigos más relevantes que fueron identificados se relacionan con cobertura viva del suelo ya sea de forma genérica (0,35%<sub>Tot</sub>) o específica en relación con la cubierta vegetal (1,15%<sub>Tot</sub>), así como con cambios en la cobertura (0,06%<sub>Tot</sub>).

Dentro de los organismos o grupos de organismos edáficos mencionados por los autores se encuentra de manera genérica la fauna (0,51%<sub>Tot</sub>), banco de semillas (0,49%<sub>Tot</sub>) o cantidad de semilla en el suelo (0,06%<sub>Tot</sub>), microorganismos (0,43%<sub>Tot</sub>), artrópodos (0,17%<sub>Tot</sub>), briófitos (0,09%<sub>Tot</sub>), entomofauna edáfica en general (0,09%<sub>Tot</sub>), insectos (0,06%<sub>Tot</sub>) y lombrices (0,06%<sub>Tot</sub>), entre otros.

**Tabla 4-7:** Principales temáticas abordadas por los restauradores en los informes finales de proyectos de restauración ecológica de ecosistemas terrestres-Categoría Ecológico-biológica

Sub-categoría Biología del suelo				Sub-categoría Funciones del suelo			
CÓDIGOS	FRECUENCIA	% S-cat	% Tot	CÓDIGOS	FRECUENCIA	% S-cat	% Tot
Cobertura / Cubierta vegetal	73	26,55%	1,15%	Infiltración del agua (Recarga de acuíferos-subsuelo)	27	65,85%	0,43%
Fauna	32	11,64%	0,51%	Ciclaje de nutrientes	3	7,32%	0,05%
Banco de semillas	31	11,27%	0,49%	Regulación hídrica (función del suelo)	3	7,32%	0,05%
Microorganismos	27	9,82%	0,43%	Ciclo de nutrientes	2	4,88%	0,03%
Cobertura del suelo	22	8,00%	0,35%	Ciclos bioquímicos	2	4,88%	0,03%
Artrópodos	11	4,00%	0,17%	Fijación de Carbono	2	4,88%	0,03%
Briófitos	6	2,18%	0,09%	Ciclado de nutrientes (salud del suelo)	1	2,44%	0,02%
Entomofauna edáfica	6	2,18%	0,09%	Circulación de bioelementos	1	2,44%	0,02%
Cambios en la cobertura	4	1,45%	0,06%	<b>Sub-categoría Ecología del suelo</b>			
Cantidad de semilla en el suelo	4	1,45%	0,06%	CÓDIGOS	FRECUENCIA	% S-cat	% Tot
Insectos	4	1,45%	0,06%	Ecosistema del suelo	2	20,00%	0,03%
Lombrices	4	1,45%	0,06%	Relación microorganismo-suelo-planta	2	20,00%	0,03%
<b>Sub-categoría Relación suelo-planta</b>				Ensamblajes bióticos del suelo	1	10,00%	0,016%
CÓDIGOS	FRECUENCIA	% S-cat	% Tot	Gremios tróficos (macrofauna)	1	10,00%	0,016%
Requerimientos / Necesidades / Adaptación de suelos de las especies vegetales	75	33,48%	1,19%	Grupos funcionales del suelo	1	10,00%	0,016%
Especie recupera suelos	18	8,04%	0,28%	Interacción organismos-Factores físico-químicos	1	10,00%	0,016%
Fijación de Nitrógeno (vegetal)	15	6,70%	0,24%	Interacción suelo-planta-microorganismos	1	10,00%	0,016%
Especie controla la erosión	13	5,80%	0,21%	Interrelaciones roca-suelo-topografía-clima-vegetación-animales-infraestructura-humanos	1	10,00%	0,016%
Amarre del suelo (vegetación)	11	4,91%	0,17%	<b>Sub-categoría Relación suelo-fauna</b>			
Especie conserva suelos	7	3,13%	0,11%	CÓDIGOS	FRECUENCIA	% S-cat	% Tot
Mejora de condiciones del suelo (spp vegetales)	7	3,13%	0,11%	gremio de aves que forrajea en suelo abierto	2	22,22%	0,03%
Especies vegetales mejoradoras del suelo	5	2,23%	0,08%	Túneles de edaofauna en el suelo	2	22,22%	0,03%
Especies formadoras de suelos	4	1,79%	0,06%	Fauna sobre el suelo (aves y herpetofauna)	1	11,11%	0,016%
Especie recupera suelos erosionado	3	1,34%	0,05%	Forrajeo de aves	1	11,11%	0,016%
Absorción de agua	2	0,89%	0,03%	Huevos y renacuajos en contacto con el suelo	1	11,11%	0,016%
Contacto con el suelo (raíces adventicias)	2	0,89%	0,03%	Microorganismos patógenos para animales en el suelo	1	11,11%	0,016%
Especie adecúa el suelo	2	0,89%	0,03%	Observación de herpetofauna sobre el suelo	1	11,11%	0,016%
Especie recupera suelos compactados	2	0,89%	0,03%				

Continúa ...

Continuación **Tabla 4-7**

Sub-categoría Servicios ecosistémicos-ambientales			
CÓDIGOS	FRECUENCIA	% S-cat	% Tot
Retención del suelo (función ecológica)	1	33,33%	0,016%
Servicios ecosistémicos	1	33,33%	0,016%
Suelo provee servicios ecosistémicos	1	33,33%	0,016%
Sub-categoría Historia natural			
CÓDIGOS	FRECUENCIA	% S-cat	% Tot
Cambios observados en el suelo (Cronosecuencia)	1	100,00%	0,016%
Sub-categoría Relación suelo-microorganismos			
CÓDIGOS	FRECUENCIA	% S-cat	% Tot
Estudio de las relaciones microorganismo – suelo – planta	1	100,00%	0,016%

FREC. : Frecuencia del código dentro del total de codificaciones-*corpus Informes*

% S-cat: Porcentaje de participación del código dentro de la sub-categoría

% Tot: Porcentaje de participación del código dentro del total de codificaciones-*corpus Informes*

La sub-categoría “relación suelo-planta” contiene códigos de mayor frecuencia que sugieren principalmente aspectos referidos a requerimientos, necesidades o adaptación de las especies vegetales en relación con los suelos (1,19%<sub>Tot</sub>) así como atributos de las plantas que conllevan mejorías al suelo representados en códigos del tipo: especie que recupera suelos (0,28%<sub>Tot</sub>), fijación de Nitrógeno por parte de especies vegetales (0,24%<sub>Tot</sub>), especie que controla la erosión (0,21%<sub>Tot</sub>), amarre del suelo por parte de la vegetación (0,17%<sub>Tot</sub>), especie que conserva suelos (0,11%<sub>Tot</sub>), mejora de condiciones del suelo por especies vegetales (0,11%<sub>Tot</sub>) o especies vegetales mejoradoras del suelo (0,08%<sub>Tot</sub>), especies formadoras de suelos (0,06%<sub>Tot</sub>), especie que recupera suelos erosionados (0,05%<sub>Tot</sub>), especie que adecúa el suelo (0,03%<sub>Tot</sub>) o especie que recupera suelos compactados (0,03%<sub>Tot</sub>).

Así mismo, entre las “relaciones suelo-planta” mencionadas por los restauradores se encuentra la absorción de agua (0,03%<sub>Tot</sub>) o el contacto de raíces adventicias con el suelo (0,03%<sub>Tot</sub>), entre otras.

Las “funciones del suelo nombradas” en los informes representan, incluidas todas sus sub-categorías, un 0.65%<sub>Tot</sub> de las codificaciones del *corpus*, lo que resulta interesante ya que si el objetivo de la RE implica la recuperación de los atributos funcionales del ecosistema (SER, 2004), estas consideraciones deberían ser más tenidas en cuenta. Entre las que fueron identificadas se encuentra la recarga de acuíferos del subsuelo por la infiltración del agua, el ciclo, ciclaje o ciclado de nutrientes, la regulación hídrica, los ciclos bioquímicos, la fijación de Carbono y la circulación de bioelementos. La proporción de cada uno de los códigos identificados puede consultarse en la **Tabla 4-7**.

Al igual que para el caso anterior, con respecto a nociones de “ecología del suelo” puede decirse que se identificaron muy pocas alusiones con bajo porcentaje de aparición. La mayoría de los temas tratados fue circunscrita a nombrar el ecosistema del suelo (0,03%<sub>Tot</sub>) o las relación microorganismo-suelo-planta (0,03%<sub>Tot</sub>). En este mismo sentido se registraron entradas únicas para los códigos ensamblajes bióticos del suelo, gremios tróficos (macrofauna), grupos funcionales del suelo, interacción organismos-factores físico-químicos, interacción suelo-planta-microorganismos e interrelaciones roca-suelo-topografía-clima-vegetación-animales-infraestructura-humanos (sic).



Las demás sub-categorías relacionadas con los aspectos ecológico-biológicos apenas tuvieron participación, tal es el caso de la “relación suelo-fauna” (0,14%<sub>Tot</sub>) o de “servicios ecosistémicos-ambientales” (0,05%<sub>Tot</sub>) para la que solamente fueron considerados tres conceptos correspondientes a retención del suelo, servicios ecosistémicos como noción general no sustantiva y suelo como proveedor de servicios ecosistémicos. Otras sub-categorías con una única entrada fueron “historia natural” y “relación suelo-microorganismos” (ver **Tabla 4-7**).

#### 4.2.6 Categoría Simbólica

La categoría simbólica que representa el 2.53%<sub>Tot</sub> de las codificaciones del *corpus Informes* fue constituida por dos sub-categorías, “conceptualización del suelo” y “conocimiento sobre suelos”. Ahora bien, aunque en principio estas harían parte de una dimensión socio-cultural fueron separadas de manera intencional ya que el entendimiento de cómo es comprendido y dimensionado el suelo, epistemológicamente hablando, puede dar cuenta del enfoque ambiental (o su ausencia) de su abordaje en el marco de la RE.

Dado lo anterior, para la construcción de esta categoría se ha asumido el concepto de símbolo o símbolos en los términos de Augusto Ángel Maya (2000) como aquellas construcciones teóricas que han permitido al hombre actuar sobre el mundo “natural”, modificarlo, amarlo o defenderse de él.

Teniendo en cuenta la importancia dada a esta categoría en términos del análisis ambiental, en la **Tabla 4-8** fue incluida la totalidad de los códigos correspondientes tanto a la conceptualización como al conocimiento del suelo esbozados por los restauradores en sus informes.

Con respecto a la “conceptualización del suelo”, llama la atención cómo el término tierra (0,58%<sub>Tot</sub>) es usado como sinónimo, cuando en realidad conceptualmente se trata de dos entidades diferentes siendo tierra superior a suelo, englobándolo inclusive.

**Tabla 4-8:** Temáticas abordadas por los restauradores en los informes finales de proyectos de restauración ecológica de ecosistemas terrestres-Categoría Simbólica

Sub-categoría Conceptualización del suelo				Sub-categoría Conocimiento sobre suelos			
CÓDIGOS	FRECUENCIA	% S-cat	% Tot	CÓDIGOS	FRECUENCIA	% S-cat	% Tot
Tierra (significando suelo o sustrato)	37	25,87%	0,58%	Consultar a especialista en fertilidad	5	29,41%	0,08%
Sustrato	33	23,08%	0,52%	Diagnóstico de suelos	2	11,76%	0,03%
Soporte de estructuras	12	8,39%	0,19%	Diagnóstico edafológico	2	11,76%	0,03%
Recurso	11	7,69%	0,17%	Asistencia técnica para el uso de la tierra	1	5,88%	0,016%
Componente suelo	9	6,29%	0,12%	Diagnóstico de la fertilidad de los suelos	1	5,88%	0,016%
Suelo compartimento del ecosistema (fauna, vegetación, suelo)	6	4,20%	0,09%	Especialista en suelos (no había-para vía bicis)	1	5,88%	0,016%
Suelo componente físico	6	4,20%	0,09%	Falta de asesoría ocupación del suelo	1	5,88%	0,016%
Suelo como parte del potencial físico de RE	3	2,10%	0,05%	Falta de asesoría uso del suelo	1	5,88%	0,016%
Ecosistema del suelo	2	1,40%	0,03%	Falta de conocimiento-banco de semillas	1	5,88%	0,016%
Soporte de cobertura vegetal	2	1,40%	0,03%	Ingeniero de suelos	1	5,88%	0,016%
Capital suelo	1	0,70%	0,016%	RE combinación interdisciplinaria de saberes	1	5,88%	0,016%
Conceptualización	1	0,70%	0,016%				
Elemento del medio ambiente	1	0,70%	0,016%				
Medio de soporte mecánico para la vegetación	1	0,70%	0,016%				
Preciado recurso	1	0,70%	0,016%				
Recuperación de suelos es difícil	1	0,70%	0,016%				
Recursos del suelo	1	0,70%	0,016%				
Sistema natural abierto y complejo	1	0,70%	0,016%				
Suelo atributo clave de ecosistema (original)	1	0,70%	0,016%				
Suelo como ecosistema	1	0,70%	0,016%				
Suelo como elemento	1	0,70%	0,016%				
Suelo como espacio (suelos abiertos para germinación)	1	0,70%	0,016%				
Suelo como servicio	1	0,70%	0,016%				
Suelo componente del paisaje fisiográfico	1	0,70%	0,016%				
Suelo fértil (sustrato)	1	0,70%	0,016%				
Suelo fuente de recursos para las plantas	1	0,70%	0,016%				
Suelo lineamiento para elección de áreas protegidas (son 6)	1	0,70%	0,016%				
Suelo medio abiótico	1	0,70%	0,016%				
Suelo medio físico	1	0,70%	0,016%				
Suelo soporte a procesos naturales	1	0,70%	0,016%				
Suelo variable ambiental	1	0,70%	0,016%				
Vertedero de desechos humanos	1	0,70%	0,016%				

FREC. : Frecuencia del código dentro del total de codificaciones-*corpus Informes*  
 % S-cat: Porcentaje de participación del código dentro de la sub-categoría  
 % Tot: Porcentaje de participación del código dentro del total de codificaciones-*corpus Informes*

De conformidad con lo anterior, al considerarla adecuada en el marco del análisis ambiental implementado mediante este estudio enmarcado epistemológicamente por la complejidad ambiental, máxime cuando se espera que en el corto plazo sea derrotero para el abordaje al suelo en Colombia, se adopta la definición de tierra de la Política para la Gestión Sostenible del Suelo que se transcribe textualmente a continuación con el fin de conservar su esencia, así:

*“... según FAO (1976) y Universidad Nacional (1995), la tierra se define como una extensión delineable de la superficie terrestre que contiene los elementos del ambiente biofísico y socioeconómico que influyen en el uso; incluye el suelo, la atmósfera cercana, la forma del terreno, el clima, la hidrología, la vegetación, los organismos, la fauna, el uso, los asentamientos humanos y los resultados de las actividades humanas pasadas y actuales; todo ello mediante su relación con el uso actual o con la aptitud de uso. Con base en lo anterior, el suelo es uno de los componentes de la tierra, pero también se consideran otros, sus características y sus interacciones.*

*El concepto tierra es más amplio que el de suelo, permite una evaluación más integral lo cual es apropiado para procesos de zonificación, planificación del uso, ordenamiento y evaluación de las potencialidades, ya que la aptitud para un tipo de uso determinado, depende de factores biofísicos, pero también de variables sociales, económicas y ambientales que pueden ser determinantes en el éxito o fracaso de las actividades de uso y manejo”. (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2016. p.18).*

Continuando con la identificación de la conceptualización del suelo de parte de los restauradores, se encontró que otro código importante usado como sinónimo ha sido sustrato (0,52%<sub>Tot</sub>) que constituye una hipersimplificación del concepto al darle atributo únicamente como soporte vegetal. En este mismo sentido se hacen también alusiones al suelo como soporte de estructuras (0,19%<sub>Tot</sub>), principalmente postes.

Otras formas de definir o referirse al suelo encontradas en los *Informes* son entre otras, recurso (0,17%<sub>Tot</sub>), componente suelo (0,14%<sub>Tot</sub>), compartimento del ecosistema junto con fauna y vegetación (0,09%<sub>Tot</sub>), componente físico (0,09%<sub>Tot</sub>), parte del potencial físico

de RE (0,05%<sub>Tot</sub>), ecosistema del suelo (0,03%<sub>Tot</sub>) y soporte de cobertura vegetal (0,03%<sub>Tot</sub>).

Además de las anteriores fueron encontradas referencias que denotan una mayor complejidad de su conceptualización, como la idea de que el suelo es una variable ambiental, que su recuperación es difícil, o que se trata de un sistema natural abierto y complejo o un atributo clave del ecosistema (original), o inclusive que es un ecosistema en sí mismo. Sin embargo estas ideas no representan el grueso de la sub-categoría ya que cada una de ellas fue encontrada una sola vez (ver **Tabla 4-8**).

Con respecto al “conocimiento del suelo”, la otra sub-categoría de la dimensión simbólica, se encontraron referencias como consultar al especialista en fertilidad (0,08%<sub>Tot</sub>) en el marco de los proyectos o, diagnóstico de suelos (0,03%<sub>Tot</sub>) o edafológico (0,03%<sub>Tot</sub>) que es una forma de obtener conocimiento técnico acerca de ellos.

Además de los anteriores, fueron registrados otros temas que podrían considerarse como necesidades en el marco de los proyectos y que solamente se presentaron una codificación. Se hace referencia a asistencia técnica para el uso de la tierra, diagnóstico de la fertilidad de los suelo, falta del especialista en suelos, falta de asesoría para la ocupación y para el uso del suelo, falta de conocimiento sobre el banco de semillas, e ingeniero de suelos que es un profesional con conocimientos específicos.

De la lectura de los códigos abiertos registrados para la sub-categoría “conocimiento del suelo” puede determinarse cómo el enfoque se inclina hacia el saber científico y monodisciplinar que sin embargo no incluyó áreas fundamentales como la ecología de suelos, la geotecnia o las ciencias sociales enfocadas al objeto de estudio. Dado lo anterior es menos probable que se considere el conocimiento ambiental del suelo dado su carácter plural e inter o transdisciplinar, aunque hay que reconocer que uno de los códigos registrados hace alusión a la RE como una combinación interdisciplinaria de saberes.

De otro lado, en los textos de los informes no es raro encontrar errores que aunque pudiesen parecer triviales en realidad son importantes ya que demuestran la falta de

comprensión técnica sobre el suelo, la conceptualización errada o la falta de idoneidad al respecto que pueden tener algunos profesionales, no queriendo esto decir que no puedan ser competentes en otras disciplinas, sino que es importante la transdisciplinariedad para el correcto abordaje, donde el aporte de profesionales capacitados resulta pertinente.

Por considerarlo relevante en la **Tabla 4-9** se transcriben ejemplos de algunos de los errores encontrados y se presenta una breve discusión sobre la fundamentación conceptual que explica tales errores.

**Tabla 4-9:** Errores conceptuales sobre el concepto suelo encontrados en documentos del *corpus Informes*

ERROR IDENTIFICADO	SUSTENTO
<i>"...De la misma forma, la reducción del contenido de aluminio Intercambiable (cmol(+)/kg) en relación con el tiempo transcurrido desde el aprovechamiento forestal generó una reducción en la capacidad de intercambio catiónico (cmol (+)/kg)."</i>	Esta afirmación es errada ya que la capacidad de intercambio catiónico (CIC) es mediada por los coloides del suelo y corresponde a la cantidad de cargas negativas en la superficie de estos (Osorio, 2014). El aluminio intercambiable es simplemente un catión retenido por esta CIC.
<i>"...Limpieza y tamizaje: A través de zaranda se tamiza el sustrato tierra negra para eliminar impurezas y mejorar la textura del mismo."</i>	Aquí se encuentran dos errores, el primero el uso común por cierto, del término "tierra" significando suelo siendo que no corresponden conceptualmente (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2016). En segundo lugar el pretender mejorar la textura a través del tamizaje. Esto no resulta posible ya que en términos cuantitativos la textura del suelo denota la distribución medida con precisión de las tallas de partículas y la proporción de los varios rangos de tamaño de éstas que componen un suelo determinado (Hillel, 1998), por lo tanto no puede modificarse por un tamizaje.
<i>Con respecto a un suelo ácido: "...Por lo anterior elementos como el calcio, magnesio, sodio o potasio pueden estar permaneciendo en el suelo y eliminados con el agua disponible en el área. Así, se hace necesaria la estabilización del suelo elevando su pH utilizando cal."</i>	Se considera un error el hecho de aplicar cal como estabilizante en un suelo ácido ya que en realidad resulta importante incrementar los niveles de calcio cuando el tenor del magnesio llega a saturaciones iguales o mayores al 40% que inducen deterioro del suelo al desflocular las arcillas y desagregar la microestructura, actuando además sinérgicamente con el sodio que también tiene efectos negativos sobre esta última (Rojas-Cruz, 2005, Madero et al, 2004). No obstante lo anterior es recomendable realizar enmiendas cálcicas a suelos ácidos, pero no necesariamente utilizando cal (sin especificar cuál) a manera de fórmula pre-establecida.
<i>"Durante estos meses de menor precipitación el agua almacenada de en el suelo, garantiza los procesos ecológicos y aporta mediante</i>	Esta afirmación no tiene asidero desde la física de suelos ya que la escorrentía representa la porción del suministro superficial de agua que no es absorbida por el suelo ni acumulada en su superficie

<i>escorrentía, a los drenajes convirtiéndose en un servicio ambiental aguas abajo...</i> (SIC)	debido a que la capacidad de almacenamiento está copada, por lo tanto rueda por la pendiente (Hillel, 1998).
Con respecto a un incremento en la CIC al aplicar biosólidos: <i>“Esta situación ocurrió probablemente por la mineralización del biosólido y de la materia orgánica proveniente de hojarasca, lo cual genera una mayor cantidad de cationes y un mayor establecimiento de los nutrientes...”</i>	La CIC depende de los coloides del suelo, por lo tanto si no se incrementa la cantidad de estos de origen mineral y la fracción orgánica se mineraliza, es decir se descompone en forma de CO <sub>2</sub> , minerales y agua, la fracción orgánica no podría aportar a la CIC ya que no tendría comportamiento coloidal. Sus aportes serían a la fase soluble del suelo.
<i>“...el aporte de materia orgánica al sustrato el cual genera una mayor mineralización de las bases intercambiables (Magnesio, Potasio y Sodio) y en consecuencia un aumento del pH ...”</i>	Probablemente se haga referencia a mineralización de la materia orgánica entendida como una fase de descomposición del material orgánico en la que se libera CO <sub>2</sub> por la respiración y se liberan cationes y aniones (Osorio, 2014).
Con respecto a una aplicación de biosólidos: <i>“...Lo que se puede deber a que el potasio es un elemento que se encuentra suspendido como solución mineral en los primeros centímetros del suelo donde las plantas realizan su aprovechamiento...”</i>	La mayor cantidad de potasio en el suelo se puede encontrar en los minerales primarios y secundarios, al disolverse éstos pasa a la solución del suelo donde puede ser absorbido por las plantas o micorrizas, pasar a la fase cambiante o en algunos casos perderse por lixiviación (Osorio, 2014). En este orden de ideas no puede afirmarse que este es un elemento en solución (no suspensión) y sin duda la aplicación de biosólidos tiene efecto sobre su contenido en el perfil del suelo.

Lo identificado para la categoría simbólica resulta importante, ya que como lo expresa la IPBES<sup>9</sup> (2018), las visiones del mundo influyen en la forma en que las personas, las comunidades y las sociedades manejan el ambiente y si estas visiones prevalentes resultan en la degradación de la tierra, para reducirla y revertirla podrían promoverse otras que les sean alternativas. También destaca el papel del alcance de la educación para que los tomadores de decisiones comprendan la problemática de la degradación de tierras y en consecuencia tomen acciones de respuesta adecuadas para evitar transgredir los puntos de inflexión más allá de los cuales la restauración es difícil y costosa. Es aquí donde al comprender la complejidad de las interacciones hombre-ambiente<sup>10</sup> desde un trabajo transdisciplinar, una perspectiva cultural sobre los suelos podría activar su protección y el uso sostenible de la tierra en un dominio tanto técnico como político (*sensu* Teuber et al., 2017), enfoque por demás adecuado para la restauración de los ecosistemas terrestres.

<sup>9</sup> IPBES: Plataforma Intergubernamental Científico-Normativa sobre Diversidad Biológica y Servicios de los Ecosistemas ([www.ipbes.net](http://www.ipbes.net))

<sup>10</sup> Que para nuestro caso podrían denominarse humano-naturaleza dado el marco conceptual propuesto.

### 4.2.7 Categoría Nominal

Categoría nominal hace referencia al conjunto de códigos que representan menciones al suelo de carácter no sustantivo, es decir que se limitan a utilizar la palabra sin darle alcance alguno o sin especificación de atributos, a pesar que por sí mismos parezcan tener sentido. También fueron incluidos códigos donde la palabra suelo o suelos hacen parte del nombre de un lugar, tratamiento, paso metodológico o es utilizada como límite físico (ver **Tabla 4-10**).

Al organizar la información recopilada fueron conformadas dos sub-categorías, “nominal” propiamente dicha (0,95%<sub>Tot</sub>) y “suelo como medida de superficie, escala o nivel” (0,70%<sub>Tot</sub>). Con respecto a la primera, los códigos con mayor frecuencia fueron tipos de suelo (0,28%<sub>Tot</sub>), parte del nombre de tratamiento o paso de método analítico (0,11%<sub>Tot</sub>), condiciones de suelo (0,06%<sub>Tot</sub>) y condiciones edáficas (0,06%<sub>Tot</sub>). Como se dijo anteriormente estas entradas no reportaron información relevante salvo la mención de los términos.

La sub-categoría auto-explicativa “suelo como medida de superficie, escala o nivel” fue conformada por tres códigos con magnitudes disímiles. En primer lugar se registró al suelo como nivel (a ras, sobre, bajo, etc.) con 0.66%<sub>Tot</sub> seguido por distancias sobre el suelo, para significar por ejemplo la altura a la que debe instalarse un alambre (0,02%<sub>Tot</sub>) y finalmente como problema de vivero donde las raíces de plantas pasan al suelo (0,02%<sub>Tot</sub>).

Esta categoría carece de relevancia desde el análisis ambiental ya que no aporta a la comprensión compleja del fenómeno. Sin embargo en caso de tener una magnitud importante, pondría de manifiesto el hecho de la incompreensión sobre la importancia del suelo en el marco de la RE con enfoque ambiental. Para observar la fundamentación de todos los códigos incluidos remítase a la **Tabla 4-10**.

**Tabla 4-10:** Temáticas abordadas por los restauradores en los informes finales de proyectos de restauración ecológica de ecosistemas terrestres – Categoría Nominal

Sub-categoría Nominal			
CÓDIGOS	FRECUENCIA	% S-cat	% Tot
Tipos de suelo	18	30,00%	0,285%
Parte del nombre de tratamiento o paso de método analítico	7	11,67%	0,111%
Condiciones de suelo (NOM)	4	6,67%	0,063%
Condiciones edáficas (NOM)	4	6,67%	0,063%
Características de suelo (NOM)	2	3,33%	0,032%
Parámetros del suelo (NOM)	2	3,33%	0,032%
Suelo de turbera	2	3,33%	0,032%
Suelos de montaña	2	3,33%	0,032%
Zonas de ladera	2	3,33%	0,032%
Cambios en el suelo	1	1,67%	0,016%
Cambios en la composición del suelo	1	1,67%	0,016%
Características edáficas	1	1,67%	0,016%
Condiciones de suelos	1	1,67%	0,016%
Condiciones del suelo	1	1,67%	0,016%
Condiciones edáficas adecuadas (NOM)	1	1,67%	0,016%
Condiciones extremas de suelo y clima (NOM)	1	1,67%	0,016%
Estado del suelo	1	1,67%	0,016%
Limitaciones del suelo	1	1,67%	0,016%
Monitoreo al suelo (NOM)	1	1,67%	0,016%
Particularidades del suelo (NOM)	1	1,67%	0,016%
Suelo del bosque	1	1,67%	0,016%
Suelo del sitio	1	1,67%	0,016%
Suelo local	1	1,67%	0,016%
Suelos de bosques andinos	1	1,67%	0,016%
Suelos de mejor calidad	1	1,67%	0,016%
Suelos de rastrojos	1	1,67%	0,016%
Sub-categoría Medida de superficie-escala-o nivel			
CÓDIGOS	FRECUENCIA	% S-cat	% Tot
Suelo como nivel (a ras, sobre..)	42	95,45%	0,664%
Distancias sobre el suelo	1	2,27%	0,016%
Raíces de plantas de vivero pasan al suelo	1	2,27%	0,016%

FRECUENCIA: Frecuencia del código dentro del total de codificaciones-*corpus* Informes

% S-cat: Porcentaje de participación del código dentro de la sub-categoría

% Tot: Porcentaje de participación del código dentro del total de codificaciones-*corpus* Informes



## 4.2.8 Categoría Económica

Por último, la categoría económica con una única sub-categoría, “aspectos económicos”, resultó ser la menos fundamentada de todas representando tan solo el (0,09%<sub>Tot</sub>) de las codificaciones del *corpus*.

En este orden de ideas, en términos prácticos los autores no hicieron referencia a aspectos económicos relativos al suelo, salvo en los años 2011 y 2015 sumando un total de 6 codificaciones que pueden ser consultadas en la **Tabla 4-11**. Estos resultados son coincidentes con los reportados por Barbero-Sierra y colaboradores (2015) que en su estudio de los acercamientos desde el suelo y la tierra a la investigación sobre desertificación en España, encontraron que las cuestiones socioeconómicas tienen escasos vínculos con el núcleo de la ciencia biofísica.

**Tabla 4-11:** Temáticas abordadas por los restauradores en los informes finales de proyectos de restauración ecológica de ecosistemas terrestres – Categoría Económica

Sub-categoría aspectos económicos			
CÓDIGOS	FRECUENCIA	% S-cat	% Tot
Usos económicos del suelo	3	50,00%	0,047%
Problemáticas socioeconómicas-Usos económicos del suelo	1	16,67%	0,016%
Suelos escasos	1	16,67%	0,016%
Uso económico del suelo	1	16,67%	0,016%

FREC. : Frecuencia del código dentro del total de codificaciones-*corpus* Informes

% S-cat: Porcentaje de participación del código dentro de la sub-categoría

% Tot: Porcentaje de participación del código dentro del total de codificaciones-*corpus* Informes

## 4.2.9 Análisis ambiental del enfoque al suelo en los proyectos de restauración ecológica de ecosistemas terrestres en Colombia

En la búsqueda de metodologías para la implementación de análisis ambientales enfocados al suelo en la literatura científica es posible encontrar documentos auto-denominados “análisis ambientales”. Sin embargo al hacer una revisión minuciosa de los mismos puede establecerse que en realidad no son tales, o al menos no en el marco de la complejidad ambiental ya que en últimas tienen usualmente enfoques disciplinares, lo que impide que con sus métodos se aborden las varias dimensiones del suelo.

Los análisis ambientales consultados en su gran mayoría utilizan la técnica del análisis del ciclo de vida siguiendo usualmente los estándares de las normas ISO 14040:2006 e ISO 14044:2006<sup>11</sup> o similares (L'Abbate et al., 2018, Oliveira, et al. 2017, Celauro et al., 2017, Hooftman et al., 2016, Mattick et al., 2015, Pergola et al., 2013, Pergola et al. 2013a, Garrigues et al., 2012, Rives, et al., 2012, Rives et al., 2012a, Cross et al., 2011, Ellingsen et al., 2009, Bientinesi y Petarca, 2009). Otros son en realidad estudios de química analítica o bioanalítica enfocadas en métodos de laboratorio (Hønsvall y Robertson, 2017) o, evaluaciones de impacto ambiental (Castilla-Gómez y Herrera-Herbert, 2015) que han llegado inclusive a utilizar índices *ad hoc* en combinación con análisis de imágenes satelitales (Rescia et al., 2006).

Es posible encontrar también “análisis ambientales” cuyas metodologías corresponden a minería de datos con variables ambientales (Pereira et al., 2008) o al análisis de emergencia [eMergy] (Marchettini et al., 2007). Otros se basan en sistemas de información geográfica (Mazzer y Panitz, 2006, Zanin et al., 2005) o diferentes técnicas de modelamiento informático y estadístico (Song et al. 2016, Vatn et al., 2006, Meyer-Aurich, 2005).

Inclusive, un análisis pro-ambiental sobre las preocupaciones y comportamientos hacia la conservación de suelos en el condado de Sari en Irán, fue realizado por Bijani y sus colaboradores (2017) quienes denominaron a su investigación como descriptiva, causal y correlacional en términos de análisis de datos, usando como herramienta de investigación un cuestionario cerrado.

En vista de lo dicho hasta ahora, surge entonces la necesidad de desarrollar herramientas que permitan el análisis ambiental, en este caso del suelo en el marco de la RE, que se interpreta en los términos de Lin (2014) [citando a Weaver (1948) y Weinberg (2001)], como un sistema de complejidad organizada (sistemas de número medio), que

---

<sup>11</sup> Dado que en el enfoque ambiental del análisis del ciclo de vida (ACV) “*El ACV trata los aspectos e impactos ambientales de un sistema del producto. Los aspectos e impactos económicos y sociales, generalmente están fuera del alcance del ACV. Se pueden combinar otras herramientas con el ACV para análisis más profundos.*” (ISO, 2006. p.14), resulta evidente que en realidad no se trata de un análisis ambiental, en primer lugar por su enfoque en productos y en segundo por la posibilidad de no considerar aspectos económicos y sociales que hacen parte de las dimensiones de un sistema complejo.

resultan ser demasiado complejos para la analítica y demasiado organizados para la estadística. Se trata de los verdaderos sistemas complejos de la naturaleza, donde los dos métodos científicos clásicos (tratamientos analíticos y estadísticos) no aplican bien.

Lo anterior implica que ninguna disciplina podrá comprender el biomaterial más complejo del planeta, siendo que existe evidencia creciente de que las características esenciales del suelo surgirán solo cuando se integren los enfoques físicos y bioquímicos relevantes (Young & Crawford, 2004), a lo que haría falta agregar los aspectos relacionados con las culturas o sociedades.

Para el caso de este estudio, la complejidad se explica por el hecho de que en el enfoque de análisis propuesto, se supera la definición clásica y ampliamente aceptada del suelo como un *“cuerpo natural que comprende a sólidos (minerales y materia orgánica), líquidos y gases que ocurren en la superficie de las tierras, que ocupa un espacio y se caracteriza por uno o ambos de los siguientes: horizontes o capas que se distinguen del material inicial como resultado de adiciones, pérdidas, transferencias y transformaciones de energía y materia o por la habilidad de soportar plantas en un ambiente natural.”* (Soil Survey Staff, 2010. p.1), al incluir aspectos del orden social, económico, cultural, simbólico y político.

Dada la necesidad de instrumentalización de la epistemología de la complejidad ambiental, se proponen entonces los atributos y criterios para el análisis ambiental del suelo en proyectos de restauración ecológica de ecosistemas terrestres en Colombia contenidos en la **Tabla 4-12**.

Se establece así que un abordaje se consideraría ambiental si da alcance a todas las características de los sistemas complejos (ver 1.2), como lo son el enfoque holístico, la interactividad, la dinamicidad, la multiplicidad y diversidad, la multidimensionalidad, la diversidad de escalas, la heterogeneidad espacial, el enfoque no disciplinar, la integración de conocimientos y, la integración del azar y la incertidumbre.

**Tabla 4-12:** Atributos y criterios para el análisis ambiental del suelo en proyectos de restauración ecológica de ecosistemas terrestres en Colombia desde la perspectiva de la complejidad ambiental.

ATRIBUTOS DE COMPLEJIDAD	CRITERIOS	SUSTENTO TEÓRICO - PRINCIPIOS RECTORES
Holismo e interactividad	Comprende al sistema como un todo y no como la sumatoria de partes donde se registran interacciones ecosistema-cultura o naturaleza-sociedad  Comprende que las partes interactúan entre sí de manera no lineal ni determinista y considera la aparición de emergencias debida a las interacciones, así como la existencia de retroalimentaciones	Sistema complejo como totalidad organizada (García, 2006)
		El ambiente como estructura socio-ecológica holística (Leff, 2000)
		El pensamiento complejo considera (entre otros) el tejido de eventos y acciones que constituyen nuestro mundo fenoménico (Morín, 1994)
		Interacciones no lineales entre componentes de los sistemas ecológicos (Wu & David, 2002)
		No causalidad lineal simple como operador de la complejidad (López-Ramírez, 1998)
		El pensamiento complejo considera (entre otros) las interacciones y retroalimentaciones que constituyen nuestro mundo fenoménico (Morín, 1994)
		Las emergencias surgen de las organizaciones no de las partes aisladas. Operador de la complejidad (López-Ramírez, 1998)
		Un sistema complejo tiene muchos componentes que se relacionan entre sí (Funtowicz & De Marchi, 2000)
Dinamicidad	Considera al sistema como un conjunto dinámico	Las interacciones y retroalimentaciones entre atmosfera, hidrosfera, geosfera, biosfera y pedosfera son altamente complejas, no lineales, dinámicas y heterogéneas a través del tiempo y el espacio. Lin (2014)
		Sistemas ecológicos son dinámicos (Wu & David, 2002)
Multiplicidad y diversidad	Considera los múltiples componentes del sistema	Sistemas ecológicos tienen gran número de diversos componentes (Wu & David, 2002)
		Ambiente como objeto complejo integrado por identidades múltiples (Leff, 2000)
Multidimensionalidad	Considera que el sistema es multidimensional o multicategorico y aborda las posibles dimensiones o categorías del mismo	La complejidad ambiental tiene el potencial para articular sinérgicamente la productividad ecológica, la organización social y la potencia tecnológica (Leff, 2000)
		Órdenes de lo real: físico, biológico, histórico y simbólico (Leff, 2000)
		La ciencia del sistema terrestre implica el estudio de los procesos físicos, biológicos, químicos y sociales que definen las condiciones en el planeta (Bockheim y Gennadiyev, 2010)
Diversidad de escalas	Considera las diferentes escalas del sistema	Diversidad de escalas de los sistemas ecológicos (Wu & David, 2002)
Heterogeneidad espacial	Considera los gradientes y variación espaciales del sistema	Heterogeneidad espacial de los sistemas ecológicos (Wu & David, 2002)
Enfoque no disciplinar	Supera los acercamientos monodisciplinarios (yuxtapuestos) e inclusive multidisciplinarios, al	La complejidad ambiental implica hibridación de conocimientos en la interdisciplinariedad y la transdisciplinariedad (Leff, 2000)
		Estudio de los sistemas complejos con enfoque interdisciplinar <sup>12</sup> (García, 2006)

<sup>12</sup> La propuesta de García implica que “lo que integra a un equipo interdisciplinario para el estudio de un sistema complejo es un marco conceptual y metodológico común, derivado de una

ATRIBUTOS DE COMPLEJIDAD	CRITERIOS	SUSTENTO TEÓRICO - PRINCIPIOS RECTORES
	abordar al sistema de forma transdisciplinar o cuando menos interdisciplinar	
Integración de conocimientos	Considera diversos tipos de conocimiento para la interpretación del sistema, incluyendo conocimiento local y conocimiento tradicional	La complejidad ambiental implica diálogo de saberes (Leff, 2000)
Azar e incertidumbre	Incluye elementos estocásticos y del azar no explicables en términos convencionales. Considera que la incertidumbre es parte de los sistemas complejos ambientales.	Incorporación al saber (del ambiente) de los valores e internalización del riesgo y la incertidumbre (Leff, 2000)
		El pensamiento complejo considera (entre otros) los azares que constituyen nuestro mundo fenoménico (Morín, 1994)

Habiéndose definido la herramienta de trabajo para la evaluación del enfoque al suelo en los proyectos de RE se procede a hacer su análisis ambiental.

- Holismo e interactividad

El abordaje al suelo en el *corpus Informes* de proyectos de RE no tuvo una visión holística ya que a pesar de incluir varias categorías registra un sesgo importante por los aspectos técnico-tecnológicos del suelo donde no fue posible evidenciar interacciones entre ecosistema y cultura.

Las diferentes categorías no se presentan como atributos diferenciables pero interdependientes de un mismo ente sino como aspectos independientes e inclusive prescindibles, además no se pueden establecer interacciones entre ellas.

Hacia el interior de las categorías es posible establecer algunas relaciones e interacciones, no obstante por el carácter disciplinar de las mismas estas interacciones tienden a ser de carácter lineal. Este mismo enfoque no permitió la identificación de cualidades emergentes del suelo durante el microanálisis de los diferentes documentos ni durante su análisis como *corpus*.

---

concepción compartida de la relación ciencia-sociedad, que permitirá definir la problemática a estudiar bajo un mismo enfoque, resultado de la especialización de cada uno de los miembros del equipo de investigación." (García, 2006. p.36)

- Multiplicidad y diversidad

El abordaje al suelo por parte de los restauradores incluyó 1546 códigos abiertos que denotan una importante cantidad de ideas diferentes con respecto al objeto de estudio.

- Dinamicidad

No se evidenció la interpretación del suelo como sistema dinámico sino que más bien tiende a parecerse a algo estático con predominancia de las consideraciones por los factores físicos. No es posible determinar la proyección de los cambios esperados (en el suelo) por cuenta de los procesos de RE.

- Multidimensionalidad

En el enfoque al suelo hecho por los restauradores en Colombia se identificaron 6 categorías de abordaje a las que se denominó técnica-tecnológica, social-cultural, ecológico-biológica, simbólica, nominal y económica. Cabe destacar que en realidad lo nominal no implica un aporte a la comprensión del fenómeno por lo tanto solo es considerada categoría en cuanto agrupa codificaciones similares entre sí.

Además de lo anterior las categorías presentaron sub-categorías que pueden ser consultadas en los numerales 4.2.3 a 4.2.8. Se considera que las categorías encontradas cubren los aspectos de las relaciones ecosistema-cultura.

- Diversidad de escalas

En el *corpus Informes* como tal, es posible encontrar diferentes escalas de interpretación del suelo desde la muestra y el muestreo de suelos en un sitio específico, hasta consideraciones a escala geológica y del paisaje.

- Heterogeneidad espacial

A pesar de que hay consideraciones sobre gradientes espaciales la escasa fundamentación de estas demuestra que no es un tema de interés transversal para los restauradores sino más bien un enfoque particular de algunos de ellos (ver 4.2.3).

- Enfoque no disciplinar

Para el abordaje al suelo en los proyectos de RE se utilizaron enfoques disciplinares que dieron cuenta de variables puntuales (físico-químicas y biológicas) o acciones a implementar (p.e. siembra, plateo, ahoyado, etc.). Lo anterior denota el trabajo de diferentes tipos de profesionales con un resultado multidisciplinar que puede ser clasificado en diferentes categorías.

- Integración de conocimientos

A lo largo del *corpus Informes* únicamente se registró el enfoque del conocimiento convencional cartesiano, siendo que no se pudo identificar el diálogo de saberes con respecto al suelo salvo por referencias a aprendizajes o inquietudes de las comunidades, por lo tanto puede decirse que no se dio la integración de conocimientos (ver 4.2.6).

- Azar e incertidumbre

Debido al determinismo disciplinar con el que fue abordado el suelo, no resultó posible identificar alusiones a elementos estocásticos o a la incertidumbre dentro de las ideas planteadas por los autores como “tendencia” del abordaje. Lo anterior a pesar de que en realidad no es posible saber en términos precisos qué pasará o cómo evolucionará el suelo en el marco de los procesos de RE, e inclusive puede pasar que el mismo proyecto tenga efectos negativos o falle por cuenta de esta misma incertidumbre (Wiegleb et al., 2013).

Sin embargo, algunos de los códigos identificados en la sub-categoría aspectos sociales-culturales darían cuenta de resultados más explicables desde el azar o la incertidumbre como lo puede ser el valor del suelo en el imaginario social o lo relativo a percepciones (sobre cambio de uso, contaminación, sedimentación o efecto de eucaliptos), e inclusive los mismos conflictos socio-ambientales por el uso del suelo.

En conclusión, a partir de los atributos y sus criterios definidos para el análisis ambiental del suelo en proyectos de restauración ecológica de ecosistemas terrestres en Colombia, puede decirse que no se ha dado enfoque o abordaje ambiental, ya que a pesar de que es posible identificar varias categorías y sub-categorías de análisis así como diversidad de ideas (representadas por códigos abiertos) sobre el suelo, no resultan evidentes las interacciones entre estas categorías ni se considera al suelo como un sistema dinámico,

enfocándose las observaciones en momentos puntuales de los proyectos a pesar de que estas abarquen amplias escalas que van desde la muestra hasta la geología local y el paisaje.

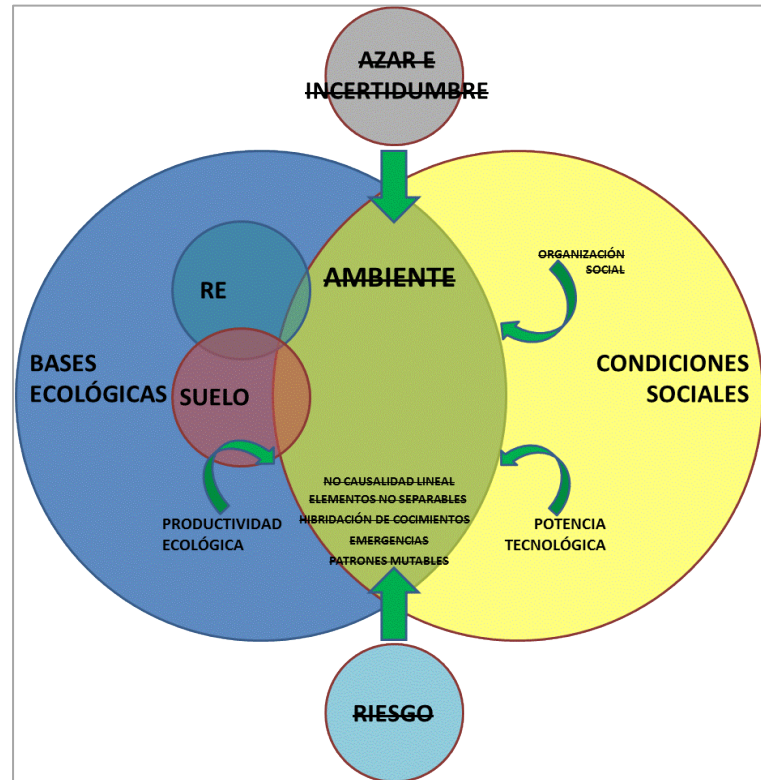
Adicionalmente, el enfoque al suelo se ha dado desde la lógica convencional cartesiana sin considerar los conocimientos locales o tradicionales, siendo desde esta perspectiva a lo sumo multidisciplinar, lo que se evidencia en la yuxtaposición de categorías que no interactúan para llegar a una comprensión interdisciplinar e idealmente transdisciplinar.

Lo anterior conlleva un importante sesgo por aspectos técnicos, sobre los que por demás es importante hacer una evaluación rigurosa ya que se han encontrado errores conceptuales importantes (ver 4.2.6) que hacen que la potencia de la categoría técnica-tecnológica quede en entredicho.

A partir del esquema simplificado del concepto “*Ambiente*” y la relación suelo-RE-ambiente (**Figura 1-2**) puede representarse el enfoque no ambiental que se ha tenido para el suelo en la implementación de proyectos de RE de ecosistemas terrestres en Colombia según lo descrito arriba, como puede apreciarse en la **Figura 4-5** el enfoque podría definirse por la intersección entre los círculos “RE” y “Suelo”.



**Figura 4-5:** Enfoque al suelo en la implementación de proyectos de RE de ecosistemas terrestres en Colombia 2003-2016.



### 4.3 Posibles explicaciones del abordaje al suelo en los proyectos de restauración ecológica de ecosistemas terrestres en Colombia

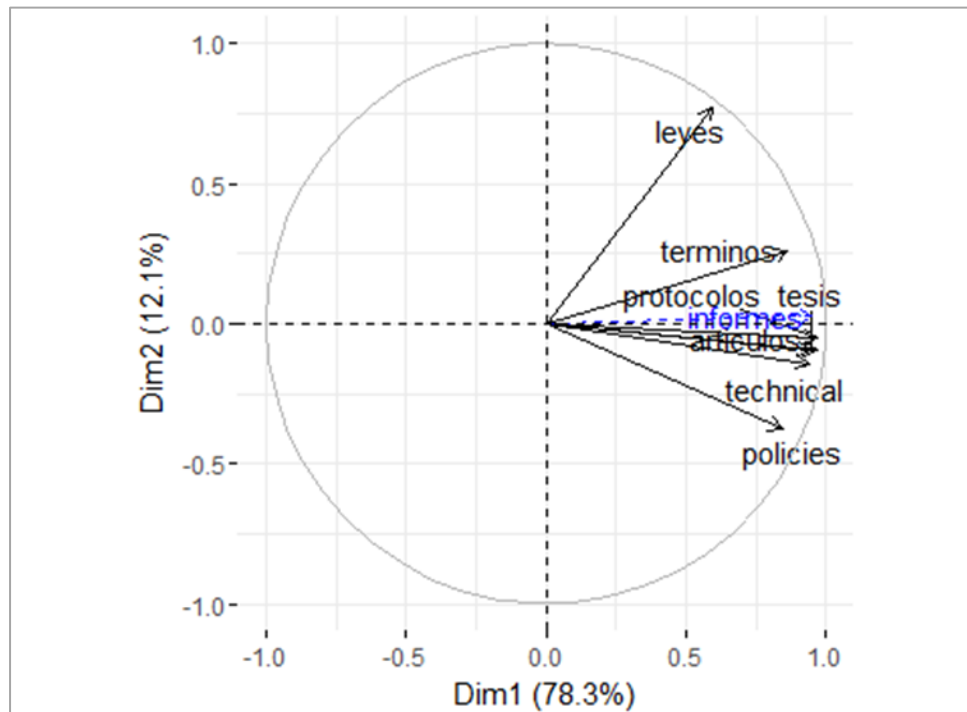
Entre las posibles explicaciones que pueda tener la forma en que ha sido considerado el suelo por parte de los restauradores ecológicos se encuentran los referentes que puedan ser tenidos en cuenta por ellos para la implementación de sus procesos de RE y posteriormente para la redacción de los respectivos informes. Es aquí entonces donde se aclara por completo el por qué fueron seleccionados documentos sobre artículos científicos; legislación, normatividad y política colombianas relacionadas con suelos y/o RE; guías, manuales y protocolos de RE colombianos; publicaciones técnicas de la SER; publicaciones sobre lineamientos de política de la SER; términos de referencia de contratación pública para la RE; y tesis realizadas en el país sobre restauración de ecosistemas terrestres.

Una vez consolidada la información de las categorías de cada los *corpus*, la independencia de las series de datos para el análisis de componentes principales (ACP) se realizó mediante el test de Portmanteau determinándose que el factor año no indujo tipo alguno de comportamiento en el tiempo, lo que permitió definirlo como una variable categórica y por lo tanto analizar la proyección de *Informes* (variable suplementaria) en la nube de puntos formada por los demás *corpus* en el plano factorial donde las dos primeras componentes recogieron la mayor variabilidad para cada año.

El ACP realizado para la totalidad de los años (2003 a 2016) evidencia claramente cómo *Informes* tuvo mayor correlación con los *corpus* *Protocolos*, *Artículos*, *Tesis*, *Términos* y *SER Technical* (**Figura 4-6**), siendo los dos últimos los menos correlacionados. *Informes* entonces para el total de los años pudo ser explicado por los *corpus* *Protocolos*, *Artículos* y *Tesis*, dándose que la primera dimensión es mejor explicada por *Protocolos* (17.23%) y *Artículos* (17.10%).

La correlación de *Informes* con respecto a la primera dimensión corresponde a 0.95 lo que implica que es la que mejor lo representa, ya que con la segunda tiene una correlación de apenas 0.02. En el plano factorial presentado (**Figura 4-6**) estas dos primeras componentes (dimensiones) recogen en conjunto el 90.4% de la variabilidad de los *corpus*.

**Figura 4-6:** Análisis de Componentes Principales - Círculo de correlaciones para todos los *corpus* 2003-2016.



2003-2016	CONTRIBUCIÓN		CORR. PEARSON <i>Corpus Informes</i>
	<i>Corpus</i>	%	
Dimensión 1	Protocolos	17,23	0,95
	Artículos	17,10	
Dimensión 2	Leyes	70,67	0,02

Fuente: Servicio de Consultoría a Estudiantes del Departamento de Estadística de la Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá

Por otro lado, al hacer los ACP año por año, sigue siendo evidente como la mayor correlación de Informes se dio con los *corpus* *Protocolos*, *Artículos*, *Términos*, *SER Technical* y *Tesis*, que se caracterizaron por su enfoque técnico al suelo. No obstante lo anterior, a través del tiempo se fueron dando cambios con respecto a los *corpus* con mayor contribución a la dimensión explicativa de *Informes*. Los resultados del ACP para cada año pueden consultarse en el Anexo B.

Para el año 2003 *Artículos* y *Términos* tuvieron la mayor contribución a la dimensión explicativa del *corpus* *Informes*, mientras que a partir de 2004 y hasta 2009 los *corpus*

con mayor contribución fueron *Protocolos* y *Artículos*, salvo para 2006 cuando en lugar de este segundo *corpus* la contribución de *SER Technical* fue mayor.

Durante 2010 y 2011 *Protocolos* y *Tesis* explicaron mejor a *Informes*, siendo estos unos años de traslape donde aparece *Tesis* como *corpus* explicativo que se mantendrá entre 2010 y 2016, mientras *Protocolos* deja de serlo al ser reemplazado por *SER Technical* a partir de 2012 y hasta 2016 (ver **Tabla 4-13**).

**Tabla 4-13:** *Corpus* con mayor contribución a la dimensión explicativa de *Informes*. Análisis de Componentes Principales 2003-2016

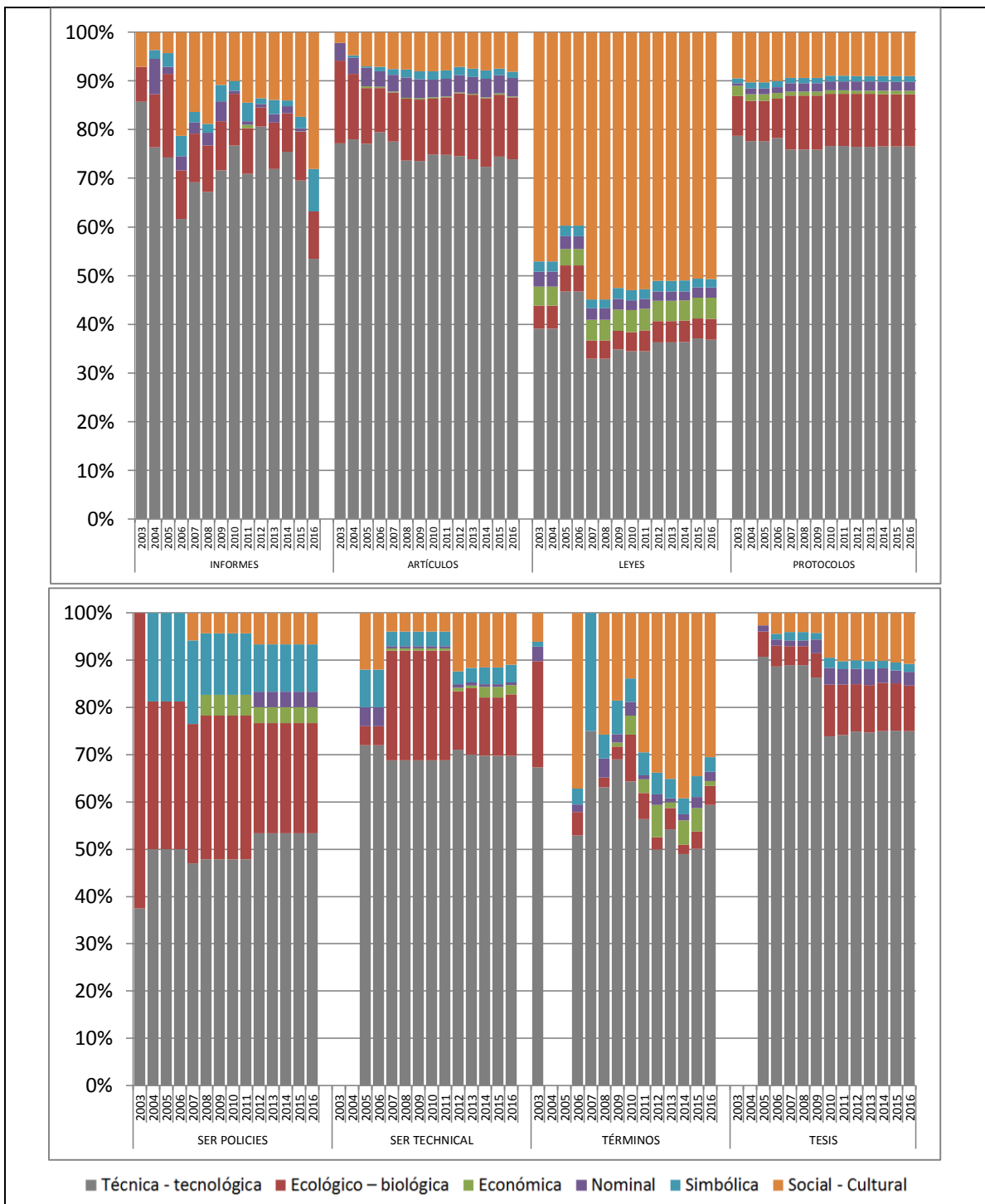
AÑO		2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
CORPUS	Protocolos														
	Artículos														
	Términos														
	SER Technical														
	Tesis														

Según los resultados del ACP para todos los *corpus* a lo largo del periodo de estudio, *Leyes* y *SER Políticas* no tuvieron poder explicativo sobre el *corpus Informes* en términos de las proporciones de categorías de abordaje al suelo.

Estas proporciones al interior de cada *corpus* presentaron variaciones como puede verse en la **Figura 4-7**, imagen que pone de manifiesto además la ausencia de documentos para los *corpus SER Technical* y *Tesis* para los años 2003 y 2004 y *Términos* en 2004 y 2005.

Por otro lado, la **Figura 4-7** evidencia lo determinado por el ACP en el sentido de que las proporciones de las categorías de los *corpus Leyes* y *SER Políticas* distan de ser similares a las de *Informes* mientras que los *corpus* restantes sí conservan similitud.

**Figura 4-7:** Gráfico comparativo de las proporciones de las diferentes categorías de abordaje al suelo entre los diferentes *corpus* periodo 2003-2016.



Al igual que para el caso de *Informes*, en términos generales la categoría más fundamentada fue la técnico-tecnológica en todos los *corpus* salvo para *Leyes*, ya que superó usualmente el 50% de las codificaciones; mientras que en este último *corpus* la categoría de mayor magnitud en general resultó ser la social-cultural con excepción de los años 2005 y 2006 en que fue superada por la técnico-tecnológica.

A diferencia de *Informes* donde proporcionalmente la segunda categoría fue la social-cultural y la tercera la ecológico-biológica; *Artículos*, *Protocolos* y *Tesis* presentaron una inversión en estas proporciones, al colocar como segunda lo ecológico-biológico y viceversa siendo para todos la categoría Nominal la cuarta en su posicionamiento.

La categoría económica fue apenas considerada a partir de 2005 en los *Artículos*, teniendo una proporción ligeramente mayor en los *Protocolos*, siendo que fue inexistente en el *corpus Tesis*. Por su lado, la categoría Simbólica tuvo una proporción ligeramente superior aunque no fue considerada por *Artículos* y *Tesis* durante 2003, ni durante 2004 y 2005 en este último *corpus*.

La segunda categoría en cuanto a su magnitud para *SER Technical* fue la ecológico-biológica siendo la tercera la social-cultural, rasgo que se comparte con el año 2003 para el *corpus Términos*; para el que a partir de 2005 resultó ser lo social-cultural en relación con el suelo la segunda dimensión en orden de importancia.

Ahora bien, se ha demostrado el correlacionamiento en términos estadísticos del *corpus Informes* con *Protocolos*, *Artículos*, *Tesis*, *Términos* y *SER Technical* en lo referente a la proporción de las categorías del abordaje al suelo con ligeras variaciones entre los diferentes años; sin embargo esta similitud no solo se da en este orden sino en los códigos que fueron identificados, ya que hay bastantes coincidencias que se pueden observar al comparar los listados de códigos abiertos con mayor frecuencia de aparición (ver 4.2.1 y Anexo A), sin contar por supuesto las que se den a nivel de los códigos que no llegaron a ser incluidos en tales listados.

Ejemplo de lo anterior es el hecho de que pendiente y erosión son conceptos presentes en todos estos *corpus* (*Protocolos*, *Artículos*, *Tesis*, *Términos* y *SER Technical*); ahora

bien, dentro de los 50 códigos de mayor frecuencia en cada *corpus* coinciden varios con los correspondientes de *Informes* así: *Protocolos* 23, *Artículos* 17, *Tesis* 20, *Términos* 20 y *SER Technical* 15.

A pesar de lo dicho anteriormente, y no obstante que las magnitudes de las categorías difieren entre los *corpus Informes* y *Leyes*, entre los códigos con mayor frecuencia de aparición en *Leyes*, 15 pertenecen a la categoría técnico-tecnológica, de los cuales 6 son compartidos con los correspondientes de *Informes*, lo que sugeriría que las diferencias pueden encontrarse en la magnitud de las categorías, pero podrían llegar a ser similares en cuanto a sus contenidos, por lo menos en los aspectos técnico-tecnológicos.

De manera complementaria es importante poner en evidencia que los suelos y su relación con la RE, o en su defecto la RE de suelos, no son temas relevantes para las investigaciones en ciencia del suelo, como lo muestran los resultados obtenidos por Adewopo y sus colaboradores (2014), quienes al consultar entre científicos y practicantes de esta disciplina sobre las preguntas prioritarias de investigación para el siglo XXI, no identificaron siquiera una centrada en estos tópicos<sup>13</sup>. Algo similar se encuentra en el trabajo de Miller y sus colegas (2017) quienes en un ejercicio de formulación de preguntas de investigación pertinentes para la implementación práctica de la RE, entre 36 solo reportaron 2 relacionadas con el suelo que se restringieron a unas pocas variables no específicas del orden técnico-tecnológico (atributos físicos, químicos y biológicos del suelo) enfocadas en la optimización del crecimiento y supervivencia de las plantas en la restauración, este enfoque podría asemejarse al encontrado para Colombia.

De otro lado, como se ha dicho hasta el momento, el *corpus Protocolos* es uno de los que presentan similitud en términos estadísticos con *Informes* y en resumen contiene información que podría estar siendo usada como “recetas” o “manuales de instrucciones” para la implementación de proyectos de RE, mucho más si se considera que son documentos de carácter local que abordan los ecosistemas del país.

---

<sup>13</sup> No obstante los autores indican que la posibilidad de sub-representación o no representación de toda la extensión de la ciencia del suelo puede darse debido a la metodología empleada que incluyó la pre-definición cinco líneas temáticas o, a los posibles sesgos por los intereses y perspectivas de los consultados, es de notar que además de la restauración, el enfoque ambiental para el suelo tampoco fue considerado.

Sin embargo, estos textos que son fuente de consulta obligada para la práctica de la RE, contienen imprecisiones importantes de las que se citan algunos ejemplos en la **Tabla 4-14**. Esta situación lleva a pensar que parte de los errores en la conceptualización y comprensión del suelo que exhiben los restauradores y que fueron identificados en el *corpus Informes* (ver 4.2.6), pueden deberse entre otros a una situación equivalente desde los guías, manuales y protocolos de RE de ecosistemas terrestres publicados en Colombia entre 2003 y 2016.

**Tabla 4-14:** Errores conceptuales sobre el suelo encontrados en documentos del *corpus Protocolos*

ERROR IDENTIFICADO	SUSTENTO
<i>"La paramización a nivel del suelo pueden compensarse con tratamientos edáficos puntuales de apoyo a la revegetalización (cocteleado, quema de fertilización, fertilización estratégica, etc.)."</i> (SIC)	Esta afirmación puede prestarse para confusión. Por un lado porque la práctica de cocteleado no corresponde a alguna práctica de manejo conocida en el medio y por el otro promover "quemadas de fertilización" desde la restauración ecológica parece ser contrario a los preceptos de la práctica.
<i>"Fertilizantes inorgánicos: Son una forma fácil de aportar nutrientes, aunque en algunas ocasiones un más costosos y contaminante. Este tipo de fertilizantes favorece el ciclo de nutrientes y aumenta su capacidad de retención"</i> (SIC)	Esta afirmación es errada ya que la capacidad de retención de nutrientes corresponde a la capacidad de intercambio catiónico (CIC) que es mediada por los coloides del suelo y corresponde a la cantidad de cargas negativas en la superficie de estos (Osorio, 2014). La capacidad de retención podría incrementarse por la adición de abonos orgánicos. Dado lo anterior, un incremento en la cantidad de nutrimentos no aumenta su retención como tal.
<i>"Cuando los resultados del análisis del suelo indiquen una disminución en el pH, comparada con el área de referencia, se recomienda aplicar enmiendas calcáreas para su neutralización, tales como: calcio, dolomita, hidróxido de calcio y óxido de calcio..."</i>	Aquí se encuentran dos asuntos importantes. El primero relacionado con los suelos de referencia ya que estos no necesariamente existen o corresponden a los del sitio, de hecho hay autores que cuestionan el concepto de ecosistema de referencia (Yao et al., 2014, Rohr et al., 2013, Harris et al., 2006). No se profundiza en este tema al no corresponder al objeto de la investigación.  En segundo lugar no se puede tomar como regla de oro que un pH inferior al del sitio de referencia debe ser enmendado y menos aún buscar la neutralización (del pH). Ahora bien el calcio es un elemento químico que no se encuentra en estado puro en la naturaleza, siendo las posibles fuentes de calcio la cal agrícola, cal hidratada, yeso, etc. (Osorio, 2014), en este orden de ideas no es posible aplicar "calcio" como tal a manera de enmienda.
<i>"Los escenarios en donde se ha practicado la actividad minera, muestran una gran deficiencia de nutrientes debido a la ausencia de una estructura que soporte todos los elementos que integran el suelo,</i>	Las deficiencias de nutrimentos se explican por falta de minerales que los contengan o el hecho de no tener materiales meteorizados, sin embargo la estructura no explica deficiencias. A lo sumo la textura podría explicar parcialmente esta situación ya que en ausencia de arcillas u otros coloides del suelo los cationes no podrían ser retenidos.



ERROR IDENTIFICADO	SUSTENTO
<i>importante componente de los bosques de la región...</i>	
<i>“Una de las estrategias más importantes para el desarrollo de un proyecto de restauración integral, es la estabilización y recuperación del suelo, ya que este componente es el sustento fundamental para el establecimiento de la vegetación...”</i>	Aquí se quiere resaltar el enfoque dado al suelo, donde su función se circunscribe a ser el soporte de la vegetación, ignorando por completo cualquier otra función ecológica o servicio ecosistémico así como sus interacciones tanto biofísicas como químicas (Young y Crawford, 2004) y con los grupos humanos que hacen y han hecho uso de él (Bini et al., 2017; Wakabayashi et al., 2012, Richter, 2007).
<i>“Posterior a la realización del hoyo se procede a completar los espacios entre el hoyo y el árbol con tierra negra mezclada con cascarilla de arroz según las necesidades del suelo. La cascarilla deberá ser limpia y no contener ningún tipo de desechos”</i>	Aquí pueden observarse dos errores conceptuales importantes, el primero utilizar el término “tierra” como sinónimo de suelo (entendido como sustrato) siendo que son dos entidades diferentes (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2016) y, el segundo el sugerir que la mezcla de “tierra” y cascarilla se aplique según las necesidades del suelo. Esta afirmación carece de asidero en términos edafológicos y agronómicos ya que las necesidades del suelo se determinan en términos de nutrimentos, materia orgánica o manejo. La composición de la aquí llamada “tierra” es desconocida y variable, por lo tanto no podría corresponder a las necesidades del suelo a manera de fertilizante.
Con respecto a Indicadores de éxito de la restauración ecológica: “... • <i>Calidad del suelo</i> • <i>Existencia de nutrientes</i> ...”	El sugerir estos indicadores denota desconocimiento del concepto de calidad del suelo que en sí mismo implica la determinación de varios tipos de indicadores a nivel general (Bünemann et al., 2018, Sparling et al., 2004, Schloter et al., 2003) o microbiológico (Anderson, 2003), entre otros. El indicador “existencia de nutrientes” no resulta comprensible. Tal vez se quiera significar contenido de nutrientes o algo similar, sin embargo debe tenerse en cuenta que los nutrientes no se crean <i>in situ</i> espontáneamente, por lo tanto no se esperaría que se registren incrementos salvo para el caso del nitrógeno y el carbono que se asocian con la actividad biológica. Es decir, la RE <i>per se</i> no incrementará los niveles de ningún nutriente en el suelo salvo los dos nombrados.
<i>“En algunos casos, las actividades agrícolas modifican la composición química del suelo, como es el pH ácido que genera pérdida de algunos nutrientes como calcio y magnesio y algunos micronutrientes como el manganeso, el hierro, el cobre, entre otros...”</i>	Los microelementos cumplen funciones esenciales en el funcionamiento de las plantas (Osorio, 2014), por lo tanto es importante comprender los efectos del pH sobre estos. En condiciones de acidez del suelo se incrementa la disponibilidad del hierro y la del cobre (Antoniadis y Damalidis, 2014, Chaignon et al., 2009) siendo que la de este segundo disminuye con el encalado (do Nascimento et al., 2007), mientras que la del manganeso disminuye con incrementos en el pH (Dalpisol et al., 2017), por lo tanto, salvo casos de acidez extrema no podrían considerarse pérdidas de estos elementos.
Con respecto a la neutralización de la acidez: <i>“En los suelos que de acuerdo al diagnóstico se presenta un pH alto, se recomienda neutralizar su acidez por medio del encalado, el cual consiste en aplicar enmiendas calcáreas...”</i>	Los pH altos no representan acidez del suelo, por el contrario implican tendencia a la basicidad. En términos de RE no necesariamente se necesitaría neutralizar la acidez y en caso de requerirse sí podría hacerse con enmiendas calcáreas.

ERROR IDENTIFICADO	SUSTENTO
<p>Con respecto a la identificación de tensionantes para proyectos de restauración ecológica:</p> <p><i>“...Porcentaje de saturación: indicador de la capacidad de retención de nutrientes y agua.”</i></p>	<p>Esta frase sugiere una posible confusión entre varios términos, por un lado parámetros físicos como el contenido de agua del suelo ya sea en términos gravimétricos o volumétricos y por el otro un parámetro químico como la saturación de bases.</p> <p>Un solo indicador no puede dar cuenta de aspectos del agua y los nutrientes al tiempo por lo tanto carece de sentido esta propuesta.</p>
<p><i>Remoción del suelo</i></p>	<p>Con respecto a esta frase es importante anotar que es usada en dos sentidos con significados disímiles, ya sea acción de mezcla mecánica superficial del suelo como rastrillado o eliminación de la capa superficial del suelo.</p>
<p><i>“En el caso de las cuencas es de vital importancia analizar, especialmente en la zona riparia, las propiedades físicas de textura y porosidad para detectar problemas de compactación...”</i></p>	<p>No obstante la porosidad total es una medida indirecta de compactación (Hillel, 2003), la textura es un atributo inmodificable que por sí solo no es indicador para este proceso de degradación del suelo, ya que es una propiedad cualitativa que hace referencia a la proporción de las distintas fracciones granulométricas de las partículas finas. Para determinar compactación puede ser un mejor indicador la densidad aparente y mejor aún la resistencia a la penetración (Blanco-Sepúlveda, 2009).</p>
<p><i>“Metales pesados: Los metales pesados y metaloides son fuertemente absorbidos por los componentes del suelo acumulándose incluso por miles de años...” (SIC)</i></p>	<p>En este texto se evidencia la confusión conceptual absorción – adsorción. La adsorción es un fenómeno de superficie que ocurre en el límite entre las fases, donde las fuerzas cohesivas y adhesivas causan que la concentración o densidad de una sustancia sea mayor o menor que en el interior de las fases separadas (Hillel, 2003). Este es el proceso relacionado con la retención de metales siendo un concepto diferente a absorción.</p>
<p>Con respecto a obras biomecánicas (zanjillas de absorción):</p> <p><i>“...Otro aspecto clave es el tipo de suelo del área ya que es muy recomendado donde la precipitación no sea muy alta y los suelos sean de texturas gruesas y sin estructura, mientras que su construcción no es conveniente en suelos sueltos con capas poco permeables y en zonas lluviosas. En suelos sueltos o arenosos se deben construir muy superficialmente...”</i></p>	<p>Suelos sin estructura consecuentemente carecen de estabilidad estructural, bajo estas condiciones la implementación de obras biomecánicas como las zanjillas de absorción no deberían recomendarse en suelos con estas condiciones ya que podrían agravarse fenómenos erosivos.</p>

En conclusión, los documentos que usualmente son consultados por los restauradores para fundamentar sus informes finales de proyectos de RE de ecosistemas terrestres, correspondientes a artículos científicos; guías, manuales y protocolos de RE colombianos; publicaciones técnicas de la SER y tesis realizadas en el país sobre el tema, presentaron una distribución categórica y abordaje de temas que desde el punto de

vista estadístico son similares a los del *corpus Informes* por lo tanto explican el abordaje al suelo utilizado en Colombia durante el periodo de estudio. Para el caso particular con el *corpus Protocolos* esta similitud podría inclusive llegar al nivel de los errores relativos a la conceptualización y conocimiento del suelo.

Al margen de los documentos considerados para la conformación de cada *corpus*, una de las razones que podría explicar el hecho de que la categoría más considerada por los restauradores para el abordaje al suelo sea la técnica–tecnológica y en menor medida la ecológico–biológica es el hecho de que en la literatura científica los indicadores propuestos para hacer seguimiento a la calidad o la salud del suelo corresponden en su gran mayoría a variables físicas, químicas y/o biológicas del suelo (Muñoz-Rojas (2018); Pham et al. (2018); Muñoz-Rojas et al. (2016); Moebius-Clune et al. (2016); Pizano y Curriel-Yuste (2015); Ramírez et al. (2015); Bertini et al. (2014); Gugino et al. (2009); Schloter et al. (2003); Anderson (2003); Griffiths et al. (2001)), a pesar de que podrían nombrar las nuevas tendencias para la inclusión de indicadores de dimensiones como bienestar social o la económica (Muñoz-Rojas, 2018) sin llegar a hacer propuestas sobre ellos.

#### **4.4 Implicaciones del abordaje al suelo en los proyectos de restauración ecológica de ecosistemas terrestres en Colombia**

Como se ha dicho anteriormente, el abordaje al suelo en Colombia desde los proyectos de RE no ha sido hecho de manera ambiental. Por lo tanto desde el pensamiento ambiental complejo se proponen las posibles implicaciones que pueda tener esta situación sobre la restauración de ecosistemas terrestres.

En primera instancia debe recordarse que los suelos son el biomaterial más complicado del planeta (Young & Crawford, 2004); la base, soporte, regulación y sustento del mundo superficial (Lin, 2014) y; las entidades biogeoquímicamente dinámicas, que juegan un rol importante en el sostenimiento de las formas de vida al regular procesos en los ecosistemas terrestres e incluso en los dulceacuícolas y marinos (Adewopo et al., 2014).

Lo anterior implica que son sistemas complejos (Lin, 2011) semivivientes<sup>14</sup> (Lin, 2014) ya sea desde su génesis (Richter, 2007) o su heterogeneidad biogeoquímica (Wanzek et al., 2018) o son inclusive ecosistemas complejos (Crawford et al., 2011; Young & Crawford, 2004). En las palabras de Johnson et al. (2005) los suelos son la más compleja y poco pausada de todas las entidades naturales, siendo la interfase litosférica, atmosférica, hidrosférica y biosférica de nuestro planeta.

Adicionalmente debe considerarse que son entre otras acepciones sistemas termodinámicos abiertos usualmente en desequilibrio (Lin, 2011; Degioanni et al., 2008; Zapata-Hernández, 2006) que tiene flujos de materia y energía que circulan a través de su masa y que por lo tanto para su correcto manejo en el marco de la RE estas consideraciones deben ser tenidas en cuenta.

Desde finales del siglo XIX los pedólogos han hecho hincapié en que los suelos y otros cuerpos naturales deben ser estudiados en el contexto de su entorno y no por propiedades y factores separados, debido a que la disciplina se basaba en la idea de las interacciones complejas entre los componentes naturales del suelo (Bockheim y Gennadiyev, 2010). En la actualidad este enfoque se mantiene vigente, ya que la ciencia del suelo afronta una serie de desafíos que implican una necesidad crucial de revitalizar su impacto, relevancia y reconocimiento a partir de un cambio de la investigación enfocada en disciplinas hacia enfoques de investigación colaborativos de carácter trans e inter-disciplinario que pueden mejorar la comprensión holística del papel fundamental del suelo en las interacciones ecológicas, la producción agrícola y las aplicaciones en ingeniería, así como ayudar a dilucidar su contribución a la sostenibilidad ambiental (Adewopo et al., 2014).

Adicionalmente los suelos juegan roles clave en términos del ciclo de energía global; del balance terrestre tierra-agua-energía; de los ciclos geoquímicos globales como el del carbono siendo éste el que más atención ha recibido principalmente por su relación con

---

<sup>14</sup> “Semivivientes” fue el término empleado por Lin, sin embargo el suelo como cuerpo natural es entendido en el marco de esta investigación como un metaorganismo en el que confluyen factores bióticos y abióticos, que se considera es lo que quiso significar el autor con ésta palabra.

el balance de gases de efecto invernadero, el del nitrógeno, el del fósforo y el del silicio (Bockheim y Gennadiyev, 2010). Ahora bien, el desarrollo de modelos pedogenéticos ha contribuido a un mayor entendimiento de los sistemas terrestres, donde el hombre juega un papel fundamental a nivel de las interacciones de estos sistemas con la sociedad, representadas por el uso, transformación y degradación de los suelos (Lin, 2014, Bockheim y Gennadiyev, 2010). En resumen, una única disciplina no será capaz de comprender el biomaterial más complejo del planeta (Young y Crawford, 2004).

Como se mencionó con anterioridad (ver 1.2.1), en el marco de la degradación de ecosistemas el suelo al igual que los demás componentes ambientales recibe disturbios, que deben ser removidos para lograr cualquiera de los tipos de restauración incluyendo a la regeneración natural prescrita o restauración pasiva (Clewell y Aronson, 2013). Sin embargo para que esto sea posible, en primera instancia deben ser identificados, situación que no se está dando según lo encontrado, como lo evidencia el hecho de que dentro de la Subcategoría *Degradación de suelos* de la Categoría *Técnica-tecnológica* apenas se encuentran códigos abiertos que den cuenta de su visibilización como lo pueden ser: “Disturbio de suelo por ganado” (0,09%<sub>Tot</sub>), “Disturbio por minería (Arena)” (0,09%<sub>Tot</sub>), “Disturbio en los suelos” (0,03%<sub>Tot</sub>), “Disturbio por uso del suelo” (0,016%<sub>Tot</sub>) e “Intervención al suelo (disturbios)” (0,016%<sub>Tot</sub>). Así mismo, el concepto es relacionado con los suelos de referencia (subcategoría), al sugerir asumir o tomar como tales a los que cuenten con las “Propiedades edáficas de suelos menos disturbados ( semejanza)” (0,03%<sub>Tot</sub>).

Lo anteriormente dicho implica que si el suelo no se entiende como un todo, que incluye los aspectos biológicos, físicos, químicos y las interacciones con el hombre, cualquiera de sus partes abordadas en Colombia por disciplinas independientes, puede voluntaria o involuntariamente ser excluida a pesar de que únicamente desde la complejidad la conceptualización del suelo tiene sentido como lo sugiere la creciente evidencia de que las características esenciales del suelo surgirán sólo cuando se integren los enfoques físicos y bioquímicos relevantes (Young y Crawford, 2004), a lo que debe sumarse la interacción con los seres humanos ya que se ha documentado cómo las características actuales de los suelos han sido modificadas por las prácticas de manejo (Bini et al., 2017; Wakabayashi et al., 2012).

De otro lado, no considerar las relaciones suelo-humano, principalmente para el caso de ecosistemas con suelos altamente degradados (o completamente perdidos) implica desconocer o mejor no comprender la necesidad de la antropogénesis, concepto que conlleva superar los alcances de la pedología al adicionar al estudio del suelo las influencias humanas (contemporáneas e históricas) que afectan sustancialmente los cambios globales en el suelo con influencia en la dinámica del ambiente terrestre; implica no solo la transformación del entendimiento del suelo únicamente como cuerpo natural, sino también como cuerpo histórico-cultural, donde resulta de importancia la cuantificación tanto del grado de afectación de los suelos por la humanidad como de las interacciones de estos suelos impactados con el resto del ambiente (Richter, 2007).

En términos prácticos, lo anteriormente dicho implica que el enfoque tenido hasta ahora para el suelo en el marco de los proyectos de RE no da cuenta de los acontecimientos que han llevado a su estado actual, ni podría prever la evolución de estos suelos y ecosistemas restaurados al desconsiderar las interacciones con lo social. Esto es de suma relevancia, porque dada la degradación de los suelos y la capacidad del ser humano de alterar o restablecer por completo su reloj de génesis y evolución (Lin, 2014), suelos netamente neo-antropogénicos (Technosols *in sensu*: IUSS Working Group WRB, 2015) deberán ser parte de los proyectos futuros de RE.

Es de anotar que la restauración debe superar algunos retos prácticos como generar un mayor número de artículos científicos donde se reporten resultados de proyectos de RE que estén basados en indicadores, pero no solamente ecológicos sino también sociales y económicos (Santiago-Lemgruber et al., 2016), noción que dados los resultados encontrados mediante la presente investigación resulta completamente pertinente para el caso colombiano.

Otra característica identificada del abordaje al suelo fue el no considerar la incertidumbre, lo que resulta errado ya que como lo manifiestan Pe'er y sus colaboradores (2014) la certidumbre personal permite ignorar los efectos ambientales negativos, mientras que la incertidumbre o la actitud hacia ella puede producir resultados positivos como mejorar el conocimiento, promover acciones cautelosas, mejorar el comportamiento social haciéndolo más flexible y adaptativo, aumentar la conciencia pública y la participación en

la conservación de la naturaleza (en este caso del suelo), mejorar la cooperación y promover la comunicación.

Ahora bien, para definir alcances con respecto a la incertidumbre es necesario diferenciarla entre epistemológica y ontológica, para lo cual se asumirá la conceptualización de Martínez-Bernal (2013) citando a Wagensberg (1998)<sup>15</sup> quien relaciona al azar con la incertidumbre como sigue: “1. *El azar epistemológico, producido por la ignorancia del observador, la aplicación de leyes insuficientes, la debilidad en la potencia de los cálculos, las observaciones erróneas, etc.*; y 2. *El azar ontológico, siendo este último una entidad metafísica que representa la contingencia pura que actúa ciegamente en el universo, en otras palabras un azar propio del objeto de estudio. De acuerdo con esto, el azar ontológico es ineludible, no obstante el azar epistemológico puede ser reducido sobre la base del refinamiento de los métodos establecidos para el estudio del objeto.*” (Martínez-Bernal, 2013. p.9)

Una vez diferenciada, puede decirse que otra de las características propias del nombrado abordaje al suelo es el hecho de tener una incertidumbre epistemológica muy superior a la que debería, por un lado por la falta de la inter o transdisciplinariedad requerida para abordar un sistema complejo (García, 2006, Leff, 2000), y por el otro por la aparente ausencia de profesionales idóneos en temas del suelo específicos del ámbito de la edafología, lo que se demuestra con los errores enunciados en el numeral 4.2.6, que pueden llevar a la toma de decisiones inadecuadas y consecuentemente a fracasos desde el componente técnico de los proyectos de RE. La disminución de esta incertidumbre epistemológica sólo se dará con el incremento en la comprensión y conocimiento del suelo así como con la generación de información adecuada y relevante.

Otro aspecto a considerar es el hecho de que no integrar al enfoque al suelo el conocimiento local y/o tradicional, entendido como los cuerpos de conocimiento socio-ecológico desarrollados y en manos de las comunidades locales, algunas de las cuales han interactuado con un ecosistema dado durante mucho tiempo (IPBES, 2018), tiene

---

<sup>15</sup> Wagensberg, J. (1998). Ideas sobre la complejidad del mundo (4th ed., p. 168). Barcelona: Tusquets Editores S.A

efectos negativos sobre la RE. Estos efectos corresponderían a renunciar a las siguientes posibilidades: a) ya que este conocimiento es complementario a la ciencia occidental implica la obtención de información local y líneas de base eco-históricas (Keenleyside et al., 2012), b) comunicación efectiva y acercamiento a las partes interesadas con miras a lograr proyectos de RE exitosos (McDonald et al., 2016), c) ya que es rico en prescripciones tanto filosóficas como pragmáticas (Kimmerer, 2011) no se tendría acceso a ellas, d) verificación de las estimaciones científicas teóricas de idoneidad de un sitio así como conocimiento de cambios históricos en la cobertura y manejo de tierras (Ryder, 2003), e) adaptación y apropiación local de información científica y, la superación de la incertidumbre a partir de investigación e innovación propias (Reid et al., 2011), f) implementación de una gestión adaptativa que aborde los juicios de valor y las incertidumbres (Failing et al., 2013), g) reconocimiento y conservación de edafofauna local (Zúñiga et al., 2013), entre muchas otras.

En este orden de ideas y en palabras de Heneghan y colaboradores (2018), cuando se desean resultados complejos, es necesaria la integración intencional y holística de todos los aspectos del conocimiento del suelo. Complementando lo anterior, un concepto clave para la RE exitosa es que ésta se apoya en todos los conocimientos relevantes, incluidos los conocimientos ecológicos tanto tradicionales como científicos (McDonald et al., 2016, Uprety et al., 2012), en lo que podríamos denominar pluralismo intelectual (Kimmerer, 2011) en donde actúan múltiples actores de la sociedad civil que aportan a la construcción horizontal del conocimiento en el marco de la restauración (Ceccon y Pérez, 2016), desde una posición filosófica de inclusión, que reconoce que todas las personas crean conocimiento (Calle et al., 2016).

La integración de los conocimientos tradicionales, entrelazados e inseparables del contexto social y espiritual de la cultura (Kimmerer, 2011), adquiere significancia de conformidad con Kimmerer (2011) citando a Gadgil et al. (1993)<sup>16</sup> cuando se entiende que el conocimiento científico moderno que considera al ser humano apartado y superior al mundo natural ha tenido éxito al explicar sistemas simples. Sin embargo ni esta

---

<sup>16</sup> Gadgil, M., F. Berkes, and C. Folke. 1993. "Indigenous Knowledge for Biodiversity Conservation." *Ambio* 22: 151–56.



cosmovisión ni este tipo de conocimiento han sido exitosos para explicar sistemas ecológicos complejos.

Ahora bien, la integración de los conocimientos tradicionales para la conservación de la diversidad biológica no es nueva o caprichosa ni corresponde con una pretensión holística de la perspectiva ambiental (Ángel-Maya, 2000), como lo pone de manifiesto el hecho de que desde el mismo Convenio Sobre Diversidad Biológica (UNEP, 1992) en el literal j del artículo 8, para la conservación *in-situ* se insta a las partes entre otros aspectos a respetar, preservar y mantener los conocimientos de las comunidades indígenas y locales así como promover su aplicación; lo que es llevado más allá por la tercera convención de las partes -COP 3- en su decisión 14 (UNEP, 1997) y ratificado por la cuarta convención de las partes -COP 4- en su decisión 9 (UNEP, 1998), en el sentido de darle a este tipo de conocimiento el mismo estatus que al conocimiento científico.

Lo dicho hasta aquí coincide con las recomendaciones de la IPBES (2018), que en su último informe titulado en español "*Resumen para los encargados de la formulación de políticas del informe de evaluación temática sobre degradación de la tierra y restauración de la Plataforma Intergubernamental Científico-Normativa sobre Diversidad Biológica y Servicios de los Ecosistemas*", incluye a los patrones espaciales y temporales de los cambios en la salud del suelo y, a los métodos para la integración de la ciencia convencional y el conocimiento indígena y local entre las más altas prioridades de investigación identificadas para permitir aún más la toma de decisiones basada en evidencia sobre la degradación y restauración de la tierra.

En conclusión, puede decirse que el abordaje no ambiental al suelo que han tenido los proyectos de RE de ecosistemas terrestres en Colombia, implica la disminución de las probabilidades de éxito de los proyectos debido a que las falencias evidenciadas pueden llevar a seleccionar e implementar técnicas inapropiadas que por su parte pueden agravar aún más la degradación de las tierras (IPBES, 2018), no obstante por su naturaleza misma la RE no está exenta de fallar debido a las incertidumbres propias del proceso (Failing et al., 2013, Wiegand et al., 2013).



## 5. Conclusiones

El abordaje al suelo en los proyectos de restauración ecológica de ecosistemas terrestres en Colombia no se ha dado con enfoque ambiental debido a que el suelo no ha sido comprendido como un sistema complejo. Esto se demuestra ya que entre los atributos propios de la complejidad ambiental han sido considerados la multiplicidad y diversidad, la multidimensionalidad y la diversidad de escalas, mientras que no se encontraron evidencias del enfoque holístico, la interactividad, la dinamicidad, la heterogeneidad espacial, el enfoque no disciplinar, la integración de conocimientos y, la integración del azar y la incertidumbre.

Las categorías para el abordaje al suelo que han tenido los restauradores son coincidentes con las que se han encontrado en los documentos de carácter técnico que pueden consultar para la redacción de sus informes de proyecto (*corpus Protocolos, Artículos, Ser Technical, Tesis* y en menor medida por Términos). Esta similitud puede inclusive explicar el hecho de que los errores técnicos y conceptuales con respecto al suelo que se encuentran en los informes, también se encuentran en otros corpus explicativos como el de *Protocolos* (guías, manuales y protocolos de RE colombianos).

En términos generales el abordaje al suelo a la fecha implica falencias conceptuales y técnicas que pueden amenazar el éxito de los proyectos, ya que en algunos casos al no ser comprendido ni manejado de conformidad con sus características particulares, puede afectarse la sobrevivencia de los arreglos florísticos implementados ya sea por fallos técnicos o por las interacciones con las comunidades, a lo que hay que sumar la incertidumbre propia de este tipo de proyectos, incluyendo la ontológica que es irreductible y la epistemológica que sí puede disminuirse al incrementar el nivel de conocimiento sobre el suelo que tengan los equipos de restauradores.

A manera de compendio puede decirse que con esta investigación se describió el abordaje al suelo en los proyectos de RE de ecosistemas terrestres en Colombia. Esta descripción incluye las tendencias generales, así como el detalle de la identificación de categorías y su dimensionamiento. También se realizó el análisis ambiental del abordaje al comparar los contenidos de los informes con los de los *corpus* documentales de consulta obligada para los restauradores. Finalmente se ofrecen explicaciones razonables del abordaje antes nombrado y se esbozan sus implicaciones para la RE. Ahora bien, debido a que en el medio no se encuentran metodologías que permitan hacer este tipo de análisis ambiental tanto por su nivel de detalle como por la magnitud y tipología de información, se requirió la aplicación de un enfoque creativo para la formulación de métodos “eclécticos” adaptados de otros derivados de diferentes disciplinas.

En este orden de ideas, en esta investigación se proponen y hacen disponibles herramientas para análisis ambientales de parte de otros investigadores, que permiten llevar el pensamiento ambiental a la acción ambiental en sí misma. Se hace referencia a los métodos antes mencionados y a la propuesta de la *Tabla de atributos y criterios para el análisis ambiental del suelo en proyectos de restauración ecológica de ecosistemas terrestres en Colombia desde la perspectiva de la complejidad ambiental*, que puede ser utilizada a manera de “lista de verificación” para el abordaje ambiental. Estas propuestas concretas permiten evitar la advertencia proferida por Augusto Ángel Maya en el sentido de que *“La perspectiva ambiental, bondadosa en sus objetivos, esconde sin embargo, una camuflada ambivalencia. Sus pretensiones holísticas le impiden limitar su acción a un campo concreto, de la misma manera que sus ideales de interdisciplinariedad no le permiten desarrollarse como ciencia autónoma. El peligro inmanente en esta perspectiva es que acabe por convertirse en una hermosa utopía, pero sin suelo real en la actividad cotidiana. Si ello es así, lo ambiental puede convertirse y de hecho se ha convertido parcialmente, en una perspectiva de la que todos pueden participar, pero todos pueden eludir”*. (Ángel-Maya, 2000. p. 261).

Una vez concluido el trabajo y al ser el suelo un componente de los proyectos de RE surgen preguntas de investigación que requieren de equipos para la búsqueda de sus respuestas, entre otras: ¿Cómo favorecer el abordaje ambiental al suelo en los proyectos

---

de RE en Colombia?, ¿Qué parámetros por categoría deben ser considerados en un abordaje ambiental al suelo en el marco de la RE?, ¿Cómo es abordada la RE en Colombia desde el enfoque ambiental?, ¿Qué nuevos profesionales y profesiones deben integrarse al quehacer de la RE en Colombia?, ¿Qué formación y capacitación en suelos según sus profesiones debe darse a los profesionales relacionados con la RE?, ¿Cuáles deberían ser los indicadores de diagnóstico y monitoreo adecuados para el suelo en los proyectos de RE? o, ¿Cómo integrar los conocimientos tradicionales y locales a los procesos de RE?

## 6.Recomendaciones

Para robustecer y ampliar los alcances y precisión (o ajuste a la realidad) de esta investigación resultaría conveniente poder incrementar la base de documentos del *corpus Informes* incluyendo los muchos otros procesos que han sido desarrollados pero no pudieron ser recolectados. Para lograr esto se requiere de un equipo de investigación con dedicación exclusiva y recursos suficientes para viajar por el territorio nacional visitando las distintas entidades y gestionando la información personalmente.

Con miras a disminuir la incertidumbre epistemológica sobre el suelo en el marco de la RE de ecosistemas terrestres en Colombia, los restauradores deben incrementar su conocimiento sobre suelos tanto de manera personal como a partir de la vinculación de profesionales con idoneidad en temas relativos a estos. Así mismo en los proyectos se deben considerar e involucrar los conocimientos socio-ecológicos locales. Siendo el suelo el sistema complejo, cuerpo natural y cuerpo histórico-cultural sobre el que crecen los arreglos florísticos de la RE y del que dependen todas las formas de vida en los sistemas terrestres, su nivel de importancia en términos de caracterización, prácticas de manejo y, monitoreo y seguimiento debe ser igual o superior al dado hasta ahora al componente vegetación en el marco de la restauración.

En línea con lo anterior y no obstante el objeto de la RE como práctica no sea la investigación por cuenta del indicador seleccionado al nivel estratégico central gubernamental en Colombia para medirla, se requiere integrar de parte de los practicantes de la restauración a su consulta de información temas relativos a calidad del suelo, variables de caracterización de suelos (iniciales), indicadores de seguimiento, relaciones suelo-agua-planta-atmósfera, restauración de la fertilidad, neo-antropedogéneis, manejo y conservación de agua y suelos, evaluación cualitativa del suelo y termodinámica de suelos, entre otros, sin desconocer el conocimiento pedológico

y edafológico de base. Ahora bien, dada la heterogeneidad del suelo debe entenderse que la formulación de indicadores y selección de variables es sitio o proyecto dependiente por lo tanto debe formularse por los equipos de trabajo para cada localidad y momento determinados.

Se ha propuesto que el abordaje al suelo en el marco de la RE debe ser ambiental, es decir que lo considere como sistema complejo enmarcado en complejidades mayores relativas al ecosistema en el que se encuentre. No obstante se parte de un enfoque no ambiental que requiere (y puede) irse complejizando en un proceso de construcción paulatina, donde se vayan abordando cada vez más elementos y sus relaciones e interacciones en la estructura socioecológica holística propuesta, donde confluyen las bases ecológicas (ecosistemas) y las condiciones sociales (cultura). En este orden de ideas se proponen aspectos del suelo que deberían considerarse como el mínimo para comenzar con un abordaje ambiental del mismo que incremente las posibilidades de éxito de los proyectos de RE de ecosistemas terrestres (**Tabla 6-1.**).

**Tabla 6-1.** Aspectos básicos de suelos a considerar para un enfoque ambiental en el marco de la RE

Aspectos de énfasis técnico	Aspectos de énfasis socio-cultural
<p>Análisis de suelos:</p> <p>Los proyectos de RE deberían contar con análisis de laboratorio de suelos que permitan identificar su estado actual con respecto a variables físico-químicas.</p> <p>Es recomendable que sean hechos en varios puntos del área del proyecto, a dos profundidades en un mismo punto y que se trate de muestras diferenciadas o independientes (no mezcladas) para poder establecer comparaciones.</p>	<p>Percepciones sociales sobre el suelo:</p> <p>Dentro de las caracterizaciones sociales de los proyectos y sus áreas de influencia deberían formularse preguntas cuyas respuestas permitan dar cuenta de la forma en que la gente ve y clasifica sus suelos, así como la forma y el tipo de relaciones que establece con ellos, que pudieran afectar o beneficiar los resultados de los proyectos de RE.</p>
<p>Limitantes del suelo:</p> <p>Deberían identificarse y caracterizarse las limitaciones del suelo en términos de pendientes, contenidos y proporciones de elementos y demás aspectos físico-químicos para formular enmiendas y superarlas en el marco de los proyectos de RE. Debería tenerse en cuenta que no obstante no son proyectos agropecuarios, los trabajos de RE, para incrementar su probabilidad de éxito, deberían implementar (siempre) las enmiendas que resulten pertinentes.</p>	<p>Historia del disturbio:</p> <p>Los cambios históricos en el uso del suelo pueden explicar el estado actual de los mismos y dar luces sobre su tendencia, por lo tanto debería establecerse la historia de uso y manejo de los suelos del área de proyecto para comprender la dinámica de cambio observada en el lugar y consecuentemente formular prácticas de manejo (y seguimiento) para la RE.</p>
<p>Actividad biológica del suelo:</p> <p>Es importante el establecimiento de indicadores de</p>	<p>Establecimiento de retroalimentaciones:</p> <p>Deberían determinarse con las comunidades, los cambios</p>

<p>actividad biológica del suelo fácilmente medibles en campo que den cuenta de la presencia, actividad e interacciones de los ingenieros del suelo (pe. Hormigas, lombrices, termitas, etc.). Así mismo debería evaluarse el comportamiento y morfología de raíces en función de las características del suelo.</p>	<p>cíclicos observados en el suelo por cuenta de prácticas de manejo o eventos naturales, su evolución y sus nuevas respuestas.</p>
<p>Evaluación cualitativa de suelos: A partir de herramientas cualitativas para la evaluación de la calidad del suelo se pueden hacer análisis adaptados localmente donde utilizando indicadores (cualitativos) acordados con las comunidades, se hace evaluación indirecta de aspectos físicos, químicos y biológicos relevantes de las áreas de intervención.</p>	<p>Capacitación a la comunidad en temas de suelo: En procesos de diálogo de saberes se puede transmitir a la comunidad conocimiento científico y recibir retroalimentación de ella sobre conocimiento local adaptado, a partir de la capacitación y evaluación cualitativa conjunta de suelos. Este tema además resulta de gran interés al público rural al ser igualmente aplicable a procesos agropecuarios.</p>
<p>Establecimiento de tipologías de suelo: Para el área de proyecto deberían clasificarse los suelos por tipos con base en los resultados analíticos de laboratorio como en la interacción con las comunidades, para establecer áreas de manejo relativamente homogéneas.</p>	<p>Integración de conocimientos: La información recabada en la comunidad debería integrarse a la planeación, ejecución y seguimiento de los proyectos para darles su verdadero ajuste local y, debería retroalimentarse a la comunidad sobre los resultados finales e intermedios. Es preferible el trabajo conjunto permanente antes que talleres de socialización.</p>
<p>Relacionamiento del proyecto con el paisaje: Deberían establecerse comparaciones entre los suelos del área del proyecto y el comportamiento del área circundante para establecer tendencias y predecir posibles cambios negativos (o positivos) así como para establecer diferencias que permitan descartar posibles “suelos de referencia” que resulten ser errados ya que no obstante estar cerca dos suelos pueden tener materiales o procesos genéticos distintos, por lo tanto el del “ecosistema de referencia” no representaría un “deber ser” para el área de proyecto.</p>	<p>Integración del azar y la incertidumbre: Debería llevarse un registro y análisis de eventos o reacciones del suelo que resulten “inesperadas”, que pueda servir como fuente de información hacia el futuro. Los análisis descartarían el origen causal o estocástico de los fenómenos observados y resultarían de utilidad tanto a comunidades como a restauradores.</p>
<p>Técnicas de siembra y manejo: Las técnicas a implementar en campo podrían alimentarse de los lineamientos técnicos de la agroecología y tomar elementos aplicables de prácticas agrícolas alternativas.</p>	
<p>Termodinámica de suelos: Deberían integrarse consideraciones de la termodinámica de suelos adaptadas a las condiciones del proyecto que permitan formular diseños enfocados no solo en el arreglo florístico, sino en la superación-prevención de problemáticas de suelo por su interacción con factores atmosféricos.</p>	



**A. Anexo: Códigos abiertos con mayor frecuencia de aparición en los diferentes *corpus* en el periodo 2003-2016**

**Tabla 6-2:** Códigos abiertos con mayor frecuencia de aparición en el *Corpus Artículos* en el periodo 2003-2016

CODIFICACIÓN ABIERTA	SUB-CATEGORÍA	CATEGORÍA	FRECUENCIA
Muestreo / Muestras de suelo	Métodos de análisis	Técnica - tecnológica	387
pH	Química de suelos	Técnica - tecnológica	323
Parte secundaria de método analítico	Nominal	Nominal	233
Capa superficial del suelo	Física de suelos	Técnica - tecnológica	224
Humedad del suelo	Agua del suelo	Técnica - tecnológica	224
Nitrógeno total	Química de suelos	Técnica - tecnológica	206
Pendiente	Física de suelos	Técnica - tecnológica	185
Modelamiento de la materia orgánica	Métodos de análisis	Técnica - tecnológica	177
Erosión	Degradación de suelos	Técnica - tecnológica	165
Topografía	Física de suelos	Técnica - tecnológica	152
Textura	Física de suelos	Técnica - tecnológica	140
Carbono orgánico del suelo	Química de suelos	Técnica - tecnológica	137
Densidad aparente	Física de suelos	Técnica - tecnológica	129
Nitrógeno (N)	Química de suelos	Técnica - tecnológica	128
Uso de fertilizantes	Prácticas de manejo del suelo	Social - Cultural	123
Profundidad	Física de suelos	Técnica - tecnológica	122
Fósforo (P)	Química de suelos	Técnica - tecnológica	119
Conceptualización del suelo	Conceptualización del suelo	Simbólica	119
Muestreo representativo (mezcla de submuestras de suelo)	Métodos de análisis	Técnica - tecnológica	118
Biomasa microbiana	Biología del suelo	Ecológico – biológica	99
Cobre (Cu)	Química de suelos	Técnica - tecnológica	95
Uso del suelo	Uso del suelo - Ordenamiento territorial	Social - Cultural	87
Fósforo disponible	Química de suelos	Técnica - tecnológica	84
Potasio (K)	Química de suelos	Técnica - tecnológica	83
Fertilidad del suelo	Fertilidad del suelo	Técnica - tecnológica	82
Calcio (Ca)	Química de suelos	Técnica - tecnológica	79
Control de la erosión	Conservación de suelos	Técnica - tecnológica	77
Orientación	Física de suelos	Técnica - tecnológica	77
Banco de semillas	Biología del suelo	Ecológico – biológica	75
Capacidad de retención de agua	Física de suelos	Técnica - tecnológica	74
Zinc (Zn)	Química de suelos	Técnica - tecnológica	74
Cadmio (Cd)	Química de suelos	Técnica - tecnológica	71
Temperatura del suelo	Física de suelos	Técnica - tecnológica	71
Actividad enzimática	Biología del suelo	Ecológico – biológica	68
Plomo (Pb)	Química de suelos	Técnica - tecnológica	68
C:N	Química de suelos	Técnica - tecnológica	67
Arcilla	Física de suelos	Técnica - tecnológica	66
Fósforo total	Química de suelos	Técnica - tecnológica	66
Propiedades químicas del suelo	Química de suelos	Técnica - tecnológica	64
Perfil de suelo	Métodos de análisis	Técnica - tecnológica	63
Experimento en materas	Investigaciones	Social - Cultural	61
Experimento en materas	Métodos de análisis	Técnica - tecnológica	61
Conductividad eléctrica	Física de suelos	Técnica - tecnológica	60
Manganeso (Mn)	Química de suelos	Técnica - tecnológica	59
Elevación	Física de suelos	Técnica - tecnológica	56
Carbono total	Química de suelos	Técnica - tecnológica	55
Materiales parentales (detalle)	Génesis de suelos	Técnica - tecnológica	55
Análisis de laboratorio	Fertilidad del suelo	Técnica - tecnológica	54
Cobertura vegetal	Biología del suelo	Ecológico – biológica	53
Contenido de agua del suelo	Agua del suelo	Técnica - tecnológica	52

**Tabla 6-3:** Códigos abiertos con mayor frecuencia de aparición en el *Corpus Leyes* en el periodo 2003-2016

CODIFICACIÓN ABIERTA	SUB-CATEGORÍA	CATEGORÍA	FRECUENCIA
SUST-Uso del suelo	Uso del suelo - Ordenamiento territorial	Social - Cultural	484
SUST-Suelo urbano	Uso del suelo - Ordenamiento territorial	Social - Cultural	410
SUST-Suelo rural	Uso del suelo - Ordenamiento territorial	Social - Cultural	369
CONT-Uso del suelo	Uso del suelo - Ordenamiento territorial	Social - Cultural	337
CONT-Erosión	Degradación de suelos	Técnica - tecnológica	315
SUST-Ordenamiento territorial	Uso del suelo - Ordenamiento territorial	Social - Cultural	302
CONT-Contaminación	Degradación de suelos	Técnica - tecnológica	237
SUST-Vivienda de interés social	Uso del suelo - Ordenamiento territorial	Social - Cultural	231
CONT-Salinización	Degradación de suelos	Técnica - tecnológica	205
SUST-Regulación del uso del suelo	Uso del suelo - Ordenamiento territorial	Social - Cultural	205
CONT-Compactación	Degradación de suelos	Técnica - tecnológica	197
SUST-Uso del suelo urbano	Uso del suelo - Ordenamiento territorial	Social - Cultural	189
SUST-Conservación de suelos	Conservación de suelos	Técnica - tecnológica	180
SUST-Degradación de suelos	Degradación de suelos	Técnica - tecnológica	180
SUST-Urbanismo	Uso del suelo - Ordenamiento territorial	Social - Cultural	177
SUST-Suelo rural suburbano	Uso del suelo - Ordenamiento territorial	Social - Cultural	150
CONT-Regulación hídrica	Funciones del suelo	Ecológico - biológica	146
SUST-Planeación coordinada uso del suelo	Uso del suelo - Ordenamiento territorial	Social - Cultural	140
SUST-Protección del suelo	Conservación de suelos	Técnica - tecnológica	136
CONT-Desertificación	Degradación de suelos	Técnica - tecnológica	134
SUST-Suelo de expansión urbana	Uso del suelo - Ordenamiento territorial	Social - Cultural	132
SUST-Macroyectos	Aspectos económicos	Económica	128
Nominal	Nominal	Nominal	122
SUST-Erosión	Degradación de suelos	Técnica - tecnológica	119
CONT-Conservación de suelos	Conservación de suelos	Técnica - tecnológica	115
SUST-Normatividad uso del suelo	Política, normatividad y legislación	Social - Cultural	112
SUST-Permiso o licenciamiento	Política, normatividad y legislación	Social - Cultural	111
SUST-Salinización de suelos	Degradación de suelos	Técnica - tecnológica	106
SUST-Vivienda	Uso del suelo - Ordenamiento territorial	Social - Cultural	102
SUST-Recuperación del suelo	Conservación de suelos	Técnica - tecnológica	100
SUST-Cambio en el uso del suelo	Uso del suelo - Ordenamiento territorial	Social - Cultural	97
CONT-Degradación de suelos	Degradación de suelos	Técnica - tecnológica	88
SUST-Propiedad del suelo	Tenencia - Propiedad	Económica	86
CONT-Erosión hídrica	Degradación de suelos	Técnica - tecnológica	83
CONT-Ordenamiento territorial	Uso del suelo - Ordenamiento territorial	Social - Cultural	81
CONT-Recuperación	Conservación de suelos	Técnica - tecnológica	76
SUST-Contaminación de suelos	Degradación de suelos	Técnica - tecnológica	74
SUST-Manejo de suelos	Prácticas de manejo del suelo	Social - Cultural	73
SUST-Ocupación del suelo rural	Aspectos sociales - culturales	Social - Cultural	73
CONT-Regulación del uso del suelo	Aspectos institucionales - eventos	Social - Cultural	70
SUST-Usos industriales	Uso del suelo - Ordenamiento territorial	Social - Cultural	70
SUST-Distritos de conservación de suelos	Uso del suelo - Ordenamiento territorial	Social - Cultural	68
SUST-Ordenamiento territorial	Uso del suelo - Ordenamiento territorial	Social - Cultural	67
SUST-Suelo en planeación territorial	Uso del suelo - Ordenamiento territorial	Social - Cultural	66
SUST-Gestión del suelo urbano	Uso del suelo - Ordenamiento territorial	Social - Cultural	64
SUST-Generación de suelo	Uso del suelo - Ordenamiento territorial	Social - Cultural	61
Sust-Planeación del uso del suelo	Uso del suelo - Ordenamiento territorial	Social - Cultural	60
CONT-Manejo del recurso suelo	Prácticas de manejo del suelo	Social - Cultural	56
SUST-Estrategias de protección del suelo	Conservación de suelos	Técnica - tecnológica	56
SUST-Normatividad uso del suelo urbano	Política, normatividad y legislación	Social - Cultural	56

**Tabla 6-4:** Códigos abiertos con mayor frecuencia de aparición en el *Corpus Protocolos* en el periodo 2003-2016

CODIFICACIÓN ABIERTA	SUB-CATEGORÍA	CATEGORÍA	FRECUENCIA
Pendiente	Física de suelos	Técnica - tecnológica	328
Erosión	Degradación de suelos	Técnica - tecnológica	300
Humedad	Agua del suelo	Técnica - tecnológica	285
Control de la erosión	Conservación de suelos	Técnica - tecnológica	274
Compactación	Degradación de suelos	Técnica - tecnológica	237
Banco de semillas	Biología del suelo	Ecológico – biológica	180
Fertilización	Prácticas de manejo del suelo	Social - Cultural	175
Materia orgánica	Materia orgánica del suelo	Técnica - tecnológica	174
Acidez	Química de suelos	Técnica - tecnológica	165
Suelos arenosos	Física de suelos	Técnica - tecnológica	133
Fósforo	química de suelos	Técnica - tecnológica	132
Drenaje	Física de suelos	Técnica - tecnológica	131
Nutrientes	Fertilidad del suelo	Técnica - tecnológica	128
Infiltración	Física de suelos	Técnica - tecnológica	125
Micorrizas	Biología del suelo	Ecológico – biológica	107
Fertilidad	Fertilidad del suelo	Técnica - tecnológica	104
Suelos arcillosos	Física de suelos	Técnica - tecnológica	103
Pendientes fuertes	Física de suelos	Técnica - tecnológica	102
Nitrógeno	química de suelos	Técnica - tecnológica	98
Enmiendas orgánicas	Enmiendas - Correctivos - Fertilizantes -Máquinas - Equipos	Técnica - tecnológica	97
Sustrato	Conceptualización del suelo	Simbólica	94
Compost	Enmiendas - Correctivos - Fertilizantes -Máquinas - Equipos	Técnica - tecnológica	91
Uso del suelo (histórico)	Uso del suelo - Ordenamiento territorial	Social - Cultural	91
Mulch	Prácticas de manejo del suelo	Social - Cultural	90
Textura	Física de suelos	Técnica - tecnológica	90
pH	química de suelos	Técnica - tecnológica	88
Recuperación del suelo	Conservación de suelos	Técnica - tecnológica	87
Escorrentía	Degradación de suelos	Técnica - tecnológica	85
Topografía	Física de suelos	Técnica - tecnológica	85
Nivel freático	Agua del suelo	Técnica - tecnológica	82
Erosión laminar	Degradación de suelos	Técnica - tecnológica	81
Erosión hídrica	Degradación de suelos	Técnica - tecnológica	75
Erosión superficial	Degradación de suelos	Técnica - tecnológica	75
Protección contra erosión	Conservación de suelos	Técnica - tecnológica	73
Potasio	química de suelos	Técnica - tecnológica	71
Estructura	Física de suelos	Técnica - tecnológica	69
Salinización	Degradación de suelos	Técnica - tecnológica	69
Humus	Materia orgánica del suelo	Técnica - tecnológica	67
Abonos orgánicos	Enmiendas - Correctivos - Fertilizantes -Máquinas - Equipos	Técnica - tecnológica	65
Baja fertilidad del suelo	Fertilidad del suelo	Técnica - tecnológica	64
Profundidad del suelo	Física de suelos	Técnica - tecnológica	63
Abonos verdes	Enmiendas - Correctivos - Fertilizantes -Máquinas - Equipos	Técnica - tecnológica	62
Degradación	Degradación de suelos	Técnica - tecnológica	61
Retención de agua	Agua del suelo	Técnica - tecnológica	60
Disponibilidad de nutrientes	Fertilidad del suelo	Técnica - tecnológica	59
Agua del suelo	Agua del suelo	Técnica - tecnológica	58
Descompactación	Conservación de suelos	Técnica - tecnológica	57
Erosión eólica	Degradación de suelos	Técnica - tecnológica	57
Erosión moderada	Degradación de suelos	Técnica - tecnológica	57
Conflicto de uso del suelo	Uso del suelo - Ordenamiento territorial	Social - Cultural	56

**Tabla 6-5:** Códigos abiertos con mayor frecuencia de aparición en el *Corpus SER Políticas* en el periodo 2003-2016

CODIFICACIÓN ABIERTA	SUB-CATEGORÍA	CATEGORÍA	FRECUENCIA
Almacenamiento de carbono - inferido indirectamente (Solución de necesidades ambientales)	Funciones del suelo	Ecológico – biológica	14
Estabilización de Conceptualización del suelos (Solución de necesidades ambientales)	Conservación de suelos	Técnica - tecnológica	14
Plantas resistentes a deficiencias de nutrientes del suelo (genotipo)	Relación suelo-planta	Ecológico – biológica	14
Plantas resistentes a metales pesados (genotipo)	Relación suelo-planta	Ecológico – biológica	14
Plantas resistentes a pH extremos (genotipo)	Relación suelo-planta	Ecológico – biológica	14
Plantas resistentes a salinidad (genotipo)	Relación suelo-planta	Ecológico – biológica	14
Prevención de la erosión (Solución de necesidades ambientales)	Conservación de suelos	Técnica - tecnológica	14
Promoción de la formación del suelo (Solución de necesidades ambientales)	Génesis de suelos	Técnica - tecnológica	14
Estabilización del Conceptualización del suelo (proceso ecosistémico)	Conservación de suelos	Técnica - tecnológica	13
Medio abiótico (suelo es parte de)	Conceptualización del suelo	Simbólica	13
Medio físico (suelo es parte de)	Conceptualización del suelo	Simbólica	13
Orientación	Física de suelos	Técnica - tecnológica	13
Régimen de nutrientes	Fertilidad del suelo	Técnica - tecnológica	13
Régimen de salinidad	Gradientes de suelo	Técnica - tecnológica	13
Relieve topográfico	Física de suelos	Técnica - tecnológica	13
Suelo o Conceptualización del suelo (se iguala)	Conceptualización del suelo	Simbólica	13
Cambios en el uso de la tierra (contribuye al cambio c)	Uso del suelo - Ordenamiento territorial	Social - Cultural	10
Mejoramientos esenciales de suelos por R (más allá de los objetivos de Conservación)	Conservación de suelos	Técnica - tecnológica	9
Microorganismos del suelos (favorecidos por producción agroecológica e indígena tradicional)	Biología del suelo	Ecológico – biológica	9
Preocupación global por asegurar calidad del suelo (por empobrecimiento de la tierra - sistema económico capitalismo)	Fertilidad del suelo	Técnica - tecnológica	9
Preocupación global por asegurar calidad del suelo (por empobrecimiento de la tierra - sistema económico capitalismo)	Aspectos económicos	Económica	9
Provisión de suelos altos en nutrientes puede favoreces especies invasivas	Degradación de suelos	Técnica - tecnológica	9
Suelos saludables (servicio y bien ecológico)	Servicios ecosistémicos - Ambientales	Ecológico – biológica	9
Conservación de la humedad (prácticas de agroforestería)	Agua del suelo	Técnica - tecnológica	5
Erosión eólica	Degradación de suelos	Técnica - tecnológica	5
Erosión hídrica	Degradación de suelos	Técnica - tecnológica	5
Reducir vulnerabilidad a derrumbes	Conservación de suelos	Técnica - tecnológica	5
Revitalización con ngtili más allá de la simple conservación de suelos	Conservación de suelos	Técnica - tecnológica	5
Revitalización con ngtili más allá de la simple conservación de suelos	Nominal	Nominal	5
Shinyanga Soil Conservation Programme	Aspectos institucionales - eventos	Social - Cultural	5

**Tabla 6-6:** Códigos abiertos con mayor frecuencia de aparición en el *Corpus SER Technical* en el periodo 2003-2016

CODIFICACIÓN ABIERTA	SUB-CATEGORÍA	CATEGORÍA	FRECUENCIA
Erosión	Degradación de suelos	Técnica - tecnológica	122
Compactación	Degradación de suelos	Técnica - tecnológica	69
Tabla de agua / Nivel freático	Agua del suelo	Técnica - tecnológica	57
Pendiente	Física de suelos	Técnica - tecnológica	48
Topografía	Física de suelos	Técnica - tecnológica	44
Control de la erosión	Conservación de suelos	Técnica - tecnológica	43
Micorrizas	Biología del suelo	Ecológico – biológica	41
Escorrentía	Degradación de suelos	Técnica - tecnológica	37
Mapa de suelos	Información	Social - Cultural	35
Drenaje	Física de suelos	Técnica - tecnológica	34
Sedimentación	Degradación de suelos	Técnica - tecnológica	33
Tipos de suelo	Taxonomía y/o clasificación de suelos	Técnica - tecnológica	30
Mapas de suelos	Información	Social - Cultural	26
Salinización	Degradación de suelos	Técnica - tecnológica	26
Mapa topográfico	Información	Social - Cultural	25
Percolación	Física de suelos	Técnica - tecnológica	22
Humedad del suelo	Física de suelos	Técnica - tecnológica	21
Orientación de la pendiente	Física de suelos	Técnica - tecnológica	20
Relieve	Física de suelos	Técnica - tecnológica	20
Dispersión de suelos alóctonos (topsoilign)	Tratamientos para recuperación del suelo	Técnica - tecnológica	19
pH	Química de suelos	Técnica - tecnológica	19
Textura	Física de suelos	Técnica - tecnológica	19
Contaminantes	Degradación de suelos	Técnica - tecnológica	18
Hongos	Biología del suelo	Ecológico – biológica	17
Suelo (ambiente físico)	Conceptualización del suelo	Simbólica	17
Establecimiento de una fuente donadora de suelos	Tratamientos para recuperación del suelo	Técnica - tecnológica	16
Geología	Física de suelos	Técnica - tecnológica	16
Introducción de micorrizas	Tratamientos para recuperación del suelo	Técnica - tecnológica	16
Lavado de nutrientes	Fertilidad del suelo	Técnica - tecnológica	16
Oxidación de la materia orgánica (por desecación)	Degradación de suelos	Técnica - tecnológica	16
Profundidad	Física de suelos	Técnica - tecnológica	16
Banco de semillas	Biología del suelo	Ecológico – biológica	15
Elevación	Física de suelos	Técnica - tecnológica	15
Anélidos	Biología del suelo	Ecológico – biológica	14
Bacterias	Biología del suelo	Ecológico – biológica	14
Desertificación	Degradación de suelos	Técnica - tecnológica	14
Hidrología	Agua del suelo	Técnica - tecnológica	14
Algas	Biología del suelo	Ecológico – biológica	13
Lombrices	Biología del suelo	Ecológico – biológica	13
Materia orgánica (monitoreo)	Indicadores	Social - Cultural	13
Nemátodos	Biología del suelo	Ecológico – biológica	13
Protozoarios	Biología del suelo	Ecológico – biológica	13
Adición de materia orgánica (manipulaciones para alcanzar objetivos)	Tratamientos para recuperación del suelo	Técnica - tecnológica	12
Anoxia por inundación (stressor)	Degradación de suelos	Técnica - tecnológica	12
Descripción de geomorfología	Física de suelos	Técnica - tecnológica	12
Disminución de erosión (por mejoramiento de infraestructura)	Obras - bioingeniería	Técnica - tecnológica	12
Disminución de escorrentía (por mejoramiento de infraestructuras)	Obras - bioingeniería	Técnica - tecnológica	12
Disponibilidad de agua	Agua del suelo	Técnica - tecnológica	12
Encalado (manipulaciones para alcanzar objetivos)	Enmiendas - Correctivos - Fertilizantes - Máquinas - Equipos	Técnica - tecnológica	12
Escoger maquinaria que no compacte el suelo	Tratamientos para recuperación del suelo	Técnica - tecnológica	12

**Tabla 6-7:** Códigos abiertos con mayor frecuencia de aparición en el *Corpus Términos* en el periodo 2003-2016

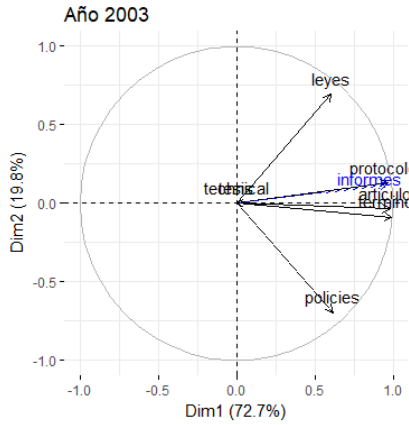
CODIFICACIÓN ABIERTA	SUB-CATEGORÍA	CATEGORÍA	FRECUENCIA
Ahoyado / hoyado	Prácticas de manejo del suelo	Social - Cultural	160
Fertilización	Prácticas de manejo del suelo	Social - Cultural	148
Plateo	Prácticas de manejo del suelo	Social - Cultural	137
Siembra	Prácticas de manejo del suelo	Social - Cultural	124
Conflicto de uso del suelo	Uso del suelo - Ordenamiento territorial	Social - Cultural	119
Recuperación de suelos	Conservación de suelos	Técnica - tecnológica	113
Hidroretenedor	Enmiendas - Correctivos - Fertilizantes - Máquinas - Equipos	Técnica - tecnológica	92
Limpia / Limpieza del suelo (es manejo de malezas)	Prácticas de manejo del suelo	Social - Cultural	91
Cubierta / Cobertura vegetal	Biología del suelo	Ecológico – biológica	90
Erosión	Degradación de suelos	Técnica - tecnológica	83
Tierra (significando suelo-Conceptualización del suelo)	Conceptualización del suelo	Simbólica	83
Protección de suelos	Conservación de suelos	Técnica - tecnológica	74
Plantación	Prácticas de manejo del suelo	Social - Cultural	71
Uso inadecuado del suelo	Prácticas de manejo del suelo	Social - Cultural	70
Pendiente	Física de suelos	Técnica - tecnológica	69
Textura	Física de suelos	Técnica - tecnológica	67
Topografía	Física de suelos	Técnica - tecnológica	63
Cambio de uso del suelo	Uso del suelo - Ordenamiento territorial	Social - Cultural	62
10-30-10	Enmiendas - Correctivos - Fertilizantes - Máquinas - Equipos	Técnica - tecnológica	60
Repicado / Repique	Prácticas de manejo del suelo	Social - Cultural	59
Escurrentía	Degradación de suelos	Técnica - tecnológica	58
Correctivos	Enmiendas - Correctivos - Fertilizantes - Máquinas - Equipos	Técnica - tecnológica	57
15-15-15	Enmiendas - Correctivos - Fertilizantes - Máquinas - Equipos	Técnica - tecnológica	56
Pérdida de suelos	Degradación de suelos	Técnica - tecnológica	54
Conservación de suelos	Conservación de suelos	Técnica - tecnológica	53
Resiembra	Prácticas de manejo del suelo	Social - Cultural	51
Suelo como nivel (a ras..)	Medida de superficie - escala - o nivel	Nominal	50
Fertilizantes	Enmiendas - Correctivos - Fertilizantes - Máquinas - Equipos	Técnica - tecnológica	48
Replante	Prácticas de manejo del suelo	Social - Cultural	48
Deterioro de los suelos	Degradación de suelos	Técnica - tecnológica	47
Restauración de suelos	Conservación de suelos	Técnica - tecnológica	47
Suelo de protección	Uso del suelo - Ordenamiento territorial	Social - Cultural	45
Abono orgánico	Enmiendas - Correctivos - Fertilizantes - Máquinas - Equipos	Técnica - tecnológica	42
Apisonar el suelo de siembra de plántulas	Prácticas de manejo del suelo	Social - Cultural	42
Obras biomecánicas	Obras - bioingeniería	Técnica - tecnológica	42
Degradación de suelos	Degradación de suelos	Técnica - tecnológica	41
Humedad del suelo	Física de suelos	Técnica - tecnológica	35
Sedimentación	Degradación de suelos	Técnica - tecnológica	35
Uso del suelo	Uso del suelo - Ordenamiento territorial	Social - Cultural	35
Procesos erosivos	Degradación de suelos	Técnica - tecnológica	32
Romper horizontes compactados	Prácticas de manejo del suelo	Social - Cultural	32
Preparación del terreno	Prácticas de manejo del suelo	Social - Cultural	31
Soporte de estructuras	Funciones del suelo	Ecológico – biológica	31
Cubrir fertilizantes con suelo	Prácticas de manejo del suelo	Social - Cultural	30
Distribución / Aplicación de suelo alóctono	Tratamientos para recuperación del suelo	Técnica - tecnológica	30
Evitar erosión	Conservación de suelos	Técnica - tecnológica	29
Fertilizante elementos menores	Enmiendas - Correctivos - Fertilizantes - Máquinas - Equipos	Técnica - tecnológica	26
Calfos	Enmiendas - Correctivos - Fertilizantes - Máquinas - Equipos	Técnica - tecnológica	25
Acidez del suelo	Química de suelos	Técnica - tecnológica	24
Grado de la pendiente	Física de suelos	Técnica - tecnológica	24

**Tabla 6-8:** Códigos abiertos con mayor frecuencia de aparición en el *Corpus Tesis* en el periodo 2003-2016

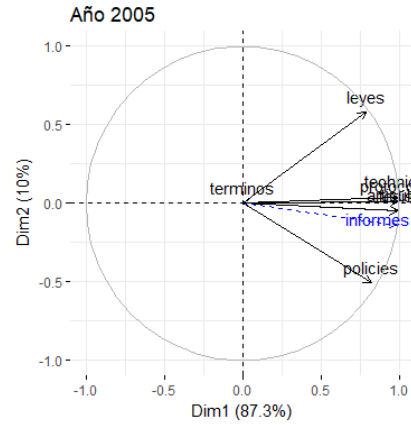
CODIFICACIÓN ABIERTA	SUB-CATEGORÍA	CATEGORÍA	FRECUENCIA
pH	Química de suelos	Técnica - tecnológica	144
Fósforo	Química de suelos	Técnica - tecnológica	133
Textura	Física de suelos	Técnica - tecnológica	122
Mezcla biosólido / estéril	Tratamientos para recuperación del suelo	Técnica - tecnológica	109
Potasio	Química de suelos	Técnica - tecnológica	105
Pendiente	Física de suelos	Técnica - tecnológica	103
Calcio	Química de suelos	Técnica - tecnológica	98
Magnesio	Química de suelos	Técnica - tecnológica	92
Suelo como nivel (a ras, desde..)	Medida de superficie - escala - o nivel	Nominal	88
Erosión	Degradación de suelos	Técnica - tecnológica	87
Capacidad de intercambio catiónico - CIC	Química de suelos	Técnica - tecnológica	82
Muestras compuestas de suelo	Métodos de análisis	Técnica - tecnológica	81
Muestreo de suelos	Métodos de análisis	Técnica - tecnológica	73
Parte de método de laboratorio / analítico	Nominal	Nominal	73
Arena	Física de suelos	Técnica - tecnológica	71
Arcilla	Física de suelos	Técnica - tecnológica	70
Limo	Física de suelos	Técnica - tecnológica	68
Conductividad eléctrica	Física de suelos	Técnica - tecnológica	66
Sodio	Química de suelos	Técnica - tecnológica	63
Humedad del suelo	Agua del suelo	Técnica - tecnológica	62
Nitrógeno	Química de suelos	Técnica - tecnológica	61
Biosólidos	Enmiendas - Correctivos - Fertilizantes -Máquinas - Equipos	Técnica - tecnológica	56
Suelos rocosos	Física de suelos	Técnica - tecnológica	56
Compactación	Degradación de suelos	Técnica - tecnológica	53
Análisis de laboratorio	Métodos de análisis	Técnica - tecnológica	52
Muestreo de suelos a dos profundidades	Métodos de análisis	Técnica - tecnológica	51
Saturación de bases	Química de suelos	Técnica - tecnológica	50
Conflictos de uso	Uso del suelo - Ordenamiento territorial	Social - Cultural	47
Saturación de Aluminio	Química de suelos	Técnica - tecnológica	45
Uso del suelo	Uso del suelo - Ordenamiento territorial	Social - Cultural	45
Contenido de materia orgánica	Materia orgánica del suelo	Técnica - tecnológica	43
Muestras de suelo	Métodos de análisis	Técnica - tecnológica	43
Materia orgánica	Materia orgánica del suelo	Técnica - tecnológica	39
Nitrógeno total	Química de suelos	Técnica - tecnológica	37
Remoción en masa	Degradación de suelos	Técnica - tecnológica	37
Tierra (significando suelo o Conceptualización del suelo)	Conceptualización del suelo	Simbólica	37
Suelos ácidos	Química de suelos	Técnica - tecnológica	36
Suelos compactos / compactados	Degradación de suelos	Técnica - tecnológica	36
Acidez del suelo	Química de suelos	Técnica - tecnológica	35
Carbono orgánico	Química de suelos	Técnica - tecnológica	35
Distribución de agregados	Física de suelos	Técnica - tecnológica	35
Formación / Consorciación / Asociación de suelos	Taxonomía y/o clasificación de suelos	Técnica - tecnológica	35
Erosión hídrica	Degradación de suelos	Técnica - tecnológica	34
Areniscas	Génesis de suelos	Técnica - tecnológica	33
Perfil de suelo	Fertilidad del suelo	Técnica - tecnológica	33
Conceptualización del suelo	Conceptualización del suelo	Simbólica	33
Geología	Física de suelos	Técnica - tecnológica	32
Suelos degradados	Degradación de suelos	Técnica - tecnológica	32
Alfisoles	Taxonomía y/o clasificación de suelos	Técnica - tecnológica	31
Disponibilidad de agua del suelo	Agua del suelo	Técnica - tecnológica	31



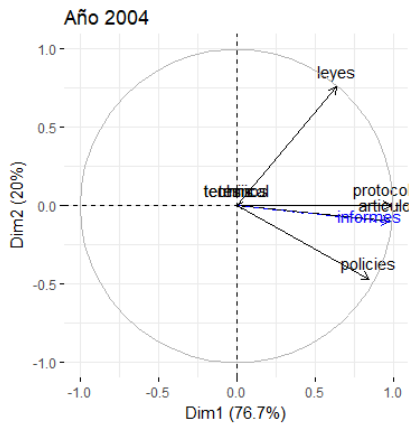
## **B. Anexo: Análisis de componentes principales 2003-2016**



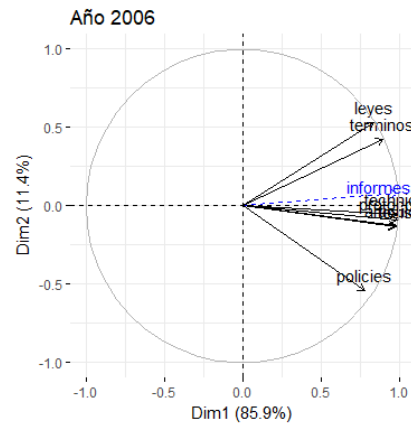
AÑO 2003	CONTRIBUCIÓN		CORR. PEARSON
	Corpus	%	
Dimensión 1	Términos	27,08	0,969
	Artículos	26,43	
Dimensión 2	Leyes	48,72	0,119
	SER Políticas	48,63	



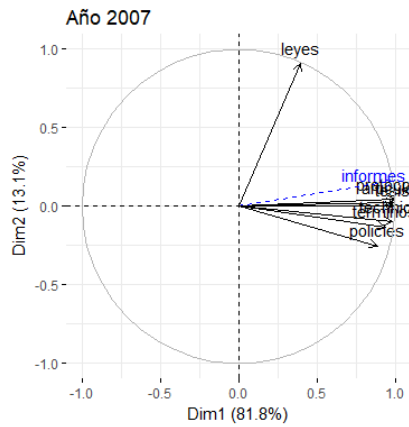
AÑO 2005	CONTRIBUCIÓN		CORR. PEARSON
	Corpus	%	
Dimensión 1	Protocolos	18,97	0,988
	Artículos	18,84	
Dimensión 2	Leyes	56,2	-0,137
	SER Políticas	42,78	



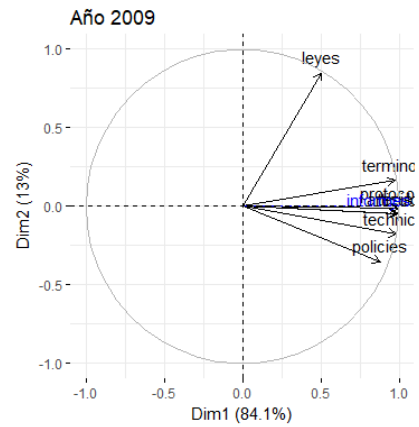
AÑO 2004	CONTRIBUCIÓN		CORR. PEARSON
	Corpus	%	
Dimensión 1	Protocolos	31,77	0,973
	Artículos	31,53	
Dimensión 2	Leyes	71,7	-0,104
	SER Políticas	27,19	



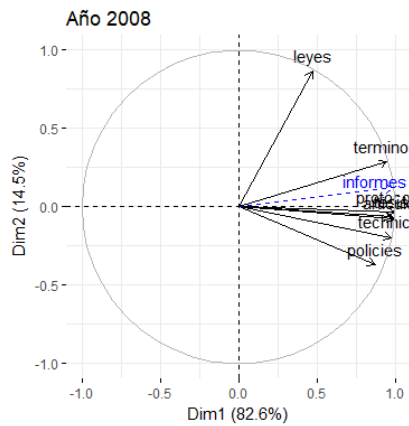
AÑO 2006	CONTRIBUCIÓN		CORR. PEARSON
	Corpus	%	
Dimensión 1	Protocolos	16,33	0,995
	SER Technical	16,26	
Dimensión 2	SER Políticas	36,79	0,083
	Leyes	35,04	



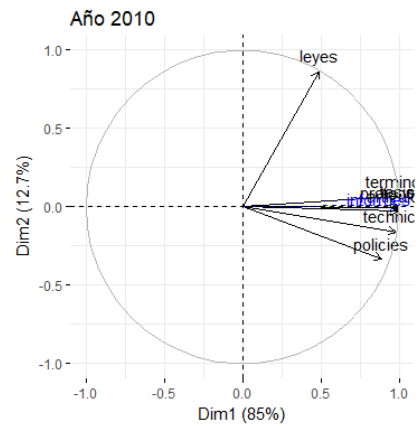
AÑO 2007	CONTRIBUCIÓN		CORR. PEARSON
	Corpus	%	
Dimensión 1	Protocolos	17,23	0,985
	Artículos	17,18	
Dimensión 2	Leyes	90,01	0,158
	SER Policies	6,82	



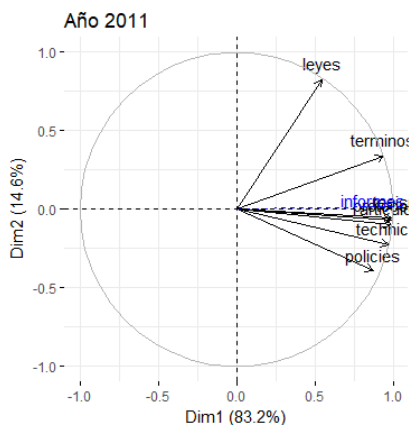
AÑO 2009	CONTRIBUCIÓN		CORR. PEARSON
	Corpus	%	
Dimensión 1	Protocolos	16,87	0,996
	Artículos	16,82	
Dimensión 2	Leyes	79,53	0,005
	SER Policies	13,56	



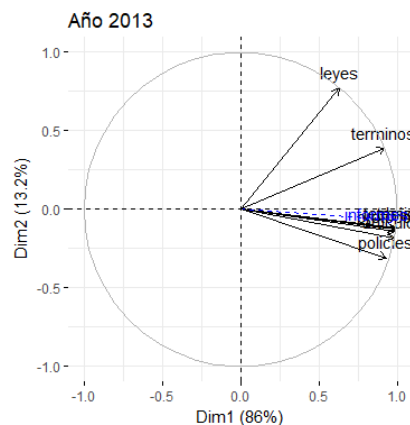
AÑO 2008	CONTRIBUCIÓN		CORR. PEARSON
	Corpus	%	
Dimensión 1	Protocolos	17,15	0,991
	Artículos	17,06	
Dimensión 2	Leyes	73,7	0,123
	SER Policies	13,41	



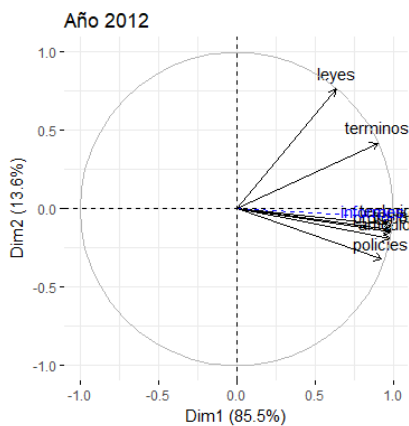
AÑO 2010	CONTRIBUCIÓN		CORR. PEARSON
	Corpus	%	
Dimensión 1	Protocolos	16,64	0,996
	Tesis	16,62	
Dimensión 2	Leyes	84,15	0,008
	SER Policies	12,43	



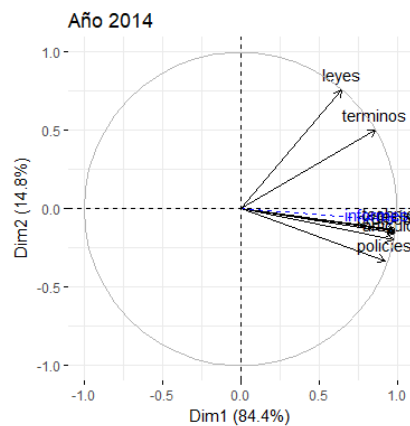
AÑO 2011	CONTRIBUCIÓN		CORR. PEARSON
	Corpus	%	
Dimensión 1	Tesis	16,89	0,996
	Protocolos	16,87	
Dimensión 2	Leyes	67,27	0,016
	SER Políticas	14,9	



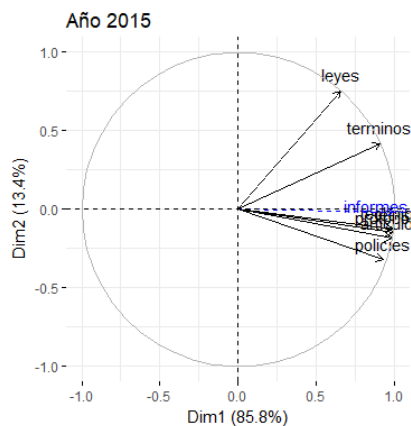
AÑO 2013	CONTRIBUCIÓN		CORR. PEARSON
	Corpus	%	
Dimensión 1	SER Technical	16,37	0,996
	Tesis	16,25	
Dimensión 2	Leyes	64,42	-0,065
	Términos	16,39	



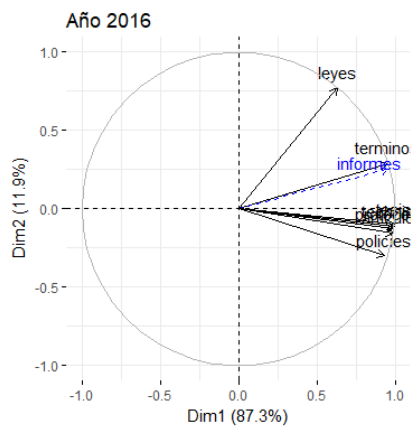
AÑO 2012	CONTRIBUCIÓN		CORR. PEARSON
	Corpus	%	
Dimensión 1	SER Technical	16,51	0,992
	Tesis	16,33	
Dimensión 2	Leyes	61,6	-0,053
	Términos	18,46	



AÑO 2014	CONTRIBUCIÓN		CORR. PEARSON
	Corpus	%	
Dimensión 1	SER Technical	16,61	0,995
	Tesis	16,49	
Dimensión 2	Leyes	55,47	-0,073
	Términos	24,29	



AÑO 2015	CONTRIBUCIÓN		CORR. PEARSON
	Corpus	%	
Dimensión 1	SER Technical	16,38	1
	Tesis	16,31	
Dimensión 2	Leyes	60,85	-0,015
	Términos	18,84	



AÑO 2016	CONTRIBUCIÓN		CORR. PEARSON
	Corpus	%	
Dimensión 1	SER Technical	16,14	0,956
	Tesis	16,13	
Dimensión 2	Leyes	71,61	0,251
	Términos	10,74	

**C. Anexo: Proyectos de restauración ecológica incluidos en el *Corpus Informes***

**Tabla 6-9:** Listado de proyectos de restauración ecológica de ecosistemas terrestres incluidos en el *Corpus Informes*

TITULO DEL PROYECTO	AÑO	DEPTO.	ENTIDAD
PROYECTO DE CONSOLIDACIÓN Y RESTAURACIÓN ECOLÓGICA DEL AULA AMBIENTAL SORATAMA, EN LA LOCALIDAD DE USAQUÉN	2003	CUNDINAMARCA	ERE
COLOMBIA: DRY MONTANE DWARF TROPICAL FOREST RESTORATION	2004	CUNDINAMARCA	CAR
CONSTRUCCIÓN DE LA LÍNEA DE PROTECCIÓN RIBEREÑA A LA RED HÍDRICA DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO GARAGOA. UNIDAD DE TRABAJO QUEBRADA LA CUYA Y LA GUAYA, EN LOS MUNICIPIOS DE ALMEIDA, LA CAPILLA, SOMONDOCOM SUTATENZA Y TENZA	2005	BOYACÁ	CORPOCHIVOR
EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE BIOSÓLIDOS EN DIFERENTES PROPORCIONES COMO ENMIENDA ORGÁNICA SOBRE EL REPOBLAMIENTO DE LA MACROFAUNA EDÁFICA EN LA CANTERA JUAN REY, BOGOTÁ D.C.	2005	CUNDINAMARCA	DAMA
RESTAURACIÓN DEL PAISAJE FORESTAL EN EL CORREDOR DE CONSERVACIÓN GUANTIVA-LA RUSIA-IGUAQUE. ESTUDIO DE CASO: CUENCA DEL RÍO GUACHA	2006	BOYACÁ Y SANTANDER	FUNDACIÓN NATURA
RESTAURACIÓN ECOLÓGICA EN EL PARQUE NACIONAL NATURAL ALTO FRAGUA INDI WASI	2006	CAQUETÁ	PNNC
CARACTERIZACIÓN Y MONITOREO DE LOS TRATAMIENTOS DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA HOMÓLOGA SOBRE LOS DIFERENTES ESCENARIOS ESTABLECIDOS EN LA VEREDA SAN JOSE DE BOMBONA, CONSACA, SFF GALERAS.	2006	NARIÑO	PNNC
AVANCES EN LOS RESULTADOS, PROYECTO RESTAURACIÓN ECOLÓGICA PARTICIPATIVA CON FAMILIAS CAMPESINAS EN EL PARQUE NACIONAL NATURAL MUNCHIQUE PARA LA ALIANZA EN LA CONSERVACIÓN	2006	CAUCA	PNNC
REVEGETALIZACIÓN DE 245 HECTÁREAS Y AISLAMIENTO CON 40000 M.L. DE CERCA, EN LOS MACIZOS HIDROGEOGRÁFICOS DE RABANAL Y MAMAPACHA EN ÁREAS COMPARTIDAS ENTRE CORPOCHIVOR Y CORPOBOYACÁ	2006	BOYACÁ	CORPOCHIVOR, CORPOBOYACÁ
AISLAMIENTO Y REVEGETALIZACIÓN EN PREDIOS DE IMPORTANCIA HIDRICA EN 23 MUNICIPIOS DEL AREA DE INFLUENCIA DE CORPOCHIVOR	2006	BOYACÁ	CORPOCHIVOR
MODELOS EXPERIMENTALES DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA EN LA RESERVA NATURAL FARALLONES DEL CITARÁ MUNICIPIO DE ANDES (ANTIOQUIA) FINCA LA REINA	2006	ANTIOQUIA	CORANTIOQUIA
MODELOS EXPERIMENTALES DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA EN LA RESERVA NATURAL FARALLONES DEL CITARÁ MUNICIPIO DE ANDES (ANTIOQUIA) FINCA LA SECRETA	2006	ANTIOQUIA	CORANTIOQUIA
PROYECTO PILOTO DE RECUPERACIÓN DE LA QUEBRADA YOMASA EN EL SECTOR LOS SOCHES CON PARTICIPACIÓN DE LA COMUNIDAD.	2006	CUNDINAMARCA	SDA
DIAGNOSTICO PRELIMINAR DE LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA PARTICIPATIVA EN EL PARQUE NACIONAL NATURAL EL COCUI	2007	BOYACÁ	PNNC
ETAPA 2: SELECCIÓN, MANEJO Y PROPAGACIÓN DE ESPECIES PARA LA CONSOLIDACIÓN DE ESTRATEGIAS PARA LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA DE LOS PÁRAMOS ANDINOS	2007	CUNDINAMARCA	GREUNAL - PNNC
RESTAURACIÓN AMBIENTAL ECOSISTEMAS DE PÁRAMO EN LAS VEREDAS PLAYA LARGA, MUNICIPIO DE VILLAMARÍA Y SAN PABLO, MUNICIPIO DE NEIRA, DEPARTAMENTO DE CALDAS	2007	CALDAS	CORPOCALDAS- FUNDACIÓN PANGEA
PLAN PILOTO DE RESTAURACIÓN PARQUE NACIONAL NATURAL TATAMÁ	2007	VALLE DEL CAUCA Y RISARALDA	PNNC
PROYECTO PARAMO ANDINO RESGUARDO INDIGENA DE CHILES, NARIÑO COLOMBIA - LINEA DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA FRANCISCO FAJARDO GUTIÉRREZ	2007	NARIÑO	IAVH
ECOLOGICAL RESTORATION OF AN ALTERED AREA AT THE MAJUY MOUNTAIN IN COTA, COLOMBIA	2007	CUNDINAMARCA	BIOPARQUE LA RESERVA
EJECUTAR EL PROYECTO PILOTO DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA PARTICIPATIVA EN LA MICROCUENCA DE LA QUEBRADA PIEDRA GORDA, UBICADA EN LAS VEREDAS EL DESTINO Y CURUBITAL, LOCALIDAD DE USME	2007	CUNDINAMARCA	SDA
ADICIÓN PROYECTO PILOTO DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA PARTICIPATIVA EN LA MICROCUENCA DE LA QUEBRADA LA PORQUERA EN LA LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR	2007	CUNDINAMARCA	SDA
TRATAMIENTO DE CONTROL DE DESPLOME, RECUPERACIÓN DE DEPÓSITOS DE CANTERA Y ESTABILIZACIÓN DE TALUDES PARA LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA DE LA QUEBRADA LA HOYA DEL RAMO EN EL CERRO JUAN REY – PARQUE ECOLÓGICO ENTRENUBES	2007	CUNDINAMARCA	SDA
PROYECTO PILOTO DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA PARTICIPATIVA EN LA MICROCUENCA DE LAS QUEBRADAS HOYA ONDA Y LA LEONA UBICADAS EN LA VEREDA LAS MARGARITAS, LOCALIDAD DE USME	2007	CUNDINAMARCA	SDA
EJECUTAR EL PROYECTO PILOTO DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA PARTICIPATIVA EN LA MICROCUENCA DE LA QUEBRADA PIEDRA GORDA, UBICADA EN LAS VEREDAS EL DESTINO Y OLARTE, LOCALIDAD DE USME	2007	CUNDINAMARCA	SDA
IMPLEMENTACIÓN DE DISEÑOS DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA EN NACIMIENTOS, FRANJAS DE INFILTRACIÓN Y RONDA DE LA QUEBRADA LA HOYA DEL RAMO, EN EL CERRO JUAN REY – PARQUE ECOLÓGICO DISTRITAL DE MONTAÑA ENTRENUBES, BOGOTÁ D.C."	2007	CUNDINAMARCA	SDA

TITULO DEL PROYECTO	AÑO	DEPTO.	ENTIDAD
SUSTITUCION DE PLANTACIONES DE PINO Y EUCALIPTO POR ESPECIES NATIVAS EN LA QUEBRADA LA HOYA DEL RAMO EN EL CERRO JUAN REY – PARQUE ECOLOGICO ENTRENUBES	2007	CUNDINAMARCA	SDA
RESTAURACIÓN ECOLÓGICA DE SUELOS DEGRADADOS POR EROSIÓN EN CÁRCAVAS EN EL ENCLAVE XEROFÍTICO DE DAGUA, VALLE DEL CAUCA, COLOMBIA	2007	VALLE DEL CAUCA	CIPAV
SELLADO FINAL DEL DEPÓSITO DE BORRA DE CAFÉ EN EL PREDIO LA FRANCIA MEDIANTE PROCEDIMIENTOS DE BIOINGENIERÍA Y RESTAURACIÓN ECOLÓGICA	2008	VALLE DEL CAUCA	CIPAV
IMPLEMENTACIÓN DE LA ESTRATEGIA DE RE EN EL PNN PARAMILLO	2008	ANTIOQUIA Y CORDOBA	PNNC
PROYECTO 638 "RESTAURACIÓN, REHABILITACIÓN Y/O RECUPERACIÓN ECOLÓGICA DE ÁREAS ALTERADAS EN EL DISTRITO CAPITAL Y LA REGIÓN" (INFORME A 31DIC2011)	2008	CUNDINAMARCA	JBB
REALIZAR LA COORDINACIÓN INTERINSTITUCIONAL PARA ADELANTAR LABORES DE MITIGACIÓN DE INCENDIOS FORESTALES, DE CONTROL DE RETAMO Y DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA DE LAS ÁREAS INCENDIADAS EN BOGOTÁ D.C. CONVENIO INTERADMINISTRATIVO DE COOPERACIÓN N° 0042 - 2008 SDA – CAR – IDRD – FOPAE - JBB	2008	CUNDINAMARCA	JBB
RESTAURACIÓN DEL PARQUE LA FLORIDA- SECTOR EL LAGO	2008	CUNDINAMARCA	JBB
PROYECTO DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA - PLANTA DE TRATAMIENTO VITELMA EAAB E.S.P.	2008	CUNDINAMARCA	JBB
RONDA DE LA QUEBRADA SANTA LIBRADA.PROYECTO 638 JBB	2008	CUNDINAMARCA	JBB
VEREDA CHIGUAZA RIO TUNJUELO FINCAS CIPRÉS Y ARVEJAL PROYECTO DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA - PREDIO EL CIPRES	2008	CUNDINAMARCA	JBB
PROYECTO DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA - INTERVENCIÓN LOCALIDAD USME EN EL PARQUE PRESA SECA CANTARRANA	2008	CUNDINAMARCA	JBB
PROYECTO DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA - INTERVENCIÓN BOSQUE LAS MERCEDES SANTUARIO DE FAUNA Y FLORA (SFF)	2008	CUNDINAMARCA	JBB
PROYECTO DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA - INTERVENCIÓN TANQUES DE ALMACENAMIENTO SANTA LUCIA LOCALIDAD RAFAEL URIBE URIBE	2008	CUNDINAMARCA	JBB
REALIZAR LA IMPLEMENTACIÓN EN CAMPO DE LOS DISEÑOS DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA DEL ÁREA DE INTERVENCIÓN ASIGNADA EN EL D.C. Y LA REGIÓN - CONTRATO 622/2009	2008	CUNDINAMARCA	JBB
CONTRATO DE OBRA CIVIL PARA LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA DE PAREAS DE EROSIÓN SEVERA EN LA PLANTA DE DAGUA, HARINERA DEL VALLE	2008	VALLE DEL CAUCA	CIPAV
PROYECTO PÁRAMO ANDINO RESGUARDO INDIGENA DE CHILES, NARIÑO COLOMBIA - LÍNEA DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA FRANCISCO FAJARDO GUTIÉRREZ	2008	NARIÑO	IAVH
COLOMBIA: CHOCÓ FOREST RESTORATION IN AFRO-COLUMBIAN COMMUNITIES	2008	CHOCÓ	NO ESPECIFICADO
PROYECTO 638 "RESTAURACIÓN, REHABILITACIÓN Y/O RECUPERACIÓN ECOLÓGICA DE ÁREAS ALTERADAS EN EL DISTRITO CAPITAL Y LA REGIÓN" EN: JARDÍN BOTÁNICO JOSÉ CELESTINO MUTIS INFORME DE GESTIÓN A DICIEMBRE 31 DE 2008	2008	CUNDINAMARCA	JBB
CONSOLIDACIÓN Y RESTAURACIÓN ECOLÓGICA DEL AULA AMBIENTAL SORATAMA EN LA LOCALIDAD DE USAQUÉN	2008	CUNDINAMARCA	SDA
ANÁLISIS DE LA FLORA ACTUAL COMO ELEMENTO PARA LA RESTAURACIÓN Y LA CONSERVACIÓN DE LOS ECOSISTEMAS EN LAS CUENCAS DE LOS RÍOS SORORIA Y TUCUY.	2009	CESAR	FUDACIÓN PROSIERRA
RESTAURACIÓN ECOLÓGICA PARTICIPATIVA EN EL PARQUE NACIONAL NATURAL EL COCUY (COSTADO ORIENTAL) DEPARTAMENTO DE ARAUCA	2009	ARAUCA	PNNC
PLAN DE REVEGETALIZACIÓN DE PLAYAS EN LA ISLA DE SAN ANDRÉS. CAMPAÑA DE SENSIBILIZACIÓN SOCIAL + ÁRBOLES - CALOR	2009	SAN ANDRÉS Y PROVIDENCIA	CORALINA
DOCUMENTO QUE SINTETIZA Y CONSOLIDA LOS AVANCES EN LA IMPLEMENTACIÓN DE LAS ESTRATEGIAS DE MANEJO DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA PARTICIPATIVA Y SISTEMAS SOSTENIBLES PARA LA CONSERVACIÓN EN LAS ÁREAS DE LA TERRITORIAL (NORANDINA)	2009	SANTANDER, NORTE DE SANTANDER Y BOYACÁ	PNNC
REALIZAR LA IMPLEMENTACIÓN EN CAMPO DE LOS DISEÑOS DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA DEL ÁREA DE INTERVENCIÓN ASIGNADA EN EL D.C. Y LA REGIÓN - CONTRATO 720/2009	2009	BOGOTÁ	JBB
PROYECTO CONSOLIDACIÓN Y RESTAURACION ECOLÓGICA DEL AULA AMBIENTAL SORATAMA, EN LA LOCALIDAD DE USAQUEN (FORTELECIMIENTO Y CONSOLIDACIÓN DE LINEAMIENTOS TÉCNICOS E IMPLEMENTACIÓN DE PROGRAMAS DE SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN A NUEVE PROYECTOS RESTAURACIÓN ECOLÓGICA DESARROLLADOS EN EL DISTRITO CAPITAL)	2009	CUNDINAMARCA	SDA
PROYECTO CONSOLIDACIÓN Y RESTAURACIÓN ECOLÓGICA DEL AULA AMBIENTAL SORATAMA, EN LA LOCALIDAD DE USAQUÉN (FORTELECIMIENTO Y CONSOLIDACIÓN DE LINEAMIENTOS TÉCNICOS E IMPLEMENTACIÓN DE PROGRAMAS DE SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN A NUEVE PROYECTOS RESTAURACIÓN ECOLÓGICA DESARROLLADOS EN EL DISTRITO CAPITAL)	2009	CUNDINAMARCA	SDA
PROYECTO APLICACIÓN EXPERIMENTAL DE MEZCLAS DE ESTÉRILES Y BIOSÓLIDOS COMO UNA ESTRATEGIA DE RESTAURACIÓN EN ÁREAS AFECTADAS POR MINERÍA A CIELO ABIERTO, EL CASO DE LA ARENERA JUAN REY, BOGOTÁ D.C. (FORTELECIMIENTO Y CONSOLIDACIÓN DE LINEAMIENTOS TÉCNICOS E IMPLEMENTACIÓN DE PROGRAMAS DE SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN A NUEVE PROYECTOS RESTAURACIÓN ECOLÓGICA DESARROLLADOS EN EL DISTRITO CAPITAL)	2009	CUNDINAMARCA	SDA



TÍTULO DEL PROYECTO	AÑO	DEPTO.	ENTIDAD
PROYECTO APLICACIÓN EXPERIMENTAL DE MEZCLAS DE ESTÉRILES Y BIOSÓLIDOS COMO UNA ESTRATEGIA DE RESTAURACIÓN EN ÁREAS AFECTADAS POR MINERÍA A CIELO ABIERTO, EL CASO DE LA ARENERA JUAN REY, BOGOTÁ D.C. (FORTEALECIMIENTO Y CONSOLIDACIÓN DE LINEAMIENTOS TÉCNICOS E IMPLEMENTACIÓN DE PROGRAMAS DE SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN A NUEVE PROYECTOS RESTAURACIÓN ECOLÓGICA DESARROLLADOS EN EL DISTRITO CAPITAL)	2009	CUNDINAMARCA	SDA
PROYECTO EXPERIENCIA PILOTO DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA MEDIANTE EL USO DE BIOSÓLIDOS EN LA CANTERA SORATAMA, LOCALIDAD DE USAQUÉN, BOGOTÁ D.C. (FORTEALECIMIENTO Y CONSOLIDACIÓN DE LINEAMIENTOS TÉCNICOS E IMPLEMENTACIÓN DE PROGRAMAS DE SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN A NUEVE PROYECTOS RESTAURACIÓN ECOLÓGICA DESARROLLADOS EN EL DISTRITO CAPITAL)	2009	CUNDINAMARCA	SDA
PROYECTO PLANTACIÓN DE ESPECIES NATIVAS EN UN ÁREA DOMINADA POR LA PRESENCIA DEL HELECHO MARRANERO PTERIDIUM AQUILINUM L. (KUHN) EN LA QUEBRADA HOYA DEL RAMO, PARQUE ECOLÓGICO DISTRITAL DE MONTAÑA ENTRE NUBES, BOGOTÁ D.C. (FORTEALECIMIENTO Y CONSOLIDACIÓN DE LINEAMIENTOS TÉCNICOS E IMPLEMENTACIÓN DE PROGRAMAS DE SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN A NUEVE PROYECTOS RESTAURACIÓN ECOLÓGICA DESARROLLADOS EN EL DISTRITO CAPITAL)	2009	CUNDINAMARCA	SDA
PROYECTO PLANTACIÓN DE ESPECIES NATIVAS EN UN ÁREA DOMINADA POR LA PRESENCIA DEL HELECHO MARRANERO PTERIDIUM AQUILINUM L. (KUHN) EN LA QUEBRADA HOYA DEL RAMO, PARQUE ECOLÓGICO DISTRITAL DE MONTAÑA ENTRE NUBES, BOGOTÁ D.C. (FORTEALECIMIENTO Y CONSOLIDACIÓN DE LINEAMIENTOS TÉCNICOS E IMPLEMENTACIÓN DE PROGRAMAS DE SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN A NUEVE PROYECTOS RESTAURACIÓN ECOLÓGICA DESARROLLADOS EN EL DISTRITO CAPITAL)	2009	CUNDINAMARCA	SDA
PROYECTO PILOTO DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA PARTICIPATIVA EN LA MICROCUENCA DE LA QUEBRADA LA PORQUERA, VEREDA MOCHUELO ALTO, LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR (FORTEALECIMIENTO Y CONSOLIDACIÓN DE LINEAMIENTOS TÉCNICOS E IMPLEMENTACIÓN DE PROGRAMAS DE SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN A NUEVE PROYECTOS RESTAURACIÓN ECOLÓGICA DESARROLLADOS EN EL DISTRITO CAPITAL)	2009	CUNDINAMARCA	SDA
PROYECTO PILOTO DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA PARTICIPATIVA EN LA MICROCUENCA DE LA QUEBRADA LA PORQUERA, VEREDA MOCHUELO ALTO, LOCALIDAD DE CIUDAD BOLÍVAR (FORTEALECIMIENTO Y CONSOLIDACIÓN DE LINEAMIENTOS TÉCNICOS E IMPLEMENTACIÓN DE PROGRAMAS DE SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN A NUEVE PROYECTOS RESTAURACIÓN ECOLÓGICA DESARROLLADOS EN EL DISTRITO CAPITAL)	2009	CUNDINAMARCA	SDA
PROYECTO IMPLEMENTACIÓN DE DISEÑOS DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA EN NACIMIENTOS, FRANJAS DE INFILTRACIÓN Y RONDAS DE LA QUEBRADA HOYA DEL RAMO, EN EL CERRO JUAN REY, PARQUE ECOLÓGICO DISTRITAL DE MONTAÑA ENTRE NUBES (FORTEALECIMIENTO Y CONSOLIDACIÓN DE LINEAMIENTOS TÉCNICOS E IMPLEMENTACIÓN DE PROGRAMAS DE SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN A NUEVE PROYECTOS RESTAURACIÓN ECOLÓGICA DESARROLLADOS EN EL DISTRITO CAPITAL)	2009	CUNDINAMARCA	SDA
SEGUIMIENTO: PROYECTO IMPLEMENTACIÓN DE DISEÑOS DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA EN NACIMIENTOS, FRANJAS DE INFILTRACIÓN Y RONDAS DE LA QUEBRADA HOYA DEL RAMO, EN EL CERRO JUAN REY, PARQUE ECOLÓGICO DISTRITAL DE MONTAÑA ENTRE NUBES (FORTEALECIMIENTO Y CONSOLIDACIÓN DE LINEAMIENTOS TÉCNICOS E IMPLEMENTACIÓN DE PROGRAMAS DE SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN A NUEVE PROYECTOS RESTAURACIÓN ECOLÓGICA DESARROLLADOS EN EL DISTRITO CAPITAL)	2009	CUNDINAMARCA	SDA
SEGUIMIENTO: PROYECTO PILOTO DE RECUPERACIÓN DE LA MICROCUENCA DE LA QUEBRADA YOMASA, EN EL SECTOR DE LOS SOCHES, CON PARTICIPACIÓN COMUNITARIA (FORTEALECIMIENTO Y CONSOLIDACIÓN DE LINEAMIENTOS TÉCNICOS E IMPLEMENTACIÓN DE PROGRAMAS DE SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN A NUEVE PROYECTOS RESTAURACIÓN ECOLÓGICA DESARROLLADOS EN EL DISTRITO CAPITAL)	2009	CUNDINAMARCA	SDA
SEGUIMIENTO: PROYECTO PILOTO DE RECUPERACIÓN DE LA MICROCUENCA DE LA QUEBRADA YOMASA, EN EL SECTOR DE LOS SOCHES, CON PARTICIPACIÓN COMUNITARIA (FORTEALECIMIENTO Y CONSOLIDACIÓN DE LINEAMIENTOS TÉCNICOS E IMPLEMENTACIÓN DE PROGRAMAS DE SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN A NUEVE PROYECTOS RESTAURACIÓN ECOLÓGICA DESARROLLADOS EN EL DISTRITO CAPITAL)	2009	CUNDINAMARCA	SDA
SEGUIMIENTO: PROYECTO SUSTITUCIÓN DE PLANTACIONES DE PINO Y EUCALIPTO POR ESPECIES NATIVAS EN LA QUEBRADA HOYA DEL RAMO, CERRO JUAN REY, PARQUE ECOLÓGICO ENTRE NUBES (FORTEALECIMIENTO Y CONSOLIDACIÓN DE LINEAMIENTOS TÉCNICOS E IMPLEMENTACIÓN DE PROGRAMAS DE SEGUIMIENTO Y EVALUACIÓN A NUEVE PROYECTOS RESTAURACIÓN ECOLÓGICA DESARROLLADOS EN EL DISTRITO CAPITAL)	2009	CUNDINAMARCA	SDA
IMPLEMENTACIÓN DE LA TÉCNICA NENDO DANGO INSTRUMENTO COMPLEMENTARIO PARA LA RESTAURACIÓN ECOLÓGICA EN ÁREAS ALTERADAS EN EL DISTRITO CAPITAL	2009	CUNDINAMARCA	JBB
LECCIONES DE UNA EXPERIENCIA DE PARTICIPACIÓN CAMPESINA EN UN PROCESO DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA EN EL PARQUE NACIONAL NATURAL LAS ORQUÍDEAS, COLOMBIA	2009	ANTIOQUIA	UDEA
AVANCES EN LA VALIDACIÓN DE LA ESTRATEGIA DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA BASADA EN ESTRUCTURAS BIOMECÁNICAS Y SIEMBRAS EN ALTA DENSIDAD	2010	CALDAS Y TOLIMA	CIPAV Y CORPOCALDAS
RESTAURACIÓN ECOLÓGICA DEL CAMPUS DE LA INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA POLITÉCNICO GRANCOLOMBIANO	2010	CUNDINAMARCA	POLITECNICO GC
ASESORIA TÉCNICA REALIZADA A LAS ÁREAS PROTEGIDAS PRIORIZADAS PARA EL AÑO 2010 EN EL DESARROLLO DE LA ESTRATEGIA DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA PARTICIPATIVA Y AVANCES EN LA IMPLEMENTACIÓN DE PROYECTOS DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA	2010	MAGDALENA CESAR NARIÑO ARAUCA	PNN
PROGRAMA PARA LA CONSERVACIÓN DE AGUA Y EL SUELO EN ÁREAS EROSIONADAS O DEGRADADAS Y ÁREAS ACTAS PARA LA REGULACIÓN DEL RECURSO HÍDRICO SUPERFICIAL EN LA PARTE MEDIA Y ALTA DEL RÍO AMOYÁ.	2011	TOLIMA	CIPAV- ISAGEN

TÍTULO DEL PROYECTO	AÑO	DEPTO.	ENTIDAD
RESTAURACIÓN ECOLÓGICA PARTICIPATIVA EN LA CUENCA ALTA DEL RÍO TUNJUELO, MICROCUENCA DEL RÍO CHISACÁ (LOCALIDAD DE USME)	2011	CUNDINAMARCA	GREUNAL
RESTAURACIÓN, DISEÑO Y ESTABLECIMIENTO DE ALTERNATIVAS QUE DISMINUYAN PRESIONES SOBRE LOS VALORES DE CONSERVACIÓN DEL PARQUE NACIONAL NATURAL LOS NEVADOS EN LAS CUENCAS ALTAS DE LOS RÍOS COMBEIMA, QUINDÍO, CAMPOALEGRE Y OTÚN, DEPARTAMENTOS DE TOLIMA, QUINDÍO, CALDAS Y RISARALDA.	2011	TOLIMA, QUINDÍO, CALDAS Y RISARALDA	CORPOCALDAS
PLAN DE RESTAURACIÓN DE LAS ÁREAS CON PLANTACIONES FORESTALES DE ESPECIES EXÓTICAS POSTAPROVECHAMIENTO DEL PARQUE FORESTAL EMBALSE DEL NEUSA	2011	CUNDINAMARCA	GEOAMBIENTE
DESARROLLO TECNOLÓGICO Y CIENTÍFICO PARA GENERAR UN MODELO DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA Y DE VEGETACIÓN PARA EL PARQUE NACIONAL REGIONAL METROPOLITANO CERRO EL VOLADOR AUMENTANDO LA OFERTA DE BIENES Y SERVICIOS AMBIENTALES DEL ÁREA PROTEGIDA	2011	ANTIOQUIA	AREA METROPOLITANA VALLE DE ABURRÁ
RESTAURACIÓN DEL BOSQUE PROTECTOR PARA LA OPTIMIZACIÓN DE HÁBITAT DE PECES Y DE DESARROLLO EN LA ZONA DE AGUAS ABAJO DEL PROYECTO HIDROELÉCTRICO SOGAMOSO	2012	SANTANDER	FEBGUAYACANAL
RESTAURACIÓN ECOLÓGICA PARTICIPATIVA DE LA BIODIVERSIDAD, EN EL MARCO DE LA RECONVERSIÓN DE LOS SISTEMAS PRODUCTIVOS Y EL DIÁLOGO SIMÉTRICO EN EL CORREDOR BIOLÓGICO ANDES-SANTO DOMINGO DE RAMOS, EN EL CARMEN DE CHUCURÍ Y CERRO ATRAVESADO-CERRO DE OSOS EN CIMACOTA EN SANTANDER	2012	SANTANDER	CORP. DE DESARROLLO Y PAZ DEL MAGDALENA MEDIO Y FUND. GUAYACANAL
RESTAURACIÓN ECOLÓGICA, HERRAMIENTAS DE MANEJO DEL PAISAJE, Y APORTES AL ORDENAMIENTO DEL TERRITORIO EN LAS CUENCAS DE BOTTOM HOUSE Y FRESH WATER BAY, ISLA DE PROVIDENCIA, COLOMBIA	2012	SAN ANDRÉS Y PROVIDENCIA	CORPORACIÓN PAISAJES RURALES
AUNAR ESFUERZOS ENTRE EL MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE Y LA CORPORACIÓN AUTONOMA REGIONAL -CORTOLIMA PARA ADELANTAR ACCIONES DE RESTAURACIÓN ACTIVA Y PASIVA EN ECOSISTEMAS ESTRATEGICOS Y DESARROLLAR LAS DEMÁS ACTIVIDADES SEÑALADAS EN EL PRESENTE CONVENIO Y LOS ESTUDIOS PREVIOS	2012	TOLIMA	CORTOLIMA - CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL TOLIMA
AUNAR ESFUERZOS ENTRE EL MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE, EL FONDO NACIONAL AMBIENTAL Y LA CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE CHIVOR -CORPOCHIVOR-, PARA ADELANTAR ACCIONES DE RESTAURACIÓN ACTIVA Y PASIVA DE ECOSISTEMAS ESTRATÉGICOS Y DESARROLLAR LAS DEMÁS ACTIVIDADES SEÑALADAS EN EL PRESENTE CONVENIO DENTRO DEL ÁREA DE JURISDICCIÓN DE LA CORPORACIÓN.	2012	BOYACÁ	CORPOCHIVOR
CONVENIO 004 DE MAYO 31 DE 2012 "AUNAR ESFUERZOS TÉCNICOS, ADMINISTRATIVOS Y HUMANOS PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE TÉCNICAS DE RESTAURACIÓN, REHABILITACIÓN Y/O RECUPERACIÓN ECOLÓGICA, EN ÁREAS ESTRATÉGICAS DEL PARQUE ECOLÓGICO DISTRITAL DE MONTAÑA ENTRENUBES, LA SERRANÍA DEL ZUQUE Y PREDIOS LOCALIZADOS EN INMEDIACIONES DEL EMBALSE DE CHISACÁ (EAAB) Y EL REGISTRO DE LA TOMA DE DATOS PARA TRECE PROYECTOS DE RESTAURACIÓN, RECUPERACIÓN Y/O REHABILITACIÓN DE LA SECRETARÍA DISTRITAL DE AMBIENTE (PROGRAMA DE EVALUACIÓN Y SEGUIMIENTO) REALIZADOS EN LAS LOCALIDADES DE USME, SAN CRISTÓBAL, CIUDAD BOLÍVAR Y USAQUÉN".	2012	CUNDINAMARCA	SDA
ACCIONES PILOTO DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA PARTICIPATIVA CON COMUNIDADES DE PESCADORES ARTESANALES COMO APORTE A LA CONSERVACIÓN DE LA BIODIVERSIDAD Y AL ORDENAMIENTO AMBIENTAL TERRITORIAL DE LA LLANURA ALUVIAL DEL RÍO MAGDALENA	2012	SANTANDER, CESAR Y BOLÍVAR	ECOPETROL
RESTAURACIÓN ECOLÓGICA DE LOS SECTORES NORTE Y CENTRO OCCIDENTE DEL PARQUE NACIONAL NATURAL SERRANÍA DE LOS YARIGUIES"	2013	SANTANDER	PNNC
PROCESOS DE RESTAURACIÓN DE BOSQUES EN LAS ZONAS DE RECARGA DE ACUÍFEROS EN LA JURISDICCIÓN DE CARSUCRE	2013	SUCRE	CARSUCRE
CONVENIO DE ASOCIACIÓN PARA GENERAR ACCIONES DE RECUPERACION INTEGRAL DEL RIO SAN FRANCISCO Y LAS QUEBRADAS PADRE DE JESÚS, MOCHÓN DEL DIABLO Y SAN BRUNO	2013	CUNDINAMARCA	SDA
CONVENIO 999 DE JULIO 24 DE 2013 "AUNAR ESFUERZOS TÉCNICOS, ADMINISTRATIVOS Y FINANCIEROS PARA GARANTIZAR EL DESARROLLO Y LA SOSTENIBILIDAD DE PROCESOS DE RESTAURACIÓN, REHABILITACIÓN Y/O RECUPERACIÓN ECOLÓGICA EN EL SISTEMA HÍDRICO Y OROGRÁFICO DEL DISTRITO CAPITAL"	2013	CUNDINAMARCA	SDA
REALIZAR LA CARACTERIZACIÓN DE LAS VARIABLES FÍSICAS DE LA CUENCA DEL RÍO MUGROSO, CON EL FIN DE ADELANTAR PROCESOS DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA.	2013	CUNDINAMARCA	JBB
CARACTERIZACIÓN FÍSICA DE LAS ÁREAS PRIORIZADAS POR EL COMPONENTE DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA DEL JARDÍN BOTÁNICO EN LA REGIÓN CAPITAL: EL PARQUE METROPOLITANO ARBOLEDAS	2013	CUNDINAMARCA	JBB
CARACTERIZACIÓN FÍSICA DE LAS ÁREAS PRIORIZADAS POR EL COMPONENTE DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA DEL JARDÍN BOTÁNICO EN LA REGIÓN CAPITAL: EL PARQUE PRESA SECA CANTARRANA	2013	CUNDINAMARCA	JBB
IMPLEMENTACIÓN PILOTO DE UN PROCESO DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA PARTICIPATIVA EN LA MICROCUENCA DEL RÍO CURUBITAL (LOCALIDAD DE USME, BOGOTÁ D.C.)	2013	CUNDINAMARCA	JBB
PROCESOS DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA BAJO ESCENARIOS AGROPECUARIOS EN LA CUENCA ALTA Y MEDIA DEL RÍO TUNJUELO, ZONA RURAL DE LAS LOCALIDADES DE CIUDAD BOLÍVAR Y USME	2013	CUNDINAMARCA	JBB
RESTAURACIÓN ECOLÓGICA DE ÁREAS POST-TALA DE ESPECIES EXÓTICAS EN EL PARQUE FORESTAL EMBALSE DE NEUSA Y CARACTERIZACIÓN DE	2013	CUNDINAMARCA	CAR

TÍTULO DEL PROYECTO	AÑO	DEPTO.	ENTIDAD
ESPECIES INVASORAS EN LA JURISDICCIÓN CAR (CUNDINAMARCA-COLOMBIA)			
CONVENIO 1525 – 2014 DESARROLLAR ACCIONES DE MANEJO Y MANTENIMIENTO PARA LA RESTAURACIÓN Y CONSERVACIÓN DE LOS ECOSISTEMAS URBANOS Y DE LAS ÁREAS RURALES DEL DISTRITO CAPITAL, MEDIANTE LA FORMACIÓN DE VIGÍAS DEL AGUA	2014	CUNDINAMARCA	SDA
RESULTADOS DE LA CONSOLIDACIÓN DE LA LÍNEA BASE ÁREA PILOTO PARQUE NACIONAL ENRIQUE OLAYA HERRERA RESERVA FORESTAL PROTECTORA BOSQUE ORIENTAL DE BOGOTÁ	2014	CUNDINAMARCA	JBB
POTENCIAL DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA PARQUE METROPOLITANO LAS ARBOLEDAS	2014	CUNDINAMARCA	JBB
RESULTADOS DE INVESTIGACIÓN, IMPLEMENTACIÓN, MANEJO ADAPTATIVO Y SEGUIMIENTO DE LOS PROCESOS DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA EN EL APIRE ARRAYANES - CURUBITAL.	2014	CUNDINAMARCA	JBB
PROCESO DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA COLEGIO JORDÁN DE SAJONIA – LOCALIDAD DE CHAPINERO.	2014	CUNDINAMARCA	JBB
PROCESO DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA QUEBRADA LAS DELICIAS – LOCALIDAD DE CHAPINERO	2014	CUNDINAMARCA	JBB
PROCESO DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA COLEGIO ANA RESTREPO DEL CORRAL – LOCALIDAD DE USAQUEN.	2014	CUNDINAMARCA	JBB
PROCESO DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA LA MORENA – LOCALIDAD DE SUBA	2014	CUNDINAMARCA	JBB
PROCESO DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA CANTERA EL ZUQUE – LOCALIDAD DE SAN CRISTOBAL	2014	CUNDINAMARCA	JBB
PROCESO DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA QUEBRADA LA SALITROSA– LOCALIDAD DE SUBA	2014	CUNDINAMARCA	JBB
PROCESO DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA PARQUE EL HURACÁN – LOCALIDAD DE SUBA	2014	CUNDINAMARCA	JBB
PROCESO DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA ESCUELA DE CABALLERÍA MECANIZADA NO. 10 – LOCALIDAD DE USAQUEN	2014	CUNDINAMARCA	JBB
AUNAR ESFUERZOS TÉCNICOS Y CIENTÍFICOS PARA DESARROLLAR UN PROCESO DE INVESTIGACIÓN E IMPLEMENTACIÓN PARTICIPATIVA DE LA ESTRATEGIA DE GESTIÓN Y MANEJO DE RETAMO ESPINOSO (ULEX EUROPAEUS L.) Y RETAMO LISO (GENISTA MONSPESSULANA (L.) K. KOCH), EN EL MARCO DEL PROYECTO: "CONSERVACIÓN, RESTAURACIÓN Y USO SOSTENIBLE DE SERVICIOS ECOSISTÉMICOS ENTRE LOS PÁRAMOS DE GUERRERO, CHINGAZA, SUMAPAZ Y SU ÁREA DE INFLUENCIA".	2014	CUNDINAMARCA	EAAB
CONVENIO DE ASOCIACIÓN PARA EL DESARROLLO DE ACTIVIDADES DE PROTECCIÓN, CONSERVACIÓN Y RESTAURACIÓN DE ECOSISTEMAS EN CUENCAS HIDROGRÁFICAS ABASTecedoras DE ACUEDUCTOS O EMBALSES	2015	ANTIOQUIA	ANTIOQUIA - ALCALDIA MUNICIPIO DE MEDELLÍN
AUNAR ESFUERZOS TÉCNICOS, LOGÍSTICOS, HUMANOS, ECONÓMICOS PARA LLEVAR A CABO EL PROYECTO DE ESTABLECIMIENTO Y AISLAMIENTO DE 50 HAS EN PLANTACIONES PROTECTORAS, COMO FOMENTO PARA LA RECUPERACIÓN DE ÁREAS DEGRADADAS DENTRO DE LA ZONA DE RECARGA HIDRICA, CUENCA RIO COELLO, PREDIOS MACHIN 1 Y AGUAS CALIENTES	2015	TOLIMA	CORTOLIMA - CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DEL TOLIMA
AUNAR ESFUERZOS ENTRE LA CARDER Y EL MUNICIPIO DE SANTUARIO, PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE ACCIONES DE RESTAURACIÓN Y RECUPERACIÓN DE ÁREAS FORESTALES PROTECTORAS EN CUENCAS HIDROGRÁFICAS ABASTecedoras PARA FORTALECER LA GESTIÓN AMBIENTAL	2015	TOLIMA	CARDER - CORPORACIÓN AUTÓNOMA REGIONAL DE RISARALDA
RECUPERACIÓN INTEGRAL DE LAS QUEBRADAS PADRE DE JESUS, MOCHÓN DEL DIABLO Y SAN BRUNO.	2015	CUNDINAMARCA	SDA
CONVENIO 1311 DE 2015 PARA "AUNAR ESFUERZOS TÉCNICOS, ADMINISTRATIVOS Y FINANCIEROS PARA IMPLEMENTAR Y MANTENER PROCESOS DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA PARTICIPATIVA DE LOS ESPACIOS DEL AGUA Y ÁREAS DE INTERÉS AMBIENTAL, MEDIANTE LA FORMACIÓN DE VIGÍAS DE RESTAURACIÓN, COMO PARTE DEL ESQUEMA DE RECUPERACIÓN INTEGRAL DE LOS ESPACIOS DEL AGUA Y EL SUELO DE PROTECCIÓN EN EL DISTRITO CAPITAL."	2015	CUNDINAMARCA	SDA
PROCESOS DE INVESTIGACIÓN, IMPLEMENTACIÓN, MANEJO ADAPTATIVO Y SEGUIMIENTO DE LOS PROCESOS DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA EN EL PARQUE ECOLÓGICO PRESA SECA CANTARRANA	2015	CUNDINAMARCA	JBB
LÍNEA BASE Y DOCUMENTO DESCRIPTIVO CON LOS RESULTADOS DE PROCESOS DE INVESTIGACIÓN, IMPLEMENTACIÓN, MANEJO ADAPTATIVO Y SEGUIMIENTO DE LOS PROCESOS DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA EN LAS ÁREAS PILOTO APIRE 7	2015	CUNDINAMARCA	JBB
DOCUMENTO DESCRIPTIVO CON LOS RESULTADOS DE PROCESOS DE INVESTIGACIÓN, IMPLEMENTACIÓN, MANEJO ADAPTATIVO Y SEGUIMIENTO DE LOS PROCESOS DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA EN EL ÁREA PILOTO APIRE 8 (PREDIO VENADO DE ORO)	2015	CUNDINAMARCA	JBB
MODELO DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA EN BOSQUE ANDINO PERIURBANO DE LOS CERROS ORIENTALES	2015	CUNDINAMARCA	JBB
DOCUMENTO DESCRIPTIVO CON LOS RESULTADOS DE LOS PROCESOS DE INVESTIGACIÓN, IMPLEMENTACIÓN, MANEJO ADAPTATIVO Y SEGUIMIENTO DE LOS PROCESOS DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA, EN EL ÁREA PILOTO DE INVESTIGACIÓN LA ARBOLEDA	2015	CUNDINAMARCA	JBB
RESULTADOS DE LOS PROCESOS DE INVESTIGACIÓN, IMPLEMENTACIÓN, MANEJO ADAPTATIVO Y SEGUIMIENTO DE LOS PROCESOS DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA, EN BOSQUE Y NODO LAS MERCEDES.	2015	CUNDINAMARCA	JBB

<b>TITULO DEL PROYECTO</b>	<b>AÑO</b>	<b>DEPTO.</b>	<b>ENTIDAD</b>
DESARROLLAR LAS ACCIONES DE INVESTIGACIÓN, IMPLEMENTACIÓN, MANEJO ADAPTATIVO Y SEGUIMIENTO DE LOS PROCESOS DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA, EN LAS ÁREAS PILOTO ASIGNADAS POR LA COORDINACIÓN DE LA LÍNEA DE INVESTIGACIÓN (MICROCUEENCA RIO CURUBITAL-USME)	2015	CUNDINAMARCA	JBB
INFORME FINAL DE CIERRE - PROCESO DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA ÁREA DEMOSTRATIVA EL DORADO, LOCALIDAD DE USME.	2015	CUNDINAMARCA	JBB
CONVENIO DE ASOCIACIÓN PARA EL DESARROLLO DE ACTIVIDADES DE PROTECCIÓN, CONSERVACIÓN Y RESTAURACIÓN DE ECOSISTEMAS EN CUENCAS HIDROGRÁFICAS ABASTecedorAS (FONDO DEL AGUA).	2016	ANTIOQUIA	ANTIOQUIA - ALCALDIA MUNICIPIO DE MEDELLÍN
IMPLEMENTAR Y HACER SEGUIMIENTO AL PLAN DE RESTAURACIÓN ECOLÓGICA DEL TRASVASE RÍO MANSO Y AL PLAN DE CONSERVACIÓN DE LA ESPECIE GUSTAVIA ROMEROI S.A. MORI & GARCÍA-BARR	2016	CALDAS	ISAGEN

# Bibliografía

Abella, S. R., Crouse, J. E., Covington, W. W., & Springer, J. D. (2015). Diverse responses across soil parent materials during ecological restoration. *Restoration ecology*, 23(2), 113-121.

Adewopo, J. B., VanZomeren, C., Bhomia, R. K., Almaraz, M., Bacon, A. R., Eggleston, E., Judy, J.D., Lewis, R.W., Lusk, M., Miller, B., Hodges-Snyder, E., Tiedman, M. & Moorberg, C. (2014). Top-ranked priority research questions for soil science in the 21st century. *Soil Science Society of America Journal*, 78(2), 337-347.

Alexander, S., Aronson, J., Clewell, A., Keenleyside, K., Higgs, E., Martinez, D., Murcia, C., y Nelson, C. (2011). Re-establishing an ecologically healthy relationship between nature and culture: The mission and vision of the Society for Ecological Restoration. Pages 11-14 En: Secretariat of the Convention on Biological Diversity (2011). Contribution of Ecosystem Restoration to the Objectives of the CBD and a Healthy Planet for All People. Abstracts of Posters Presented at the 15th Meeting of the Subsidiary Body on Scientific, Technical and Technological Advice of the Convention on Biological Diversity, 7-11 November 2011, Montreal, Canada. Technical Series No. 62. Montreal, SCBD, 116 pages.

Anderson, T. H. (2003). Microbial eco-physiological indicators to asses soil quality. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 98(1-3), 285-293.

Ángel-Maya, A. (2003). *La diosa Némesis. Desarrollo sostenible o cambio cultural*. Cali: Universidad Autónoma de Occidente, CUAO.

Ángel-Maya, A. (2000). *La Aventura de los Símbolos: Una visión ambiental de la historia del pensamiento*. Ecofondo.

Antoniadis, V., & Damalidis, K. (2014). Copper Availability in an Acidic and Limed Zeolite-Amended Soil. *Communications in soil science and plant analysis*, 45(7), 881-886.

Aronson, J., Blignaut, J. N., Milton, S. J., Le Maitre, D., Esler, K. J., Limouzin, A., Fontaine, C., de Wit, M.P., Mugido, W., Prinsloo, P., Van Der Elst, L. & Lederer N. (2010). Are socioeconomic benefits of restoration adequately quantified? A meta-analysis of recent papers (2000–2008) in *Restoration Ecology* and 12 other scientific journals. *Restoration Ecology*, 18(2), 143-154.

Aronson, J., Clewell, A. F., Blignaut, J. N., & Milton, S. J. (2006). Ecological restoration: A new frontier for nature conservation and economics. *Journal for Nature Conservation*, 14(3), 135-139.

Bainbridge, D. A. (2007). *A guide for desert and dryland restoration: new hope for arid lands*. Island press.

- Banning, N. C., Gleeson, D. B., Grigg, A. H., Grant, C. D., Andersen, G. L., Brodie, E. L., & Murphy, D. V. (2011). Soil microbial community successional patterns during forest ecosystem restoration. *Applied and environmental microbiology*, 77(17), 6158-6164.
- Barbero-Sierra, C., Marques, M. J., Ruiz-Pérez, M., Escadafal, R., & Exbrayat, W. (2015). How is desertification research addressed in Spain? Land versus soil approaches. *Land Degradation & Development*, 26(5), 423-432
- Barrera Cataño, J. I., & Valdés López, C. (2007). Herramientas para abordar la restauración ecológica de áreas disturbadas en Colombia. *Universitas Scientiarum*, 12, 11-24.
- Bertini, S. C. B., Azevedo, L. C. B., de Carvalho Mendes, I., & Cardoso, E. J. B. N. (2014). Hierarchical partitioning for selection of microbial and chemical indicators of soil quality. *Pedobiologia*, 57(4-6), 293-301.
- Biao, F., Yanbing, Q., & Qingrui, C. (2015). Impacts of revegetation management modes on soil properties and vegetation ecological restoration in degraded sandy grassland in farming-pastoral ecotone. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering*, 8(1), 26.
- Biederman, L. A., Boutton, T. W., & Whisenant, S. G. (2008). Nematode community development early in ecological restoration: The role of organic amendments. *Soil Biology and Biochemistry*, 40(9), 2366-2374.
- Bientinesi, M., & Petarca, L. (2009). Comparative environmental analysis of waste brominated plastic thermal treatments. *Waste Management*, 29(3), 1095-1102.
- Bijani, M., Ghazani, E., Valizadeh, N., & Haghighi, N. F. (2017). Pro-environmental analysis of farmers' concerns and behaviors towards soil conservation in central district of Sari County, Iran. *International Soil and Water Conservation Research*, 5(1), 43-49.
- Bini, C., Ferrarini, A., Spiandorello, M., Wahsha, M., & Zilioli, D. M. (2017). Landscape evolution and global soil change in alpine valleys: impact of anthropogenesis on terraced soils (Belluno, northern Italy). *EQA-International Journal of Environmental Quality*, 25, 1-17.
- Birgé, H. E., Bevans, R. A., Allen, C. R., Angeler, D. G., Baer, S. G., & Wall, D. H. (2016). Adaptive management for soil ecosystem services. *Journal of Environmental Management*, 183, 371-378.
- Blanchart, A., Séré, G., Cherel, J., Warot, G., Stas, M., Consalès J.N., Morel, J.L. & Schwartz, C. (2018). Towards an operational methodology to optimize ecosystem services provided by urban soils. *Landscape and Urban Planning*, 176, 1-9.
- Blanco-Sepúlveda, R. (2009). Relationship between bulk density and mechanical resistance as an indicator of soil compaction. *Agrociencia (Montecillo)*, 43(3), 231-239.
- Bockheim, J. G., & Gennadiyev, A. N. (2010). Soil-factorial models and earth-system science: A review. *Geoderma*, 159(3-4), 243-251.

Bohórquez, D. C. (2013). Assessing ecological restoration potential in Enrique Olaya Herrera National Park Titulo corto: Determinación del potencial de restauración ecológica. *Colombia Forestal*, 16(2), 200-215.

Bonn Challenge. (2018). A restoration commitment from the heart of South America. Colombia. Recuperado 20 de agosto de 2018, a partir de <http://www.bonnchallenge.org/content/colombia>

Borrelli, P., Van Oost, K., Meusburger, K., Alewell, C., Lugato, E., & Panagos, P. (2018). A step towards a holistic assessment of soil degradation in Europe: Coupling on-site erosion with sediment transfer and carbon fluxes. *Environmental research*, 161, 291-298.

Bossuyt, B., & Hermy, M. (2003). The potential of soil seedbanks in the ecological restoration of grassland and heathland communities. *Belgian Journal of Botany*, 23-34.

Brausmann, A., & Bretschger, L. (2018). Economic Development on a Finite Planet with Stochastic Soil Degradation. *European Economic Review*.

Bu, C., Wu, S., Zhang, K., Yang, Y., & Gao, G. (2015). Biological soil crusts: an eco-adaptive biological conservative mechanism and implications for ecological restoration. *Plant Biosystems-An International Journal Dealing with all Aspects of Plant Biology*, 1

Bünemann, E.K., Bongiorno, G., Bai, Z., Creamer, R.E., De Deyn, G., de Goede, R., Flesskens L., Geissen, V., Kuiper, T.W., Mäder, P., Pulleman, M., Sukkel, W., van Groenigen, J.W. & Brussaard L. (2018). Soil quality—A critical review. *Soil Biology and Biochemistry*, 120, 105-125.

Bulot, A., Potard, K., Bureau, F., Bérard, A., & Dutoit, T. (2017). Ecological restoration by soil transfer: impacts on restored soil profiles and topsoil functions. *Restoration Ecology*, 25(3), 354-366.

Cabezas, A., & Comín, F. A. (2010). Carbon and nitrogen accretion in the topsoil of the Middle Ebro River Floodplains (NE Spain): Implications for their ecological restoration. *Ecological engineering*, 36(5), 640-652.

Calle, Z., Murgueito, E., Giraldo, J.A., Giraldo, A. & Giraldo E. (2016). Investigación participativa para la restauración y la producción agroecológica. En: Ceccon, E., & Perez, D. (Eds.). (2016). Más allá de la ecología de la restauración: perspectivas sociales de America Latina y Caribe. Eliane Ceccon.

Castilla-Gómez, J., & Herrera-Herbert, J. (2015). Environmental analysis of mining operations: Dynamic tools for impact assessment. *Minerals Engineering*, 76, 87-96.

Cavani, L., Manici, L. M., Caputo, F., Peruzzi, E., & Ciavatta, C. (2016). Ecological restoration of a copper polluted vineyard: Long-term impact of farmland abandonment on soil bio-chemical properties and microbial communities. *Journal of environmental management*, 182, 37-47.

Castro-Romero, M., Valdés-López, C., & Barrera-Cataño, J. I. (2014). Prioridades de restauración ecológica del suelo y sus servicios ecosistémicos asociados, degradados por uso agropecuario en la microcuenca santa helena (suesca-cundinamarca). *Caldasia*, 36(1), 37-52.

CBD (Convention of Biological Diversity). (2014). XII/19 Conservación y restauración de los ecosistemas. Decisión Adoptada por la Conferencia de las Partes en el Convenio sobre la Diversidad Biológica en su 12ª Reunión. <https://www.cbd.int/doc/decisions/cop-12/cop-12-dec-19-es.pdf>

CBD (Convention of Biological Diversity). (2012). XI/16 Restauración de los ecosistemas. Decisión Adoptada por la Conferencia de las Partes en el Convenio sobre la Diversidad Biológica en su 11ª Reunión. <https://www.cbd.int/doc/decisions/cop-11/cop-11-dec-16-es.pdf>

CBD (Convention of Biological Diversity). (2010). Plan Estratégico para la Diversidad Biológica 2011-2020 y las Metas de Aichi. <https://www.cbd.int/doc/strategic-plan/2011-2020/Aichi-Targets-ES.pdf>

Ceccon, E., & Perez, D. (2016). La restauración ecológica en el contexto socioambiental de America Latina y el Caribe (2016). En: Ceccon, E., & Perez, D. (Eds.). (2016). Más allá de la ecología de la restauración: perspectivas sociales de America Latina y Caribe. Eliane Ceccon.

Celauro, C., Corriere, F., Guerrieri, M., Casto, B. L., & Rizzo, A. (2017). Environmental analysis of different construction techniques and maintenance activities for a typical local road. *Journal of cleaner production*, 142, 3482-3489.

Chaignon, V., Quesnoit, M., & Hinsinger, P. (2009). Copper availability and bioavailability are controlled by rhizosphere pH in rape grown in an acidic Cu-contaminated soil. *Environmental Pollution*, 157(12), 3363-3369.

CHAMORRO-BELLO, C. (2001). El suelo: maravilloso teatro de la vida. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 25(97).

Chamorro, C. (2000) La Ciencia del Suelo en el Pensamiento Complejo. En: Universidad Nacional de Colombia (Bogotá). División de Investigación, & Guerrero, O. M. B. (2000). Temas ambientales a través del pensamiento complejo: programa universitario de investigación cultura y medio ambiente. Universidad Nacional de Colombia.

Chen, F., Zheng, H., Zhang, K., Ouyang, Z., Li, H., Wu, B., & Shi, Q. (2013). Soil microbial community structure and function responses to successive planting of Eucalyptus.

Clark, K. L., Branch, L. C., & Farrington, J. (2018). Bioturbation by mammals and fire interact to alter ecosystem-level nutrient dynamics in longleaf pine forests. *PloS one*, 13(8), e0201137.

Clewell, A & Aronson, J. (2013). *Ecological restoration : principles, values, and structure of an emerging profession -- 2nd ed.*

Corbin, J., & Strauss, A. (1990). Grounded theory research: Procedures, canons and evaluative criteria. *Zeitschrift für Soziologie*, 19(6), 418-427.

Crawford, J. W., Deacon, L., Grinev, D., Harris, J. A., Ritz, K., Singh, B. K., & Young, I. (2011). Microbial diversity affects self-organization of the soil-microbe system with consequences for function. *Journal of the Royal Society Interface*, rsif20110679.



Cross, A. T., & Lambers, H. (2017). Young calcareous soil chronosequences as a model for ecological restoration on alkaline mine tailings. *Science of the Total Environment*, 607, 168-175.

Cross, S., Chesner, W., Justus, H., & Kearney, E. (2011). Life-cycle environmental analysis for evaluation of pavement rehabilitation options. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, (2227), 43-52.

Dalpisol, M., Serrat, B. M., Motta, A. C. V., Poggere, G. C., Bittencourt, S., & Barbosa, J. Z. (2017). Zinc, copper and manganese availability in soils treated with alkaline sewage sludge from Paraná state (Brazil). *Ciência e Agrotecnologia*, 41(1), 81-93.

Degioanni, A., Bricchi, E., & Hampp, E. (2008). La energía en la formación de los suelos: aspectos teóricos y metodológicos para su evaluación. *Ciencia del suelo*, 26(1), 81-88.

Deng, L., Yan, W., Zhang, Y., & Shangguan, Z. (2016). Severe depletion of soil moisture following land-use changes for ecological restoration: Evidence from northern China. *Forest Ecology and Management*, 366, 1-10.

DNP. (2018). INDICADOR 15.1.4.C. Áreas en proceso de restauración. Objetivos de desarrollo sostenible. Consultado en <https://ods.gov.co/el/08NOV2018>.

do Nascimento, C. W. A., de Melo, É. E. C., do Nascimento, R. S. D. M. P., & Leite, P. V. V. (2007). Effect of liming on the plant availability and distribution of zinc and copper among soil fractions. *Communications in soil science and plant analysis*, 38(3-4), 545-560.

Duan, X., Liu, B., Gu, Z., Rong, L., & Feng, D. (2016). Quantifying soil erosion effects on soil productivity in the dry-hot valley, southwestern China. *Environmental Earth Sciences*, 75(16), 1164.

El Oumlouki, K., Moussadek, R., Douaik, A., Iaaich, H., Dakak, H., Chati, M. T., Ghanimi, A., El Midaoui, A., El Amrani, M., & Zouahri, A. (2018). Assessment of the Groundwater Salinity Used for Irrigation and Risks of Soil Degradation in Souss-Massa, Morocco. *Irrigation and Drainage*.

Ellingsen, H., Olaussen, J. O., & Utne, I. B. (2009). Environmental analysis of the Norwegian fishery and aquaculture industry—A preliminary study focusing on farmed salmon. *Marine Policy*, 33(3), 479-488.

Enriquez, A. S., & Cremona, M. V. (2018). Particulate organic carbon is a sensitive indicator of soil degradation related to overgrazing in Patagonian wet and mesic meadows. *Wetlands Ecology and Management*, 26(3), 345-357.

Erktan, A., Cécillon, L., Roose, E., Frascaria-Lacoste, N., & Rey, F. (2013). Morphological diversity of plant barriers does not increase sediment retention in eroded marly gullies under ecological restoration. *Plant and soil*, 370(1-2), 653-669.

Eschenhagen, M. L. (2007). Diversas consideraciones y aproximaciones a la noción de complejidad ambiental. Recuperado 17 de marzo de 2016, a partir de <http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/gestion/article/view/1379/1983>

Failing, L., Gregory, R., & Higgins, P. (2013). Science, uncertainty, and values in ecological restoration: a case study in structured decision-making and adaptive management. *Restoration Ecology*, 21(4), 422-430.

Fereidooni, M., Raiesi, F., & Fallah, S. (2013). Ecological restoration of soil respiration, microbial biomass and enzyme activities through broiler litter application in a calcareous soil cropped with silage maize. *Ecological engineering*, 58, 266-277.

Frouz, J., Van Diggelen, R., Pižl, V., Starý, J., Háněl, L., Tajovský, K., & Kalčík, J. (2009). The effect of topsoil removal in restored heathland on soil fauna, topsoil microstructure, and cellulose decomposition: implications for ecosystem restoration. *Biodiversity and conservation*, 18(14), 3963-3978.

Funtowicz, S. O., & De Marchi, B. (2000). Ciencia posnormal, complejidad reflexiva y sustentabilidad. In E. Leff & S. Funtowicz (Eds.), *La Complejidad Ambiental* (1st ed., pp. 54–85). Buenos Aires: Siglo XXI.

García, R. (2006). *Sistemas complejos: conceptos, método y fundamentación epistemológica de la investigación interdisciplinaria*. Gedisa. 220 pgs.

García-González, I., Hontoria, C., Gabriel, J. L., Alonso-Ayuso, M., & Quemada, M. (2018). Cover crops to mitigate soil degradation and enhance soil functionality in irrigated land. *Geoderma*, 322, 81-88.

García-Sierra, R. (2016). *Toma de decisiones por grandes organizaciones en condiciones de Incertidumbre: Estudio de las grandes hidroeléctricas en Colombia 2010-2020*. Tesis de Doctorado, Universidad Nacional de Colombia

Garrigues, E., Corson, M. S., Angers, D. A., van der Werf, H. M., & Walter, C. (2012). Soil quality in life cycle assessment: towards development of an indicator. *Ecological Indicators*, 18, 434-442.

Geurts, J. J., van de Wouw, P. A., Smolders, A. J., Roelofs, J. G., & Lamers, L. P. (2011). Ecological restoration on former agricultural soils: feasibility of in situ phosphate fixation as an alternative to top soil removal. *Ecological engineering*, 37(11), 1620-1629.

Giai, C., & Boerner, R. E. J. (2007). Effects of ecological restoration on microbial activity, microbial functional diversity, and soil organic matter in mixed-oak forests of southern Ohio, USA. *Applied Soil Ecology*, 35(2), 281-290.

Giménez, R. C. (2007). Aplicación de la teoría fundamentada (grounded theory) al estudio del proceso de creación de empresas. In *Decisiones basadas en el conocimiento y en el papel social de la empresa: XX Congreso anual de AEDEM* (p. 44). Asociación Española de Dirección y Economía de la Empresa (AEDEM).

Gissi, E., Gaglio, M., Aschonitis, V. G., Fano, E. A., & Reho, M. (2017). Soil-related ecosystem services trade-off analysis for sustainable biodiesel production. *Biomass and Bioenergy*.

Glaser, B., & Strauss, A. (1967). *Discovering grounded theory*. Chicago, IL.

Griffiths, B. S., Bonkowski, M., Roy, J., & Ritz, K. (2001). Functional stability, substrate utilisation and biological indicators of soils following environmental impacts. *Applied Soil Ecology*, 16(1), 49-61.

Grimley, D. A., Wang, J. S., Liebert, D. A., & Dawson, J. O. (2008). Soil magnetic susceptibility: A quantitative proxy of soil drainage for use in ecological restoration. *Restoration Ecology*, 16(4), 657-667.

Groot, R. S., Blignaut, J., Ploeg, S., Aronson, J., Elmqvist, T., & Farley, J. (2013). Benefits of investing in ecosystem restoration. *Conservation Biology*, 27(6), 1286-1293.

Gugino, B.K., Idowu, O.J., Schindelbeck, R.R., van Es, H.M., Wolfe, D.W., Moebius-Clune, B.N., Thies, J.E. and Abawi, G.S. (2009). *Cornell Soil Health Assessment Training Manual, Edition 2.0*, Cornell University, Geneva, NY.

Guo, K., Liu, Y. F., Zeng, C., Chen, Y. Y., & Wei, X. J. (2014). Global research on soil contamination from 1999 to 2012: A bibliometric analysis. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B—Soil & Plant Science*, 64(5), 377-391.

Hamonts, K., Bissett, A., Macdonald, B. C., Barton, P. S., Manning, A. D., & Young, A. (2017). Effects of ecological restoration on soil microbial diversity in a temperate grassy woodland. *Applied soil ecology*, 117, 117-128.

Harris, J. A., Hobbs, R. J., Higgs, E., & Aronson, J. (2006). Ecological restoration and global climate change. *Restoration Ecology*, 14(2), 170-176.

Heneghan, L., Miller, S.P., Baer, S., Callahan, M.A., Montgomery, J., Pavao-Zuckerman, M., Rhoades, C.C. & Richardson, S. (2008). Integrating soil ecological knowledge into restoration management. *Restoration Ecology*, 16(4), 608-617

Hillel, D. (2003). *Introduction to environmental soil physics*. Elsevier.

Hillel, D. (1998). *Environmental soil physics*. Elsevier.

Hønsvall, B. K., & Robertson, L. J. (2017). From research lab to standard environmental analysis tool: Will NASBA make the leap?. *Water research*, 109, 389-397.

Hoofman, N., Oliveira, L., Messagie, M., Coosemans, T., & Van Mierlo, J. (2016). Environmental Analysis of petrol, diesel and electric passenger cars in a Belgian urban setting. *Energies*, 9(2), 84.

Hortúa-Romero, S.E. (2014) Representaciones discursivas sobre la palma de aceite en Colombia 2002-2012: análisis crítico del discurso (ACD) desde una perspectiva ambiental. Maestría thesis, Universidad Nacional de Colombia.

Howell, E. A., Harrington, J. A., & Glass, S. B. (2012). *Introduction to restoration ecology*. Island Press.

Hu, Y. F., Peng, J. J., Yuan, S., Shu, X. Y., Jiang, S. L., Pu, Q., .. & Xiao, H. H. (2016). Influence of ecological restoration on vegetation and soil microbiological properties in Alpine-cold semi-humid desertified land. *Ecological Engineering*, 94, 88-94.

Huang, L., Shao, Q., & Liu, J. (2012). Forest restoration to achieve both ecological and economic progress, Poyang Lake basin, China. *Ecological Engineering*, 44, 53-60.

IDEAM, MADS, & U.D.C.A. (2015). Estudio nacional de la degradación de suelos por erosión en Colombia - 2015. IDEAM. Bogotá D.C., Colombia., 188 págs. Publicación aprobada por el IDEAM, Diciembre de 2015, Bogotá D.C., Colombia.

IPBES. (2018). Summary for policymakers of the thematic assessment report on land degradation and restoration of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. R. Scholes, L. Montanarella, A. Brainich, N. Barger, B. ten Brink, M. Cantele, B. Erasmus, J. Fisher, T. Gardner, T. G. Holland, F. Kohler, J. S. Kotiaho, G.

Von Maltitz, G. Nangendo, R. Pandit, J. Parrotta, M. D. Potts, S. Prince, M. Sankaran and L. Willems (eds.). IPBES secretariat, Bonn, Germany.

ISO, U. 14040: 2006 UNE-EN ISO 14040: 2006. Gestión medioambiental. Análisis del ciclo de vida. Principios y marco de referencia. (2006). AENOR, Madrid.

IUSS Working Group WRB, (2015). Base referencial mundial del recurso suelo 2014, Actualización 2015. Sistema internacional de clasificación de suelos para la nomenclatura de suelos y la creación de leyendas de mapas de suelos. Informes sobre recursos mundiales de suelos 106. FAO, Roma.

Jiang, C., & Zhang, L. (2016). Effect of ecological restoration and climate change on ecosystems: a case study in the Three-Rivers Headwater Region, China. *Environmental monitoring and assessment*, 188(6), 382.

Johnson, D. L., Domier, J. E. J., & Johnson, D. N. (2005). Reflections on the nature of soil and its bioturbation. *Annals of the Association of American Geographers*, 95(1), 11-31.

Keenleyside, K., Dudley, N., Cairns, S., Hall, C., & Stolton, S. (2012). *Ecological Restoration for Protected Areas. Principles, Guidelines and Best Practices*. Gland: IUCN.

Kimmerer, R. (2011). Restoration and reciprocity: the contributions of traditional ecological knowledge. En: *Human Dimensions of Ecological Restoration* (pp. 257-276). Island Press, Washington, DC.

L'Abbate, P., Dassisti, M., Cappelletti, G. M., Nicoletti, G. M., Russo, C., & Ioppolo, G. (2018). Environmental analysis of polyester fabric for ticking. *Journal of Cleaner Production*, 172, 735-742.

Leff, E. (2012). Hacia una pedagogía de la complejidad ambiental. *Unipluriversidad*, 2(1), 55-60.

Leff, E. (2000). *Pensar la Complejidad Ambiental*. En: Leff, E. (coord.). *La Complejidad Ambiental*. México. Siglo XXI.

León, T.E. (2015). Desde la arcilla y el sudor hasta la vida misma Ensayo Sobre el Derecho Humano a la Tierra. Artículo aceptado para publicación por la revista *Geograficidade*.

Li, X., Niu, X., Wang, B., Gao, P., & Liu, Y. (2016). Driving forces of dynamic changes in soil erosion in the Dahei Mountain ecological restoration area of northern China based on GIS and RS. *PloS one*, 11(3), e0142331.

Li, X., Zhang, Z., Tan, H., Gao, Y., Liu, L., & Wang, X. (2014). Ecological restoration and recovery in the wind-blown sand hazard areas of northern China: relationship between soil water and carrying capacity for vegetation in the Tengger Desert. *Science China. Life Sciences*, 57(5), 539.

Li, C., Qi, J., Feng, Z., Yin, R., Guo, B., Zhang, F., & Zou, S. (2010). Quantifying the effect of ecological restoration on soil erosion in China's Loess Plateau region: an application of the MMF approach. *Environmental Management*, 45(3), 476-487.

Lin, H. (2011). Three principles of soil change and pedogenesis in time and space. *Soil Science Society of America Journal*, 75(6), 2049-2070.

Lin, H. (2014). A new worldview of soils. *Soil Science Society of America Journal*, 78(6), 1831-1844.

Lindig-Cisneros, R., & Lindig-Cisneros, E. (2016) Construcción social de la restauración ecológica. En: Ceccon, E., & Perez, D. (Eds.). (2016). Más allá de la ecología de la restauración: perspectivas sociales de America Latina y Caribe. Eliane Ceccon.

López-Ramírez, O. (1998). El Paradigma de la Complejidad en Edgar Morin. Recuperado 15 de marzo de 2016, a partir de <http://www.bdigital.unal.edu.co/11086/1/01235591.1998.pdf>

Ma, M., Haapanen, T., Singh, R. B., & Hietala, R. (2014). Integrating ecological restoration into CDM forestry projects. *Environmental Science & Policy*, 38, 143-153.

Ma, K. M., Fu, B. J., Liu, S. L., Guan, W. B., Liu, G. H., Lü, Y. H., & Anand, M. (2004). Multiple-scale soil moisture distribution and its implications for ecosystem restoration in an arid river valley, China. *Land degradation & development*, 15(1), 75-85.

Madero, E., Malagón, D., & Garcia, A. (2004). Una mirada al origen y las propiedades de los suelos magnésicos en el Valle del Cauca-Colombia. *Acta Agronómica*, 53(3), 1.

Maiti, S. K., & Maiti, D. (2015). Ecological restoration of waste dumps by topsoil blanketing, coir-matting and seeding with grass-legume mixture. *Ecological Engineering*, 77, 74-84.

Malvar, M. C., Silva, F. C., Prats, S. A., Vieira, D. C., Coelho, C. O., & Keizer, J. J. (2017). Short-term effects of post-fire salvage logging on runoff and soil erosion. *Forest ecology and management*, 400, 555-567.

Marchante. E. Kjøller, A., Struwe, S., & Freitas, H. (2009). Soil recovery after removal of the N<sub>2</sub>-fixing invasive *Acacia longifolia*: consequences for ecosystem restoration. *Biological Invasions*, 11(4), 813-823.

Marchettini, N. Ridolfi, R., & Rustici, M. (2007). An environmental analysis for comparing waste management options and strategies. *Waste Management*, 27(4), 562-571.

Marques-de-Abreu, A.E., da Silva-Abel, E.L., Benavides-Bittencourt, C.S., Gama-Alves, A. & Duarte-Ferreira, A. (2016) Replantando vida: la restauración forestal como herramienta para la rehabilitación humana. En: Ceccon, E., & Perez, D. (Eds.). (2016). Más allá de la ecología de la restauración: perspectivas sociales de America Latina y Caribe. Eliane Ceccon.

Martínez-Bernal, L.F. (2013) Análisis de la Incertidumbre en los Estudios de Impacto Ambiental en Colombia desde el Enfoque de los Sistemas Complejos. Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Colombia.

Mattick, C. S., Landis, A. E., & Allenby, B. R. (2015). A case for systemic environmental analysis of cultured meat. *Journal of Integrative Agriculture*, 14(2), 249-254.

Mazzer, A. M., & Panitz, C. M. N. (2006). Environmental analysis and zoning of Campeche Island (Florianopolis, Brazil): a landscape ecology approach to insular management. *Journal of Coastal Research*, 941-944.

McClenachan, L., Lovell, S., & Keaveney, C. (2015). Social benefits of restoring historical ecosystems and fisheries: alewives in Maine. *Ecology and Society*, 20(2), 31.

McDonald T, Gann GD, Jonson J, and Dixon KW (2016) International standards for the practice of ecological restoration – including principles and key concepts. Society for Ecological Restoration, Washington, D.C.

McKinley, V. L., Peacock, A. D., & White, D. C. (2005). Microbial community PLFA and PHB responses to ecosystem restoration in tallgrass prairie soils. *Soil Biology and Biochemistry*, 37(10), 1946-1958.

Meyer-Aurich, A. (2005). Economic and environmental analysis of sustainable farming practices—a Bavarian case study. *Agricultural Systems*, 86(2), 190-206.

Miller, B.P., Sinclair, E.A., Menz, M.H., Elliott, C.P., Bunn, E., Commander, L.E., Dalziel, E., David, E., Davis, B., Erickson T.E., Golos, P. J., Krauss, S.L., Lewandowski, W., Mayence, E., Merino-Martín, L., Meritt, D.J., Nevill, P.G., Phillips, R.D., Ritchie, A.L., Ruoss, S. & Stevens J.C. (2017). A framework for the practical science necessary to restore sustainable, resilient, and biodiverse ecosystems. *Restoration Ecology*, 25(4), 605-617.

Milligan, G., Scott, R., Young, D., Connor, L., Blackbird, S., & Marrs, R. (2017). Reducing soil fertility to enable ecological restoration: A new method to test the efficacy of Full-Inversion Tillage. *Ecological Engineering*, 98, 257-263.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2016). Política para la gestión sostenible del suelo. Bogotá, D.C. Colombia. Publicación pendiente.

Mirza, N., Pervez, A., Mahmood, Q., Shah, M. M., & Shafqat, M. N. (2011). Ecological restoration of arsenic contaminated soil by *Arundo donax* L. *Ecological Engineering*, 37(12), 1949-1956.

Moebius-Clune, B.N., D.J. Moebius-Clune, B.K. Gugino, O.J. Idowu, R.R. Schindelbeck, A.J. Ristow, H.M. van Es, J.E. Thies, H. A. Shayler, M. B. McBride, D.W. Wolfe, and G.S. Abawi. (2016). *Comprehensive Assessment of Soil Health – The Cornell Framework Manual*, Edition 3.1, Cornell University, Geneva, NY.

Mohamed, I., Zhang, G. S., Li, Z. G., Liu, Y., Chen, F., & Dai, K. (2015). Ecological restoration of an acidic Cd contaminated soil using bamboo biochar application. *Ecological Engineering*

Morin, E. (1994). *Introducción al pensamiento complejo*. Barcelona: Gedisa.

Morrison, E. B., & Lindell, C. A. (2011). Active or passive forest restoration? Assessing restoration alternatives with avian foraging behavior. *Restoration Ecology*, 19(201), 170-177.

Muñoz-Rojas, M. (2018). Soil quality indicators: critical tools in ecosystem restoration. *Current Opinion in Environmental Science & Health* 2018, 5:47–52

Muñoz-Rojas, M., Erickson, T. E., Dixon, K. W., & Merritt, D. J. (2016). Soil quality indicators to assess functionality of restored soils in degraded semiarid ecosystems. *Restoration Ecology*, 24, S43-S52.

Murcia, C., & Guariguata, M. R. (2014). La restauración ecológica en Colombia: tendencias, necesidades y oportunidades (Vol. 107). CIFOR.

Newton A.C. (2011). Síntesis: Principios y Práctica de la Restauración del Paisaje Forestal. En: Newton, A.C. y Tejedor, N. (Eds.) (2011). Principios y práctica de la restauración del paisaje forestal: Estudios de caso en las zonas secas de América Latina. Gland, Suiza: UICN y Madrid, España: Fundación Internacional para la Restauración de Ecosistemas. xxiv + 409 pp.

Ngugi, M. R., Dennis, P. G., Neldner, V. J., Doley, D., Fechner, N., & McElnea, A. (2018). Open-cut mining impacts on soil abiotic and bacterial community properties as shown by restoration chronosequence. *Restoration ecology*, 26(5), 839-850.

Nsikani, M. M., van Wilgen, B. W., & Gaertner, M. (2018). Barriers to ecosystem restoration presented by soil legacy effects of invasive alien N<sub>2</sub>-fixing woody species: implications for ecological restoration. *Restoration Ecology*, 26(2), 235-244.

Nsikani, M. M., Novoa, A., Wilgen, B. W., Keet, J. H., & Gaertner, M. (2017). Acacia saligna's soil legacy effects persist up to 10 years after clearing: Implications for ecological restoration. *Austral Ecology*, 42(8), 880-889.

Oliveira, L. S., Oliveira, D. S., Bezerra, B. S., Pereira, B. S., & Battistelle, R. A. G. (2017). Environmental analysis of organic waste treatment focusing on composting scenarios. *Journal of cleaner production*, 155, 229-237.

Osorio, N.W. (2014). Manejo de nutrientes en suelos del trópico. Vieco S.A.S. Medellín. Colombia.

Ospina-Rua, Diana Nazareth (2009) Caracterización de la producción científica y visibilidad de los investigadores de la Universidad Nacional de Colombia sede Medellín en la ISI web of science (1990-2007).

Pe'er, G., Mihoub, J. B., Dislich, C., & Matsinos, Y. (2014). Towards a different attitude to uncertainty. *Nature Conservation*, 8, 95.

Pereira, G. C., Coutinho, R., & Ebecken, N. F. F. (2008). Data mining for environmental analysis and diagnostic: a case study of upwelling ecosystem of Arraial do Cabo. *Brazilian Journal of Oceanography*, 56(1), 1-12.

Pergola, M., Favia, M., Palese, A. M., Perretti, B., Xiloyannis, C., & Celano, G. (2013). Alternative management for olive orchards grown in semi-arid environments: An energy, economic and environmental analysis. *Scientia horticulturae*, 162, 380-386.

Pergola, M., D'Amico, M., Celano, G., Palese, A., Scuderi, A., Di Vita, G., Pappalardo, G & Inglese, P. (2013a). Sustainability evaluation of Sicily's lemon and orange production: an energy, economic and environmental analysis. *Journal of environmental management*, 128, 674-682.

Pham, T. G., Nguyen, H. T., & Kappas, M. (2018). Assessment of soil quality indicators under different agricultural land uses and topographic aspects in Central Vietnam. *International Soil and Water Conservation Research*, 6(4), 280-288.

Pizano, C., & Curriel-Yuste, J. (2015). El monitoreo de suelos en los procesos de restauración ecológica: indicadores, cuantificadores y métodos. En: Aguilar-Garavito, M. & Ramírez, W. (2015). Monitoreo a procesos de restauración

ecológica, aplicado a ecosistemas terrestres. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D.C., Colombia. 250pp.

Prats, S., Malvar, M., Martins, M. A. S., & Keizer, J. J. (2014). Post-fire soil erosion mitigation: a review of the last research and techniques developed in Portugal. *Cuadernos de Investigación Geográfica*, 40(2), 403-428.

Qi, X., Wang, K., Zhang, C., Chen, H., & Zhang, W. (2014). Effects of the implementation of ecological restoration policies on soil organic carbon storage in a discontinuous soil region. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B–Soil & Plant Science*, 64(2), 97-108.

Raiesi, F., & Salek-Gilani, S. (2018). The potential activity of soil extracellular enzymes as an indicator for ecological restoration of rangeland soils after agricultural abandonment. *Applied Soil Ecology*, 126, 140-147.

Ramírez, W., Aguilar-Garavito, M., Calle, Z., & Cabrera, M. (2015). Introducción al monitoreo en la restauración ecológica. En: Aguilar-Garavito, M. & Ramírez, W. (2015). *Monitoreo a procesos de restauración ecológica, aplicado a ecosistemas terrestres*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt (IAvH). Bogotá, D.C., Colombia. 250pp

Reid, K. A., Williams, K. J., & Paine, M. S. (2011). Hybrid knowledge: place, practice, and knowing in a volunteer ecological restoration project. *Ecology and Society*, 16(3).

Renison, D., Herrero, M.L., Torres, R., Suarez, R., Friedlander, P., Navarro-Ramos, S.E., Barri, F. & Cingolani A.M. (2016). El rol de los voluntariados en la restauración ecológica del centro argentino. En: Ceccon, E., & Perez, D. (Eds.). (2016). *Más allá de la ecología de la restauración: perspectivas sociales de America Latina y Caribe*. Eliane Ceccon.

Rescia, A. J., Astrada, E. N., Bono, J., Blasco, C. A., Meli, P., & Adámoli, J. M. (2006). Environmental analysis in the selection of alternative corridors in a long-distance linear project: a methodological proposal. *Journal of environmental management*, 80(3), 266-278.

Rey-Benayas, J. M., Bullock, J. M., & Newton, A. C. (2008). Creating woodland islets to reconcile ecological restoration, conservation, and agricultural land use. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 6(6), 329-336.

Richter, D. D. (2007). Humanity's transformation of Earth's soil: Pedology's new frontier. *Soil Science*.

Rietl, A. J., & Jackson, C. R. (2012). Effects of the ecological restoration practices of prescribed burning and mechanical thinning on soil microbial enzyme activities and leaf litter decomposition. *Soil biology and biochemistry*, 50, 47-57.

Ríos, F. (2005). *Guía técnica para la restauración ecológica de áreas afectadas por especies vegetales invasoras en el Distrito Capital*. Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis.

Rivera, D., Mejías, V., Jáuregui, B. M., Costa-Tenorio, M., López-Archilla, A. I., & Peco, B. (2014). Spreading topsoil encourages ecological restoration on embankments: soil fertility, microbial activity and vegetation cover. *PloS one*, 9(7), e101413.



Rives, J., Fernandez-Rodriguez, I., Rieradevall, J., & Gabarrell, X. (2012). Environmental analysis of raw cork extraction in cork oak forests in southern Europe (Catalonia–Spain). *Journal of environmental management*, 110, 236-245.

Rives, J., Fernández-Rodríguez, I., Rieradevall, J., & Gabarrell, X. (2012a). Environmental analysis of the production of champagne cork stoppers. *Journal of cleaner production*, 25, 1-13.

Rohr, J. R., Johnson, P., Hickey, C. W., Helm, R. C., Fritz, A., & Brasfield, S. (2013). Implications of global climate change for natural resource damage assessment, restoration, and rehabilitation. *Environmental toxicology and chemistry*, 32(1), 93-101.

Rojas-Cruz, C.A. (2005). Recuperación de suelos afectados por sales en el Departamento del Valle del Cauca mediante el uso de vinaza concentrada. Universidad de La Salle. Facultad de Ingeniería Ambiental. Bogotá D.C.

Romanelli, J. P., Fujimoto, J. T., Ferreira, M. D., & Milanez, D. H. (2018). Assessing ecological restoration as a research topic using bibliometric indicators. *Ecological Engineering*, 120, 311-320.

Rowland, S. M., Prescott, C. E., Grayston, S. J., Quideau, S. A., & Bradfield, G. E. (2009). Recreating a functioning forest soil in reclaimed oil sands in northern Alberta: an approach for measuring success in ecological restoration. *Journal of environmental quality*, 38(4), 1580-1590.

Ryder, R. (2003). Local soil knowledge and site suitability evaluation in the Dominican Republic. *Geoderma*, 111(3-4), 289-305.

Saad, S. I., da Silva, J. M., Silva, M. L. N., Guimarães, J. L. B., Júnior, W. C. S., de Oliveira Figueiredo, R., & da Rocha, H. R. (2018). Analyzing ecological restoration strategies for water and soil conservation. *PloS one*, 13(2), e0192325.

Santiago-Lemgruber, L., Sansevero, J.B., Castro, A., Alves-Pinto, H.N., Latawiec, A., Strassburg, B., Brancalion, P., Riberiro-Rodrigues, R., Pinto, S. & Duarte-de-Moraes, L.,F. (2016). Mucho más allá de la foresta: los impactos socio-económicos de los proyectos de restauración ecológica en la Mata Atlántica de Brasil. (2016). En: Ceccon, E., & Perez, D. (Eds.). (2016). Más allá de la ecología de la restauración: perspectivas sociales de America Latina y Caribe. Eliane Ceccon

Schlöter, M., Dilly, O., & Munch, J. C. (2003). Indicators for evaluating soil quality. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 98(1-3), 255-262.

SER (Society for Ecological Restoration International Science & Policy Working Group). (2004). *The SER International Primer on Ecological Restoration*.

Sharifi, Z., Azadi, N., & Certini, G. (2017). Fire and tillage as degrading factors of soil structure in northern Zagros oak forest, west Iran. *Land Degradation & Development*, 28(3), 1068-1077.

Singh, J. S., & Gupta, V. K. (2018). Soil microbial biomass: A key soil driver in management of ecosystem functioning. *Science of The Total Environment*, 634, 497-500.

Soil Survey Staff (2010). *Claves para la taxonomía de suelos*. 11ª edición. Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. Servicio de Conservación de los Recursos Naturales.

Song, Q., Jabeen, S., Shamsi, I. H., Zhu, Z., Liu, X., & Brookes, P. C. (2016). Spatio-temporal variability of heavy metal concentrations in soil–rice system and its socio-environmental analysis. *International Journal of Agriculture Biology*, 18, 403-411.

Sparling, G. P., Schipper, L. A., Bettjeman, W., & Hill, R. (2004). Soil quality monitoring in New Zealand: practical lessons from a 6-year trial. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 104(3), 523-534.

Strauss, A. L. & Corbin, J. (2002). *Bases de la investigación cualitativa: técnicas y procedimientos para desarrollar la teoría fundamentada*. Medellín: Universidad de Antioquia.

Strauss, A.; Corbin, J. (1994). "Grounded Theory methodology: An overview". En: N. K. Denzin; Y. S. Lincoln (eds.). *The Sage Handbook of Qualitative Research* (págs. 443-466). Thousand Oaks, CA: Sage Publications.

Suich, H., Howe, C., Mace, G. (2015). Ecosystem services and poverty alleviation: A review of the empirical links. *Ecosystem Services* (12). Pages 137–147

Sun, S., Li, S., Avera, B. N., Strahm, B. D., & Badgley, B. D. (2017). Soil bacterial and fungal communities show distinct recovery patterns during forest ecosystem restoration. *Applied and environmental microbiology*, 83(14), e00966-17.

Sun, W., Song, X., Mu, X., Gao, P., Wang, F., & Zhao, G. (2015). Spatiotemporal vegetation cover variations associated with climate change and ecological restoration in the Loess Plateau. *Agricultural and Forest Meteorology*, 209, 87-99.

Snyder, B. A., & Hendrix, P. F. (2008). Current and potential roles of soil macroinvertebrates (earthworms, millipedes, and isopods) in ecological restoration. *Restoration Ecology*, 16(4), 629-636.

Switzer, J. M., Hope, G. D., Grayston, S. J., & Prescott, C. E. (2012). Changes in soil chemical and biological properties after thinning and prescribed fire for ecosystem restoration in a Rocky Mountain Douglas-fir forest. *Forest ecology and management*, 275, 1-13.

Tamura, A. (2016). Potential of soil seed banks in the ecological restoration of overgrazed floor vegetation in a cool-temperate old-growth damp forest in eastern Japan. *Journal of forest research*, 21(1), 43-56.

Teixeira-da-Silva, R., Fleskens, L., van Delden, H., & van der Ploeg, M. (2018). Incorporating soil ecosystem services into urban planning: status, challenges and opportunities. *Landscape Ecology*, 1-16.

Teuber, S., Ahlrichs, J., Henkner, J., Knopf, T., Kühn, P., & Scholten, T. (2017). Soil cultures—the adaptive cycle of agrarian soil use in Central Europe: an interdisciplinary study using soil scientific and archaeological research. *Ecology and Society*, 22(4).

Toktar, M., Papa, G. L., Kozybayeva, F. E., & Dazzi, C. (2016). Ecological restoration in contaminated soils of Kokdzhon phosphate mining area (Zhambyl region, Kazakhstan). *Ecological Engineering*, 86, 1-4.

Tongway, D. J., & Ludwig, J. A. (2011). *Restoring disturbed landscapes: putting principles into practice*. Island Press.

- UNEP. (1992). Convenio sobre la diversidad biológica.
- UNEP. (1997). Informe de la tercera reunión de las partes en el Convenio sobre la Diversidad Biológica. Buenos Aires. Argentina.
- UNEP. (1998). Informe de la cuarta reunión de la conferencia de las partes en el Convenio sobre la Diversidad Biológica. Bratislava. Eslovaquia.
- Uprety, Y., Asselin, H., Bergeron, Y., Doyon, F., & Boucher, J. F. (2012). Contribution of traditional knowledge to ecological restoration: practices and applications. *Ecoscience*, 19(3), 225-237.
- Varela, M. E., Benito, E., & Keizer, J. J. (2015). Influence of wildfire severity on soil physical degradation in two pine forest stands of NW Spain. *Catena*, 133, 342-348.
- Vargas, J. O. (2011). Restauración ecológica: biodiversidad y conservación. *Acta Biológica Colombiana*, 16(2), 221-246. Consultado en: <http://www.bdigital.unal.edu.co/22642/1/19280-90545-1-PB.pdf>
- Vargas, O. (2007). Guía Metodológica para la restauración ecológica del bosque altoandino. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. [http://www.ciencias.unal.edu.co/unciencias/data-file/user\\_46/file/Guia%20Metodologica.pdf](http://www.ciencias.unal.edu.co/unciencias/data-file/user_46/file/Guia%20Metodologica.pdf)
- Vargas, O., Reyes, S., Gómez, P., & Díaz, J. (2010). Guías técnicas para la restauración ecológica de ecosistemas. Grupo de Restauración Ecológica. Departamento de Biología. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia.
- Vatn, A., Bakken, L., Bleken, M. A., Baadshaug, O. H., Fykse, H., Haugen, L. E., Lundekvam, H., Morken, J., Romstad, E., Rørstad, P.K., Skjelvåg, A. O. & Sogn, T. (2006). A methodology for integrated economic and environmental analysis of pollution from agriculture. *Agricultural Systems*, 88(2-3), 270-293.
- Vivar, C. G., Arantzamendi, M., López-Dicastillo, O., & Gordo Luis, C. (2010). La teoría fundamentada como metodología de investigación cualitativa en enfermería. *Index de Enfermería*, 19(4), 283-288.
- Wa llunga, E. I., Mahy, G., Piqueray, J., Séleck, M., Shutcha, M. N., Meerts, P., & Faucon, M. P. (2015). Plant functional traits as a promising tool for the ecological restoration of degraded tropical metal-rich habitats and revegetation of metal-rich bare soils: A case study in copper vegetation of Katanga, DRC. *Ecological engineering*, 82, 214-221.
- Wakabayashi, S., Matsuzaki, H., Miyairi, Y., Asano, M., & Tamura, K. (2012). Chronology of anthropogenesis in the Omiya tableland, Japan, based on a <sup>14</sup>C age profile of humic acid. *Soil science and plant nutrition*, 58(6), 737-749.
- Wang, J., Guo, L., Bai, Z., & Yang, L. (2016). Using computed tomography (CT) images and multi-fractal theory to quantify the pore distribution of reconstructed soils during ecological restoration in opencast coal-mine. *Ecological Engineering*, 92, 148-157.
- Wang, T., Kang, F., Cheng, X., Han, H., & Ji, W. (2016a). Soil organic carbon and total nitrogen stocks under different land uses in a hilly ecological restoration area of North China. *Soil and Tillage Research*, 163, 176-184.

- Wang, M., Liu, D., Jia, J., & Zhang, X. (2015). Global trends in soil monitoring research from 1999–2013: A bibliometric analysis. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B—Soil & Plant Science*, 65(6), 483-495.
- Wanzek, T., Keiluweit, M., Baham, J., Dragila, M. I., Fendorf, S., Fiedler, S., Nico, P.S. & Kleber, M. (2018). Quantifying biogeochemical heterogeneity in soil systems. *Geoderma*, 324, 89-97.
- Waterhouse, B. R., Boyer, S., Adair, K. L., & Wratten, S. D. (2014). Using municipal biosolids in ecological restoration: What is good for plants and soil may not be good for endemic earthworms. *Ecological engineering*, 70, 414-421.
- Wiegleb, G., Bröring, U., Choi, G., Dahms, H. U., Kanongdate, K., Byeon, C. W., & Ler, L. G. (2013). Ecological restoration as precaution and not as restitutorial compensation. *Biodiversity and conservation*, 22(9), 1931-1948.
- Wong, M. H. (2003). Ecological restoration of mine degraded soils, with emphasis on metal contaminated soils. *Chemosphere*, 50(6), 775-780.
- Wonkka, C. L., Twidwell, D., West, J. B., & Rogers, W. E. (2016). Shrubland resilience varies across soil types: implications for operationalizing resilience in ecological restoration. *Ecological Applications*, 26(1), 128-145.
- Wu, J., & David, J. L. (2002). A spatially explicit hierarchical approach to modeling complex ecological systems: theory and applications. *Ecological modelling*, 153(1-2), 7-26.
- Wubs, E. J., van der Putten, W. H., Bosch, M., & Bezemer, T. M. (2016). Soil inoculation steers restoration of terrestrial ecosystems. *Nature plants*, 2(8), 16107.
- Yao, J., He, X., He, H., Chen, W., Dai, L., Lewis, B.J., Xiaotao L. & Yu, L. (2014). Should we respect the historical reference as basis for the objective of forest restoration? A case study from Northeastern China. *New forests*, 45(5), 671-686.
- Yap, H. T. (2000). The case for restoration of tropical coastal ecosystems. *Ocean & Coastal Management*, 43(8), 841-851.
- Young, I. M., & Crawford, J. W. (2004). Interactions and self-organization in the soil-microbe complex. *Science*, 304(5677), 1634-1637.
- Zanin, E. M., Santos, J. E. D., & Henke-Oliveira, C. (2005). Environmental analysis and zoning for an urban park management purpose. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 48(4), 647-655.
- Zapata-Hernández, R.D. (2006). *Química de los procesos pedogenéticos*. Universidad Nacional de Colombia. Medellín
- Zhang, J. Y., Gu, P. F., Li, L. Y., Zong, L. Y., & Zhao, W. J. (2016). Changes of soil particle size fraction along a chronosequence in sandy desertified land: a fundamental process for ecosystem succession and ecological restoration. *Journal of soils and sediments*, 16(12), 2651-2656.
- Zhang, J., Wang, T., & Ge, J. (2015). Assessing vegetation cover dynamics induced by policy-driven ecological restoration and implication to soil erosion in Southern China. *PLoS one*, 10(6), e0131352.

Zhang, J., Chang, Q. R., & Qi, Y. B. (2009). Fractal characteristics of soil under ecological restoration in the agro-pastoral transition zone of Northern China. *New Zealand Journal of Agricultural Research*, 52(4), 471-476

Zhuang, Y., Du, C., Zhang, L., Du, Y., & Li, S. (2015). Research trends and hotspots in soil erosion from 1932 to 2013: a literature review. *Scientometrics*, 105(2), 743-758.

Zúniga, M. C., Feijoo, A., Quintero, H., Aldana, N. J., & Carvajal, A. F. (2013). Farmers' perceptions of earthworms and their role in soil. *Applied soil ecology*, 69, 61-68.