

**Contribuciones a la línea en Biosistemas  
Integrados de la Maestría en Desarrollo Sostenible  
y Medio Ambiente, Universidad de Manizales**

**RUTH LILIANA CHÁVEZ OTÁLORA  
JOSÉ ALFREDO ESPINEL PUERTO**

**UNIVERSIDAD DE MANIZALES  
FACULTAD DE CIENCIAS CONTABLES, ECONÓMICAS Y  
ADMINISTRATIVAS  
MAESTRÍA EN DESARROLLO SOSTENIBLE Y MEDIO  
AMBIENTE  
MANIZALES  
2019**

**Contribuciones a la línea en Biosistemas  
Integrados de la Maestría en Desarrollo Sostenible  
y Medio Ambiente, Universidad de Manizales**

**Proyecto para optar al título de Magister en  
Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente, de los  
estudiantes:**

**RUTH LILIANA CHÁVEZ OTÁLORA  
JOSÉ ALFREDO ESPINEL PUERTO**

**Directora:  
GLORIA MARÍA RESTREPO FRANCO Ph.D.  
Línea de investigación:  
Biosistemas integrados**

**UNIVERSIDAD DE MANIZALES  
FACULTAD DE CIENCIAS CONTABLES, ECONÓMICAS Y  
ADMINISTRATIVAS  
MAESTRÍA EN DESARROLLO SOSTENIBLE Y MEDIO  
AMBIENTE  
MANIZALES  
2019**

## **Acta de calificación**

**Contribuciones a la línea en Biosistemas Integrados de la  
Maestría en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente,  
Universidad de Manizales**

**RUTH LILIANA CHÁVEZ OTÁLORA  
JOSÉ ALFREDO ESPINEL PUERTO**

**Tesis para optar el título de:  
Magister en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente**

**Nota de aceptación Jurado:**

---

**Jurado**

## **Agradecimientos**

Los autores agradecen a la Dra. Gloria María Restrepo Franco, asesora de nuestro trabajo de investigación por su valiosísima dedicación, orientación y acompañamiento; los cuales fueron fundamentales para alcanzar los objetivos propuestos.

# Tabla de contenido

Lista de figuras .....	8
Lista de anexos.....	9
Resumen 10	
Abstract 10	
1. Introducción .....	11
2. Objetivos.....	13
2.1 Objetivo general.....	13
2.2 Objetivos específicos .....	13
3. Marco conceptual.....	14
3.1 Biosistemas integrados .....	14
3.1.1 Principios de los sistemas .....	15
3.1.2 Clasificación de los sistemas.....	15
3.1.3 Elementos constitutivos.....	16
3.2 Desarrollo sostenible y su relación con los Biosistemas Integrados .....	17
3.3 Antecedentes en el tema.....	18
3.4 Estudios de revisión documental y bibliométricos .....	21
3.4.1 Fase heurística.....	21
3.4.2 Fase hermenéutica.....	21
3.4.3 Ecuaciones de búsqueda y operadores Booleanos .....	22
4. Materiales y métodos .....	24
4.1 Fase heurística .....	24
4.1.1 Identificar las tendencias de los trabajos de grado, del periodo 2007-2018 realizados en el marco de la Línea de investigación de Biosistemas Integrados en la Universidad de Manizales .....	24
4.1.2 Análisis de las investigaciones en Biosistemas Integrados a nivel mundial en el periodo 2007-2018, mediante indicadores bibliométricos.....	25
4.1.3 Identificación de las políticas ambientales relacionadas con el Desarrollo Sostenible.....	26
4.2 Fase herméutica .....	26

4.2.1	Proposición de temas de investigación que puedan ser llevados al contexto de la Línea, basados en el análisis teórico, metodológico e interacción con las políticas vigentes en Desarrollo Sostenible .....	26
5.	Resultados y discusión .....	27
5.1	Identificación de las tendencias de los trabajos de grado, del periodo 2007-2018 realizados en el marco de la Línea de investigación de Biosistemas Integrados en la Universidad de Manizales.....	27
5.1.1	Tendencia N. 1. Aprovechamiento sostenible de la biodiversidad .....	29
5.1.2	Tendencia N. 2. Cambio climático .....	30
5.1.3	Tendencia N. 3. Contaminación del aire.....	30
5.1.4	Tendencia N. 4. Eficiencia energética y energías renovables no convencionales.....	31
5.1.5	Tendencia N. 5. Gestión integral del recurso hídrico .....	31
5.1.6	Tendencia 6. Manejo integrado del suelo .....	31
5.1.7	Tendencia 7. Gestión Integral de Residuos Sólidos (GIRS) .....	32
5.1.8	Tendencia 8. Gestión Integral de desechos peligrosos .....	32
5.2	Análisis de las investigaciones en Biosistemas Integrados a nivel mundial en el periodo 2007-2018, mediante indicadores bibliométricos .....	34
5.2.1	Análisis preliminar .....	34
5.2.2	Etapa Bibliométrica .....	37
5.2.3	Análisis de estadísticas a partir de métricas generadas por la Base de datos WOS	43
5.2.4	Políticas ambientales relacionandolas con los Biosistemas integrados y el Desarrollo Sostenible .....	51
5.3	Proposición de temas de investigación que puedan ser llevados al contexto de la Línea, basados en el análisis del avance científico y de las políticas vigentes en Desarrollo Sostenible .....	55
5.3.1	Comparativo de tendencias y avances en Biosistemas integrados en pro del Desarrollo Sostenible (2007-2018), entre los trabajos de grado adscritos a la línea Biosistemas integrados de la Universidad de Manizales y las investigaciones a nivel mundial.	55
5.3.2	Tendencia y avance en relación con las políticas vigentes.....	60
6.	Conclusiones .....	62
7.	Recomendaciones .....	63

8. Referencias bibliográficas .....	64
-------------------------------------	----

ANEXOS 73

## Lista de tablas

Tabla 1. Sublíneas relacionadas en las tendencias 1 y 2 identificadas en los trabajos de grado de la línea en BSI. ....	30
Tabla 2. Sublíneas relacionadas en las tendencias 3 y 4 identificadas en los trabajos de grado de la línea en BSI. ....	31
Tabla 3. Sublíneas relacionados en las tendencias 5 y 6 identificadas en los trabajos de grado de la línea en BSI. ....	32
Tabla 4. Sublíneas relacionadas en las tendencias 7 y 8 identificadas en los trabajos de grado de la línea en BSI. ....	32
Tabla 5. Principales documentos relacionados con el descriptor <i>integrated biosystems</i> . .	35
Tabla 6. Principales documentos relacionados con el descriptor biosistemas integrados.	36
Tabla 7. Normatividad Ambiental relacionada con los Biosistemas Integrados y el Desarrollo Sostenible. ....	53

## Lista de figuras

Figura 1. Metodología general de la investigación. ....	24
Figura 2. Distribución de los Trabajos de grado adscritos a la línea de BSI, entre el 2013 y 2018. ....	27
Figura 3. Número de Trabajos de grado distribuidos de acuerdo con las zonas de cobertura por departamento. ....	29
Figura 4. Número de trabajos de grado, vinculados a las tendencias de investigación identificadas en las Tesis de Maestría, y articuladas a la línea de BSI.....	33
Figura 5. Estructura de la ecuación N. 1, y número de registros obtenidos.....	39
Figura 6. Estructura de la ecuación N. 2, y número de registros obtenidos.....	40
Figura 7. Estructura de la ecuación N. 3, y número de registros obtenidos.....	40
Figura 8. Estructura de la ecuación N. 4, y número de registros obtenidos.....	41
Figura 9. Estructura de la ecuación N. 5, y número de registros obtenidos.....	41
Figura 10. Estructura de la ecuación N. 6, y número de registros obtenidos.....	42
Figura 11. Estructura de la ecuación N. 7, y número de registros obtenidos.....	42
Figura 12. Estructura de la ecuación N. 8, y número de registros obtenidos.....	43
Figura 13. Productividad mundial por tendencia identificada, entre los años 2007 a 2018 (fuente: base de datos WOS).....	44
Figura 14. Porcentaje de registros de acuerdo con el país de origen (fuente: base de datos WOS).....	45
Figura 15. Distribución en porcentaje de los registros por idioma (fuente: base de datos WOS).....	47
Figura 16. Productividad y desarrollo por tendencia entre los años 2007 a 2018 a nivel mundial.....	49
Figura 17. Porcentaje de citas por tendencia.....	50

## Lista de anexos

Anexo 1. Matriz de sistematización de las Tesis de Maestría en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente 2007-2018, a partir de la información obtenida del repositorio de la Universidad de Manizales.....	74
Anexo 2. Información obtenida con la tendencia Aprovechamiento sostenible de la biodiversidad. ....	79
Anexo 3. Información obtenida con la tendencia Cambio climático. ....	79
Anexo 4. Información obtenida con la tendencia Contaminación del aire.....	79
Anexo 5. Información obtenida con la tendencia Eficiencia energética y energía renovables no convencionales. ....	79
Anexo 6. Información obtenida con la tendencia Gestión integral del recurso hídrico. ....	79
Anexo 7. Información obtenida con la tendencia Gestión integral de residuos peligrosos.	79
Anexo 8. Información obtenida con la tendencia Gestión integral de residuos sólidos. ....	79
Anexo 9. Información obtenida con la tendencia Manejo integrado del suelo.....	79

## Resumen

El presente trabajo de grado, es una revisión documental que tiene como propósito la identificación de las tendencias, avances y estado de la investigación en el campo del conocimiento de la línea en Biosistemas Integrados (BSI). Para su desarrollo se abordó una fase heurística y otra hermenéutica, con un enfoque metodológico mixto y alcance descriptivo. Inicialmente se recopiló la información disponible en el repositorio de la Universidad para identificar los trabajos de grado adscritos a la línea durante los años 2007 al 2018. A partir de éstos se identificaron las tendencias de la línea, además se diseñaron ecuaciones de búsqueda que se introdujeron en la base de datos WOS arrojando la productividad en Biosistemas Integrados a nivel mundial. Esta información se analizó a partir de métricas determinando nuevas perspectivas teóricas y metodológicas en BSI a nivel del programa y mundialmente en pro del desarrollo sostenible. Finalmente, se proponen nuevos temas de investigación dentro de las tendencias identificadas, que pueden ser llevadas a la línea en contraste con las políticas ambientales y las necesidades del contexto, buscando promover el debate, en el cual se determinará la conveniencia de que estos conocimientos entren a formar parte de la línea de investigación de la Maestría, y así aportar con nuevas interpretaciones y posturas críticas que dinamicen su investigación.

**Palabras clave:** Biosistema Integrado, sostenible, tratamiento de aguas, tratamiento de suelos, residuos sólidos, biodiversidad, residuos peligrosos, energías renovables, contaminación del aire, cambio climático, sistémico, metodología, proceso cíclico, aprovechamiento, políticas.

## Abstract

This thesis is a documentary research which aims to identify trends, development, and current investigation state of the Integrated Biosystems. For the analysis had been used a heuristic and a hermeneutic phase with a mixed methodological approach and a descriptive scope. The database was taken from the university repository to identify the list of the thesis that was submitted as a part of the Integrated Biosystems studies between the years 2007 and 2018. Based on this review, the Integrated Biosystem trending has been identified and also designed search equations that were introduced in the WOS database to let score the Integrated Biosystem worldwide productivity. The results were analyzed based on metrics which let implement new theories and methodological perspectives of Integrated Biosystems, even globally, to keep improving the sustainable development. Finally, new research topics are proposed within the identified trends, which can be brought to the Integrated Biosystems studies, the environmental policies and context, to promote the debate and convenience of this knowledge becoming inside of the Master's degree investigation, and thus to contribute with new interpretations and critical positions to the research.

**Keywords:** Integrated biosystem, sustainable, water treatment, soil treatment, solid waste, biodiversity, dangerous waste, renewable energy, air pollution, climate change, systemic, methodology, cyclical process, use, policies.

# 1. Introducción

La Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano de 1972 en Estocolmo, diseñó lineamientos dinamizadores para la toma de conciencia mundial sobre la relación de interdependencia entre los seres humanos, otros seres vivos y el planeta, vinculando las características y rasgos de la sociedad del momento, con la responsabilidad de transmitirlos de generación en generación. Lo anterior basado en el conocimiento que juega un papel fundamental en los objetivos que se ha trazado el hombre de conocer, comprender y explicar el medio que habita para hacer un uso responsable de los recursos naturales.

La Maestría en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente de la Universidad de Manizales “promueve la generación de conocimiento en torno al Desarrollo Sostenible a través de la investigación y el reconocimiento de experiencias y avances en materia ambiental”. El programa en su estructura curricular incluye líneas de investigación que permiten concentrar las finalidades de investigación en áreas particulares, promoviendo la reflexión y el análisis de los conocimientos, que se desarrollan diariamente, partiendo de un conocimiento acumulado en el cual se recopilan inquietudes, prácticas, teorías construidas y desarrollos tecnológicos, dentro de un contexto interdisciplinario e intradisciplinario.

Una de las líneas de investigación del programa se basa en el estudio de los Biosistemas Integrados (BSI), la cual aporta en la generación de soluciones que posibilitan un incremento en la eficiencia de la utilización de los recursos y cuya finalidad es favorecer el flujo dinámico de materia y energía, tratando las pérdidas y subproductos de una operación, como entradas para otra. Esta línea de investigación cuenta con trabajos de grado finalizados a partir del 2007, donde se han abordado temas sobre los componentes suelo, aire, agua, energía, etc., incentivando en el maestrante el manejo integrado del medio ambiente de la mano de las actividades productivas principalmente. Con el paso de los años han surgido nuevas dinámicas en el contexto científico, que crean la necesidad en la línea en BSI de realizar una actualización de conocimientos, empezando por el rastreo de nuevas perspectivas teóricas y metodológicas en pro del desarrollo sostenible. Por lo tanto en el presente trabajo, se planteó la siguiente pregunta de investigación: ¿cuáles son las contribuciones teóricas y metodológicas en pro del desarrollo sostenible para la línea Biosistemas Integrados, de la Maestría en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente de la Universidad de Manizales?.

Lo anterior contribuirá en la identificación de las tendencias, avances y el estado de la investigación en el campo del conocimiento, fundamentales para promover la dinámica de la línea y el diálogo global. En este sentido se aportarán elementos para la discusión académica del colectivo de la línea que contribuyan en la reflexión sobre el horizonte de desempeño de la misma, con base en la incorporación de los avances científicos que permitan continuar generando un valor agregado en la formación de los profesionales que se encuentran vinculados en la misma. Así se podrían continuar realizando aportes al desarrollo sostenible, como factor dinamizador del cambio social.

De acuerdo con lo anterior, el presente trabajo de investigación pretende identificar las tendencias y el avance de la investigación en Biosistemas Integrados en el periodo 2007 - 2018, además incitar a continuar una retroalimentación constante que genere nuevas hipótesis de investigación, nuevos temas objeto, nuevos horizontes, etc., que vayan de la mano con las políticas y prioridades de la Universidad de Manizales punto indispensable de la gestión y planificación científica.

## **2. Objetivos**

### **2.1 Objetivo general**

Interpretar conceptualmente el estado de las investigaciones realizadas en Biosistemas Integrados, en la Universidad de Manizales y a nivel mundial durante el periodo 2007-2018.

### **2.2 Objetivos específicos**

- Identificar las tendencias de los trabajos de grado, del periodo 2007-2018, realizados en el marco de la Línea de investigación de Biosistemas Integrados en la Universidad de Manizales.
- Analizar las investigaciones en Biosistemas Integrados a nivel mundial en el periodo 2007-2018, mediante indicadores bibliométricos.
- Proponer temas de investigación que puedan ser llevados al contexto de la Línea, basados en su análisis teórico, metodológico e interacción con las políticas vigentes en Desarrollo Sostenible.

## 3. Marco conceptual

### 3.1 Biosistemas integrados

Etimológicamente el término Biosistemas Integrados está conformado por el prefijo “bio” que significa vida y la palabra “sistema” que proviene del griego *syn -histeemi* (mantenerse juntos), con lo cual se identifica un biosistema como algo que se mantiene firme, como un todo compuesto e interconectado; por lo tanto se define como un “conjunto ordenado de componentes o elementos interrelacionados, interdependientes e interactuantes, que tienen por finalidad el logro de objetivos determinados en un plan” (Cojizo et al., 1995). La fusión del prefijo bio y la palabra sistemas, también identifica aquellos elementos que están presentes en la formación de compuestos imprescindibles para la presencia de la vida.

La palabra “integrados” proviene de raíces latinas y se refiere a un hecho completo, conformado por diferentes partes de un todo; la integración se basa en los principios básicos de un sistema donde a través de la observación, clasificación y medición, se controla el Biosistema, entendiendo que todos sus procesos se relacionan entre sí; en la integración el resultado de un proceso es punto de inicio del siguiente y requiere de una retroalimentación constante.

Foo, (2000) reconoce a los Biosistemas Integrados (BSI), como una “herramienta multiusos que puede mejorar la utilización de los recursos y minimizar los insumos externos en los procesos productivos, fortalecer las economías locales para la producción de alimentos, permitir la gestión de residuos sólidos y líquidos, así como crear medios de vida y comunidades sostenibles”.

Serna et al., (2010) define a los Biosistemas Integrados como la unión de dos o más sistemas que mediante la utilización de microorganismos, organismos mayores, animales y plantas consiguen generar productos de valor agregado, convirtiéndose en una estrategia de desarrollo sostenible ya que permite la solución simultánea de varios problemas que involucren las dimensiones económica, social y ambiental; es importante que sus diseños demanden mínimo uso de recursos, menos gerencia y pequeña inversión de capital.

Los Biosistemas integrados son aplicados en la agricultura, silvicultura, acuicultura, y agroindustria, para la producción de alimentos, protección del ambiente, tratamiento de residuos sólidos, líquidos y gaseosos y recuperación de suelos, entre otros. Los Biosistemas integrados involucran los avances en tecnologías de procesos productivos con

utilización de recursos naturales y diferentes formas de energía, en los métodos de la empresa y su administración industriales, en su perspectiva de desarrollo sostenible. Este concepto brinda herramientas conceptuales y tecnológicas que permiten acceder a la metodología innovadora en el campo de la biotecnología, con el fin de propiciar el óptimo aprovechamiento del patrimonio natural.

### **3.1.1 Principios de los sistemas**

Los Biosistemas Integrados se fundamentan en tres principios: integración, equifinalidad y jerarquización.

Jhonson, Kast, y Rosenwing (1973) definen el principio de integración, como fundamental dentro de los BSI, con base en los siguientes criterios: (i) el todo es primero y las partes secundarias. (ii) La integración es la condición de la interrelacionalidad de las muchas partes dentro de un todo. (iii) Las partes así constituidas forman un todo indisoluble en el cual todo o ninguna parte puede ser afectada sin afectar todas las otras partes. (iv) El papel que juegan las partes depende del propósito para el cual existe el todo.

El principio de equifinalidad fundamenta a los BSI en el logro de resultados finales de acuerdo con diferentes condiciones iniciales y de múltiples maneras, con el empleo de diferentes insumos y finalidades (Ludwig & Bertalanffy, 1968).

La jerarquización reconoce que “todo sistema es dependiente de otro y a la vez otros dependen de él. Un sistema está compuesto de subsistemas de orden menor los que a su vez, forman parte de un sistema mayor. Por tanto, existe jerarquía entre los elementos o componentes de todo el sistema” (Sarabia, 1995), permitiendo la interrelación y organización del biosistema.

### **3.1.2 Clasificación de los sistemas**

Los sistemas se clasifican teniendo en cuenta el modo como interactúan con el ambiente y de acuerdo con su constitución. Según el modo como interactúan con el ambiente, los sistemas pueden ser: (i) cerrados, en los cuales no se da un intercambio ni de energía ni información con su medio, éstos también se denominan mecánicos o deterministas (Johansen, 1993). (ii) Los sistemas abiertos propuestos por Von Bertalanffy (1976), los reconocen como “aquellos que mantienen una relación con su entorno interno, el cual influye sobre éstos y que también recibe influencias del entorno externo”, es decir

se trata de sistemas que importan y procesan elementos (energía, materia, información) de sus ambientes siendo esta una característica propia de todos los sistemas vivos.

En cuanto a su constitución los sistemas pueden ser: (i) físicos, los cuales están compuestos por equipos, objetos, maquinaria o cosas reales y se describen en términos cuantitativos de desempeño (Sarabia,1995), y (ii) abstractos, compuestos por conceptos, planes, hipótesis e ideas (Sarabia,1995).

### **3.1.3 Elementos constitutivos**

Un sistema está constituido por entradas, las cuales son los insumos que el sistema recibe del medio circundante. Estas entradas sufren un procesamiento, a través del cual se transforman dando origen a las salidas que se convierten en los resultados del proceso. Las salidas se retornan al ambiente externo. Finalmente la retroalimentación es la acción de retorno al sistema, la cual busca mantener su equilibrio (Sarabia,1995).

Jaramillo (2005) define como elementos constitutivos de un biosistema, aquellos seres vivos organizados en diferentes niveles jerárquicos, entre los cuales se pueden observar niveles intermedios entre sistemas individuales y sistemas poblacionales o comunidades. Los elementos constitutivos de los Biosistemas incluyen (i) las sustancias inorgánicas, las cuales intervienen en los ciclos de materiales (carbono, nitrógeno, dióxido de carbono y agua). (ii) Los compuestos orgánicos, que incluyen componentes de origen biótico con los componentes no bióticos (proteínas, hidratos de carbono, lípidos, compuestos húmicos, etc.). (iii) Elementos climáticos como la radiación solar, la precipitación, temperatura, humedad atmosférica y viento. (iv) Productores, como organismos autótrofos que en su mayoría son vegetales superiores, capaces de realizar fotosíntesis. (v) Consumidores, que incluye organismos heterótrofos especialmente animales fitófagos o zoófagos que ingieren materia orgánica de diverso origen y (vi) desintegradores, que involucran organismos heterótrofos fundamentalmente bacterias y hongos, que tienen la capacidad de degradar los compuestos complejos producidos durante el metabolismo, absorben algunos de los productos de descomposición y liberan sustancias simples susceptibles de ser utilizadas por los productores. Las sustancias orgánicas absorbidas son fuentes de energía o pueden ser inhibidoras o estimulantes para algunos de los componentes vivos del ecosistema.

### **3.2 Desarrollo sostenible y su relación con los Biosistemas Integrados**

En 1987 se realizó el informe titulado “Nuestro futuro común” por la Comisión mundial del medio ambiente y del desarrollo, estableciendo el desarrollo sostenible como pilar para desarrollar o proteger de manera equilibrada las dimensiones económicas, sociales y medio ambientales. Por otra parte, la encíclica *Laudato Si'*, (2015) plantea “el desafío urgente de proteger nuestra casa común, lo cual incluye la preocupación de unir a toda la familia humana en la búsqueda de un desarrollo sostenible e integral, pues las cosas pueden cambiar”. Bajo estos planteamientos el territorio, lugar donde el hombre nace y se desarrolla, es tomado como un sistema compuesto por subsistemas, los cuales se relacionan para determinar lo que sucede dentro de él, permitiendo que desde esta visión sistémica tenga la habilidad de adaptarse a los cambios del entorno y sostenibilidad.

Para lo anterior es necesario entender la relación del territorio como biosistema con el entorno. Luhmann (1998) plantea que “todo sistema tiene un entorno que lo contiene y todo sistema contiene subsistemas, que a su vez contienen elementos que se interrelacionan en diferentes niveles. A esto le precede la tesis de que para cada sistema existe un entorno más complejo que genera un excedente. Dicho excedente de complejidad permite la evolución del sistema, por tanto, existe co-evolución entre sistema y entorno. Es decir que los productos de un subsistema alimentan el otro, construyendo el sistema y dando paso a su desarrollo.

Además, para Arangunen y Wilson (citados por Villatoro, 2018) “las dimensiones económicas, sociales y medio ambientales, son inseparables en un nuevo concepto de competitividad territorial”, permitiendo una acción integradora que de origen al desarrollo sostenible.

Ante la preocupación por el desequilibrio en la sostenibilidad de los recursos económicos, sociales y ambientales, actualmente a nivel mundial se está incorporando el concepto de crecimiento verde, como estrategia dinamizadora de los objetivos de desarrollo sostenible, actuando como pilares la inversión y la innovación, a través de estímulos y transmisión de tecnologías verdes. En Colombia el concepto de crecimiento verde se encuentra enmarcado en el Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018 “Todos por un nuevo país”, que de conformidad con el concepto de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), adopta el concepto como “un enfoque que propende por un desarrollo sostenible que garantice el bienestar económico y social de la población en el largo plazo, asegurando que la base de los recursos provea los bienes y servicios

ambientales que el país necesita y el ambiente natural sea capaz de recuperarse ante los impactos de las actividades productivas” (DNP, 2015), centrándose principalmente en la intersección entre el ambiente y la economía.

Esta estrategia contempla en términos de Biosistemas Integrados dos ejes temáticos; primero, el uso eficiente de los recursos a través de la economía circular y segundo, nuevas oportunidades económicas basadas en el uso sostenible del capital natural a través de la bioeconomía apoyada en las actividades de biotecnología y bioprospección.

Según la Fundación Ellen Mac Arthur (EMF, 2012), la economía circular se trata de un modelo economía industrial intencionalmente restaurador, proyectado para recuperar de forma circular el productos de sus actividades. La economía circular divide el uso de los materiales de la economía en dos flujos: (i) el de los nutrientes biológicos cuyo destino debe ser la reincorporación en los ciclos biogeoquímicos y la constitución de nuevo capital natural; y el de (ii) los nutrientes tecnológicos que deben ser proyectados para circular con el máximo de agregación de valor en ciclos sucesivos, evitando el retorno a la biosfera en forma de disposición en vertederos.

La biotecnología es definida por la OCDE (2005) como la aplicación de los principios de la ciencia y de la ingeniería en el tratamiento de materiales por agentes biológicos, para la producción de bienes y servicios.

Y como apoyo a estos procesos se incorpora la bioprospección, reconocida como la búsqueda sistemática de metabolitos de interés industrial a partir de organismos vivos. La bioprospección debe ser entendida como una forma de generación de conocimiento y de información. En sí misma cumple integralmente con las cinco concepciones principales del desarrollo de una sociedad: la biológica, la económica, la política, la cultural y la integral. De acuerdo con Melgarejo et al., (2002), la bioprospección aporta en la investigación básica, aplicada y generadora de tecnologías, aumentando el bienestar económico y de oportunidades, construye opinión, y derecho a la participación, valora y enriquece la cultura, a través de la difusión de sus resultados.

### **3.3 Antecedentes en el tema**

Como se mencionó en el apartado anterior, en el concepto de BSI confluyen los conceptos emergentes de bioprospección, biotecnología y economía circular principalmente.

Los Biosistemas Integrados, han sido estudiados en varias partes del mundo entre ellos países latinoamericanos, la isla de Fiji y el Pacífico Sur, donde es reconocido George Chan, por sus trabajos en BSI de biomasa desde 1994, ubicándolos como herramienta generadora de desarrollo sostenible (Pauli, 2016). En Australia autores como Peterson, Kumar, McVeigh, Tay, Gooley y Gavine (Warburton et al., 2002), han realizado aportes en la agricultura con riego, a partir de la acuicultura, cultivos hidropónicos y modernas tecnologías en los viveros. En Europa surgió como tema relacionado con los BSI la Ingeniería de Biosistemas a partir de estudios previos y la determinación de tendencias encontradas en Estados Unidos y Canadá, extendiéndose en el campo de la bioingeniería y la tecnología en el sector agrario motivando la actualización de las líneas de investigación y los estudios de doctorado. Aún hay muy pocos programas universitarios en Ingeniería de Biosistemas, debido a que está en sus primeras fases de desarrollo (Ayuga et al., 2009).

En cuanto a la biotecnología ésta surgió a partir de una fase pre-científica basada en la obtención empírica de alimentos fermentados; posteriormente con el reconocimiento de los microorganismos y la formalización de los estatutos paradigmáticos de la microbiología por Pasteur (Sánchez, 1995), ésta se integró al paradigma de la ingeniería genética para comprender las leyes de la herencia (Watson y Crick, 1953) y su aplicación en el mejoramiento de organismos. Posteriormente con el descubrimiento de las ómicas, se dio paso a la posibilidad de análisis de información proveniente del genoma, metagenoma y vías metabólicas, principalmente, con lo cual se reorientó el enfoque de la biotecnología. Paralelamente, se ha desarrollado la línea de trabajo en modelos matemáticos que permiten predecir el comportamiento de los sistemas biotecnológicos. Así, actualmente se estudian los dos sub-sistemas que hace parte de los bioprocesos, la célula y su medio externo, con miras al aprovechamiento de estos sistemas (Martínez, 2018).

Los estudios de bioprospección transversalizan los sectores económico, social, ético y político. En este contexto se han realizado investigaciones que han permitido el desarrollo de la industria farmacéutica principalmente. Sin embargo, los estudios no han sido efectivos en la promoción de la conservación de la biodiversidad, ni de la distribución justa y equitativa de los beneficios entre las comunidades que están en torno a la misma (Gómez, Morán & Méndez, 2014). En este sentido existe un reto primordial, en el cual se logre el estudio de los Biosistemas, con base en el uso del potencial de la biodiversidad asociada a cada uno y con el cumplimiento de los requisitos planteados.

De otra parte, es importante resaltar los esfuerzos que se han realizado por los grupos de investigación adscritos al Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación

en el país, relacionados con investigaciones en temas que soportan el estudio de los BSI. En investigación realizada por Duarte y Velho (2009), se evaluaron las capacidades científicas y tecnológicas de Colombia para adelantar prácticas de bioprospección. Según los resultados de la investigación en Colombia se contaba hace 10 años con 71 grupos de investigación produciendo conocimiento en el tema de bioprospección. De estos grupos el 72% contaba con reconocimiento por parte del Sistema Nacional de Ciencia Tecnología e Innovación. Con relación a la filiación institucional de estos grupos, el 80% pertenecían a Universidades, el 15% a centros de investigación y el 2,8% a empresas privadas. Las principales áreas temáticas que estos grupos trabajaban estaban relacionadas con química y bioquímica (28), biología (12), microbiología (7), agronomía (5), farmacia y farmacología (5), fisiología y genética (4), botánica (3), ecología (3), medicina (2), ciencia y tecnología de alimentos (1) y derecho (1). Además de estos grupos de investigación, se identificaron al menos otros 100 grupos que indirectamente trabajan en bioprospección, debido a que enfocan sus acciones en áreas de biotecnología, biodiversidad, conocimiento tradicional, recursos genéticos y recursos naturales. Lo anterior muestra una tendencia que aún se conserva por la trayectoria de los grupos de investigación que aún continúan desempeñándose en el campo, debido a que son temas de largo aliento en los cuales los desarrollos requieren de continuidad para alcanzar los objetivos.

Colciencias en la última medición de grupos del 2017, clasificó 5207 grupos, en las categorías: A1 (523), A (762), B (1168), C (2113) y reconocidos (641) (Colciencias, 2019). Estos grupos están distribuidos en los programas nacionales de Ciencia, Tecnología e Innovación, de los cuales se estima que el programa más relacionado con las temáticas de BSI es el de “Ciencia, tecnología e innovación en ambiente, biodiversidad y hábitat”, al cual están adscritos el 6% de los grupos clasificados en la medición del 2017. Cada programa se clasifica a su interior en una gran área de acuerdo con la clasificación de la OCDE. De esta forma el programa de Ciencia, tecnología e innovación en ambiente, biodiversidad y hábitat cuenta con 143 grupos en ciencias naturales, 108 grupos en ingeniería y tecnología, 28 grupos de investigación en humanidades, 25 grupos en ciencias sociales y 18 grupos en ciencias agrícolas. Adscritos a este programa están 917 investigadores con formación profesional (0,87%), de maestría (35,55%) y de doctorado (63,58%). Lo anterior demuestra el potencial y las capacidades que tiene el país para trabajar en temas relacionados con los BSI.

En este contexto la Universidad de Manizales en el marco de la Maestría en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente creó la línea en Biosistemas Integrados en el 2007,

con el objetivo de lograr la articulación entre los avances de la Biotecnología y la Bioingeniería, con el Desarrollo Social y Humano y lógicamente con el Desarrollo Sostenible, como se evidencia en el documento estructural de la línea (Línea Biosistemas Integrados, 2007, p.3).

### **3.4 Estudios de revisión documental y bibliométricos**

Según Camps (2007), “la bibliometría es la ciencia que permite el análisis cuantitativo de la producción científica a través de la literatura, estudio de la naturaleza y el curso de una disciplina científica”. Esta permite evidenciar el recorrido de la comunicación escrita o literatura de carácter científico, con el apoyo de indicadores bibliométricos. Este es un método cuantitativo que puede determinar el crecimiento en un área científica, estimando la cantidad de trabajos publicados, la colaboración de autores, países, número de citas recibidas, años de publicación, entre otros. Los estudios de revisión documental permiten estar en constante actualización con mirada global, permitiendo abordar de una manera crítica la solución a las necesidades que presenta la sociedad de hoy. Estos estudios se desarrollan en dos fases, heurística y hermenéutica.

#### **3.4.1 Fase heurística**

En esta fase se indagan documentos científicos provenientes de bases de datos o fuentes históricas de información. Lo anterior permite contextualizar los temas, clasificar los tipos de texto, autores, metodologías, marcos de referencia, los conceptos y las conclusiones; de esta manera se puede elaborar y organizar el material consultado.” Chacón, Herrera y Villabona (2013), proponen una metodología para el desarrollo de esta fase que considera la preparación, exploración, descripción, formulación, recolección y selección de información.

#### **3.4.2 Fase hermenéutica**

A través de esta fase se realiza la síntesis de la información que se ha obtenido en las fichas bibliográficas. La información se lee y clasifica pasando a la multiplicidad del pensamiento llevándolo a la interpretación, análisis y reflexión crítica. Se procesa la información recopilada utilizando para ello tablas, figuras estadísticas, árboles problema

etc. Así se determinan las tendencias y los avances, en relación con las políticas vigentes propias del tema de estudio. Chacón, Herrera y Villabona (2013), proponen para el desarrollo de esta fase los pasos de interpretación, construcción teórica y publicación.

La información es el principal insumo en este tipo de estudios. Actualmente, se disponen de bases de datos que permiten y facilitan la búsqueda de información. Para este estudio se utilizó la base de datos *Web of Science* (WOS).

#### 3.4.2.1 *Web of Science*

La base de datos está bajo la dirección de la compañía Thomson Reuters, fue creada en 1900, y está conformada por diez índices que incluyen información recopilada de miles de revistas académicas, libros, colecciones, informes y conferencias, entre otras muchas fuentes. Abarca por completo más de 12.700 importantes revistas de impacto a nivel mundial, busca en más de 62 millones de registros, más de 1 billón de referencias citadas. Incluye todos los campos de investigación: 251 categorías temáticas, permite realizar una selección neutral y objetiva. La compañía Thomson Reuters evalúa más de 3.300 editoriales, tienen cobertura de publicaciones globales en más de 80 países y en 32 idiomas. Incluye 3.100 revistas de acceso abierto (incluye SciELO, KJD, RSCD, Medline.) y 2.460 revistas acceso abierto WOS CC (Mangan, 2016).

El análisis de información se realiza a través de recopilación de información como fuentes documentales, bibliométricas y estadísticas. Como apoyo al estudio bibliométrico, se utiliza las métricas que ofrece la *Web of Science*, además se manejan diferentes herramientas para el análisis de conocimiento.

#### 3.4.3 ***Ecuaciones de búsqueda y operadores Booleanos***

Las ecuaciones de búsqueda permiten la consulta más exacta en las bases de datos. Las ecuaciones están estructuradas por descriptores o palabras clave, relacionadas con los operadores de búsqueda y por símbolos reservados. Los principales operadores empleados son:

AND (i): Todos los términos de búsqueda deberán presentarse en los registros de documentos para que éstos sean recuperados. TEMA: **aspartame AND cáncer**. Recupera documentos conteniendo tanto aspartame como cáncer.

OR (= o): Recupera documentos que contienen por lo menos uno de los términos o todos los términos. TEMA: **aspartame OR saccharine OR sweetener**.

NOT (=no): TEMA: **aids NOT hearing**. Recupera documentos con aids, que no incluyan hearing.

PARENTESIS (): Se utilizan cuando la sentencia de búsqueda incluye tres o más términos a fin de controlar como se va a ejecutar la búsqueda pues sin paréntesis la búsqueda se hace de izquierda a derecha mientras que con paréntesis, las palabras incluidas se buscan primero y sobre el resultado de esta búsqueda se realiza la siguiente.

Ej.: education or teaching and technology or computers

**(education or teaching) and (technology or computers)**

## 4. Materiales y métodos

La metodología utilizada en el desarrollo de este proyecto constó de dos fases, una heurística y otra hermenéutica, las cuales se relacionan en la Figura 1.

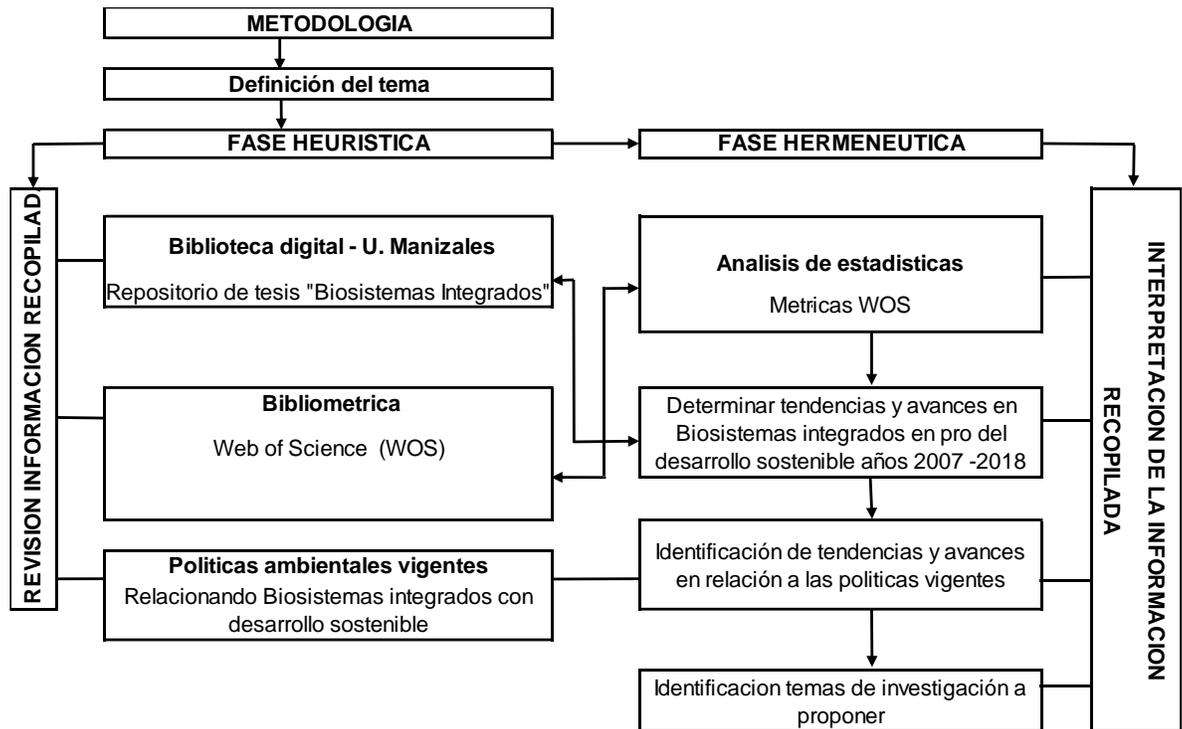


Figura 1. Metodología general de la investigación.

### 4.1 Fase heurística

#### 4.1.1 Identificar las tendencias de los trabajos de grado, del periodo 2007-2018 realizados en el marco de la Línea de investigación de Biosistemas Integrados en la Universidad de Manizales

Se realizó consulta y recopilación de los trabajos de grado de la Maestría en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente de la Universidad de Manizales, a través del repositorio de la biblioteca institucional, identificando los que estaban adscritos a la línea en BSI hasta diciembre de 2018. La información de los trabajos de grado se sistematizó en una matriz, que permitió consolidar la siguiente información: nombre de los maestrantes,

título de los trabajos de grado, fecha de publicación, zonas geográficas abordadas, nombre de los directores y resumen del trabajo.

A partir del análisis de esta información, se identificaron las tendencias de las investigaciones elaboradas por los estudiantes de la Maestría en el marco de la línea. Posteriormente las tendencias se agruparon, teniendo en cuenta las afinidades conceptuales y de política ambiental, para identificar las categorías de conocimiento que son abordadas en las tesis de maestría, con sus respectivas temáticas.

Igualmente se realizó el análisis de las tendencias metodológicas abordadas en las tesis, diferenciando el número de tesis que abordan la perspectiva ingenieril-tecnológica y el número de tesis con perspectiva biológica-ecológica.

Finalmente, a través del empleo de Google académico se identificó el número de citas que se han realizado a estos trabajos de grado como uno de los indicadores de impacto en la comunidad científica.

#### **4.1.2 Análisis de las investigaciones en Biosistemas Integrados a nivel mundial en el periodo 2007-2018, mediante indicadores bibliométricos**

Con el fin de identificar los descriptores a emplear en la formulación de las ecuaciones de búsqueda, se realizó inicialmente un rastreo general en la plataforma *on-line Web of Science* (WOS) y en las bases de datos ScienceDirect, Springer y en el buscador Google académico. Como se mencionó esta consulta se realizó para tener una aproximación al tema, depurar los descriptores y evidenciar las tendencias en las búsquedas obtenidas. El rastreo se realizó utilizando las palabras clave o descriptores, “integrated biosystems” y “Biosistemas integrados”, en los últimos cinco años (2013-2017). Es importante aclarar que no se emplearon operadores booleanos en este primer rastreo.

Posteriormente se realizó la búsqueda de las investigaciones a nivel mundial, objeto de este estudio en la WOS, utilizando ecuaciones de búsqueda estructuradas a partir de los descriptores *integrated biosystems*, *bioeconomy*, *circular economy*, *biosprospection*, *bioremediation*, *white biotechnology*, así como con las tendencias identificadas en las tesis publicadas en el repositorio de la Universidad de Manizales articuladas a la línea Biosistemas Integrados. Se emplearon filtros en las búsquedas, para seleccionar solo artículos científicos generados entre los años 2007 y 2013.

Con la información recolectada se identificaron las siguientes métricas:

- Productividad y tendencia por años.
- Autores más citados.
- Productividad por idioma.
- Frecuencia de citas recibidas por título.
- Países más productivos en publicación del tema.
- Principales sublíneas de investigación.

#### ***4.1.3 Identificación de las políticas ambientales relacionadas con el Desarrollo Sostenible***

Se realizó la recopilación de las normatividades nacionales, que están relacionadas con el Desarrollo Sostenible de los diferentes recursos que son objeto de estudio de la línea en Biosistemas Integrados. Adicionalmente, se incluyeron las principales políticas internacionales que son referencia en el tema.

## **4.2 Fase herméutica**

#### ***4.2.1 Proposición de temas de investigación que puedan ser llevados al contexto de la Línea, basados en el análisis teórico, metodológico e interacción con las políticas vigentes en Desarrollo Sostenible***

A partir del contraste de las tendencias de investigación abordadas en la línea, las categorías de conocimiento identificadas en la línea, los avances científicos encontrados a nivel mundial y las políticas relacionadas con el Desarrollo Sostenible, se identificaron los pilares básicos de comprensión de la línea, para la articulación de los temas que pueden ser llevados a la línea. Lo anterior para contribuir en el fortalecimiento conceptual de la línea de investigación en Biosistemas Integrados.

## 5. Resultados y discusión

### 5.1 Identificación de las tendencias de los trabajos de grado, del periodo 2007-2018 realizados en el marco de la Línea de investigación de Biosistemas Integrados en la Universidad de Manizales

A partir de la matriz en Excel, con la recopilación de la información de los trabajos de grado de la Maestría adscritos a la línea en Biosistemas Integrados, disponibles en el repositorio de la biblioteca de la Universidad de Manizales hasta diciembre de 2018, se evidenció un total de 109 trabajos de grado, de los cuales 107 se realizaron en el territorio nacional y dos a nivel internacional con una participación total de 150 maestrantes (Anexo 1).

Se observó que el primer trabajo de grado adscrito a la línea fue en el año 2007, y solo hasta el 2013 se apreció una activación de la producción de la línea con 22 trabajos, con un pico de producción en el 2014 (26 tesis). El comportamiento en los años siguientes se mantuvo estable, hasta el 2017 en el cual se aprecia una tendencia al descenso, y en el 2018 solo se registra un trabajo en el repositorio, probablemente porque éste debe estar en proceso de actualización (Figura 2).

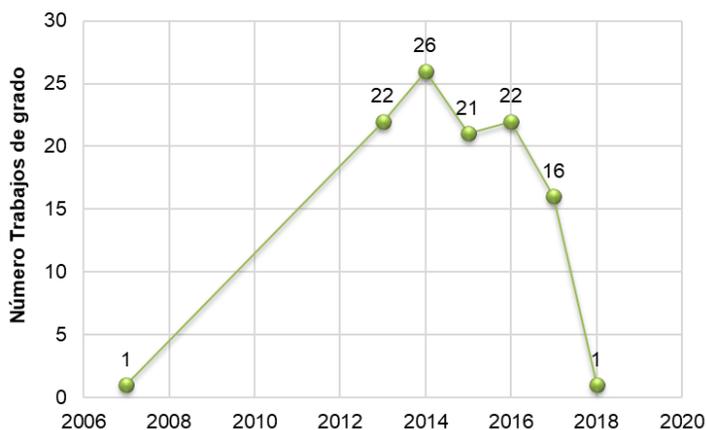


Figura 2. Distribución de los Trabajos de grado adscritos a la línea de BSI, entre el 2013 y 2018.

El Plan Nacional de Desarrollo (2014-2018) planteó la política de desarrollo productivo del país apostándole a las regiones, dejando como pilar el uso sostenible y eficiente de sus ventajas comparativas y competitivas; adicionalmente, existe una oferta

más amplia de bienes y servicios para atender a un consumidor más exigente y globalizado, donde el conocimiento, la producción científica, tecnológica y la innovación son el eje central de la competitividad. En este contexto el talento humano es fundamental para el desarrollo productivo, con lo cual la Universidad de Manizales a través de la línea de Biosistemas Integrados ha tenido la posibilidad de ampliar su cobertura a nivel nacional con los trabajos de grado desarrollados en el marco de la Maestría en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente; aportando en la identificación de problemáticas actuales, y en la proposición de alternativas de solución para las mismas. De acuerdo con lo anterior se identificaron 102 trabajos de grado que tuvieron como énfasis el diagnóstico, y con los cuales se ha determinado la línea base para la construcción de nuevas metodologías que promuevan el desarrollo en las regiones. Adicionalmente se encontraron cuatro trabajos de grado donde se llegó a la fase de diseño y tres que llegaron a implementación de alternativas, trascendiendo en un desarrollo tecnológico para mejorar las condiciones o garantizar la sostenibilidad en los departamentos de Cundinamarca, Quindío y Cesar (Figura 3).

“La capacidad de producción de nuevo conocimiento y de desarrollo tecnológico se encuentra relacionada con las características del capital humano con el que cuenta un país. Por lo tanto, la formación del capital humano altamente calificado se convierte en un factor que determina la calidad y producción de nuevo conocimiento” (Dae-Bong, 2009), que impacta el desarrollo de los territorios. En este sentido, al analizar la información recolectada se identificó el número de trabajos de grado realizados por departamento (figura 3). El mayor número de Trabajos de grado de la Maestría, están concentrados en Cundinamarca (15) y Caldas (13), seguidos de Valle (10), Chocó y Huila (7), Cauca (6), Nariño y Boyacá (5) y con una menor representatividad de trabajos en los departamentos de Amazonas, Caquetá, Casanare, Córdoba, Guainía, Magdalena, Meta, Sucre y Norte de Santander (1 trabajo en cada departamento).

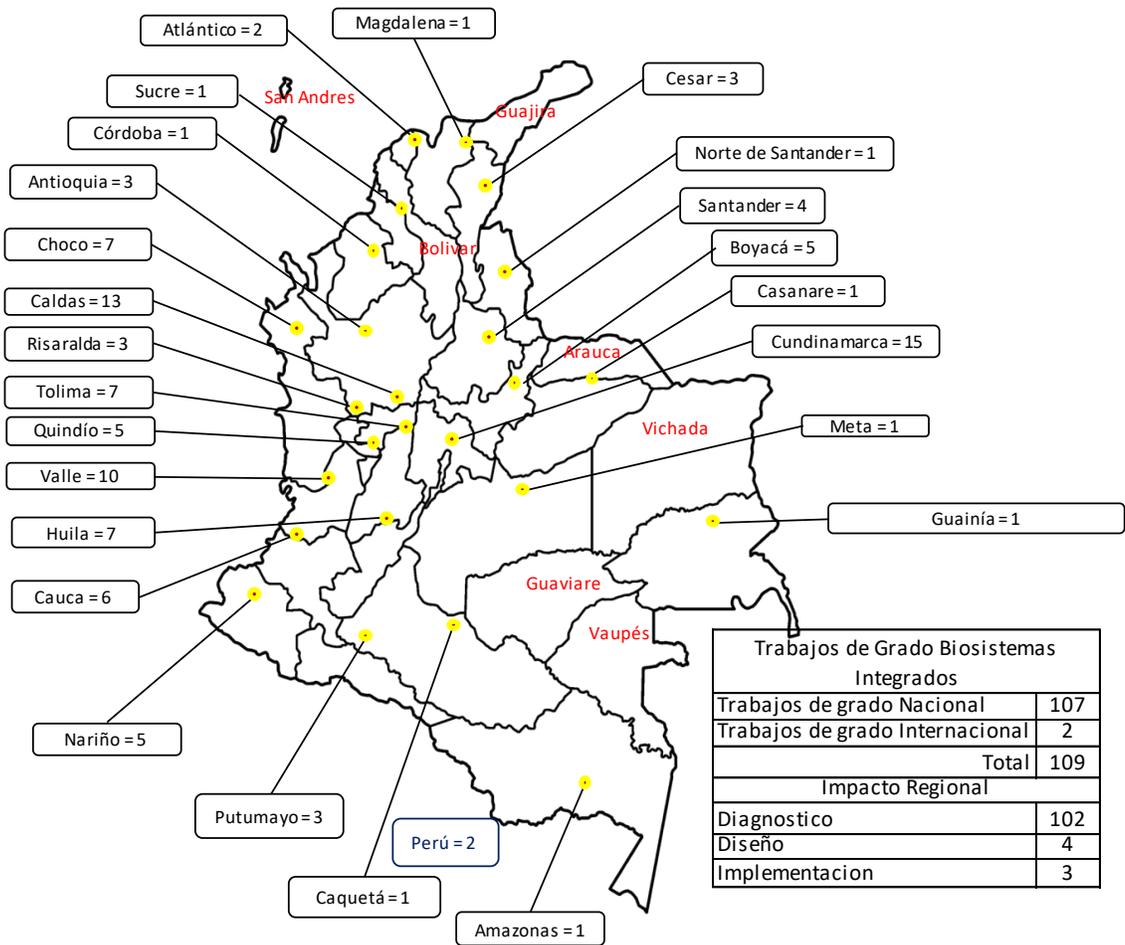


Figura 3. Número de Trabajos de grado distribuidos de acuerdo con las zonas de cobertura por departamento.

Posteriormente, a través del análisis de los resúmenes de las Tesis, se identificaron las principales tendencias abordadas en los trabajos de grado. En este sentido se encontraron ocho tendencias, las cuales fueron descritas con los temas de investigación que se consideran en cada una.

**5.1.1 Tendencia N. 1. Aprovechamiento sostenible de la biodiversidad**

Esta tendencia representa el 16% de los trabajos de grado en la línea de BSI, donde la sublínea de investigación más trabajada son los sistemas productivos que utilizan la diversidad genética como uno de los criterios de manejo y la sublínea menos trabajada

incluye el desarrollo de biotecnologías sustentadas en el uso y mejoramiento de variedades autóctonas (Tabla 1).

### 5.1.2 Tendencia N. 2. Cambio climático

Esta tendencia abarca el 11% de los trabajos de grado. Se apreció que la sublínea más investigada en esta tendencia son la protección y conservación del medio ambiente; existe un potencial por desarrollar en la investigación en huella ecológica (Tabla 1).

Tabla 1. Sublíneas relacionadas en las tendencias 1 y 2 identificadas en los trabajos de grado de la línea en BSI.

1. Aprovechamiento sostenible de la biodiversidad	N° TG	2. Cambio climático	N° TG
a. Uso de sistemas de aprovechamiento sostenible de los componentes de la diversidad biológica (plantas, animales, microorganismos existentes, variedad de ecosistemas, diferencias genéticas dentro de cada especie, cromosomas, genes y ADN).	4	a. Tecnologías para reducción de emisiones de carbono	2
b. Sistemas productivos que utilicen la diversidad genética como uno de los criterios de manejo.	5	b. Sistemas de producción agropecuaria, forestal y pesquera más adaptados a altas temperaturas	4
c. Establecimiento de programas de acuicultura, zootecnia, piscicultura, cultivo y manejo de frutas y plantas comestibles, agroforestería y medicina tradicional.	4	c. Huella ecológica	1
d. Desarrollo de biotecnologías sustentadas en el uso y mejoramiento de variedades autóctonas.	1	d. Protección y conservación del medio ambiente	5
e. Fortalecimiento de procesos de inventario y monitoreo de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos.	3		
Total	17	Total	12

Nota: N° TG = Numero de trabajos de grado.

### 5.1.3 Tendencia N. 3. Contaminación del aire

El 5% de los trabajos de grado corresponden a esta tendencia. Ésta incluye investigaciones en reducción de gases efecto invernadero, reducción de las liberaciones de contaminantes orgánicos persistentes y eliminación de sustancias agotadoras de la capa de ozono (Tabla 2).

#### **5.1.4 Tendencia N. 4. Eficiencia energética y energías renovables no convencionales**

Esta tendencia abarca el 6% de los trabajos de grado; en esta tendencia se investiga más en aprovechamiento y uso de la biomasa, mostrando menos énfasis en fuentes de energía renovable y eficiencia energética (Tabla 2).

Tabla 2. Sublíneas relacionadas en las tendencias 3 y 4 identificadas en los trabajos de grado de la línea en BSI.

<b>3. Contaminación del aire</b>	<b>N° TG</b>	<b>4. Eficiencia energética y energías renovables no convencionales</b>	<b>N° TG</b>
a. Eliminación de sustancias agotadoras de la capa de ozono	1	a. Aprovechamiento y uso de la biomasa	4
b. Reducción de Gases de Efecto Invernadero	2	b. Fuentes de energía renovable	1
c. Reducción de las liberaciones de Contaminantes Orgánicos Persistentes	2	c. Eficiencia energética	1
Total	5	Total	6

Nota: N° TG = Numero de trabajos de grado.

#### **5.1.5 Tendencia N. 5. Gestión integral del recurso hídrico**

Esta tendencia incluye el 23,8% de los trabajos de grado de la Maestría. En esta tendencia se investiga más en reducción de la contaminación del recurso hídrico, con menor énfasis en trabajos relacionados con sistemas urbanos ahorradores del recurso agua (Tabla 3).

#### **5.1.6 Tendencia 6. Manejo integrado del suelo**

Esta tendencia ejecuta principalmente proyectos para la recuperación y rehabilitación del suelo (Tabla 3). Se incluye el 8,25% de los trabajos de grado de la Maestría.

### 5.1.7 Tendencia 7. Gestión Integral de Residuos Sólidos (GIRS)

Se identificó el aumento en el tema metodologías para la reutilización, aprovechamiento, tratamiento y disposición final de residuos sólidos (Tabla 4), abarcando el 27% de los trabajos de grado.

### 5.1.8 Tendencia 8. Gestión Integral de desechos peligrosos

Esta tendencia presenta un aumento en la sublínea diseño e implementación de instrumentos normativos y técnicos para las actividades que involucran el manejo de sustancias y residuos peligrosos (Tabla 4); el 5% de los trabajos de grado corresponden a esta tendencia.

Tabla 3. Sublíneas relacionados en las tendencias 5 y 6 identificadas en los trabajos de grado de la línea en BSI.

5. Gestión integral del recurso hídrico		N° TG	6. Manejo integrado del suelo		N° TG
a.	Sistemas urbanos ahorradores del recurso agua	1	a.	Proyectos para la recuperación y rehabilitación del suelo	7
b.	Mejoramiento de la calidad del recurso hídrico	6	b.	Mejoramiento de procesos productivos	2
c.	Reducción de la contaminación del recurso hídrico	16			
d.	Huella hídrica azul y gris	3			
Total		26	Total		9

Nota: N° TG = Numero de trabajos de grado

Tabla 4. Sublíneas relacionadas en las tendencias 7 y 8 identificadas en los trabajos de grado de la línea en BSI.

7. Gestión Integral de Residuos Sólidos (GIRS)		N° TG	8. Gestión Integral de desechos peligrosos		N° TG
a.	Metodologías para la reutilización, aprovechamiento, tratamiento y disposición final de residuos sólidos	27	a.	Tratamiento y disposición final de los Respel	2
b.	Desarrollo de instrumentos técnicos y normativos	2	b.	Diseño e implementación de instrumentos normativos y técnicos para las actividades que involucran el manejo de sustancias y residuos peligrosos	3
Total		29	Total		5

Nota: N° TG = Numero de trabajos de grado

La Figura 4, presenta la frecuencia del número de trabajos de grado relacionados con cada tendencia. Se puede apreciar que las sublíneas de investigación más abordadas corresponden a la tendencia de Gestión Integral de Residuos Sólidos (29 trabajos de grado) y las menos abordadas, pero no menos importantes, están incluidas en las tendencias Contaminación del aire y Gestión Integral de desechos peligrosos, cada uno con cinco trabajos de grado.

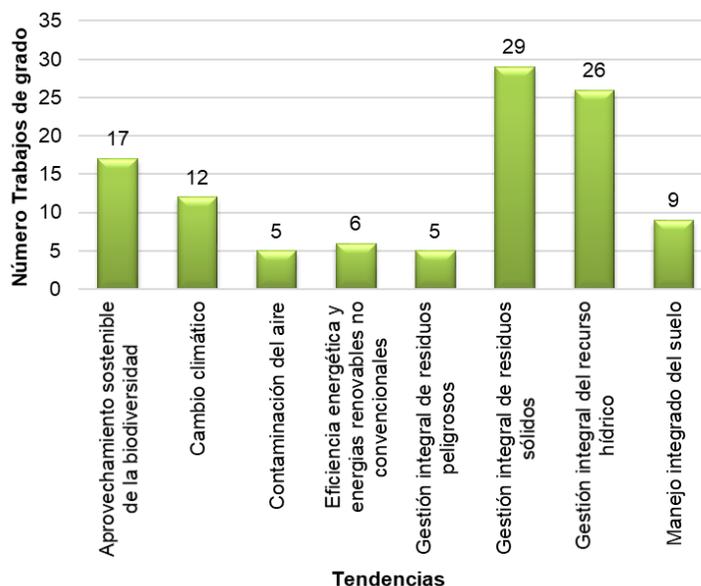


Figura 4. Número de trabajos de grado, vinculados a las tendencias de investigación identificadas en las Tesis de Maestría, y articuladas a la línea de BSI.

A partir de las tendencias identificadas se proponen tres categorías de conocimiento, para el abordaje de la línea de investigación.

Categoría 1. Aprovechamiento sostenible de la biodiversidad: esta categoría incluye el manejo integrado del suelo.

Categoría 2. Adaptación al cambio climático: se relacionan los estudios de contaminación del aire, eficiencia energética y gestión integral del recurso hídrico.

Categoría 3. Tecnologías para los Biosistemas integrados: incluye los estudios de gestión integral de residuos sólidos y gestión integral de residuos peligrosos.

Finalmente, a través del empleo de Google académico se identificó el número de citas que se han realizado a estos trabajos de grado. Se evidencia que los trabajos de investigación más enlazados por otras páginas (más citados), se sitúan en la tendencia gestión integral de recurso hídrico generado (mayor *PageRank* de Google con respecto a los de las otras tendencias) (Figura 5).

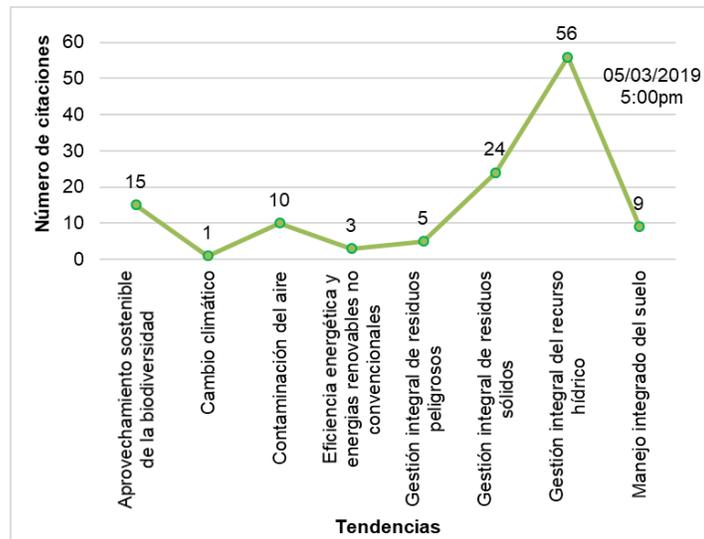


Figura 5. Número de citas que se han realizado a los trabajos de grado a través del empleo de Google académico.

## 5.2 Análisis de las investigaciones en Biosistemas Integrados a nivel mundial en el periodo 2007-2018, mediante indicadores bibliométricos

### 5.2.1 Análisis preliminar

La indagación preliminar del estado del arte relacionado con la denominación de la línea, en las bases de datos *Web of Science* (WOS), ScienceDirect; Springer y en el buscador Google académico, se realizó sin la utilización de ecuaciones, solo se utilizaron los descriptores, “integrated biosystems” y “Biosistemas integrados”

#### 5.2.1.1 Resultados obtenidos con el empleo del descriptor: *integrated biosystems*

Se reportan resultados, en los cuales los títulos son inespecíficos para el descriptor empleado. Por lo tanto, se analizaron los resúmenes para realizar una selección más armonizada, con el descriptor utilizado. De acuerdo con el rastreo bibliográfico realizado se

evidenció un número muy limitado de artículos resultado de investigación, en los cuales se desarrolle o aplique ampliamente el concepto de “integrated biosystems”. En los resultados encontrados es importante resaltar el surgimiento de una nueva disciplina en Europa denominada “ingeniería de biosistemas”, la cual integra los conceptos de la ingeniería con los de las ciencias agrarias, medioambientales y la biología aplicada. Esta propuesta surgió desde el 2007 a través del programa ERASMUS, con el fin de proponer nuevos campos que dieran respuesta a las demandas sociales actuales, y de esta manera estructurar doctorados con mayor interdisciplinariedad para que apoyen el desarrollo económico de los países. Las materias emergentes desarrolladas en las primeras cohortes de este programa, se armonizan con los fundamentos de los biosistemas integrados. Algunos de los documentos a resaltar en esta búsqueda se relacionan en la (Tabla 5). En esta búsqueda se logra evidenciar que la base de datos WOS, arroja resultados, por lo tanto, debido a su contenido multidisciplinar e información de alto nivel académico y científico, se decide utilizarla para determinar las tendencias en Biosistemas integrados a nivel mundial.

Tabla 5. Principales documentos relacionados con el descriptor *integrated biosystems*.

<b>Título</b>	<b>Autores</b>	<b>Revista- Año</b>
Time-frequency analysis for biosystems engineering	Marchant, BP.	Biosystems engineering Volume: 85 Issue: 3 Pages: 261-281 DOI: 10.1016/S1537-5110(03)00063-1 Published: JUL 2003
Engineering precision into variable biological systems	Day, W	Annals of applied biology Volume: 146 Issue: 2 Pages: 155-162 DOI: 10.1111/j.1744-7348.2005.040064.x Published: 2005
A qualitative study of a course trilogy in biosystems engineering design	Friesen, M; Taylor, KL; Britton, MG.	Journal of engineering education Volume: 94 Issue: 3 Pages: 287-296 DOI: 10.1002/j.2168-9830.2005.tb00853.x Published: JUL 2005
Integrated framework of nonlinear prediction and process monitoring for complex biological processes	Yoo, Chang Kyoo; Lee, In-Beum	Bioprocess and biosystems engineering Volume: 29 Issue: 4 Pages: 213-228 DOI: 10.1007/s00449-006-0063-2 Published: OCT 2006
Designing the first biosystems engineering program in China	He, Y.;Fang, H.; Feng, L.; Zhao, W, Ying, Y; Cuello, JL	Applied engineering in agriculture Volume: 23 Issue: 6 Pages: 849-855 Published: NOV 2007
Sustainability and performance in the treatment of waste of the swine activity	Soerger, EM; Oliveira,	Revista metropolitana de sustentabilidade. Vol. 6 (2). Pp. 113-161- 2016.

The "threads" of biosystems engineering	EADQ; de Moraes, MB. Briassoulis, D; Gallego, E; Pantaleo, AM; Holden, NM; Owende, P; Ting, KC; Mallikarjunan, K.	Transactions of the asabe Volume: 5 Issue: 1 Pages: 307-330 Published: JAN-FEB 2014
Chapter 11 –Thermodynamic Aspects of Engineering Biosystems Plant microbial fuel cells: a promising biosystems engineering	Stanisław Sieniutycz  RoshanRegmi	Thermodynamic Approaches in Engineering Systems 2016, Pages 515–560 Renewable and sustainable energy reviews <a href="https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.03.064">https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.03.064</a> rights and content Volume 76, September 2017, Pages 81-89
Chapter 3 –Biosystems Heat And Mass Transfer	Majid Ghassemi; Azadeh Shahidian	Nano and Bio Heat Transfer and Fluid Flow 2017, Pages 31–56
Aquatic Biosystems: Applications In Aquacultural Engineering As A Sustainable Technology	Genaro M. Soto-Zarazúa, J. Fernando García-Trejo, Manuel Toledano-Ayala, Edgar Rivas-Araiza	Biosystems Engineering: Biofactories for Food Production in the Century XXI pp 277-287

### 5.2.1.2 Resultados obtenidos con el descriptor: biosistemas integrados

La tendencia general de los resultados encontrados en Google académico empleando este descriptor, recoge artículos de generación de contenido, ponencias y documentos digitales (documentos de trabajo) en los cuales se mencionan una o dos veces el descriptor de biosistemas integrados, pero no desarrollan su concepto en términos más amplios. La procedencia de los documentos principalmente es de Colombia, México y Brasil (Tabla 6). La búsqueda en las demás bases de datos y plataformas, no arrojó resultados.

Tabla 6. Principales documentos relacionados con el descriptor biosistemas integrados.

Título	Autores	Revista- Año
Utilização De Biodigestores Em Pequenas E Médias Propriedades Rurais Com Ênfase Na Agregação De Valor: Um Estudo De Caso Na Região De Toledo-Pr	Rita María Bedran Leme Gaspar	Universidade Federal De Santa Catarina Programa De Pós-Graduação Em Engenharia De Produção E Sistemas. 2003
Agricultura Urbana En La Ciudad De México Y Su Área Conurbada: Situación Y Perspectivas	Ramón Soriano Robles	Revista Agraria- Nueva época. Año II. Vol. 1. N. 1. Enero- abril 2005.
Experiencias En El Cultivo Experimental De Algas Rojas En El Caribe Y Pacífico De Colombia	Enrique Javier Peña Salamanca; Ricardo Álvarez León	Manizales, 2006-08-07 (Rev. 2006-12-15) Revista Luna Azul
Cultura Organizacional, Inovação E Gestão Ambiental: Integrando Conceitos Para A	Charbel José Chiappetta Jabbour; Sonia	Revista de Engenharia e Tecnologia. Vol. 3 (3). 2011.

Edificação De OrganizaçÕEs Sustentáveis	Valle Walter Borges de Oliveira; Rosani de Castro	
Energías Alternativas En Colombia, Con Énfasis En Los Biosistemas Integrados	Ricardo Álvarez León	Revista Asuntos. Número 23 - 2012
Resultados Preliminares Del Cultivo Experimental De <i>Gracilaria Verrucosa</i> (Hudson) Papenfuss (=G. <i>Caudata</i> J. Agardh) (Rhodophyta: Gracilariaceae) En La Costa Caribe De Colombia	Jairo Napoleón Molina-Vargas; Ricardo Álvarez-León	Rev. Acad. Colomb. Cienc. 38(146):79-87, enero-marzo de 2014
Agricultura Urbana En México: Situación Y Perspectivas	Ramon Soriano Robles	Documento de trabajo: <a href="http://www.uaaan.mx/postgrado/images/files/hort/simposio5/01-agric_urbana.pdf">http://www.uaaan.mx/postgrado/images/files/hort/simposio5/01-agric_urbana.pdf</a>
Estudo De Sistema Integrado De Gestao Tecnológica E Bioeconomía: Inovacao De Productos De Frutas Tropicais E Bioenergía.	Pannirselvam, P.V.; Tamil, S.S.; Mathias, J.M.; Tamil, S.S.	5th academic International Workshop advances in cleaner production. Sao Paulo, Brazil. May 20 a 22 de 2015. Disponible en: <a href="http://www.advancesincleanerproduction.net/fifth/files/sessoes/6B/2/pannirselvan_et_al_academic_02.pdf">http://www.advancesincleanerproduction.net/fifth/files/sessoes/6B/2/pannirselvan_et_al_academic_02.pdf</a>
Los Estudios De Tercer Ciclo De La Disciplina Emergente De "Ingeniería De Biosistemas" En Europa	Ayuga, F., Briassoulis, D., Aguado, P., Farkas, I., Griepentrog, H., Lorencowicz, E.	Documento disponible en: <a href="http://www.erabee.aua.gr/disseminations%20files/Aguado%20Tercer%20Ciclo%20completo.pdf">http://www.erabee.aua.gr/disseminations%20files/Aguado%20Tercer%20Ciclo%20completo.pdf</a>
Tecnologia De InovaçÃO Para ProduçÃO De Bioenergía E Micro Algas: Biosistema Integrado De ProduçÕEs Limpas	Pagandai V Pannir Selvam, Luiz C. Guilherme, Mariana C Góis, Pedro Samuel, Thiago Brito, Ricardo C. Abraão, Barbara Lima, João M Santhos	10 Congreso sobre geracao distribuida e energia no medio rural. AGRENER 2015. 11 - 13 de novembro de 2015. Universidad de Sao Paulo. Documento disponible en: <a href="http://www.iee.usp.br/agrener2015/sites/default/files/tematica1/924.pdf">http://www.iee.usp.br/agrener2015/sites/default/files/tematica1/924.pdf</a>
¿Funcionan Realmente Los Microorganismos De Montaña (Mm) Como Estrategia De Biofertilización? Un Enfoque De Ingeniería De Biosistemas	Steven Umaña; Karina Rodríguez; Carlos Rojas	Revista de ciencias ambientales. Vol 51 (2): 133-144.
Saneamento Sustentável Em Comunidades Com Uso De Biosistemas	André Lermontov; Marcio Salles Gomes	Documento disponible en: <a href="http://www.grupoaguasdobrasil.com.br/foz-aguas5/wp-content/uploads/2013/01/artigo-saneamento-sustentavel.pdf">http://www.grupoaguasdobrasil.com.br/foz-aguas5/wp-content/uploads/2013/01/artigo-saneamento-sustentavel.pdf</a>

### 5.2.2 Etapa Bibliométrica

En esta etapa se desarrollaron diferentes fases, para continuar realizando depuración de la búsqueda realizada. La obtención de registros se obtuvo de la colección principal de *Web of Science*, con el empleo de palabras clave y de operadores booleanos. Se inició con la indagación con el descriptor "integrated biosystems" en relación con el

desarrollo sostenible, planteando la ecuación preliminar **“integrated biosystems” AND sustainable** encontrando solamente un resultado.

Se planteó otra ecuación buscando evidenciar información sobre biosistemas integrados en relación con los ejes temáticos del crecimiento verde y su interacción con el desarrollo sostenible: **“integrated biosystems” AND (bioeconomy Or “circular economy” Or biosprospection Or bioremediation Or “white biotechnology”) AND sustainable**, la cual arrojó cero resultados.

Y por último, la ecuación **(bioeconomy Or “circular economy” Or biosprospection Or bioremediation Or “white biotechnology”) AND sustainable**, la cual arrojó 1378 registros, a los cuales se les realizó una revisión piloto, identificando que los resultados obtenidos se pueden relacionar con las tres líneas de investigación que tiene la Maestría en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente (Desarrollo Social y Humano, BSI y Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente), de la Universidad de Manizales, saliéndose del objetivo principal de esta investigación.

Así, que se requirió cambiar la dinámica de búsqueda, por lo tanto se construyeron ecuaciones que intrínsecamente contuvieran los descriptores *bioeconomy*, *circular economy*, *biosprospection*, *bioremediation* y *white biotechnology* visto desde el contexto de Biosistemas integrados; en síntesis, que se identificaran aquellos elementos que están presentes en la formación de compuestos imprescindibles para la presencia de la vida y donde el resultado de un proceso sea punto de inicio de otro, requiriendo de una retroalimentación constante en pro del desarrollo sostenible.

Para la construcción de las ecuaciones se utilizaron tres variables. La primera fue el **descriptor clave de búsqueda “término principal”**, el cual se tomó del análisis realizado al repositorio de la Universidad de Manizales, con los trabajos adscritos a la línea de Biosistemas integrados, es decir las tendencias que fueron identificadas; la segunda, estuvo conformada por una serie de **descriptores que definen un Biosistema integrado “términos secundarios”**, que fueron determinados tomando las palabras clave de todos los trabajos de grado adscritos a la línea, además se realizó una contextualización más profunda sobre los ejes del crecimiento verde y sobre la estructura de los biosistemas integrados, para finalmente realizar una depuración de información y obtener las palabras de búsqueda; la tercera es **sostenible “término principal”**, dirigiendo la búsqueda en el plano de desarrollo sostenible.

Se ingresó la ecuación a la base de datos WOS, utilizando los operadores booleanos (OR – AND - ()), y se delimitaron los años de interés (2007-2018), posteriormente se

seleccionó la búsqueda por título, abstract y palabras clave. Luego se realizó la generación de registros. Una vez arrojados los resultados, éstos se refinaron dependiendo el área de interés, dando la posibilidad de efectuar métricas. Además, la WOS genera un Excel con todos los registros de título, autor, año de publicación, título de la fuente, total de citas, etc. Las ecuaciones de búsqueda y el número de registros obtenidos con cada uno, fueron los siguientes:

- Descriptor clave de búsqueda. BIODIVERSITY: se obtuvo un total de 3.767 registros, en los cuales se resaltan las 10 categorías o campos de investigación que tienen mayor producción científica, de mayor a menor: *ciencias ambientales, ecología, estudios ambientales, conservación de la biodiversidad, forestal, ciencias de las plantas, ciencias multidisciplinarias, tecnología de la ciencia sostenible, agricultura multidisciplinaria y biología de agua dulce marina* (Anexo 2) (Figura 5).

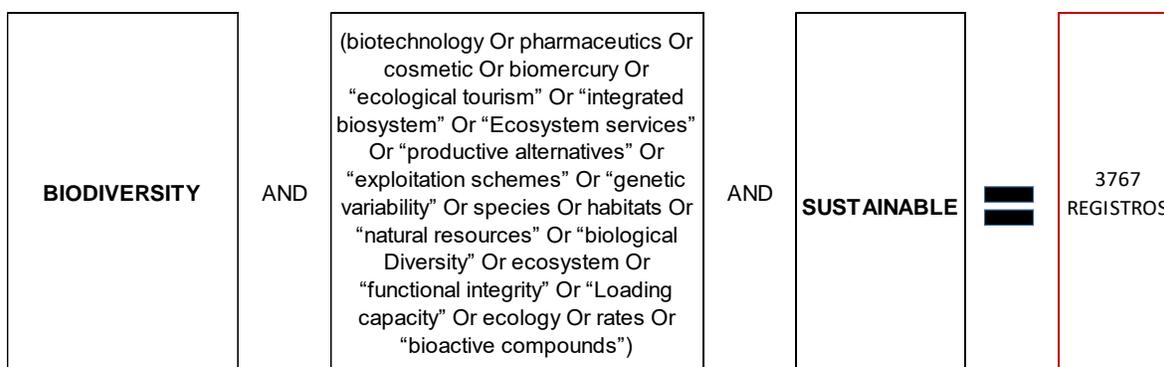


Figura 5. Estructura de la ecuación N. 1, y número de registros obtenidos.

- Descriptor clave de búsqueda. CLIMATE CHANGE: el empleo de este descriptor permitió la obtención de 1.897 registros en los cuales se encontró la mayor producción en los campos de investigación de: *ciencias ambientales, estudios ambientales, tecnología de la ciencia sostenible verde, ecología, combustibles energéticos, ingeniería ambiental, recursos hídricos, conservación de la biodiversidad, meteorología ciencias atmosféricas, forestal, ciencias de las plantas, ciencias multidisciplinarias, tecnología de la ciencia sostenible, agricultura multidisciplinaria y biología de agua dulce marina* (Anexo 3) (Figura 6).

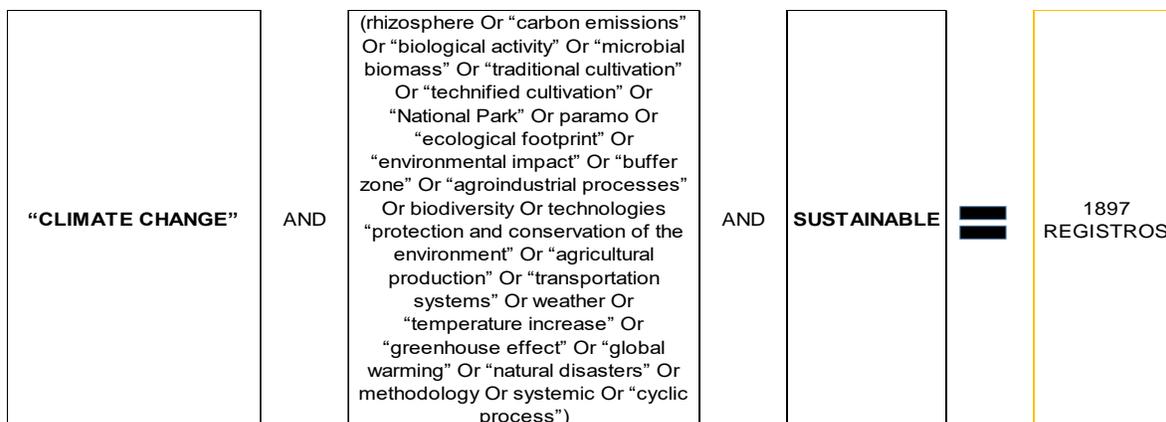


Figura 6. Estructura de la ecuación N. 2, y número de registros obtenidos.

- Descriptor clave de búsqueda. AIR POLLUTION AND: un total de 375 registros se encontraron con el empleo de este descriptor, representando la mayor producción en los campos de investigación de: *ciencias ambientales, tecnología de la ciencia sostenible, tecnología de la ciencia sostenible verde, combustibles energéticos, estudios ambientales, ingeniería ambiental, meteorología ciencias atmosféricas y ecología* (Anexo 4) (Figura 7).

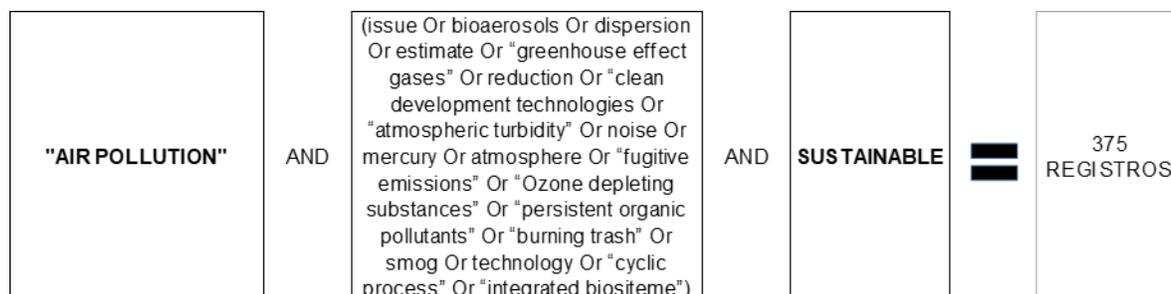


Figura 7. Estructura de la ecuación N. 3, y número de registros obtenidos.

- Descriptor clave de búsqueda. RENEWABLE ENERGY OR GREEN ENERGIES: se obtuvieron en total 4.492 registros, representando la mayor producción en las categorías o campos de investigación: *combustibles energéticos, tecnología de la ciencia sostenible verde, ciencias ambientales, ingeniería química, ingeniería electrónica, agronomía y biotecnología microbiología aplicada* (Anexo 5) (Figura 8).

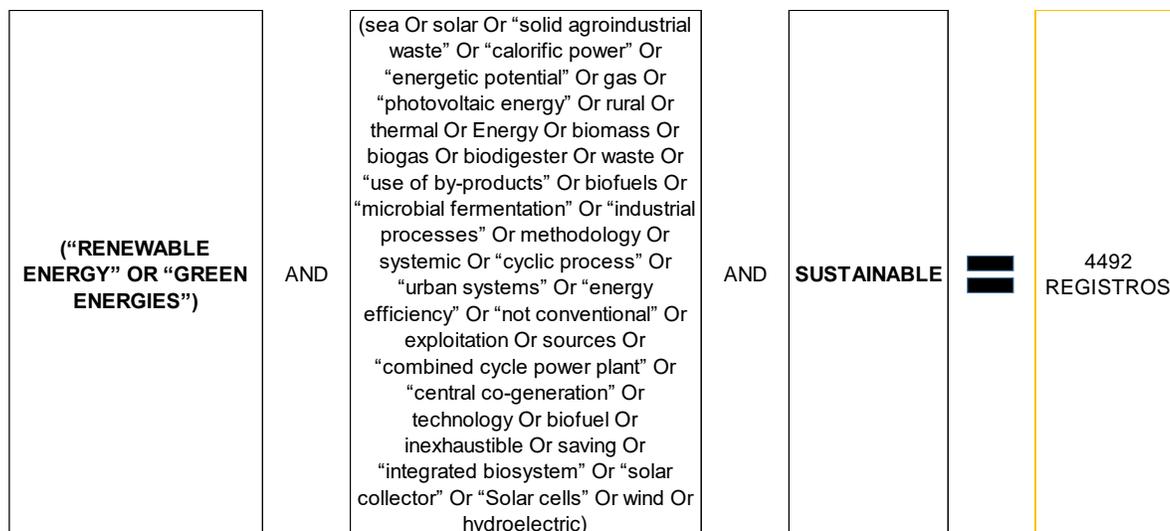


Figura 8. Estructura de la ecuación N. 4, y número de registros obtenidos.

- Descriptor clave de búsqueda. WATER TREATMENT: un total de 639 registros se obtuvieron con el empleo de este descriptor. La mayor producción se evidenció en las categorías o campos de investigación: *ciencias ambientales, ingeniería ambiental, recursos hídricos, ingeniería química, tecnología de la ciencia sostenible verde, biotecnología microbiología aplicada, estudios ambientales, ecología y combustibles energéticos* (Anexo 6) (Figura 9).

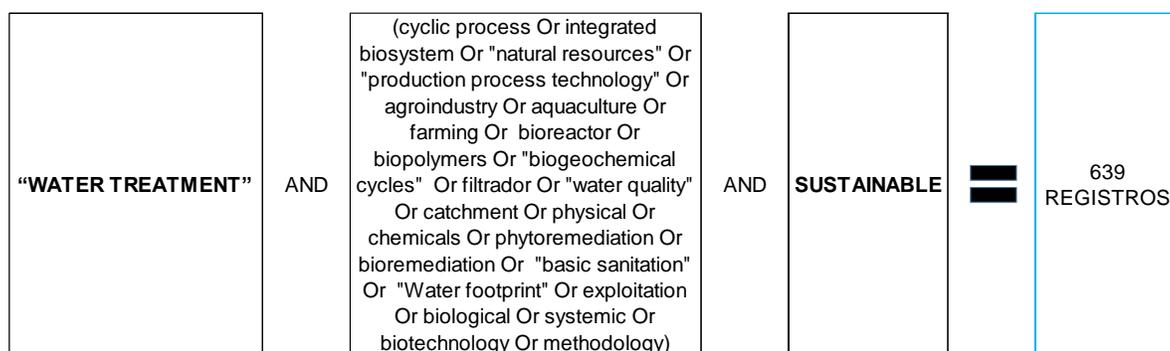


Figura 9. Estructura de la ecuación N. 5, y número de registros obtenidos.

- Descriptor clave de búsqueda. DANGEROUS RESIDUES OR HAZARDOUS WASTE: se encontraron 68 registros, representados en los campos de investigación: *ciencias ambientales, ingeniería ambiental, tecnología de la ciencia sostenible verde, química*

*multidisciplinaria, ingeniería química, electroquímica, combustibles energéticos y química física (Anexo 7) (Figura 10).*

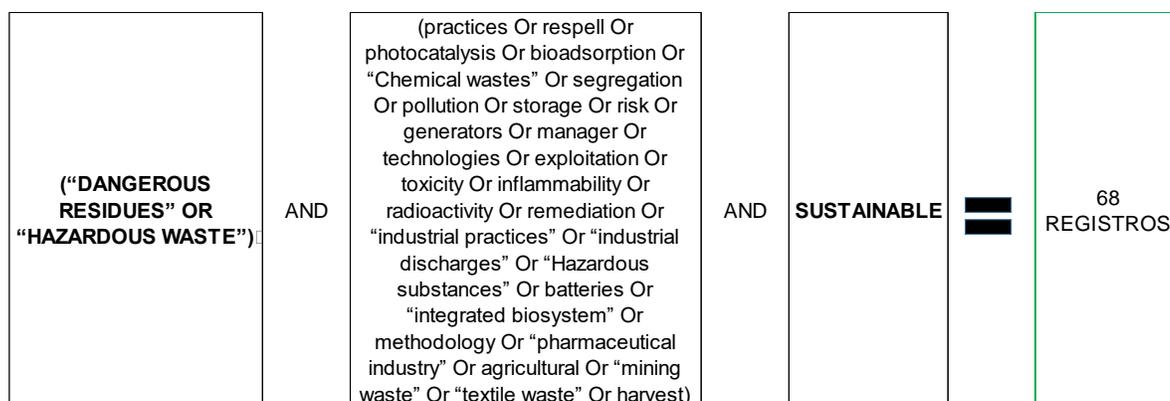


Figura 10. Estructura de la ecuación N. 6, y número de registros obtenidos.

- Descriptor clave de búsqueda. SOLID WASTE: con un total de 712 registros, representados en las categorías o campos de investigación: *ciencias ambientales, ingeniería ambiental, tecnología de la ciencia sostenible verde, combustibles energéticos, estudios ambientales, energía química, biotecnología, microbiología aplicada, química multidisciplinaria, recursos hídricos y agronomía* (Anexo 8) (Figura 11).

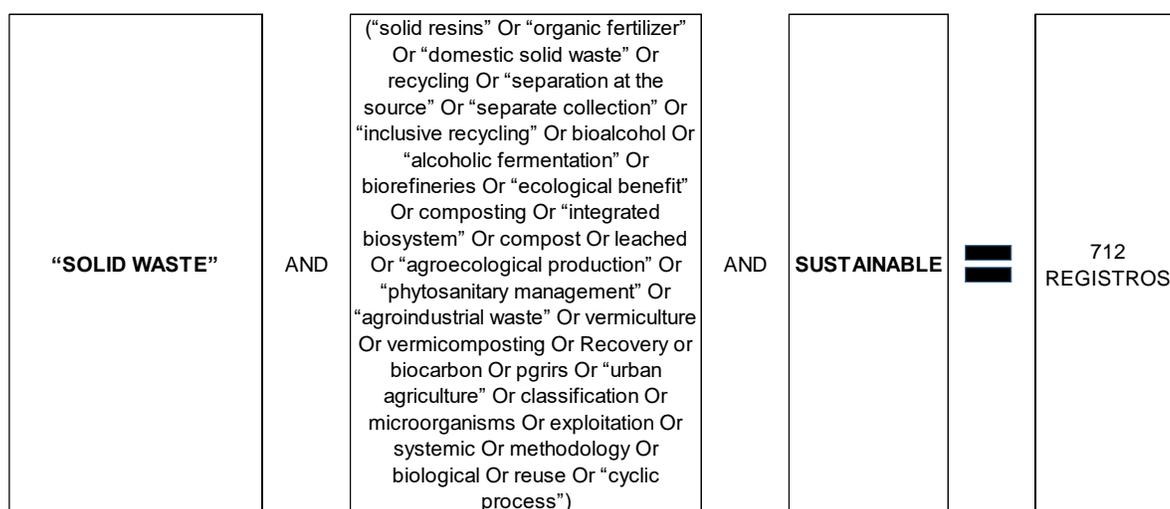


Figura 11. Estructura de la ecuación N. 7, y número de registros obtenidos.

- Descriptor clave de búsqueda. SOIL TREATMENT: se obtuvo un total de 2.049 registros, con mayor producción en las categorías o campos de investigación: *ciencias*

*ambientales, agronomía, ciencia del suelo, agricultura multidisciplinaria, ciencia de las plantas, ecología, ingeniería ambiental, recursos hídricos, tecnología de la ciencia sostenible verde y forestal (Anexo 9) (Figura 12).*

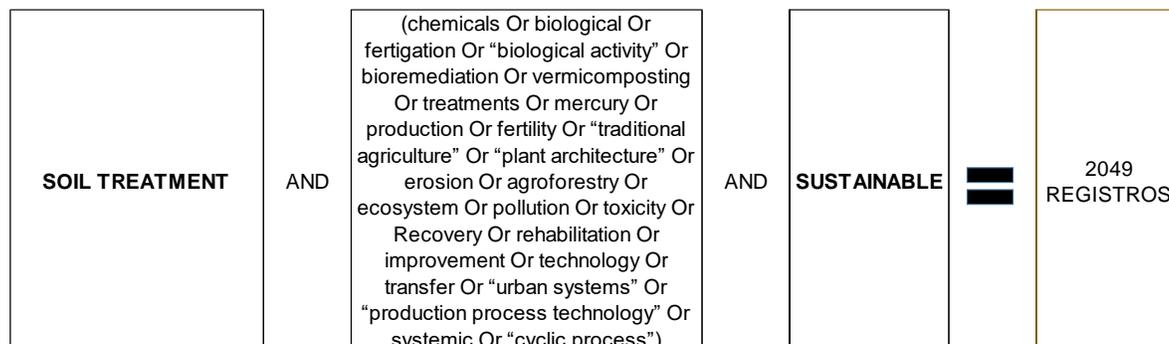


Figura 12. Estructura de la ecuación N. 8, y número de registros obtenidos.

Al reunir los registros generados por las ocho ecuaciones de búsqueda se obtuvo un Excel con la productividad mundial en Biosistemas integrados (15.127 registros). Esta base de datos fue necesario depurarla ya que, al trabajar varios descriptores sobre el mismo tema, algunos registros se repiten bajo el principio de la interacción entre conjuntos, siendo necesario abordar el resumen y decidir su ubicación definitiva dentro de los resultados de las ecuaciones. En este ejercicio se duplicaron 1.128 registros, evidenciándose entre el 1% y 4% el porcentaje de duplicación. Finalmente, se consolidó una base de datos con 13.999 registros, de manera que el número de registros que aparece en las ecuaciones planteadas pertenece a la información ya depurada.

### **5.2.3 Análisis de estadísticas a partir de métricas generadas por la Base de datos WOS**

El trabajo de investigación dentro del periodo 2007 - 2018 generó 13.999 registros, relacionados en ocho tendencias (Figura 13). El mayor número de investigaciones a nivel mundial corresponden a energías renovables (32,09%) y el menor a residuos peligrosos (0,49%).

Teniendo en cuenta las categorías de conocimiento propuestas dentro de la investigación realizada en Biosistemas Integrados, se evidenció que la categoría uno corresponde al 41,55% del total de los registros. Lo anterior permite apreciar la existencia de una preocupación sobre el manejo adecuado del suelo y el cuidado de la biodiversidad,

en busca de evitar el desabastecimiento alimentario y la extinción de especies nativas. La categoría dos recoge el 52,88% de los estudios, donde de las cuatro tendencias que la conforman, las más trabajadas son las energías renovables y el cambio climático. Se evidencia una notable preocupación mundial por el calentamiento global provocado por la concentración de gases de efecto invernadero de carácter antropogénico, en contraste con las de menor estudio representadas en la contaminación del aire y el recurso hídrico. La categoría tres, corresponde al 5,57% de los estudios encontrados, mostrando la más baja producción científica en las tendencias que la conforman como lo es la gestión integral de residuos sólidos y la gestión de residuos peligrosos.

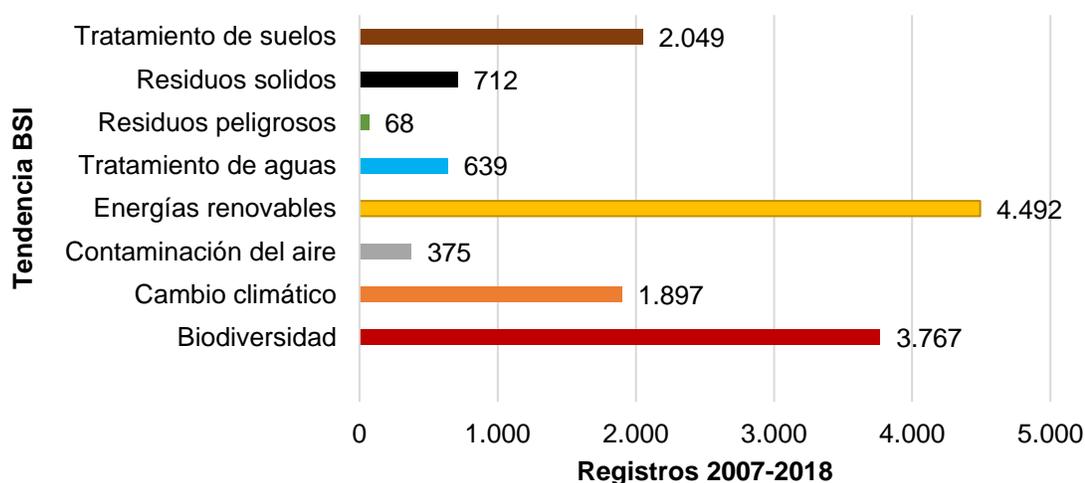


Figura 13. Productividad mundial por tendencia identificada, entre los años 2007 a 2018 (fuente: base de datos WOS).

A partir de la información obtenida se realizó el barrido en la base de datos WOS, con el objetivo de hallar los autores más citados. Se seleccionaron los diez primeros registros con mayor frecuencia de citas recibidas con sus respectivos autores (Tabla 10).

Tabla 10. Autores con mayor frecuencia de citas (fuente: base de datos WOS).

Autores	Citas
Scrosati, Bruno; Garche, Juergen	2448
Mata, Teresa M.; Martins, Antonio A.; Caetano, Nidia. S.	2211
Chong, Meng Nan; Jin, Bo; Chow, Christopher W. K.; Saint, Chris	2072
Weiland, Peter	1036
Carmo, Marcelo; Fritz, David L.; Merge, Juergen; Stolten, Detlef	954
Hekkert, M. P.; Suurs, R. A. A.; Negro, S. O.; Kuhlmann, S.; Smits, R. E. H. M.	702
Panwar, N. L.; Kaushik, S. C.; Kothari, Surendra	696
Connolly, D.; Lund, H.; Mathiesen, B. V.; Leahy, M.	657
Pittman, Jon K.; Dean, Andrew P.; Osundeko, Olumayowa	628

Del total de registros obtenidos de la base de datos, se halló que el país con más trabajos de investigación en Biosistemas Integrados a nivel mundial corresponde a Estados Unidos con una participación del 18%, seguido por la Republica China (11%), Inglaterra (9%), Alemania (8%), Italia (7%), Australia (6%), India (5%), Canadá (4%), Francia (3%), y Brasil (3%). El 26% restante son investigaciones realizadas por otros países (Figura 14).

En relación a Suramérica se evidenció en la base de datos WOS, que el único país que hace parte de los 10 líderes a nivel mundial en cuanto al mayor número de registros en Biosistemas integrados es Brasil.

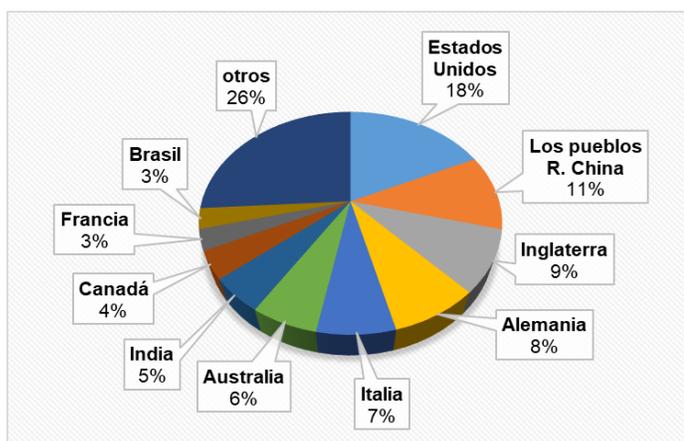


Figura 14. Porcentaje de registros de acuerdo con el país de origen (fuente: base de datos WOS).

La importancia relativa de las publicaciones científicas dentro del campo de Biosistemas integrados se realizó midiendo la cantidad de citas recibidas a cada registro

dentro de la base de datos, encontrando que el registro correspondiente al título “Lithium batteries Status, prospects and future” dentro del periodo 2007 – 2018 ha tenido un total de 2.448 citas, convirtiéndose en el más citado. Para el presente estudio se tomaron nueve registros más, notándose que los diez se encuentra incluidos dentro de la categoría dos denominada Cambio climático en la cual se incluyó el tema de eficiencia energética (Tabla 11).

Tabla 11. Registros con mayor frecuencia de citas recibidas por título (fuente: base de datos WOS).

<b>Título</b>	<b>Citas</b>
Lithium batteries: Status, prospects and future	2448
Microalgae for biodiesel production and other applications: A review	2211
Recent developments in photocatalytic water treatment technology: A review	2072
Biogas production: current state and perspectives	1036
A comprehensive review on PEM water electrolysis	954
Functions of innovation systems: A new approach for analysing technological change	702
Role of renewable energy sources in environmental protection: A review	696
A review of computer tools for analysing the integration of renewable energy into various energy systems	657
The potential of sustainable algal biofuel production using wastewater resources	628
Optimization methods applied to renewable and sustainable energy: A review	627

Debido a la globalización que muestra un avance significativo, el internet y la tecnología como medio de comunicación entre culturas hace que el inglés sea el idioma universal, lo cual no es ajeno en los registros escritos de las investigaciones a nivel mundial sobre Biosistemas integrados. Es así que las publicaciones en este idioma representan el 97,27% del total de los registros encontrados (Figura 16).

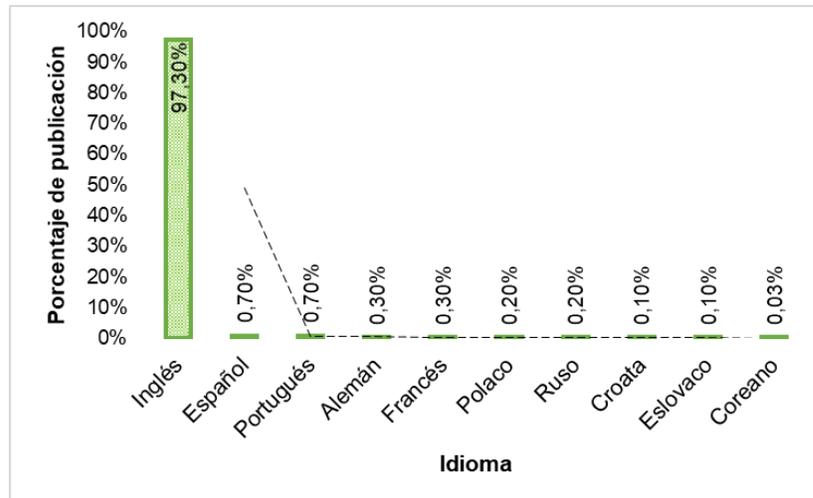


Figura 15. Distribución en porcentaje de los registros por idioma (fuente: base de datos WOS).

Con el fin de facilitar el análisis de la información, fue necesario determinar el número de registros representativos del total de registros. Se calculó el tamaño óptimo de la muestra para la totalidad de registros, extrayendo esta muestra de los trabajos de investigación de mayor número de citas por título (Ecuación 1). El tamaño óptimo de la muestra fue de 148 de los 13.999 registros, con un 95% de nivel de confianza para trabajar la información generada con la base de datos.

$$n_{opt} = \frac{N \times Z^2 \times p \times q}{d^2 \times (N-1) + Z^2 \times p \times q} \quad (\text{Ecuación 1})$$

En donde:

N = tamaño de la población

Z = nivel de confianza (1,96)

p = probabilidad de éxito, o proporción esperada (0,5)

q = probabilidad de fracaso (0,5)

d<sup>2</sup>= precisión (error máximo admisible en términos de proporción)

De los 148 registros muestrales, determinados con el mayor número de títulos citados, se clasificaron de mayor a menor las fuentes que han publicado temas sobre biosistemas integrados (Tabla 12).

Tabla 12. Títulos donde se publican los artículos (fuente: base de datos WOS).

Título de la fuente	documentos publicados
RENEWABLE & SUSTAINABLE ENERGY REVIEWS	25
ENERGY	6
ENERGY & ENVIRONMENTAL SCIENCE	5
BIORESOURCE TECHNOLOGY	5
APPLIED ENERGY	5
GLOBAL ENVIRONMENTAL CHANGE-HUMAN AND POLICY DIMENSIONS	4
ENERGY POLICY	4
ENERGY CONVERSION AND MANAGEMENT	4
INTERNATIONAL JOURNAL OF HYDROGEN ENERGY	3
ENVIRONMENTAL SCIENCE & TECHNOLOGY	3
ADVANCED FUNCTIONAL MATERIALS	3
NATURE MATERIALS	2
JOURNAL OF POWER SOURCES	2
JOURNAL OF MEMBRANE SCIENCE	2
JOURNAL OF ECOLOGY	2
JOURNAL OF CLEANER PRODUCTION	2
JOURNAL OF APPLIED ECOLOGY	2
FUEL	2
FRONTIERS IN ECOLOGY AND THE ENVIRONMENT	2
ENVIRONMENT INTERNATIONAL	2
ECOLOGY LETTERS	2
ECOLOGICAL ECONOMICS	2
DIVERSITY AND DISTRIBUTIONS	2
DESALINATION	2
BIOLOGICAL CONSERVATION	2
AGRONOMY FOR SUSTAINABLE DEVELOPMENT	2

El comportamiento de las tendencias muestra una curva ascendente reflejando que con el paso de los años va creciendo la producción científica de unas tendencias más que en las otras, reflejando que están en constante dinámica las investigaciones realizadas en el tema.

Se infiere que se necesita un trabajo colectivo y multidisciplinar para enfrentar la actual emergencia científica, por esto es necesario resaltar la participación de los investigadores, que preocupados por aportar soluciones que nos encaminen a un desarrollo sostenible, se han apoyado en los Objetivos de Desarrollo del Milenio, donde se puede enmarcar los Biosistemas Integrados como una alternativa hacia el cumplimiento de los mismos.

Hecha esta salvedad las tendencias que muestran más productividad en Biosistemas Integrados a nivel mundial son biodiversidad y energías renovables, revelando un crecimiento importante a partir del 2014. En los temas de tratamiento de suelos y cambio climático, se observa una tendencia al incremento, pero a un nivel menos acelerado (Figura 17).

Las tendencias tratamiento de aguas, contaminación del aire y residuos sólidos, presentan un aumento de productividad asintótico. Contrario a la tendencia de residuos

peligrosos que se mantiene estable a través del periodo relacionado, mostrando la falta de interés por parte de la comunidad científica frente al tema.

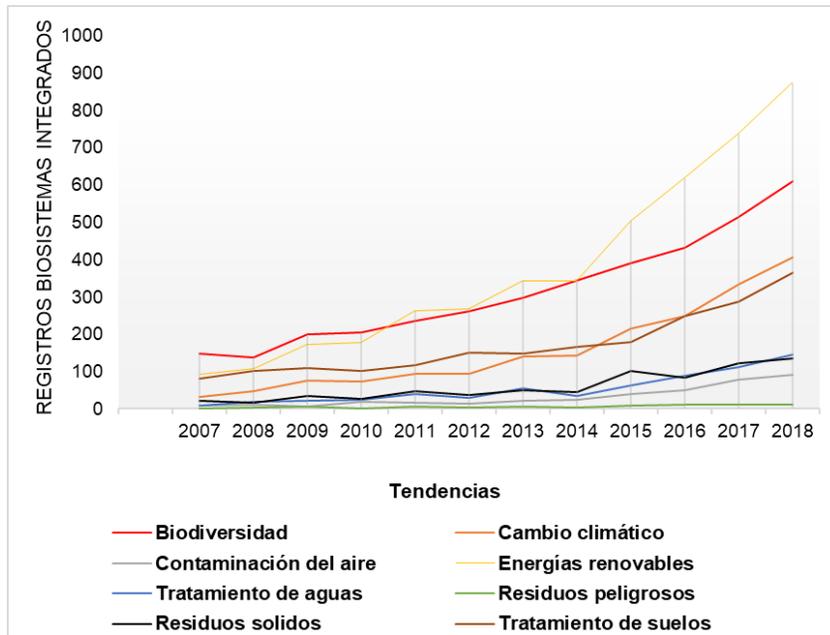


Figura 16. Productividad y desarrollo por tendencia entre los años 2007 a 2018 a nivel mundial.

El número de citas que se realizaron a los 148 registros entre el 2007 al 2018 fueron 50.725, direccionando el mayor número de citas hacia las investigaciones que corresponden a la tendencia energías renovables con un 56% (Figura 17). Ésto la ubica como la tendencia que más contribuye en la construcción de nuevas investigaciones aportando conocimientos científicos como herramienta de nuevos autores para el desarrollo sustentable. Continuando en orden descendente se encuentran las tendencias tratamiento de aguas (15%), biodiversidad (14%), cambio climático (5%), tratamiento de suelos (3%), residuos sólidos (2%), y residuos peligrosos (1%). En las Tablas 13, 14, 15 y 16 se relacionan las sublíneas de investigación que se están abordando a nivel mundial por cada tendencia según lo relacionado por la WOS.

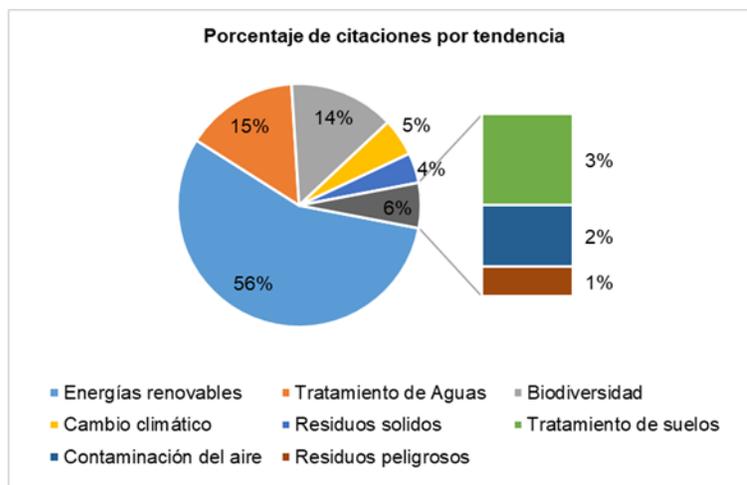


Figura 17. Porcentaje de citas por tendencia.

Tabla 13. Sublíneas de investigación por tendencia “energías renovables – tratamiento de aguas” (fuente: WOS).

	TENDENCIA MUNDIAL	
	Energías Renovables	Tratamiento de aguas
SUBLINEAS DE INVESTIGACION MUNDIAL	1. Aprovechamiento y uso de la biomasa	1. Sistemas urbanos ahorradores del recurso agua
	2. Eficiencia energética	2. Mejoramiento de la calidad del recurso hídrico
	3. Sistemas urbanos ahorradores del recurso energía	3. Reducción de la contaminación del recurso hídrico
		4. Huella hídrica azul y gris
		5. Electrolisis del agua
		6. Desalinación del agua

Tabla 14. Sublíneas de investigación por tendencia “residuos sólidos – tratamiento de suelos” (fuente: WOS).

	Residuos Sólidos	Tratamiento de suelos
	SUBLINEAS DE INVESTIGACION	1. Metodologías para la reutilización, aprovechamiento, tratamiento y disposición final de residuos sólidos
		2. Mejoramiento de procesos productivos
		3. Proyectos de investigación, innovación y transferencia de tecnología

Tabla 15. Sublíneas de investigación por tendencia “biodiversidad – cambio climático” (fuente: WOS).

TENDENCIA MUNDIAL	
Biodiversidad	Cambio Climático
<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">SUBLÍNEAS DE INVESTIGACION MUNDIAL</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Uso de sistemas de aprovechamiento sostenible de los componentes de la diversidad biológica (plantas, animales, microorganismos existentes, variedad de ecosistemas, diferencias genéticas dentro de cada especie, cromosomas, genes y ADN).</li> <li>2. Establecimiento de programas de acuicultura, zootecnia, piscicultura, cultivo y manejo de frutas y plantas comestibles, agroforestería, acuaponía, cultivos hidropónicos y medicina tradicional.</li> </ol>
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Tecnologías para reducción de emisiones de carbono</li> <li>2. Sistemas de producción agropecuaria, forestal y pesquera más adaptados a altas temperaturas</li> <li>3. Huella ecológica</li> <li>4. Protección y conservación del medio ambiente</li> </ol>

Tabla 16. Sublíneas de investigación por tendencia “contaminación del aire – residuos peligrosos” (fuente: WOS).

TENDENCIA MUNDIAL	
Contaminación del aire	Energías Renovables
<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">SUBLÍNEAS DE INVESTIGACION</p>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Reducción de Gases de Efecto Invernadero</li> <li>2. Eficiencia energética</li> <li>3. Sistemas urbanos ahorradores del recurso energía</li> </ol>
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Aprovechamiento y uso de la biomasa</li> </ol>

#### **5.2.4 Políticas ambientales relacionándolas con los Biosistemas integrados y el Desarrollo Sostenible**

Desde la Constitución Política de Colombia de 1991, en los artículos 79 y 80 se esbozan los lineamientos con los cuales para que el pueblo colombiano tenga una protección adecuada de los recursos naturales, se debe destacar no solamente al Estado como el responsable por la protección de nuestros recursos naturales, sino que todos los colombianos tenemos esta responsabilidad (Constitución política de Colombia, 1991). También introduce principios generales ambientales relacionados con el cuidado de la biodiversidad y el marco institucional necesario para la gestión del medio ambiente.

La ley 99 de 1993, contempla la creación del Ministerio del Medio Ambiente, encargado de la gestión y conservación del medio ambiente, y los recursos naturales renovables, donde intrínsecamente se encuentran características de los Biosistemas Integrados (Biológico, aprovechamiento, proceso cíclico, sistémico, recuperación,

reutilización, etc.) dentro de los elementos agua, tierra, aire, biodiversidad, entre otros y el concepto de Desarrollo Sostenible, esto como alternativas para conseguir el alcance de la ley.

Las políticas públicas se articulan con las políticas ambientales en busca de un crecimiento económico y una sostenibilidad ambiental, enfocándose en la política de crecimiento verde impulsado por los países, los gobiernos, las empresas y la sociedad civil organizada, que utiliza como estrategia la bioeconomía con especial énfasis en la economía circular, biotecnología y la bioprospección, contempladas dentro de los planes de desarrollo a partir del 2010.

En las Tablas 7, se relaciona la normatividad nacional que regula el área ambiental cronológicamente, encaminándola al cumplimiento de los objetivos de desarrollo sostenible demarcados mundialmente, estas son abordadas desde las tendencias identificadas en el repositorio de la universidad de Manizales y en la base de datos WOS.

Tabla 7. Normatividad Ambiental relacionada con los Biosistemas Integrados y el Desarrollo Sostenible.

Titulo de la Norma	Contenido	Cambio Climatico	Contaminacion del Aire	Manejo Integrado del Suelo	Gestion Integral de Residuos Sólidos	Gestion Integral de Residuos o Desechos Peligrosos	Tratamiento de aguas	Energías renovables	Biodiversidad	año
Decreto 2278 de 1953	Por el cual se dictan medidas sobre cuestiones forestales									1953
Ley 2 de 1959	Por el cual se dictan normas sobre economía forestal de la Nación y conservación de recursos naturales renovables									1959
Ley 23 de 1973	Por la cual se conceden facultades extraordinarias al Presidente de la República para expedir el Código de Recursos Naturales y protección al medio ambiente y se dictan otras disposiciones									1973
Decreto 2811 de 1974	Del suelo agrícola y de los usos no agrícolas de la tierra. Parte VII									1974
Decreto 1608 de 1978	Por el cual se reglamenta el Código Nacional de los Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente y la Ley 23 de 1973 en materia de fauna silvestre									1978
Ley 9 de 1979	Código sanitario nacional									1979
Decreto 02/1982	Primera conferencia mundial sobre el clima - Ginebra establece el Control de Emisiones Atmosféricas y estipula las normas y parámetros de la calidad del aire y los rangos y límites permisibles de emisión									1982
Decreto 2206 de 1983	Vigilancia, Control y Sanciones sobre emisiones atmosféricas. Sustituye el Capítulo XVI de la vigilancia, el control y las sanciones del Decreto 02 / 82 sobre emisiones atmosféricas									1983
Decreto 1594 de 1984	Usos del agua y residuos líquidos									1984
Resolución 2309 de 1986	Para manejo de Residuos especiales. Establece las normas sobre la identificación, almacenamiento, tratamiento, transporte, disposiciones sanitarias, control y vigilancia de residuos especiales									1986
Resolución 526 de 1989	Establece la norma técnica para los embases de aerosoles de 1400 c.c., aclarada mediante la Resolución 2 de noviembre de 1989									1989
Ley 29 de 1990	Por la cual se dictan disposiciones para el fomento de la investigación científica y el desarrollo tecnológico y se otorgan facultades extraordinarias									1990
Ley 30 de 1990	Por medio de la cual se aprueba el Convenio de Viena para la Protección de la Capa de Ozono									1990
Decreto 393 de 1991	Por el cual se dictan normas sobre asociaciones para actividades científicas y tecnológicas, proyectos de investigación y creación de tecnologías									1991
Ley 29 de 1992	Por medio de la cual se aprueba el "Protocolo de Montreal relativo a las sustancias agotadoras de la capa de ozono", suscrito en Montreal el 16 de septiembre de 1987									1992
Ley 99 de 1993	Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el Sector Público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental, SINA, y se dictan otras disposiciones									1993
Ley 165 de 1994	Por medio de la cual se aprueba el "Convenio sobre la Diversidad Biológica", hecho en Río de Janeiro el 5 de junio de 1992									1994
Ley 164 de 1994	Por medio de la cual se aprueba la "Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático", hecha en Nueva York el 9 de mayo de 1992									1994
Ley 152 de 1994	Por la cual se establece Ley Orgánica del Plan de Desarrollo									1994
Decreto 948 de 1995	Por el cual se reglamenta la regulación en relación con la prevención y control de la contaminación atmosférica y la protección de la calidad del aire									1995
Resolución 1351 de 1995	Se adopta la declaración denominada informe de estado de emisiones									1995
Decreto 605 de 1996	Disposiciones sanitarias sobre residuos sólidos. Reglamenta las normas sanitarias aplicables para el almacenamiento, presentación, recolección, transporte y disposición de basuras									1996
Decreto 1791 de 1996	Por el cual se establece el Regimen de Aprovechamiento Forestal									1996
Decreto 357 de 1997	Por el cual se regula el manejo, transporte y disposición final de escombros y materiales de construcción									1997
Ley 373 de 1997	Estableció el reúso obligatorio de las aguas de origen superficial, subterráneo o lluvias utilizadas en actividades que generen afluentes líquidos, previo a un análisis técnico, socio-económico y de las normas de calidad ambiental									1997
Ley 388 de 1997	Ordenamiento territorial, que reglamenta los usos del suelo. Artículo 33									1997

**Nota:** normatividad tomada de diferentes fuentes de información vía web.

Continuación. Tabla 7. Normatividad Ambiental relacionanda con los Biosistemas Integrados y el Desarrollo Sostenible.

Título de la Norma	Contenido	Cambio Climático	Contaminación del Aire	Manejo Integrado del Suelo	Gestión Integral de Residuos Sólidos	Gestión Integral de Residuos o Desechos Peligrosos	Tratamiento de aguas	Energías renovables	Biodiversidad	año
Resolución 0415 de 1998	Describe las condiciones técnicas para el uso de aceite de desecho como unico o mezclado									1998
Ley 629 de 2000	Por medio de la cual se aprueba el "Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático", hecho en Kyoto el 11 de diciembre de 1997									2000
Ley 611 de 2000	Por la cual se dictan normas para el manejo sostenible de especies de Fauna Silvestre y Acuática									2000
Decreto 309 de 2000	Por el cual se reglamenta la investigación científica sobre diversidad biológica									2000
Resolución 0304 de 2001	Por la cual se adoptan medidas para la importación de sustancias agotadoras de la capa de ozono									2001
2002	Documento CONPES 3177, acciones prioritarias y lineamientos para la formulación del plan nacional de manejo de aguas residuales									2001
Ley 740 de 2002	Por medio de la cual se aprueba el "Protocolo de Cartagena sobre Seguridad de la Biotecnología del Convenio sobre la Diversidad Biológica", hecho en Montreal, el veintinueve (29) de enero de dos mil (2000)									2002
Decreto 1713 de 2002	Por medio del cual se reglamenta el manejo integral de los residuos sólidos									2002
Decreto 1669 de 2002	Por medio del cual se reglamenta el manejo de residuos hospitalarios									2002
Declaración Johannesburgo 2002	Declaración (de los países megadiversos afines) sobre conservación y uso sustentable de la biodiversidad									2002
2003	Documento CONPES estrategia institucional para la venta de servicios ambientales de mitigación del cambio climático									2003
Ley 822 de 2003	Por la cual se dictan normas relacionadas con los agroquímicos genéricos									2003
Ley 807 de 2003	Por medio de la cual se aprueban las Enmiendas de la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres									2003
Decreto 3100 de 2003	Por medio del cual se reglamentan las tasas contributivas y compensatorias por el uso del agua									2003
Decreto 302 de 2003	Por medio del cual se reglamenta la investigación científica sobre diversidad biológica									2003
Decreto 1505 de 2003	Por medio del cual se regula la gestión integral de residuos sólidos									2003
2004	Plan nacional de manejo de aguas residuales municipales en Colombia									2004
Resolución 0874 de 2004	Por la cual se establece la metodología para la asignación remanente de sustancias agotadoras de la capa de ozono									2004
2005	Política Ambiental para la Gestión Integral de Residuos o Desechos Peligrosos									2005
Resolución 1446 de 2005	Modifica parcialmente la Resolución 415 de 1998, en cuanto a definiciones, requisitos y condiciones para aprovechar el aceite usado									2005
Ley 981 de 2005	Por la cual se establece la Sobretasa Ambiental sobre los peajes de las vías próximas o situadas en Áreas de Conservación y Protección Municipal, sitios Ramsar o Humedales de Importancia Internacional definidos en la Ley 357 de 1997 y Reservas de Biosfera y Zonas de Amortiguación									2005
Ley 945 de 2005	Por medio de la cual se aprueba el "Protocolo de Basilea sobre responsabilidad e indemnización por daños resultantes de los movimientos transfronterizos de desechos peligrosos y su eliminación", concluido en Basilea el diez (10) de diciembre de mil novecientos noventa y nueve (1999)									2005
Decreto 838 de 2005	Por medio del cual se reglamentan las disposiciones finales de residuos sólidos									2005
Decreto 4741 de 2005	Por medio del cual se reglamenta parcialmente la prevención y manejo de los residuos o desechos peligrosos generados en el marco de la gestión integral									2005
Resolución 1402 de 2006	Dispone que los desechos tóxicos y residuos nucleares no podrá ser introducidos al territorio nacional									2006
Ley 1021 de 2006	Por la cual se expide la Ley General Forestal									2006
Resolución 1362 de 2007	Establece los requisitos y procedimientos para el registro de los generadores de RESPEL									2007
Ley 1152 de 2007	Por la cual se dicta el Estatuto de Desarrollo Rural, se reforma el Instituto Colombiano de Desarrollo Rural, Incoder, y se dictan otras disposiciones									2007
Ley 1252 de 2008	Por la cual se dictan normas prohibitivas en materia ambiental, referentes a los residuos y desechos peligrosos y se dictan otras disposiciones.									2008
Decreto 2436 de 2008	Por medio del cual se reglamenta el acceso a rellenos sanitarios e incentivo Municipal por disposición final de residuos									2008
Decreto 1498 de 2008	Por medio del cual se reglamenta la Política de Cultivos Forestales Comerciales									2008
Resolución 0910 de 2008	Por la cual se reglamentan los niveles permisibles de emisión de contaminantes que deberán cumplir las fuentes móviles terrestres, se reglamenta el artículo 91 del Decreto 948 de 1995 y se adoptan otras disposiciones									2008

**Nota:** normatividad tomada de diferentes fuentes de información vía web.

Continuación. Tabla 7. Normatividad Ambiental relacionanda con los Biosistemas Integrados y el Desarrollo Sostenible.

Título de la Norma	Contenido	Cambio Climático	Contaminación del Aire	Manejo Integrado del Suelo	Gestión Integral de Residuos Sólidos	Gestión Integral de Residuos o Desechos Peligrosos	Tratamiento de aguas	Energías renovables	Biodiversidad	año
Decreto 2372 de 2010	Por medio del cual se regula el sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP).									2010
2011	Conpes 3700 de 2011 (Estrategia Institucional para la articulación de políticas y acciones en materia de cambio climático en Colombia)									2011
Decreto 3573 de 2011	Por la cual se crea la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales - ANLA y se dictan otras disposiciones									2011
Ley 1518 de 2012	Por medio de la cual se aprueba el "Convenio Internacional para la protección de las Obtenciones Vegetales", del 2 de diciembre de 1961, revisado en Ginebra el 10 de noviembre de 1972, el 23 de octubre de 1978 y el 19 de marzo de 1991									2012
Ley 1530 de 2012	Busca incrementar la capacidad científica, tecnológica, de innovación y de competitividad de las regiones									2012
Resolución 2090 de 2014	Por medio de la cual se delimita el Páramo Jurisdicciones – Santurbán – Berlín, y se adoptan otras determinaciones									2014
Ley 1715 de 2014	Por medio de la cual se regula la integración de las energías renovables no convencionales al Sistema Energético Nacional									2014
Resolución 0631 de 2015	Resolución por la cual se establecen los parámetros y valores límites máximos permisibles en los vertimientos puntuales a cuerpos de aguas superficiales y a los sistemas de alcantarillado público y se dictan otras disposiciones.									2015
Decreto 1076 de 2015	Promueve el Reuso de las Aguas Residuales a través de los Planes de Reconversión a Tecnologías Limpias en Gestión de Vertimientos – PRTLGV y lo incluye en la gradualidad para el cumplimiento de la norma de vertimientos									2015
Decreto 586 de 2015	Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible por medio del cual se adopta el modelo eficiente y sostenible de gestión de los residuos de construcción y Demolición - RCD en Bogotá D.C.									2015
Decreto 586 de 2016	Política para la gestión sostenible del suelo, PGSS									2016
Decreto 586 de 2016	Documento Conpes - Política nacional para la gestión integral de residuos sólidos									2016
Derogada mediante Resolución 472 DE 2017	"Por la cual se reglamenta la gestión integral de los residuos generados en las actividades de Construcción y Demolición (RCD) y se dictan otras disposiciones									2017
Decreto 1543 de 2017	Mediante el cual creó el Fondo de Energías no Convencionales y Gestión Eficiente de la Energía (Fenoge)									2017
Decreto 1543 de 2017	Política Nacional de Cambio Climático									2017
Ley 1931 de 2018	Por la cual se establecen directrices para la gestión del cambio climático									2018

**Nota:** normatividad tomada de diferentes fuentes de información vía web.

### 5.3 Proposición de temas de investigación que puedan ser llevados al contexto de la Línea, basados en el análisis del avance científico y de las políticas vigentes en Desarrollo Sostenible

#### 5.3.1 Comparativo de tendencias y avances en Biosistemas integrados en pro del Desarrollo Sostenible (2007-2018), entre los trabajos de grado adscritos a la línea Biosistemas integrados de la Universidad de Manizales y las investigaciones a nivel mundial.

Para realizar el comparativo de las tendencias y avances de la línea de BSI de la Universidad de Manizales y las investigaciones realizadas en biosistemas a nivel mundial, se realizó un paralelo entre la información del numeral 5.1., en el cual se identificaron las tendencias y avances de los trabajos de grado adscritos al repositorio de la Universidad y

los resultados relacionados en el numeral 5.2.3., en el cual se identificaron las tendencias y avances en pro del desarrollo sostenible a nivel mundial, utilizando como herramienta de búsqueda la WOS.

Este paralelo se realizó por tendencia arrojando los temas de investigación que se han trabajado y los que no (Tabla 17). En la tendencia Biodiversidad se encontró que la Universidad de Manizales ha trabajado en cinco sublíneas de investigación y de éstas a nivel mundial solo se han trabajado dos en el periodo objeto de análisis.

Tabla 17. Paralelo entre las investigaciones realizadas en la Universidad de Manizales, y las realizadas a nivel mundial, en la tendencia de biodiversidad.

<b>BIODIVERSIDAD</b>	<b>UNIVERSIDAD MANIZALES</b>	<b>MUNDIAL</b>
Uso de sistemas de aprovechamiento sostenible de los componentes de la diversidad biológica (plantas, animales, microorganismos existentes, variedad de ecosistemas, diferencias genéticas dentro de cada especie, cromosomas, genes y ADN)	SI	SI
Sistemas productivos que utilicen la diversidad genética como uno de los criterios de manejo.	SI	NO
Establecimiento de programas de acuicultura, zootecnia, piscicultura, cultivo y manejo de frutas y plantas comestibles, agroforestería y medicina tradicional.	SI	SI
Desarrollo de biotecnologías sustentadas en el uso y mejoramiento de variedades autóctonas.	SI	NO
Fortalecimiento de procesos de inventario y monitoreo de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos.	SI	NO

En el caso de la tendencia cambio climático de las cuatro sublíneas de investigación trabajadas a nivel mundial, la línea de BSI solo ha abordado tres (Tabla 18). En el caso de la tendencia contaminación del aire, la universidad ha abordado sublíneas que a nivel mundial no se han trabajado (Tabla 19).

Tabla 18. Paralelo entre las investigaciones realizadas en la Universidad de Manizales, y las realizadas a nivel mundial, en la tendencia de cambio climático.

<b>CAMBIO CLIMATICO</b>	<b>UNIVERSIDAD MANIZALES</b>	<b>MUNDIAL</b>
Tecnologías para reducción de emisiones de carbono	SI	SI
Sistemas de producción agropecuaria, forestal y pesquera más adaptados a altas temperaturas	NO	SI
Huella ecológica	SI	SI
Protección y conservación del medio ambiente	SI	SI

Tabla 19. Paralelo entre las investigaciones realizadas en la Universidad de Manizales, y las realizadas a nivel mundial, en la tendencia de contaminación del aire.

<b>CONTAMINACION DEL AIRE</b>	<b>UNIVERSIDAD MANIZALES</b>	<b>MUNDIAL</b>
Eliminación de sustancias agotadoras de la capa de ozono	SI	NO
Reducción de Gases de Efecto Invernadero	SI	SI
Reducción de las liberaciones de Contaminantes Orgánicos Persistentes	SI	NO

Así mismo en cuanto a la tendencia de residuos peligrosos, la Universidad ha abordado dos sublíneas de investigación de las tres que hacen parte de esta tendencia a nivel mundial (Tabla 20).

Tabla 20. Paralelo entre las investigaciones realizadas en la Universidad de Manizales, y las realizadas a nivel mundial, en la tendencia de residuos peligrosos.

<b>RESIDUOS PELIGROSOS</b>	<b>UNIVERSIDAD MANIZALES</b>	<b>MUNDIAL</b>
Tratamiento y disposición final de los Respel	SI	NO
Diseño e implementación de instrumentos normativos y técnicos para las actividades que involucran el manejo de sustancias y residuos peligrosos	SI	NO
Residuos peligrosos hospitalarios	NO	SI

En cuanto a la tendencia de energías renovables, la Universidad ha trabajado en cuatro de las tres sublíneas incluidas en ésta (Tabla 21).

Tabla 21. Paralelo entre las investigaciones realizadas en la Universidad de Manizales, y las realizadas a nivel mundial, en la tendencia de energías renovables.

<b>ENERGIAS RENOVABLES</b>	<b>UNIVERSIDAD MANIZALES</b>	<b>MUNDIAL</b>
Aprovechamiento y uso de la biomasa	SI	SI
Fuentes de energía renovable	SI	SI
Eficiencia energética	SI	SI
Sistemas urbanos ahorradores del recurso energía	NO	SI

De igual modo en tratamiento de aguas, la Universidad participa en cuatro sublíneas de investigación de las seis que éste incluye (Tabla 22).

Tabla 22. Paralelo entre las investigaciones realizadas en la Universidad de Manizales, y las realizadas a nivel mundial, en la tendencia de tratamiento de aguas.

<b>TRATAMIENTO DE AGUAS</b>	<b>UNIVERSIDAD MANIZALES</b>	<b>MUNDIAL</b>
Sistemas urbanos ahorradores del recurso agua	SI	SI
Mejoramiento de la calidad del recurso hídrico	SI	SI
Reducción de la contaminación del recurso hídrico	SI	SI
Huella hídrica azul y gris	SI	SI
Electrolisis del agua	NO	SI
Desalinación del agua	NO	SI

En la tendencia de residuos sólidos, la participación se da solo en dos sublíneas (Tabla 23).

Tabla 23. Paralelo entre las investigaciones realizadas en la Universidad de Manizales, y las realizadas a nivel mundial, en la tendencia de residuos sólidos.

<b>RESIDUOS SOLIDOS</b>	<b>UNIVERSIDAD MANIZALES</b>	<b>MUNDIAL</b>
Metodologías para la reutilización, aprovechamiento, tratamiento y disposición final de residuos sólidos	SI	SI
Desarrollo de instrumentos técnicos y normativos	SI	NO

De manera similar en el tratamiento de suelos, la universidad participa en dos de las tres sublíneas de investigación (Tabla 24).

Tabla 24. Paralelo entre las investigaciones realizadas en la Universidad de Manizales, y las realizadas a nivel mundial, en la tendencia de tratamiento de suelos.

<b>TRATAMIENTO DE SUELOS</b>	<b>UNIVERSIDAD MANIZALES</b>	<b>MUNDIAL</b>
Proyectos para la recuperación y rehabilitación del suelo	SI	SI
Mejoramiento de procesos productivos	SI	SI
Proyectos de investigación, innovación y transferencia de tecnología	NO	SI

### 5.3.2 Tendencia y avance en relación con las políticas vigentes

Se realizó un análisis de las políticas ambientales, tomando como referencia las estrategias que contempla cada una, y extrayendo las que se consideraron vinculatorias a los Biosistemas integrados. Luego se realizó un comparativo con las tendencias de la línea y las tendencias mundiales, notando que las tendencias y categorías de investigación ya identificadas en los numerales anteriores, están contempladas dentro de las políticas ambientales. Así mismo, se determinaron otras sublíneas que aún están sin investigación y que se relacionan en la Tabla 25.

Tabla 25. Relación de sublíneas sin investigar contempladas dentro de la normatividad ambiental.

TENDENCIA	POLITICA	SUBLINEA DE INVESTIGACION
CAMBIO CLIMATICO	Ley 629 de 2000, ley 164 de 1994, Política Nacional de cambio climático	1. Sistema de transporte incrementando la eficiencia energética
CONTAMINACION DEL AIRE	Decreto 948 de 1995, ley 192 de 2018, resolución 8321 de 1983, Política de prevención y control del aire	1. Reducción de emisiones de Mercurio 2. Gestión de emisiones fugitivas
MANEJO INTEGRADO DEL SUELO	Ley 13 de 1997, Política para la gestión sostenible del suelo	1. Sistemas urbanos ahorradores del recurso suelo
GESTION INTEGRAL DE RESIDUOS SOLIDOS	Decreto 1113 de 2002, documento Conpes 3874	1. Valoración de residuos sólidos
GESTION INTEGRAL DE RESIDUOS O DESECHOS PELIGROSOS	Resolución 1362 de 2007, ley 945 de 2005, Política ambiental para la gestión integral de residuos o desechos peligrosos	1. Tecnologías de aprovechamiento de los RESPEL 2. Tecnologías de remediación

Teniendo en cuenta que lo sistémico es funcional, estructural y organizacional. Se plantean los siguientes elementos como los pilares de comprensión de la línea en Biosistemas Integrados:

- **Funcionalidad:** se refiere a lo ecosistémico, a la dinámica del sistema.
- **Estructuralidad:** considera la caracterización de los componentes del sistema.
- **Organizacionalidad:** incluye las intervenciones humanas y su relacionamiento con la naturaleza, los modelos de gestión y las tecnologías para la articulación del sistema.

Se propone que los trabajos que se articulen a la línea cumplan como mínimo uno de estos pilares para su inserción en la misma. Como resultado del análisis realizado al

repositorio de la Universidad, a las políticas ambientales y a las tendencias a nivel mundial, se proponen los siguientes temas de investigación, para que se realice el respectivo debate, se determine la conveniencia de que estos conocimientos entren a formar parte de la línea de investigación de la Maestría, y así aportar con nuevas interpretaciones y posturas críticas que dinamicen su investigación (Tabla 26).

Tabla 26. Propuesta temas de investigación

SUBLINEAS DE INVESTIGACION PROPUESTAS	TEMAS DE INVESTIGACION EN BIOSISTEMAS INTEGRADOS
1. Sistema de transporte incrementando la eficiencia energetica	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Producción de energía eléctrica y combustibles a partir de bacterias. (ejm: Geobacte</li> <li>b. Biorrefinería</li> <li>c. Biocarburantes</li> <li>d. Biotecnología ; Butanol de segunda generación</li> <li>e. Aprovechamiento del biohidrógeno del tratamiento de aguas residuales mediante consorcios de fermentación mixta</li> <li>f. Conversión Biológica Directa de la Corriente Eléctrica en Metano por Electrometanogénesis</li> <li>g. Microalgas para la producción de biodiesel y otras aplicaciones</li> </ul>
2. Sistemas de producción agropecuaria, forestal y pesquera más adaptados a altas temperaturas	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Sistemas agroforestales multiestrato "SAF" "En éstos se puede apreciar el estrato alto, medio y bajo en función de las características de las especies consorciadas; y el consecuente aprovechamiento de la luz solar, nutrientes del suelo y el agua; así como el reciclaje posterior de nutrientes a partir de la materia orgánica aportada por el propio sistema"</li> <li>b. Huertos Familiares "Permite el aprovechamiento de los recursos existentes en el suelo y el aporte de otros derivados del mismo sistema (biomasa, fijación de nitrógeno, biodiversidad, etc.)"</li> <li>c. Cultivos en callejones "Utilizan la biomasa como cobertura muerta o mulch para reducir la evaporación del suelo, la competencia con el cultivo, controlar las malezas, reducir la erosión en las pendientes y proveer de condiciones adecuadas para la proliferación de microorganismos que reciclen la materia orgánica".</li> </ul>
3. Residuos peligrosos hospitalarios	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Métodos de desactivación de baja eficiencia "Estándares máximos de microorganismos, inactivación microbiana, etc"</li> <li>b. Bioseguridad</li> </ul>
4. Tecnologías de aprovechamiento de los RESPEL	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Remoción de metales pesados con carbono activado como soporte de Biomasa</li> </ul>
5. Tecnologías de remediación	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Microorganismos con actividad Sulfooxidante</li> <li>b. Tratamientos biológicos aplicados a residuos peligrosos. "Reactores de Suelos Activados (RSA), Reactor Biológico rotativo de contacto (RBC) o Biodiscos"</li> </ul>
6. Sistemas urbanos ahorradores del recurso energía	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Aprovechamiento de energía proveniente de biomasa</li> <li>b. Grafeno para baterías de iones de litio sin aglomerante y de duración más larga</li> </ul>
7. Electrolisis del agua	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Electrolisis microbiana, Fermentación oscura</li> </ul>
8. Desalinación del agua	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Células de desalinización microbiana para la producción de energía</li> <li>b. Membranas para desalinización</li> <li>c. Eliminación de contaminantes orgánicos e inorgánicos del agua con biochar.</li> </ul>
9. Proyectos de investigación, innovación y transferencia de tecnología en el tratamiento de suelos	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Estudios sobre microbiota edáfica "existe una diversidad de microorganismos que poseen características de interés agrícola, como la síntesis de diversos compuestos que impactan el desarrollo y salud de las plantas"</li> <li>b. El uso de cultivos bioenergéticos para la "fitoatenuación" de metales pesados en suelos moderadamente contaminados</li> <li>c. Biopesticidas</li> <li>d. Limpieza de membranas en biorreactores de membrana</li> </ul>
10. Sistemas urbanos ahorradores del recurso suelo	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Arquitectura Bioclimática</li> </ul>
11. Reducción de emisiones de Mercurio	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Gasificación de biomasa como sorbente de mercurio para los procesos de combustión de carbón</li> </ul>
12. Gestión de emisiones fugitivas	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Indicadores biológicos de contaminantes atmosféricos</li> </ul>
13. Valoración de residuos sólidos	<ul style="list-style-type: none"> <li>a. Bioplásticos Biodegradables</li> <li>b. Biopolímeros</li> <li>c. Biodegradabilidad anaerobia</li> <li>d. Oportunidades de generación de residuos ganaderos a bioenergía.</li> </ul>

## 6. Conclusiones

En biosistemas integrados para el periodo 2007 -2018 se identificó en la universidad de Manizales de los 109 trabajos de grado ocho tendencias, la más trabajada es gestión integral de residuos sólidos y las menos, contaminación del aire y residuos peligrosos.

Estas ocho tendencias también se identificaron a nivel mundial utilizando la base de datos web of Science que genero 13999 registros mostrando a partir de métricas que la tendencia energías renovables es la más investigada y la menos, residuos peligrosos.

Del paralelo entre las sublíneas de investigación que abarcan cada tendencia y las políticas vigentes en desarrollo sostenible se presenta una propuesta conformada por 13 sublíneas de investigación direccionadas a 32 temas de investigación (Tabla 26), para que se realice el respectivo debate, se determine la conveniencia de que estos conocimientos entren a formar parte de la línea de investigación de la Maestría, y así aportar con nuevas interpretaciones y posturas críticas que dinamicen su investigación.

Se encontró en la línea biosistemas integrados tesis con temas de investigación que no se ajustan al concepto de Biosistemas Integrados específicamente dentro de sublíneas que se salen del concepto como: Fortalecimiento de procesos de inventario y monitoreo de biodiversidad y sus servicios ecosistémicos, Huella hídrica azul y gris, Desarrollo de instrumentos técnicos y normativos, Diseño e implementación de instrumentos normativos y técnicos para las actividades que involucran el manejo de sustancias y residuos peligrosos.

Además, los biosistemas integrados en Colombia se articulan en la estrategia de crecimiento verde buscando aportar a la sustentabilidad del país, donde la Universidad de Manizales con sus procesos de investigación puede seguir aportando al alcance de esta meta.

## **7. Recomendaciones**

Se recomienda al colectivo de la línea en Biosistemas Integrados analizar los resultados del presente trabajo, con el fin de actualizar el documento conceptual de la línea y las proyecciones de las futuras investigaciones a abordar.

Se recomienda revisar el concepto de biosistemas integrados para canalizar los trabajos de grado con asignación a la línea de Biosistemas Integrados.

## 8. Referencias bibliográficas

Alayón García, N. A. (2014). Evaluación de tres bioabonos sobre el desarrollo vegetativo y productivo del pasto kikuyo (*Pennisetum clandestinum*) en el municipio de La Calera departamento de Cundinamarca.

Alza, H., & Ariosto, H. (2018). Caracterización y distribución vertical de epífitas vasculares (orquídeas y bromelias) y hospederos en un ecosistema de selva en el sur del Perú.

Angarita Zambrano, G. (2017). Estudio de viabilidad para la construcción del acueducto del puesto fluvial avanzado de infantería de marina no. 63 ubicado en el Encanto Amazonas.

Arango Gartner, Á. M. (2013). Biosistema integral de tratamiento de aguas residuales domésticas. Diseño, construcción y evaluación.

Arango Vargas, A. M. (2015). Efectos ambientales ocasionados por la técnica del embolsado de plátano en la producción agrícola del municipio de Ulloa-Valle.

Arboleda Montaña, N. (2014). Estudio de alternativas tecnológicas para el tratamiento básico del agua lluvia de uso doméstico en el Consejo Comunitario de la comunidad negra de Los Lagos, Buenaventura.

Arteaga Hernández, T. M. (2015). Condiciones ambientales del humedal de sierra chiquita, municipio de Montería.

Ayuga, F., Briassoulis, D., Aguado, P., Farkas, I., Griepentrog, H., & Lorencowicz, E. Los estudios de tercer ciclo de la disciplina emergente de "Ingeniería de Biosistemas" en Europa.

Betancourth, C. F. (2013). Aprovechamiento de la torta residual de sachá inchi (*Plukenetia volubilis* Linneo) mediante extracción por solventes de su aceite. Universidad de Manizales, Manizales, Colombia.

Bertalanffy, L. von. (1968). Teoría General de los sistemas.

Bohórquez Sandoval, L. J., & Pulido Soler, N. (2019). Transformación del contenido ruminal de la planta de sacrificio de villapinzón, en abono orgánico: una estrategia de mitigación de impacto ambiental.

Bolaños Mateus, D. C., & Botero Botero, J. C. (2017). Transformación de residuos agrícolas y pecuarios en compost en los municipios de San Vicente del Caguán-Caquetá y Bello Antioquia.

Bolívar Meléndez, N. A., Betancur, J. F., & Rodríguez Valencia, N. (2015). Estudio evaluativo del manejo de biosólidos para el caso de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) El Salitre.

Cacua Barreto, L. F. (2016). Análisis del manejo de residuos sólidos agrícolas en la Nueva Sexta, Cúcuta, Norte de Santander: una propuesta de mejoramiento ambiental.

Campos Orjuela, A., & Hernández Camelo, F. H. (2014). Proyección del posible impacto hídrico, de capa vegetal y de suelo, generado en el aprovechamiento del oro-caso mina la Colosa, Cajamarca, Tolima mediante imágenes obtenidas por sensores remotos.

Camps, D. (2007). Estudio bibliométrico general de colaboración y consumo de la información en artículos originales de la revista *Universitas Médica*, período 2002 a 2006. *Universitas Médica*, 48(4).

Cano Piedrahíta, G. A. (2017). Evaluación de tres extractos vegetales para el control de plagas en el cultivo de frijol arbustivo *Phaseolus vulgaris* L.

Cárdenas Garzón, R. C., & Ortiz Prieto, J. E. (2014). Manejo integrado del recurso agua, en el proceso de beneficio húmedo del café, para la asociación de productores de café especial "cafeto" en el municipio de Fresno, departamento del Tolima.

Carreño Sayago, U. F., & Granada Torres, C. A. (2016). Diseño, desarrollo y evaluación de una tecnología de fitorremediación a escala de laboratorio utilizando la *Eichhornia crassipes* para el tratamiento de aguas contaminadas con cromo.

Castro Beltrán, A. (2015). Evaluación de la producción de lombricompostos a partir de tres sustratos y uso de la lombriz como fuente de alimento para peces en cautiverio, Chocó-Colombia.

Celemín Cuellar, M. A. (2017). Estudio para la implementación de un sistema fotovoltaico como alternativa rural sostenible de la vereda San Roque en el municipio de Ortega-Tolima.

Cerón, D., & Norbayron, J. (2017). Evaluación de tres dietas alimenticias suministradas en la fase de alevino al pez ornamental amazónico escalar (*Pterophyllum scalare*-Schultze, 1823).

Chaparro Acuña, J. C. (2014). Análisis ambiental del sector litográfico con relación a la norma NTC ISO 14001: 2004 en la ciudad de Tunja.

Codina, L. (2017). Investigación con bases de datos. Estructura y funciones de las bases de datos académicas. Análisis de componentes y estudio de caso.

Colorado, J. E. (2015). La implementación de semillas transgénicas en Colombia.

Cruz Henao, C. P. (2015). Diseño y evaluación de un sistema de tratamiento piloto para las aguas residuales provenientes de la construcción del sector inmobiliario privado en la ciudad de Manizales.

Cucunubá Ariza, L. E. (2014). Diagnóstico del manejo ambiental del cultivo de la papa pastusa, (*solanum tuberosum*), en un ecosistema de alta montaña, del municipio de Guatavita departamento de Cundinamarca.

Cuellar Torres, B. M. (2016). Variaciones espaciales en las comunidades de macro invertebrados acuáticos de las quebradas Helechuzal y Banderas en dos épocas con diferente régimen climático en el municipio de Isnos departamento del Huila.

Cuesta González, F. A. (2014). Evaluación de los niveles de remoción en demanda química y bioquímica de oxígeno y sólidos suspendidos totales de efluentes industriales con bacterias productoras de polihidroxicarboxilatos y exopolisacáridos a escala de laboratorio en empresas del sector de alimentos de la ciudad de Manizales.

Chacón, J. W. B., Herrera, J. C. B., & Villabona, M. R. (2013). Revisión y análisis documental para estado del arte: una propuesta metodológica desde el contexto de la sistematización de experiencias educativas. *Investigación Bibliotecológica: archivonomía, bibliotecología e información*, 27(61), 83-105.

Díaz Mariño, J. P. (2013). Plan de manejo para el aprovechamiento forestal, finca San Pedro, municipio de San Vicente de Chucurí, departamento de Santander.

Duque Chaves, C. M. (2016). Análisis sistémico de la implementación de la política ambiental para la gestión integral de residuos o desechos peligrosos en el departamento de Risaralda.

Florez Orjuela, J. A., & Florez Orjuela, O. R. (2013). Estudio del crecimiento de "Gmelina arborea" en los consejos comunitarios de Quiparadó y Domingodó (Choco-Colombia).

Fonseca, K. (2018). Análisis de la gestión ambiental de los residuos de tintas para impresión generados en las empresas de artes gráficas del barrio La Estrada de la ciudad de Bogotá.

Freemont E, Kast, James E, Rosenzweig. (1973). Administración en las organizaciones. (México).

Galvis González, N. J. (2014). Ensayos de tratabilidad del agua, una herramienta concluyente para el diseño de plantas de potabilización. Estudio de caso Acueducto Regional de Occidente, Anserma (Caldas).

Gil Gómez, J. A. (2014). Determinación de la calidad del agua mediante variables físico químicas, y la comunidad de macroinvertebrados como bioindicadores de calidad del agua en la cuenca del río Garagoa.

Giraldo Aguilar, T., & López Navarro, M. B. (2013). Manejo ambiental educativo de la etnobotánica con fines fitoterapéuticos y agroindustriales ecosostenibles en el emplazamiento rural de San Antonio de Anaconia-municipio de Neiva.

González Guitián, M. V., & de Zayas Pérez, M. R. (2012). Knowledge audit. Domain analysis in the data base Scopus and WoK. *Revista Interamericana de Bibliotecología*, 35(1), 17-25.

Gómez Gómez, L. F. (2018). Evaluación dietas alternativas con forrajeras nativas para ceba de conejos en el norte del valle.

Gutierrez Urueña, C. L., & Quintero Zuluaga, A. P. (2019). Evaluación del Plan Departamental de Agua de Caldas periodo 2009 a 2015.

Hennessey Ramos, L. (2017). Aprovechamiento de la semilla de aguacate variedad Lorena como un colorante natural y del aceite de mesocarpios residuales de la variedad Hass como componentes funcionales en un jabón líquido.

Hernández Mora, J. A. (2015). Producción de etanol a partir de glicerina por vía fermentativa con *Saccharomyces cerevisiae* y simulación del proceso a escala industrial.

Huetio Passos, J. K., & Ortiz Sarria, M. F. (2017). Análisis de la remoción de cargas contaminantes a través de un filtro biológico para tratar efluentes provenientes de procesos productivos agropecuarios de ganadería porcina.

Jaramillo Echeverry, L. M. (2015). Propuesta ambiental para la evaluación y manejo integral de los residuos peligrosos generados en los laboratorios de docencia de la Universidad de Gran Colombia Seccional Armenia.

Jiménez Botero, G. A., & Soto Duque, A. (2014). Análisis del riesgo ambiental potencial por compuestos orgánicos presentes en aguas del río Cauca, a su paso por la zona urbana de la ciudad de Cali (Colombia).

Jiménez Ortiz, R. (2017). Evaluación del efecto de aplicación de vinazas sobre las propiedades físico químicas y actividad biológica en un suelo de orden Inceptisol cultivado con caña de azúcar en la vereda La Primavera–municipio de Villarica norte del Cauca.

Johansen Bertoglio, O. (1993). Introducción a la teoría general de sistemas.

Lopera Pérez, M. (2014). Evaluación de los procesos de Investigación Escolar en el área ambiental como estrategia favorecedora del aprendizaje significativo en el Corregimiento San Antonio de Prado, Municipio de Medellín.

Lozano Sánchez, A. (2015). Determinación del estado de sostenibilidad de los suelos a nivel de finca cafetera en el municipio de Rovira Tolima.

Macías Plaza, Ó. J., & Arias Franco, N. (2016). Evaluación de la gestión integral de residuos sólidos desde la planificación territorial vereda Gabriel López del municipio de Totoró-Cauca.

Marín Betancourth, L., & Villada Marín, D. M. (2013). Evaluación del proyecto de quemado de biogas enfocado a los mecanismos de producción más limpia en el relleno La Esmeralda, Manizales (Caldas), basado en los resultados obtenidos en el relleno sanitario de Antanas, Pasto (Nariño).

Martínez Rivera, D. (2017). Análisis del impacto económico, social y ambiental de la gestión de residuos sólidos urbanos en unidades cerradas de vivienda de la ciudad de Pereira.

Mejía Mejía, C. G. (2014). Identificación de características para las fincas circunscritas al área geográfica del proyecto de café "Jazmín Especial".

Méndez\_Casallas, F. J. (2013). Prueba piloto para la remoción de color en aguas de descarga producto del proceso de curtido de pieles usando un hongo de podredumbre blanca.

Mina Possú, W. (2017). Incidencia del cultivo de la caña de azúcar en la fertilidad del suelo y su efecto en la producción de alimento de la vereda Agua Azul municipio de Villa Rica-Cauca.

Molina Castillo, J. O., & Yandar Barahona, A. Y. (2013). Evaluación del impacto ambiental generado por el establecimiento de los sistemas silvopastoriles en el municipio del Valle del Guamuez departamento del Putumayo.

Montenegro Cordoba, J. P., & Zambrano Bothía, M. A. (2018). Evaluación de la sostenibilidad ambiental generada por la huella hídrica en el proceso de beneficio de la cadena cárnica en las ciudades de Bucaramanga y San Juan de Pasto.

Morales Buitrago, C., & Mejía González, C. A. (2016). Evaluación del desempeño de un biodigestor para el tratamiento de mieles de café procedentes del becolsub en los tiempos de menor retención, en el municipio del Águila-Valle del Cauca.

Moreno Clavijo, N., & Romero Jiménez, A. A. (2016). Evaluación de diferentes métodos para la transformación de la pulpa de café en abono orgánico en fincas cafeteras.

Moreno García, F. E. (2017). Obtención de un biofertilizante a partir del cultivo de *Spirulina platensis* en aguas residuales domésticas provenientes del campamento de la estación de bombeo de crudo Rubiales.

Morgado Gamero, W. B. (2017). Evaluación de bioaerosoles fungí asociados a un relleno sanitario ubicado en el municipio de Tubara, departamento del Atlántico.

Mosquera Córdoba, T. (2017). Eficiencia de Lombricompostaje en la Biorremediación de suelos degradados por la minería a cielo abierto en el municipio de Unión Panamericana, departamento del Chocó.

No, L. (1753). Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018. *Diario oficial*, (49.538).

Ninoshka, T. R. (2013). Determinación del coeficiente de turbiedad atmosférica ( $\beta$ ) en todo el ancho de banda del espectro solar para la localidad de Chapinero, Bogotá, Colombia.

Obando, G. A. (2016). Condiciones de diseño de un Reactor de Pirolisis a escala de laboratorio para la obtención de Biocarbón a partir de Residuos Orgánicos Sólidos (ROS).

Ocampo Zamora, A. L. (2013). Evaluación del estado actual de la calidad del agua de la quebrada La Jaramilla, municipio de La Tebaida, departamento del Quindío.

Ochoa Castro, A. M. (2017). Conocimiento y uso tradicional del recurso fitomedicinal de la comunidad del río Yurumanguí, Distrito de Buenaventura.

Oliveros Montes, E. F., & Rios Riveros, N. S. (2015). Metodología para la definición de puentes naturales en derechos de vía de montaña.

Orozco Noreña, J. F. (2014). Caracterización de la huella ecológica por efectos antrópicos en la zona amortiguadora del Parque Nacional Natural de Los Nevados.

Ortega-Guio, A. F. (2016). Percepción antrópica y ecológica de la herpetofauna presente en el campus de la Universidad del Pacífico, Valle del Cauca, Buenaventura.

Ortiz Benavides, O. (2017). Análisis multiobjetivo del proceso de generación de energía en plantas de producción artesanal de ladrillo.

Ortiz Penagos, N. E. (2013). Recuperación y reutilización de cromo de las aguas residuales del proceso de curtido de curtiembres de San Benito (Bogotá), mediante un proceso sostenible y viable tecnológicamente.

Ortiz-Valbuena, K. L., & Álvarez-León, R. (2015). Effect of dumping of benefit products cacao (*Theobroma cacao* L.) on some chemical and biological properties in soils of a cocoa farm, city of Yaguara (Huila, Colombia). *Boletín Científico. Centro de Museos. Museo de Historia Natural*, 19(1), 65-84.

Otero Rozo, A. T. (2016). Propuesta metodológica para el seguimiento y control del Plan de Gestión Integral de Residuos Sólidos (PGIRS), del municipio de Usiacurí en el departamento del Atlántico.

Parra, R., & Eulindany, B. (2014). Implementación de protocolos de operación en la planta de tratamiento de aguas residuales domésticas del municipio de Timaná en el departamento del Huila.

Patiño Torres, C. P., & Jaramillo López, C. (2015). Sistema de biosorción de metales pesados de los lixiviados del Relleno Sanitario La Esmeralda de la ciudad de Manizales.

Perdomo Castro, A., & Díaz Rodríguez, W. I. (2016). Diagnostico piloto y plan de manejo de arborización en la ciudad de Neiva.

Picado-Twight, C. (1913). Les broméliacées épiphytes considérées comme milieu biologique. Las bromeliáceas epífitas consideradas como medio biológico. Bulletin Scientifique de la France et de la Belgique, 47(3), 215-360.

Pinilla Páez, M. Y. (2015). Propuesta de educación ambiental que pueda contribuir al manejo adecuado de los residuos sólidos domiciliarios en el sector urbano del municipio de Ráquira-Boyacá.

Portocarrero Angulo, A. (2014). Análisis comparativo de tres sustratos orgánicos, en el desarrollo de plántulas de café de la variedad Castillo.

Quiceno Urbina, N. J., Tangarife Marín, G. M., & Álvarez León, R. (2016). Estimación del contenido de biomasa, fijación de carbono y servicios ambientales, en un área de bosque primario en el resguardo indígena piapoco chigüiro-chátare de barrancominas, departamento del guainía (colombia). Luna Azul, (43), 171-202.

Quintero López, L. A. (2018). Evaluación de potencial energético de los residuos sólidos agroindustriales del proceso de extracción de aceite de palma africana como alternativa energética para el reemplazo de la leña en la zona norte del departamento del Cesar.

Quintero Peña, C. H. (2013). Reciclaje termo-mecánico del poliestireno expandido (Icopor), como una estrategia de mitigación de su impacto ambiental en rellenos sanitarios.

Quintín, C., Montoya, J. C., & Paz, I. E. (2015). Liberación de CO<sub>2</sub> a la atmósfera por actividad rizosférica de diferentes cultivos en zona cafetera del departamento del Cauca. Revista de Ciencias Agrícolas, 32(2), 68-76.

Quiroz, T., & Carolina, A. (2017). Aprovechamiento los residuos sólidos de la cadena productiva del cuy mediante compostaje, para su uso como bioabono en cultivos de forraje (alfalfa (medicago sativa)) en la zona alto andina del departamento de Nariño.

Ramírez Sánchez, G. C. (2016). Valoración de la producción de biogás durante un proceso de digestión anaerobia con contenido ruminal de origen bovino bajo condiciones de tiempo, carga y temperatura diferenciales.

Ramos Agüero, D., Terry Alfonso, E., Soto Carreño, F., & Cabrera Rodríguez, J. A. (2014). Bocashi: abono orgánico elaborado a partir de residuos de la producción de plátanos en Bocas del Toro, Panamá. *Cultivos Tropicales*, 35(2), 90-97.

Rendón Sáenz, J. R. (2014). Implementación y evaluación de estrategias para el manejo integrado del agua en la Estación Central Naranjal "Cenicafé".

Restrepo, Z., & Natalia, L. (2013). Evaluación de la incidencia de la aplicación foliar de ácido giberélico en la floración de árboles de coffee arabica l. y su impacto frente al cambio climático.

Riascos Forero, L., & Tupaz Enríquez, M. M. (2015). Propuesta para el Manejo de Residuos Químicos en los Laboratorios de Química de la Universidad de Nariño.

Rojas Cañas, A. M. (2015). Estimación de la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero a partir de fórmulas matemáticas en instalaciones porcícolas, localizadas en el municipio de Trujillo, departamento del Valle del Cauca.

Ropero Pallares, R. (2015). Biosistema integrado para el aprovechamiento de la cacota de algodón en el municipio de Aguachica Cesar.

Sarabia, Á. A. (1995). La teoría general de sistemas. c/Edison, 4.

Salamanca, E. M., & Mauricio, E. (2014). Estrategias para el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos en la plaza de mercado de Fontibón, Bogotá DC. Manizales, Universidad de Manizales Facultad de Ciencias Contables Económicas y Administrativas Maestría en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente, Caldas.

Salazar Cárdenas, O. L. (2015). Evaluación de la implementación de Buenas Prácticas Pecuarias en la producción de ovinos y caprinos en la zona metropolitana de los municipios de Bucaramanga y Lebrija.

Salazar Ruiz, C. M., Arboleda Valencia, J. W., & Betancur, J. F. (2017). Actividad holocelulasa de basidiomicetos con potencial para procesos de bioconversión.

Salazar, L. A. L., Valencia, N. R., & Khalajabadi, S. S. (2015). Disponibilidad de Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup> y K<sup>+</sup> en función de las propiedades del suelo, zona cafetera central de Colombia. *RIAA*, 6(1), 29-42.

Sánchez Palacios, A. (2015). Producción de hongos comestibles del género *Pleurotus* a partir de los residuos vegetales provenientes de la plaza de mercado del municipio de Quibdó.

Sepúlveda Asprilla, N. I. (2014). Desarrollo de un protocolo para la rizofiltración de efluentes contaminados con mercurio mediante la aplicación de filtros vegetales con la especie *Vetiver* (*Vetiveria zizainodes*).

Serna, C. A. M., de Cardona, M. S., Valencia, N. R., & León, R. Á. Biosistemas Integrados y sus Interrelaciones con el Desarrollo Sostenible y el Desarrollo Humano y Social.

Severiche Sierra, C. A., & Barreto Lezama, A. J. (2013). Efecto de las lluvias sobre la calidad del agua en la Ciénaga Grande de Santa Marta, Caribe colombiano en periodo 2006-2009.

Suárez Ramos, C. A. (2016). Evaluación agronómica y nutricional del pasto elefante (*pennisetum purpureum*) a partir de diferentes biofertilizantes en la Finca Los robles de la Fundación Universitaria de Popayán.

Triviño Arbeláez, H. F., Muñoz Valencia, A. L., & Franco Cano, C. A. (2013). Análisis de la aplicabilidad de la política ambiental nacional para la gestión integral de residuos o desechos

Uriza Suárez, N. E. (2016). Caracterización de los residuos sólidos domiciliarios en el sector urbano de la ciudad de Tunja y propuesta de sensibilización para su separación en la fuente.

Valderrama Pedraza, M. L. (2013). Factibilidad de aprovechamiento de los lodos de la PTAR del municipio de Chinavita (Boyacá).

Valencia Cuesta, A. T. (2017). Evaluación de la calidad de agua para consumo, en la cabecera municipal de Riosucio departamento del Chocó-Colombia.

Valencia Marin, A. (2013). Evaluación del traslado de epifitas vasculares, como estrategia de conservación en el municipio de Aguazul, departamento del Casanare (estudio preliminar).

Valencia, J. A., Castillo, O. G., Betancur, J. F., & Peña, A. J. (2015). Influence area determination of rain gauge stations in the coffee region, Caldas department, Colombia.

Velásquez Villar, M. C., & Velásquez Villar, M. V. (2017). Evaluación de la eficiencia del abono orgánico obtenido de los residuos vegetales de la plaza de mercado del municipio de San Gil en el cultivo de mandarina arrayana.

Villatoro, F. Sistema, territorio y desarrollo sostenible.

Villegas, J. H. (2014). Evaluación del efecto acelerador de microorganismos transformadores de materia orgánica (TMO) en el proceso de compostaje de las deyecciones de bovinos, porcinos y conejos. 2014. 104 p (Doctoral dissertation, Tesis (Maestría en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente) Universidad de Manizales, Manizales).

Viveros Monje, D. C. (2017). Postratamiento de aguas residuales en plantas de beneficio de ganado porcino y bovino utilizando humedales artificiales.

Wilches Rodríguez, J. C. (2015). Valoración y crecimiento de hongos comestibles nutraceutico y nutraceuticos en sustratos agroindustriales del Valle del Cauca.

Zapata, A., & Aura, R. (2014). Humedales artificiales: Una propuesta para la mitigación de la contaminación hídrica de la quebrada La Nutria, de los Cerros Orientales de Bogotá DC. Universidad de Manizales. Colombia.

## **ANEXOS**

Anexo 1. Matriz de sistematización de las Tesis de Maestría en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente 2007-2018, a partir de la información obtenida del repositorio de la Universidad de Manizales.

N.	AÑO	TITULO	TENDENCIAS	TEMA	CITAS	MAESTRANTES	No. MAESTRANTES	DIRECTOR	CIUDAD
1	2018	TRANSFORMACIÓN DEL CONTENIDO RUMINAL DE LA PLANTA DE SACRIFICIO DE VILLAPINZÓN, EN ABONO ORGÁNICO: UNA ESTRATEGIA DE MITIGACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL	GESTION INTEGRAL DE RESIDUOS SOLIDOS	METODOLOGIAS PARA LA REUTILIZACION, APROVECHAMIENTO, TRATAMIENTO Y DISPOSICION FINAL DE RESIDUOS SOLIDOS	0	LADY JOHANNA BOHÓRQUEZ SANDOVAL NANCY FULIDO SOLER	2	Walter Murillo Arango	CUNDINAMARCA-VILLAPINZON
2	2017	EVALUACIÓN DEL IMPACTO DE LA QUERNA FÍSICA CONTROLADA COMO PRÁCTICA AGRÍCOLA SOBRE ALGUNAS DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICAS, QUÍMICAS Y BIOLÓGICAS DE DOS SERIES DE SUELOS CAFETEROS UBICADOS EN LOS MUNICIPIOS DE LIBANO Y CASABIANCA, TOLIMA.	MANEJO INTEGRADO DEL SUELO	PROYECTOS PARA LA RECUPERACION Y REABILITACION DEL SUELO	0	JULIÁN ORLANDO SANDOVAL CUELLAR CAROLINA SUAREZ GAMELO	2	JUAN CARLOS MONTOYA SALAZAR	TOLIMA-LIBANO
3	2017	Análisis de la gestión ambiental de los residuos de tintas para impresión generados en las empresas de artes gráficas del barrio la Estrada de la ciudad de Bogotá	GESTION INTEGRAL DE RESIDUOS SOLIDOS	METODOLOGIAS PARA LA REUTILIZACION, APROVECHAMIENTO, TRATAMIENTO Y DISPOSICION FINAL DE RESIDUOS SOLIDOS	1	Katherine Fonseca Caicedo	1	Walter Murillo Arango	CUNDINARCA - BOGOTA
4	2017	Evaluación de Dietas Alternativas con Forrajes Nativas para Ceba de Conejos en el Norte del Valle	APROVECHAMIENTO SOSTENIBLE DE LA BIODIVERSIDAD	USO DE SISTEMAS DE APROVECHAMIENTO SOSTENIBLE DE LOS COMPONENTES DE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA	0	Luis Fernando Gómez Gómez, I. A.	1	Jorge William Arboleda Valencia, Ph. D.	VALLE DEL CAUCA - ALCALA
5	2017	Evaluación de potencial energético de los residuos sólidos agroindustriales del proceso de extracción de aceite de palma africana como alternativa energética para el reemplazo de la leña en la zona norte del departamento del Cesar	EFICIENCIA ENERGÉTICA Y ENERGÍAS RENOVABLES NO CONVENCIONALES	APROVECHAMIENTO Y USO DE LA BIOMASA	0	Luis Alberto Quintero López	1	Walter Murillo Arango	CESAR SETOR NORTE
6	2017	Evaluación de la sostenibilidad ambiental generada por la huella hídrica en el proceso de beneficio de la cadena cárnica en las ciudades de Bucaramanga y San Juan de Pasto	GESTION INTEGRAL DEL RECURSO HIDRICO	HUELLA HIDRICA AZUL Y GRIS	0	Marcela Andrea Zambrano Bothia Jhoana Patricia Montenegro Córdoba	2	Henry Reyes Pineda PhD	Santander-BUCARAMANGA Y SAN JUAN DE PASTO
7	2017	Caracterización y distribución vertical de epifitas vasculares (orquídeas y bromelias) y hospederos en un ecosistema de selva en el sur del Perú	APROVECHAMIENTO SOSTENIBLE DE LA BIODIVERSIDAD	FORTALECIMIENTO DE PROCESOS DE INVENTARIO Y MONITOREO DE LA BIODIVERSIDAD Y SUS SERVICIOS ECOSISTEMICOS	1	Hilber Ariosto Hurtado Atza I.F	1	Javier Orozco Avila MSc	PERU
8	2017	Análisis del Impacto Económico, Social y Ambiental de la Gestión de Residuos Sólidos Urbanos en Unidades Cerradas de Vivienda de la Ciudad de Pereira.	GESTION INTEGRAL DE RESIDUOS SOLIDOS	METODOLOGIAS PARA LA REUTILIZACION, APROVECHAMIENTO, TRATAMIENTO Y DISPOSICION FINAL DE RESIDUOS SOLIDOS	0	DAVID MARTÍNEZ RIVERA	1	Diego Hernández Magister en Desarrollo Sostenible	RISARALDA _ PEREIRA.
9	2017	TRANSFORMACIÓN DE RESIDUOS AGRÍCOLAS Y PECUARIOS EN COMPOST EN LOS MUNICIPIOS DE SAN VICENTE DEL CAGUÁN- CAQUETÁ Y BELLOANTIOQUIA.	GESTION INTEGRAL DE RESIDUOS SOLIDOS	METODOLOGIAS PARA LA REUTILIZACION, APROVECHAMIENTO, TRATAMIENTO Y DISPOSICION FINAL DE RESIDUOS SOLIDOS	0	David Camilo Bolaños Mateus Juan Camilo Botero Botero	2	Juan carlos Montoya Salazar	CAQUETA - SAN VICENTE DEL CAGUÁN Y BELLOANTIOQUIA
10	2017	Evaluación de desempeño del reactor hidrolítico ácido-génico de flujo descendente como tratamiento primario de las aguas mieles del café en el departamento del Valle del Cauca	GESTION INTEGRAL DEL RECURSO HIDRICO	REDUCCION DE LA CONTAMINACION DEL RECURSO HIDRICO	0	Maria Eugenia Cerquera Rivera	1	Walter Murillo Arango	VALLE DEL CAUCA
11	2017	APROVECHAMIENTO DE LA SEMILLA DE AGUACATE VARIEDAD LORENA COMO UN COLORANTE NATURAL Y DEL ACEITE DE MESOCARPIOS RESIDUALES DE LA VARIEDAD HASS COMO COMPONENTES FUNCIONALES EN UN JABÓN LÍQUIDO	GESTION INTEGRAL DE RESIDUOS SOLIDOS	METODOLOGIAS PARA LA REUTILIZACION, APROVECHAMIENTO, TRATAMIENTO Y DISPOSICION FINAL DE RESIDUOS SOLIDOS	0	LICELANDER HENNESSEY RAMOS	1	Walter Murillo Arango	Tolima, Antioquia, Caldas, Bolívar y Santander
12	2017	PRODUCCIÓN DE BIOALCOHOL, A PARTIR DE MÚCILAGO OBTENIDO CON TRES TECNOLOGÍAS UTILIZADAS EN EL BENEFICIO ECOLÓGICO DEL CAFÉ	GESTION INTEGRAL DE RESIDUOS SOLIDOS	METODOLOGIAS PARA LA REUTILIZACION, APROVECHAMIENTO, TRATAMIENTO Y DISPOSICION FINAL DE RESIDUOS SOLIDOS	0	Juan Carlos López Núñez	1	Nelson Rodríguez Valencia. PhD.	Quindío -Armenia
13	2016	Evaluación de la calidad de agua para consumo, en la cabecera municipal de Risueto departamento del Chocó-Colombia	GESTION INTEGRAL DEL RECURSO HIDRICO	MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DEL RECURSO HIDRICO	0	Ana Tomasa Valencia Cuesta	1	Jhon Fredy Betancur P. PhD.	CHOCO - RIO SUCIO
14	2016	POSTTRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES EN PLANTAS DE BENEFICIO DE GANADO PORCINO Y BOVINO UTILIZANDO HUMEDALES ARTIFICIALES	GESTION INTEGRAL DEL RECURSO HIDRICO	REDUCCION DE LA CONTAMINACION DEL RECURSO HIDRICO	0	DIANA CAROLINA VIVEROS MONJE	1	Nelson Rodríguez Valencia. PhD.	HUILA - NEIVA
15	2017	Evaluación del Plan Departamental de Agua de Caldas periodo 2009 a 2015	GESTION INTEGRAL DEL RECURSO HIDRICO	MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DEL RECURSO HIDRICO	1	Clara Lucía Gutiérrez Urueta Anyeta Patricia Quintero Zuluaga	3	Henry Reyes Pineda PhD	CALDAS
16	2016	Obtención de un biofertilizante a partir del cultivo de <i>Spirulina platensis</i> en aguas residuales domésticas provenientes del campamento de la estación de bombeo de crudo Rubiales	APROVECHAMIENTO SOSTENIBLE DE LA BIODIVERSIDAD	USO DE SISTEMAS DE APROVECHAMIENTO SOSTENIBLE DE LOS COMPONENTES DE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA	0	Flor Elizabeth Moreno Garcia	1	Carlos Arturo Granada Torres Ph.D (c)	META - PUERTO GAITAN
17	2017	CONOCIMIENTO Y USO TRADICIONAL DEL RECURSO FITOMEDICINAL DE LA COMUNIDAD DEL RÍO YURUMANGUI, DISTRITO DE BUENAVENTURA	APROVECHAMIENTO SOSTENIBLE DE LA BIODIVERSIDAD	ESTABLECIMIENTO DE PROGRAMAS DE ACUICULTURA, ZOOICRIA, PISCICULTURA, CULTIVO Y MANEJO DE FRUTAS Y PLANTAS COMESTIBLES, AGROFORESTERIA Y MEDICINA TRADICIONAL.	0	ANGELICA MARIA OCHOA CASTRO	1	Jhon Fredy Betancur P. PhD.	VALLE DEL CAUCA - BUENAVENTURA
18	2017	EVALUACIÓN DEL EFECTO DE APLICACIÓN DE VINAZAS SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICO QUÍMICAS Y ACTIVIDAD BIOLÓGICA EN UN SUELO DE ORDEN INCEPTISOL CULTIVADO CON CAÑA DE AZÚCAR EN LA VEREDA LA PRIMERA - MUNICIPIO DE VILLARICA NORTE DEL CAUCA	MANEJO INTEGRADO DEL SUELO	PROYECTOS PARA LA RECUPERACION Y REABILITACION DEL SUELO	0	RAFAEL JIMENEZ ORTIZ	1	Carlos Arturo Granada Torres Ph.D (c)	CAUCA - VILLARICA
19	2016	ESTUDIO DE VIABILIDAD PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL ACUEDUCTO DEL PUESTO FLUVIAL AVANZADO DE INFANTERIA DE MARINA No. 63 UBICADO EN EL ENCANTO AMAZONAS	GESTION INTEGRAL DEL RECURSO HIDRICO	MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DEL RECURSO HIDRICO	0	GUILLERMO ANGARITA ZAMBRANO	1	Henry Reyes Pineda PhD	AMAZONAS - EL ENCANTO
20	2016	ANÁLISIS DE LA REMOCIÓN DE CARGAS CONTAMINANTES A TRAVÉS DE UN FILTRO BIOLÓGICO PARA TRATAR EFLUENTES PROVENIENTES DE PROCESOS PRODUCTIVOS AGROPECUARIOS DE GANADERÍA PORCINA.	GESTION INTEGRAL DEL RECURSO HIDRICO	REDUCCION DE LA CONTAMINACION DEL RECURSO HIDRICO	0	JHENNY KATHERINE HUETIO PASSOS MAURICIO FERNANDO ORTIZ SARRIA	2	Carlos Arturo Granada Torres Ph.D (c)	CAUCA - POPAYAN
21	2017	Análisis multiobjetivo del proceso de generación de energía en plantas de producción artesanal de ledrillo	EFICIENCIA ENERGÉTICA Y ENERGÍAS RENOVABLES NO CONVENCIONALES	EFICIENCIA ENERGÉTICA	0	Orieta Ortiz Benavides	1	Yaseli Costa Salas Ph.D.	CESAR
22	2016	EVALUACIÓN DE TRES DIETAS ALIMENTICIAS SUMINISTRADAS EN LA FASE DE ALEVINO AL PEZ ORNAMENTAL AMAZÓNICO ESCALAR ( <i>Pterophyllum scalare</i> - Schultz, 1823)	APROVECHAMIENTO SOSTENIBLE DE LA BIODIVERSIDAD	ESTABLECIMIENTO DE PROGRAMAS DE ACUICULTURA, ZOOICRIA, PISCICULTURA, CULTIVO Y MANEJO DE FRUTAS Y PLANTAS COMESTIBLES, AGROFORESTERIA Y MEDICINA TRADICIONAL.	1	JAMES NORBAYRON DÍAZ CERÓN	1	Javier Orozco Avila MSc	PUTUMAYO - MOCOA
23	2016	ACTIVIDAD HOLOCELULASA DE BASIDIOMICETOS CON POTENCIAL PARA PROCESOS DE BIOCONVERSIÓN	GESTION INTEGRAL DE RESIDUOS SOLIDOS	APROVECHAMIENTO, TRATAMIENTO Y DISPOSICION FINAL DE RESIDUOS SOLIDOS	0	Salazar Ruiz Carmen Melissa, Arboleda Valencia Jorge William, Betancur Jhon Fredy	3	Jorge William Arboleda Valencia, Ph. D.	Caldas - Manizales
24	2016	EFICIENCIA DEL LOMBRICOMPOSTAJE EN LA BIORREMEDIACIÓN DE SUELOS DEGRADADOS POR LA MINERÍA A CIELO ABIERTO EN EL MUNICIPIO DE UNIÓN PANAMERICANA, DEPARTAMENTO DEL CHOCÓ.	MANEJO INTEGRADO DEL SUELO	PROYECTOS PARA LA RECUPERACION Y REABILITACION DEL SUELO	2	Tatiana Mosquera Córdoba	1	Jhon Fredy Betancur P. PhD.	CHOCÓ - UNIÓN PANAMERICANA.
25	2017	Evaluación de bioaerosoles fungi asociados a un Relleno sanitario ubicado en el Municipio de Tubará, Departamento del Atlántico.	CONTAMINACION DELAIRE	REDUCCION DE LAS LIBERACIONES DE CONTAMINANTES ORGANICOS PERSISTENTES	8	Wendy Beatriz Morgado Gamero	1	Carlos Arturo Granada Torres Ph.D (c)	ATLÁNTICO - TUBARA.

## Continuación Anexo 1.

N.	AÑO	TÍTULO	TENDENCIAS	TEMA	CITAS	MAESTRANTES	No. MAESTRANTES	DIRECTOR	CIUDAD
26	2016	EVALUACIÓN DE LA EFICIENCIA DEL ABONO ORGÁNICO OBTENIDO DE LOS RESIDUOS VEGETALES DE LA PLAZA DE MERCADO DEL MUNICIPIO DE SAN GIL EN EL CULTIVO DE MANDARINA ARRAYANA	GESTION INTEGRAL DE RESIDUOS SOLIDOS	METODOLOGIAS PARA LA REUTILIZACION, APROVECHAMIENTO, TRATAMIENTO Y DISPOSICION FINAL DE RESIDUOS SOLIDOS	0	MARIA CONSUELO VELASQUEZ VILLAR MARLY VIVIANA VELASQUE VILLAR	2	Yaseli Costa Salas Ph.D.	SANTANDER - SAN GIL
27	2016	ESTUDIO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO COMO ALTERNATIVA RURAL SOSTENIBLE DE LA VEREDA SAN ROQUE EN EL MUNICIPIO DE ORTEGA-TOLIMA	EFICIENCIA ENERGETICA Y ENERGIAS RENOVABLES NO CONVENCIONALES	FUENTES DE ENERGIA RENOVABLE	1	MARIO ALEJANDRO CELEMIN CUELLAR	1	Walter Murillo Arango	TOLIMA - ORTEGA
28	2016	EVALUACIÓN DE TRES EXTRACTOS VEGETALES PARA EL CONTROL DE PLAGAS EN EL CULTIVO DE FRIJOL ARBUSTIVO <i>Phaseolus vulgaris</i> L.	CONTAMINACION DELAIRE	REDUCCION DE LAS LIBERACIONES DE CONTAMINANTES ORGANICOS PERSISTENTES	0	Gildardo Andrés Cano Piedrahita	1	Javier Orozco Avila MSc	ANTIOQUIA - JARDIN
29	2016	Incidenia del cultivo de la caña de azúcar en la fertilidad del suelo y su efecto en la producción de alimento de la vereda Agua Azul municipio de Villa Rica – Cauca	MANEJO INTEGRADO DEL SUELO	PROYECTOS PARA LA RECUPERACION Y REABILITACION DEL SUELO	0	Mina Possó, Wilson	1	Juan carlos Montoya Salazar	Cauca - Villa rica
30	2016	APROVECHAMIENTO LOS RESIDUOS SOLIDOS DE LA CADENA PRODUCTIVA DEL CUY MEDIANTE COMPOSTAJE, PARA SU USO COMO BIOABONO EN CULTIVOS DE FORRAJE (ALFALFA (MEDICAGO SATIVA)) EN LA ZONA ALTO ANDINA DEL DEPARTAMENTO DE NARIÑO	GESTION INTEGRAL DE RESIDUOS SOLIDOS	METODOLOGIAS PARA LA REUTILIZACION, APROVECHAMIENTO, TRATAMIENTO Y DISPOSICION FINAL DE RESIDUOS SOLIDOS	0	ANA CAROLINA TARAPUES QUIROZ	1	Carlos Arturo Granada Torres Ph.D (c)	NARIÑO - ALTO ANDINA
31	2016	CARACTERIZACIÓN DE LOS RESIDUOS SOLIDOS DOMICILIARIOS EN EL SECTOR URBANO DE LA CIUDAD DE TUNJA Y PROPUESTA DE SENSIBILIZACIÓN PARA SU SEPARACION EN LA FUENTE.	GESTION INTEGRAL DE RESIDUOS SOLIDOS	METODOLOGIAS PARA LA REUTILIZACION, APROVECHAMIENTO, TRATAMIENTO Y DISPOSICION FINAL DE RESIDUOS SOLIDOS	1	NUBIA ESPERANZA URIZA SUAREZ	1	Carlos Arturo Granada Torres Ph.D (c)	BOYACA - Tunja
32	2016	VALORACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE BIOMASA DURANTE UN PROCESO DE DIGESTIÓN ANAEROBIA CON CONTENIDO RUMINAL DE ORIGEN BOVINO BAJO CONDICIONES DE TIEMPO, CARGA Y TEMPERATURA DIFERENCIALES	EFICIENCIA ENERGETICA Y ENERGIAS RENOVABLES NO CONVENCIONALES	APROVECHAMIENTO Y USO DE LA BIOMASA	0	GLORIA CONSUELO RAMÍREZ SÁNCHEZ	1	Carlos Arturo Granada Torres Ph.D (c)	Cundinamarca - Nocalima
33	2016	Disponibilidad de Ca <sup>2+</sup> , Mg <sup>2+</sup> y K <sup>+</sup> en función de las propiedades del suelo, zona cafetera central de Colombia	MANEJO INTEGRADO DEL SUELO	PROYECTOS PARA LA RECUPERACION Y REABILITACION DEL SUELO	3	Luz Adriana Lince Salazar, Nelson Rodríguez Valencia y Siavosh Sadeghian Khalajabadi	3	Nelson Rodríguez Valencia. PhD.	Quindío - Armenia
34	2016	Evaluación Caracterización del inivado agroecológico a partir del proceso de compostaje de residuos orgánicos de cultivos agroecológicos	GESTION INTEGRAL DE RESIDUOS SOLIDOS	METODOLOGIAS PARA LA REUTILIZACION, APROVECHAMIENTO, TRATAMIENTO Y DISPOSICION FINAL DE RESIDUOS SOLIDOS	0	YOLVI PRADA MILLÁN	1	Carlos Arturo Granada Torres Ph.D (c)	Cundinamarca - Madrid
35	2015	BIOSISTEMA INTEGRADO PARA EL APROVECHAMIENTO DE LA CACOTÁ DE ALGODÓN EN EL MUNICIPIO DE AGUACHICA CESAR	GESTION INTEGRAL DE RESIDUOS SOLIDOS	METODOLOGIAS PARA LA REUTILIZACION, APROVECHAMIENTO, TRATAMIENTO Y DISPOSICION FINAL DE RESIDUOS SOLIDOS	0	ROCIO ROPERO PALLARES	1	Nelson Rodríguez Valencia. PhD.	Cesar - Aguachica
36	2016	Evaluación de diferentes métodos para la transformación de la pulpa de café en abono orgánico en fincas cafeteras	GESTION INTEGRAL DE RESIDUOS SOLIDOS	METODOLOGIAS PARA LA REUTILIZACION, APROVECHAMIENTO, TRATAMIENTO Y DISPOSICION FINAL DE RESIDUOS SOLIDOS	0	Nidia Moreno Clavijo Ariel Adrián Romero Jiménez	2	Nelson Rodríguez Valencia. PhD.	Tolima - Libano
37	2016	PERCEPCIÓN ANTRÓPICA Y ECOLÓGICA DE LA HERPETOFALUNA PRESENTE EN EL CAMPUS DE LA UNIVERSIDAD DEL PACÍFICO, VALLE DEL CAUCA, BUENAVENTURA	APROVECHAMIENTO SOSTENIBLE DE LA BIODIVERSIDAD	FORTALECIMIENTO DE PROCESOS DE INVENTARIO Y MONITOREO DE LA BIODIVERSIDAD Y SUS SERVICIOS ECOSISTEMICOS	0	Andres Fernando Ortega Guilo	1	Jorge William Arboleda Valencia, Ph. D.	Valle del Cauca - Buenaventura
38	2015	PROPUESTA METODOLÓGICA PARA EL SEGUIMIENTO Y CONTROL DEL PLAN DE GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SÓLIDOS (PIGRS), DEL MUNICIPIO DE USUACURI EN EL DEPARTAMENTO DEL ATLÁNTICO	GESTION INTEGRAL DE RESIDUOS SOLIDOS	METODOLOGIAS PARA LA REUTILIZACION, APROVECHAMIENTO, TRATAMIENTO Y DISPOSICION FINAL DE RESIDUOS SOLIDOS	1	ANGÉLICA TATIANA OTERO ROZO	1	Jorge William Arboleda Valencia, Ph. D.	Atlántico - Usuarari
39	2016	Condiciones de diseño de un Reactor de Prolisis a escala de laboratorio para la obtención de Biocarbn a partir de Residuos Orgánicos Sólidos (ROS)	GESTION INTEGRAL DE RESIDUOS SOLIDOS	METODOLOGIAS PARA LA REUTILIZACION, APROVECHAMIENTO, TRATAMIENTO Y DISPOSICION FINAL DE RESIDUOS SOLIDOS	1	Gabriel Andrés Obando	1	Walter Murillo Arango	Nariño - Pasto
40	2015	DETERMINACIÓN DEL CICLO BIOLÓGICO DE Hippodamia convergens Guérin-Meneville, 1842 (COLEOPTERA: COCCINELLIDAE) Y SU CAPACIDAD PREDADORA DE AFIDOS (Aphis sp.) EN CONDICIONES DE LABORATORIO	APROVECHAMIENTO SOSTENIBLE DE LA BIODIVERSIDAD	DESARROLLO DE BIOTECNOLOGIAS SUSTENTADAS EN EL USO Y MEJORAMIENTO DE VARIEDADES AUTOCTONAS	0	ANA JULIA MALLAMA GOYES RONALD FERNÁN ERASO GÓMEZ	2	Jorge William Arboleda Valencia, Ph. D.	Nariño - Pasto
41	2016	DISEÑO, DESARROLLO Y EVALUACIÓN DE UNA TECNOLOGÍA DE FITORREMEDIACIÓN A ESCALA DE LABORATORIO UTILIZANDO LA EICHHORNIA CRASSIPES PARA EL TRATAMIENTO AGUAS CONTAMINADAS CON CROMO.	GESTION INTEGRAL DEL RECURSO HIDRICO	REDUCCION DE LA CONTAMINACION DEL RECURSO HIDRICO	0	Uriel Fernando Carreño Sayago <sup>1</sup> ; Carlos Arturo Granada Torres	2	Carlos Arturo Granada Torres Ph.D (c)	CUNDINAMARCA - Bogota
42	2016	EVALUACIÓN AGRONÓMICA Y NUTRICIONAL DEL PASTO ELEFANTE ( <i>Pennisetum purpureum</i> ) A PARTIR DE DIFERENTES BIOFERTILIZANTES EN LA FINCA LOS ROBLES DE LA FUNDACIÓN UNIVERSITARIA DE POPAYÁN	MANEJO INTEGRADO DEL SUELO	PROYECTOS PARA LA RECUPERACION Y REABILITACION DEL SUELO	3	CLAUDIA ANDREA SUÁREZ RAMOS	1	Jorge William Arboleda Valencia, Ph. D.	Cauca - Popayan
43	2015	EVALUACIÓN DEL DESEMPEÑO DE UN BIOGESTOR PARA EL TRATAMIENTO DE LA MEZCLA AGUA-MUCÍLAGO DE CAFÉ OBTENIDAS POR DESMULCINADOR MECÁNICO	EFICIENCIA ENERGETICA Y ENERGIAS RENOVABLES NO CONVENCIONALES	APROVECHAMIENTO Y USO DE LA BIOMASA	2	CATHERINE MORALES BUITRAGO CLAUDIA ALEXANDRA MEJIA GONZÁLEZ	2	Juan carlos Montoya Salazar	Valle del Cauca - El Aguila
44	2015	ANÁLISIS SISTÉMICO DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA POLÍTICA AMBIENTAL PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS O DESECHOS PELIGROSOS EN EL DEPARTAMENTO DE RISARALDA	GESTION INTEGRAL DE RESIDUOS PELIGROSOS	DISEÑO E IMPLEMENTACION DE INSTRUMENTOS NORMATIVOS Y TECNICOS PARA LAS ACTIVIDADES QUE INVOLUCRAN EL MANEJO DE SUSTANCIAS Y RESIDUOS PELIGROSOS	0	CARLOS MARIO DUQUE CHAVES	1	Walter Murillo Arango	RISARALDA
45	2015	EVALUACIÓN DE LA GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS SOLIDOS DESDE LA PLANIFICACIÓN TERRITORIAL	GESTION INTEGRAL DE RESIDUOS SOLIDOS	DESARROLLO DE INSTRUMENTOS TECNICOS Y NORMATIVOS	0	Oscar Javier Macías Plaza, Nelson AriasFranco	2	NELSON ARIAS FRANCO	CAUCA - TOTORO
46	2015	Variaciones espaciales en las comunidades de macro invertebrados acuáticos de las quebradas Hetschuzal y Banderas en dos épocas con diferente régimen climático en el municipio de Isoos departamento del Huila	APROVECHAMIENTO SOSTENIBLE DE LA BIODIVERSIDAD	USO DE SISTEMAS DE APROVECHAMIENTO SOSTENIBLE DE LOS COMPONENTES DE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA	0	BELVA MIRENA CUELLAR TORRES	1	Carlos Arturo Granada Torres Ph.D (c)	HUILA - ISNOS
47	2015	Diagnostico piloto y plan de manejo de arborización en la ciudad de Neiva	APROVECHAMIENTO SOSTENIBLE DE LA BIODIVERSIDAD	FORTALECIMIENTO DE PROCESOS DE INVENTARIO Y MONITOREO DE LA BIODIVERSIDAD Y SUS SERVICIOS ECOSISTEMICOS	1	Alexander Perdomo Castro Walter Iván Díaz Rodríguez	2	Javier Orozco Avila MSc	Huila - NEIVA
48	2015	Análisis del manejo de residuos sólidos agrícolas en la Nueva Sexta, Cúcuta, Norte de Santander, una propuesta de mejoramiento ambiental	GESTION INTEGRAL DE RESIDUOS SOLIDOS	METODOLOGIAS PARA LA REUTILIZACION, APROVECHAMIENTO, TRATAMIENTO Y DISPOSICION FINAL DE RESIDUOS SOLIDOS	0	Luis Francisco Cacus Barreto	1	Jorge William Arboleda Valencia, Ph. D.	Norte de Santander - CUCUTA
49	2015	EFFECTOS AMBIENTALES OCASIONADOS POR LA TÉCNICA DEL EMBOLSADO DE PLÁTANO EN LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA DEL MUNICIPIO DE ULLOA – VALLE	GESTION INTEGRAL DE RESIDUOS SOLIDOS	METODOLOGIAS PARA LA REUTILIZACION, APROVECHAMIENTO, TRATAMIENTO Y DISPOSICION FINAL DE RESIDUOS SOLIDOS	0	Angélica María Arango V.	1	Walter Murillo Arango	VALLE del Cauca - ULLOA
50	2015	Liberación de CO <sub>2</sub> a la atmósfera por actividad rizosférica de diferentes cultivos en zona cafetera del departamento del Cauca	CAMBIO CLIMATICO	TECNOLOGIAS PARA LA REDUCCION DE EMISIONES DE CARON	0	Carlos Quimín , Juan Carlos Montoya S , Iván Enrique P	3	Juan carlos Montoya Salazar	CAUCA

## Continuación Anexo 1.

N.	AÑO	TÍTULO	TENDENCIAS	TEMA	CITAS	MAESTRANTES	No. MAESTRANTES	DIRECTOR	CIUDAD
51	2014	Propuesta ambiental para la evaluación y manejo integral de los residuos peligrosos generados en los laboratorios de docencia de la Universidad de Gran Colombia Seccional Armenia	GESTION INTEGRAL DE RESIDUOS PELIGROSOS	DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE INSTRUMENTOS NORMATIVOS Y TÉCNICOS PARA LAS ACTIVIDADES QUE INVULNERAN EL MANEJO DE SUSTANCIAS Y RESIDUOS PELIGROSOS	0	Lina María Jaramillo Echeverry	1	ALBA NELLY ARDILA ARIAS	Quindío - ARMENIA
52	2015	Propuesta para el Manejo de Residuos Químicos en los Laboratorios de Química de la Universidad de Nariño	GESTION INTEGRAL DE RESIDUOS PELIGROSOS	DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE INSTRUMENTOS NORMATIVOS Y TÉCNICOS PARA LAS ACTIVIDADES QUE INVULNERAN EL MANEJO DE SUSTANCIAS Y RESIDUOS PELIGROSOS	0	Lucía Riascos Forero Mabel Margarita Tupaz Enriquez	2	Walter Murillo Arango	NARIÑO
53	2014	CONDICIONES AMBIENTALES DEL HUMEDAL DE SIERRA CHIGUITA, MUNICIPIO DE MONTERÍA	GESTION INTEGRAL DEL RECURSO HIDRICO	HUELLA HIDRICA AZUL Y GRIS	0	TATIANA MARIA ARTEAGA HERNANDEZ	1	CESAR AUGUSTO AGUIRRE ARANGO	CORDOBA - MONTERIA
54	2014	La implementación de semillas transgénicas en Colombia	APROVECHAMIENTO SOSTENIBLE DE LA BIODIVERSIDAD	SISTEMAS PRODUCTIVOS QUE UTILIZAN LA DIVERSIDAD GENETICA COMO UNO DE LOS CRITERIOS DE MANEJO	1	Jorge Eliceor Colorado Barrientos	1	Jhon Fredy Betancur P. Ph.D.	HUILA
55	2014	Estimación de la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero a partir de fórmulas matemáticas en instalaciones porcícolas, localizadas en el municipio de Trujillo, departamento del Valle del Cauca	CONTAMINACION DEL AIRE	REDUCCION DE GASES DE EFECTO INVERNADERO	0	Andrés Mauricio Rojas Cañas	1	DORANCE BECERRA MORENO	VALLE DEL CAUCA - TRUJILLO
56	2015	Influencia area determination of rain gauge stations in the coffee region, Cauces department, Colombia	CAMBIO CLIMATICO	PROTECCION Y CONSERVACION DEL MEDIO AMBIENTE	0	Julián A. Valencia A., Oscar G. Castillo R., John F. Betancur, Andrés J. Peña Q.	4	Jhon Fredy Betancur P. Ph.D.	CALDAS
57	2015	Estudio evaluativo del manejo de biosólidos para el caso de la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) El Salitre	GESTION INTEGRAL DEL RECURSO HIDRICO	REDUCCION DE LA CONTAMINACION DEL RECURSO HIDRICO	4	Nydia A. Bolívar, John F. Betancur, Nelson Rodríguez Valencia	3	Nelson Rodríguez Valencia. Ph.D.	Cundinamarca - BOGOTA
58	2015	Alternativas ambientales para la remoción de cromo hexavalente en residuos líquidos de los laboratorios especializados de la Universidad de Nariño	GESTION INTEGRAL DE RESIDUOS PELIGROSOS	TRATAMIENTO Y DISPOSICION FINAL DE LOS RESPEL	3	Gloria Sandra Espinosa Narváez Genny Alejandra Mera Córdoba	2	Walter Murillo Arango	NARIÑO
59	2015	Producción de etanol a partir de glicerina por vía fermentativa con Saccharomyces cerevisiae y simulación del proceso a escala industrial	EFICIENCIA ENERGETICA Y ENERGIAS RENOVABLES NO CONVENCIONALES	APROVECHAMIENTO Y USO DE LA BIOMASA	0	Jorge Augusto Hernandez Mora	1	Walter Murillo Arango	Cundinamarca - Bogota
60	2015	Producción de hongos comestibles del género Pleurotus a partir de los residuos vegetales provenientes de la plaza de mercado del municipio de Quibdó	GESTION INTEGRAL DE RESIDUOS SOLIDOS	METODOLOGIAS PARA LA REUTILIZACION, APROVECHAMIENTO, TRATAMIENTO Y DISPOSICION FINAL DE RESIDUOS SOLIDOS	2	Annerys Sánchez Palacios	1	Nelson Rodríguez Valencia. Ph.D.	CHOCO - QUIBDO
61	2015	Evaluación de la implementación de Buenas Prácticas Pecuarias en la producción de ovinos y caprinos en la zona metropolitana de los municipios de Bucaramanga y Lebrija	APROVECHAMIENTO SOSTENIBLE DE LA BIODIVERSIDAD	ESTABLECIMIENTO DE PROGRAMAS DE AGRICULTURA, ZOOERIA, PISCICULTURA, CULTIVO Y MANEJO DE FRUTAS Y PLANTAS COMESTIBLES, AGROFORESTERIA Y MEDICINA TRADICIONAL	3	Olga Lucía Salazar Cárdenas	1	Javier Orozco Avila MSc	SANTANDER - BUCARAMANGA
62	2015	Diseño y evaluación de un sistema de tratamiento piloto para las aguas residuales provenientes de la construcción del sector inmobiliario privado en la ciudad de Manizales	GESTION INTEGRAL DEL RECURSO HIDRICO	REDUCCION DE LA CONTAMINACION DEL RECURSO HIDRICO	0	Ing. Claudia Patricia Cruz Henao	1	Nelson Rodríguez Valencia. Ph.D.	CALDAS - MANIZALES
63	2015	PROPUESTA DE EDUCACION AMBIENTAL QUE PUEDA CONTRIBUIR AL MANEJO ADECUADO DE LOS RESIDUOS SOLIDOS DOMICILIARIOS EN EL SECTOR URBANO DEL MUNICIPIO DE RAQUIRA – BOYACA.	GESTION INTEGRAL DE RESIDUOS SOLIDOS	DESARROLLO DE INSTRUMENTOS TECNICOS Y NORMATIVOS	1	MERY YANET PINILLA PAEZ	1	Walter Murillo Arango	BOYACA - RAQUIRA
64	2014	Evaluación de la producción de lombricompostos a partir tres sustratos y uso de la lombriz como fuente de alimento para peces en cautiverio, Chocó - Colombia	GESTION INTEGRAL DE RESIDUOS SOLIDOS	METODOLOGIAS PARA LA REUTILIZACION, APROVECHAMIENTO, TRATAMIENTO Y DISPOSICION FINAL DE RESIDUOS SOLIDOS	0	Ariel Castro Beltrán	1	Jhon Fredy Betancur P. Ph.D.	CHOCO - ATRATO
65	2015	METODOLOGIA PARA LA DEFINICION DE PUENTES NATURALES EN DERECHOS DE VIA DE MONTAÑA	MANEJO INTEGRADO DEL SUELO	PROYECTOS PARA LA RECUPERACION Y REABILITACION DEL SUELO	0	Edward Francisco Oliveros Montes Nilton Steve Rios Riveros	2	Juan carlos Montoya Salazar	Peru
66	2014	VALORACION Y CRECIMIENTO DE HONGOS COMESTIBLES NUTRACÉUTICOS Y NUTRICÉUTICOS EN SUSTRATOS AGRINDUSTRIALES DEL VALLE DEL CAUCA	APROVECHAMIENTO SOSTENIBLE DE LA BIODIVERSIDAD	USO DE SISTEMAS DE APROVECHAMIENTO SOSTENIBLE DE LOS COMPONENTES DE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA	3	JULIO CÉSAR WILCHES RODRIGUEZ	1	JULIO CÉSAR MONTOYA VILLEGAS	VALLE DEL CAUCA - CALI
67	2014	Determinación del estado de sostenibilidad de los suelos a nivel de línea cafetera en el municipio de Rovira Tolima	MANEJO INTEGRADO DEL SUELO	MEJORAMIENTO DE PROCESOS PRODUCTIVOS	0	Adeljza Lozano Sánchez	1	Nelson Rodríguez Valencia. Ph.D.	TOLIMA - ROVIRA
68	2014	"SISTEMA DE BIOSORCIÓN DE METALES PESADOS DE LOS LIXIVIADOS DEL RELLENO SANITARIO LA ESMERALDA DE LA CIUDAD DE MANIZALES".	GESTION INTEGRAL DE RESIDUOS SOLIDOS	METODOLOGIAS PARA LA REUTILIZACION, APROVECHAMIENTO, TRATAMIENTO Y DISPOSICION FINAL DE RESIDUOS SOLIDOS	0	CARMENZA JARAMILLO LOPEZ Ingeniera Química CLAUDIA PATRICIA PATIÑO LOPEZ Ingeniera Civil	2	Nelson Rodríguez Valencia. Ph.D.	CALDAS - MANIZALES
69	2014	Propagación por Estaca de las Especies Nativas: Dityranx panamensis Petiognne pubescens. Usando Diferentes Tipos de Enraizantes Mediante el Uso del Propagador de Sub Irrigación	APROVECHAMIENTO SOSTENIBLE DE LA BIODIVERSIDAD	SISTEMAS PRODUCTIVOS QUE UTILIZAN LA DIVERSIDAD GENETICA COMO UNO DE LOS CRITERIOS DE MANEJO	0	Magda Rocío Millán Ortiz y Julián Alberto Márquez Cañaveral	2	Jhon Fredy Betancur P. Ph.D.	ANTIOQUIA - APARTADO
70	2014	ESTUDIO DE ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS PARA EL TRATAMIENTO BÁSICO DEL AGUA LLUVIA DE USO DOMÉSTICO EN EL CONSEJO COMUNITARIO DE LA COMUNIDAD NEGRA DE LOS LAGOS, BUENAVENTURA	GESTION INTEGRAL DEL RECURSO HIDRICO	SISTEMAS URBANOS AHORRADORES DEL RECURSO AGUA	0	NIXON ARBOLEDA MONTAÑO	1	Juan carlos Montoya Salazar	Valle del Cauca - Buenaventura
71	2014	Estrategias para el aprovechamiento de los residuos sólidos orgánicos en la plaza de mercado de Fontibón, Bogotá D.C.	GESTION INTEGRAL DE RESIDUOS SOLIDOS	METODOLOGIAS PARA LA REUTILIZACION, APROVECHAMIENTO, TRATAMIENTO Y DISPOSICION FINAL DE RESIDUOS SOLIDOS	3	Eduard Mauricio Salamanca Castro	1	Walter Murillo Arango	CUNDINAMARCA - BOGOTA.
72	2014	HUMEDALES ARTIFICIALES: UNA PROPUESTA PARA LA MITIGACION DE LA CONTAMINACION HIDRICA DE LA QUEBRADA LA NUTRIA, DE LOS CERROS ORIENTALES DE BOGOTÁ D.C	GESTION INTEGRAL DEL RECURSO HIDRICO	REDUCCION DE LA CONTAMINACION DEL RECURSO HIDRICO	4	AURA RAQUEL ZAPATA PALACIO	1	Jhon Fredy Betancur P. Ph.D.	CUNDINAMARCA - BOGOTA.
73	2014	Evaluación del Efecto Acelerador de Microorganismos Transformadores de Materia Orgánica (TMO) en el Proceso de Compostaje de las Deyecciones de Bovinos, Porcinos y Conejos	GESTION INTEGRAL DE RESIDUOS SOLIDOS	METODOLOGIAS PARA LA REUTILIZACION, APROVECHAMIENTO, TRATAMIENTO Y DISPOSICION FINAL DE RESIDUOS SOLIDOS	2	Jaime Hurtado Villegas	1	Javier Orozco Avila MSc	QUINDIO - ARMENIA
74	2013	Implementación de protocolos de Operación en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales domesticas del Municipio de Timaná en el Departamento del Huila.	GESTION INTEGRAL DEL RECURSO HIDRICO	REDUCCION DE LA CONTAMINACION DEL RECURSO HIDRICO	0	Blanca Eulindary Ruiz Parra	1	Jhon Fredy Betancur P. Ph.D.	HUILA - TIMANA
75	2014	DETERMINACION DE LA CALIDAD DEL AGUA MEDIANTE VARIABLES FISICO QUIMICAS, Y LA COMUNIDAD DE MACROINVERTEBRADOS COMO BIONDICADORES DE CALIDAD DEL AGUA EN LA CUENCA DEL RÍO GARAGOA	GESTION INTEGRAL DEL RECURSO HIDRICO	MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DEL RECURSO HIDRICO	22	JULIE ANDREA GIL GÓMEZ	1	Álvaro Gómez Martínez Msc.	BOYACA - GARAGOA

Continuación Anexo 1.

N.	AÑO	TÍTULO	TENDENCIAS	TEMA	CITAS	MAESTRANTES	No. MAESTRANTES	DIRECTOR	CIUDAD
76	2014	Ensayos de tratabilidad del agua, una herramienta concluyente para el diseño de plantas de potabilización	GESTION INTEGRAL DEL RECURSO HIDRICO	MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DEL RECURSO HIDRICO	0	Nubia Janneth Galvis González	1	Juan Carlos Montoya Salazar	CALDAS - ANSERMA
77	2014	ANÁLISIS COMPARATIVOS DE TRES SUBSTRATOS ORGÁNICOS, EN EL DESARROLLO DE PLANTULAS DE CAFÉ DE LA VARIEDAD CASTILLO.	GESTION INTEGRAL DE RESIDUOS SOLIDOS	METODOLOGIAS PARA LA REUTILIZACION, APROVECHAMIENTO, TRATAMIENTO Y DISPOSICION FINAL DE RESIDUOS SOLIDOS	0	ALEXANDER PORTOCARRERO ANGULO	1	Javier Orozco Avila MSc	CALDAS - CHINCHINA
78	2014	DIAGNÓSTICO DEL MANEJO AMBIENTAL DEL CULTIVO DE LA PAPA PASTUSA (SOLANUM TUBEROSUM), EN UN ECOSISTEMA DE ALTA MONTAÑA, DEL MUNICIPIO DE GUATAVITA DEPARTAMENTO DE CUNDINAMARCA.	MANEJO INTEGRADO DEL SUELO	MEJORAMIENTO DE PROCESOS PRODUCTIVOS	1	Luis Eduardo Cucunubá Ariza	1	Javier Orozco Avila MSc	CUNDINAMARCA - GUATAVITA
79	2014	CARACTERIZACIÓN DE LA HUELLA ECOLÓGICA POR EFECTOS ANTROPICOS EN LA ZONA AMORTIGUADORA DEL PARQUE NACIONAL NATURAL DE LOS NEVADOS	CAMBIO CLIMATICO	HUELLA ECOLOGICA	0	JHON FREDY OROZCO NOREÑA	1	MARIO MEJIA VALENCIA	CALDAS - PARQUE NACIONAL DE LOS NEVADOS
80	2014	IMPLEMENTACIÓN Y EVALUACIÓN DE ESTRATEGIAS PARA EL MANEJO INTEGRADO DEL AGUA EN LA ESTACION CENTRAL NARANJAL "CENICAFE"	GESTION INTEGRAL DEL RECURSO HIDRICO	REDUCCION DE LA CONTAMINACION DEL RECURSO HIDRICO	0	JOSÉ RAÚL RENDÓN SÁENZ	1	Nelson Rodríguez Valencia. PhD.	CALDAS - MANIZALES
81	2013	ESTIMACIÓN DEL CONTENIDO DE BIOMASA, FIJACIÓN DE CARBONO Y SERVICIOS AMBIENTALES, EN UN ÁREA DE BOSQUE PRIMARIO EN EL RESGUARDO INDIGENA PIAPOCO CHIGUIROCHATARE DE BARRANCOMINAS, DEPARTAMENTO DEL GUAINÍA	CAMBIO CLIMATICO	TECNOLOGIAS PARA LA REDUCCION DE EMISIONES DE CARON	0	NUBIA JANETH QUICENO URBINA GLORIA MÓNICA TANGARIFE MARIN	2	RICARDO ALVAREZ-LEÓN Biólogo Marino, Magister en Oceanografía	GUAINÍA - BARRANCO MINAS
82	2014	PROYECCIÓN DEL POSIBLE IMPACTO HIDRICO, DE CAPA VEGETAL Y DE SUELO, GENERADO EN EL APROVECHAMIENTO DEL ORO - CASO MINA LA COLOSA, CAJAMARCA, TOLIMA MEDIANTE IMÁGENES OBTENIDAS POR SENSORES REMOTOS	CAMBIO CLIMATICO	PROTECCION Y CONSERVACION DEL MEDIO AMBIENTE	0	Ing. Aureliano Campos Orjuela Econ. Freddy Hernando Hernández Camelo	2	Jhon Fredy Betancour P. PhD.	TOLIMA - CAJAMARCA
83	2013	DESARROLLO DE UN PROTOCOLO PARA LA RIZOFILTRACIÓN DE EFLUENTES CONTAMINADOS CON MERCURIO MEDIANTE LA APLICACIÓN DE FILTROS VEGETALES CON LA ESPECIE VETIVER (Vetiveria zizaniodes)	GESTION INTEGRAL DEL RECURSO HIDRICO	REDUCCION DE LA CONTAMINACION DEL RECURSO HIDRICO	1	Esp. NIZA INÉS SEPÚLVEDA SPRILLA	1	Jhon Fredy Betancour P. PhD.	CHOCO
84	2014	ANÁLISIS DEL RIESGO AMBIENTAL POTENCIAL POR COMPUESTOS ORGÁNICOS PRESENTES EN AGUAS DEL RÍO CAUCA, A SU PASO POR LA ZONA URBANA DE LA CIUDAD DE CALI (COLOMBIA)	GESTION INTEGRAL DEL RECURSO HIDRICO	REDUCCION DE LA CONTAMINACION DEL RECURSO HIDRICO	2	GLORÍA A. JIMÉNEZ-BOTERO & ALEJANDRO SOTO-DUQUE	2	RICARDO ALVAREZ-LEÓN Biólogo Marino, Magister en Oceanografía	VALLE DEL CAUCA - CALI
85	2014	Identificación de características para las fincas circunscritas al área geográfica del proyecto de café "Jazmin Especial"	APROVECHAMIENTO SOSTENIBLE DE LA BIODIVERSIDAD	SISTEMAS PRODUCTIVOS QUE UTILIZAN LA DIVERSIDAD GENETICA COMO UNO DE LOS CRITERIOS DE MANEJO	0	Carlos Gonzalo Mejía Mejía	1	César Alberto Serna Giraldo	RISARALDA - ALTAGRACIA
86	2014	EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE REMOCIÓN EN DEMANDA QUIMICA Y BIOQUIMICA DE OXIGENO, Y SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES DE EFLUENTES INDUSTRIALES CON BACTERIAS PRODUCTORAS DE POLIHIDROXIALCANOATOS Y EXOPOLISACÁRIDOS A ESCALA DE LABORATORIO EN EMPRESAS DEL SECTOR DE ALIMENTOS DE LA CIUDAD DE MANIZALES	GESTION INTEGRAL DEL RECURSO HIDRICO	REDUCCION DE LA CONTAMINACION DEL RECURSO HIDRICO	4	Frank Alberto Cuesta González	1	Annie Alexandra Cerón Sánchez Codirector MSc Ingeniería Química. MSc (c) en Microbiología Agroindustrial. Guido Ernesto Vilotá Calvachi	CALDAS - MANIZALES
87	2014	Evaluación de los procesos de Investigación Escolar en el área ambiental como estrategia favorecedora del aprendizaje significativo en el Corregimiento San Antonio de Prado, Municipio de Medellín	CAMBIO CLIMATICO	PROTECCION Y CONSERVACION DEL MEDIO AMBIENTE	1	Marisol Lopera Pérez	1	Annie Alexandra Cerón Sánchez Codirector MSc Ingeniería Química. MSc (c) en Microbiología Agroindustrial. Guido Ernesto Vilotá Calvachi	CALDAS - MANIZALES
88	2014	MANEJO INTEGRADO DEL RECURSO AGUA, EN EL PROCESO DE BENEFICIO HÚMEDO DEL CAFÉ, PARA LA ASOCIACIÓN DE PRODUCTORES DE CAFÉ ESPECIAL "CACAFETÓ" EN EL MUNICIPIO DE FRESNO, DEPARTAMENTO DEL TOLIMA.	GESTION INTEGRAL DEL RECURSO HIDRICO	REDUCCION DE LA CONTAMINACION DEL RECURSO HIDRICO	2	RODRIGO CRISTÓBAL CÁRDENAS GARZÓN JULIO ENRIQUE ORTIZ PRIETO	2	Nelson Rodríguez Valencia. PhD.	TOLIMA - FRESNO
89	2013	ANÁLISIS DE LOS PROGRAMAS FORESTALES IMPLEMENTADOS EN LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO RIOFRÍO DEPARTAMENTO DEL VALLE DEL CAUCA			0	JAIRO CORRALES GOMEZ EDINSON DIOSA RAMIREZ PAOLA CAROLINA DOMÍNGUEZ RODRÍGUEZ		CIRO ALFONSO SERNA Dr.	VALLE DEL CAUCA - RIO FRIO
90	2013	ANÁLISIS AMBIENTAL DEL SECTOR LITOGRAFICO CON RELACIÓN A LA NORMA NTC ISO 14001:2004 EN LA CIUDAD DE TUNJA	CAMBIO CLIMATICO	PROTECCION Y CONSERVACION DEL MEDIO AMBIENTE	0	JUAN CARLOS CHAPARRO ACUÑA	1	ZULMA EDELMIRA ROCHA GIL MSc.	BOYACA - TUNJA
91	2014	Evaluación de tres bioabonos sobre el desarrollo vegetativo y productivo del pasto kikuyo (Pennisetum clandestinum) en el municipio de La Calera Departamento de Cundinamarca	APROVECHAMIENTO SOSTENIBLE DE LA BIODIVERSIDAD	SISTEMAS PRODUCTIVOS QUE UTILIZAN LA DIVERSIDAD GENETICA COMO UNO DE LOS CRITERIOS DE MANEJO	2	Nancy Andrea Alayón García	1	Javier Orozco Avila MSc	CUNDINAMARCA - LA CALERA
92	2007	BIOSISTEMA INTEGRAL DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES DOMÉSTICAS. DISEÑO, CONSTRUCCIÓN Y EVALUACIÓN	GESTION INTEGRAL DEL RECURSO HIDRICO	REDUCCION DE LA CONTAMINACION DEL RECURSO HIDRICO	5	ÁNGELA MARÍA ARANGO GARTNER	1	Nelson Rodríguez Valencia. PhD.	CALDAS - CHINCHINA
93	2013	EVALUACIÓN DE LA INCIDENCIA DE LA APLICACIÓN FOLIAR DE ÁCIDO GIBBERÉLICO EN LA FLORACIÓN DE ÁRBOLES DE Coffea arabica L. Y SU IMPACTO FRENTE AL CAMBIO CLIMÁTICO	CAMBIO CLIMATICO	SISTEMAS DE PRODUCCION AGROPECUERIA, FORESTAL Y PESQUERA MAS ADAPTADO A ALTAS TEMPERATURAS	0	Leidy Natalia Zapata Restrepo	1	Dora Janeth García (MSc.)	ANTIOQUIA - BURITICA
94	2013	Aprovechamiento de la torta residual de sacha inchi (Plukenetia volubilis Linneo) mediante extracción por solventes de su aceite	GESTION INTEGRAL DE RESIDUOS SOLIDOS	METODOLOGIAS PARA LA REUTILIZACION, APROVECHAMIENTO, TRATAMIENTO Y DISPOSICION FINAL DE RESIDUOS SOLIDOS	7	Cristhian Fernando Betancourth López	1	OSCAR ARANGO BEDOYA	PUTUMAYO

Continuación Anexo 1.

N.	AÑO	TITULO	TENDENCIAS	TEMA	CITAS	MAESTRANTES	No. MAESTRANTES	DIRECTOR	CIUDAD
95	2013	MANEJO AMBIENTAL EDUCATIVO DE LA ETNOBOTANICA CON FINES FITOTERAPEUTICOS Y AGROINDUSTRIALES ECOSOSTENIBLES EN EL EMPLAZAMIENTO RURAL DE SAN ANTONIO DE ANACONIA - MUNICIPIO DE NENVA.	CAMBIO CLIMATICO	PROTECCION Y CONSERVACION DEL MEDIO AMBIENTE	0	MAGNA BADELEY LÓPEZ NAVARRO TATIANA GIRALDO AGUILAR	2	Jhon Fredy Betancur P. PhD.	HUILA - NENVA
96	2013	FACTIBILIDAD DE APROVECHAMIENTO DE LOS Lodos DE LA PTAR DEL MUNICIPIO DE CHINAVITA (BOYACÁ).	GESTION INTEGRAL DE RESIDUOS SOLIDOS	METODOLOGIAS PARA LA REUTILIZACION, APROVECHAMIENTO, TRATAMIENTO Y DISPOSICION FINAL DE RESIDUOS SOLIDOS	1	MARTHA LUCÍA VALDERRAMA PEDRAZA	1	GLORIA LUCÍA CAMARGO MILLÁN M. Sc.	BOYACÁ - CHINAVITA
97	2013	EVALUACION DEL PROYECTO DE QUEMADO DE BIOMASA ENFOCADO A LOS MECANISMOS DE PRODUCCION MÁS LIMPIA EN EL RELLENO LA ESMERALDA, MANIZALES (CALDAS), BASADO EN LOS RESULTADOS OBTENIDOS EN EL RELLENO SANITARIO DE ANTANAS, PASTO (NARIÑO)	CONTAMINACION DELAIRE	REDUCCION DE GASES DE EFECTO INVERNADERO	2	LORENA MARÍN BETANCOURTH DIANA MARCELA VILLADA MARÍN	2	Jhon Fredy Betancur P. PhD.	CALDAS - MANIZALES
98	2013	PLAN DE MANEJO PARA EL APROVECHAMIENTO FORESTAL, FINCA SAN PEDRO, MUNICIPIO DE SAN VICENTE DE CHUCURI, DEPARTAMENTO DE SANTANDER	CAMBIO CLIMATICO	SISTEMAS DE PRODUCCION AGROPECUERIA, FORESTAL Y PESQUERA MAS ADAPTADO A ALTAS TEMPERATURAS	0	Juan Pablo Díaz Mariño, Ing	1	RICARDO ALVAREZ-LEÓN Biólogo Marino, Magister en Oceanografía	SANTANDER - SAN VICENTE DE CHUCURI
99	2013	EFEECTO DE LAS LLUVIAS SOBRE LA CALIDAD DEL AGUA EN LA CIENAGA GRANDE DE SANTA MARTA, CARIBE COLOMBIANO EN PERIODO 2006-2009	GESTION INTEGRAL DEL RECURSO HIDRICO	HUELLA HIDRICA AZUL Y GRIS	4	ARNALDO JOSÉ BARRETO LEZAMA CARLOS ALBERTO SEVERICHE SIERRA	2	ROSA ACEVEDO BARRIOS, MSc - PhD (C)	MAGDALENA - SANTA MARTA
100	2013	EVALUACION DEL IMPACTO AMBIENTAL GENERADO POR EL ESTABLECIMIENTO DE LOS SISTEMAS SILVOPASTORILES EN EL MUNICIPIO DEL VALLE DEL GUAMUEZ DEPARTAMENTO DEL PUTUMAYO	CAMBIO CLIMATICO	SISTEMAS DE PRODUCCION AGROPECUERIA, FORESTAL Y PESQUERA MAS ADAPTADO A ALTAS TEMPERATURAS	0	Aldemar Yandar Barahona Jaime Molina Castillo	2	NUBIA YADIRA YANDER BARAHONA	PUTUMAYO - VALLE DE GUAMUEZ
101	2013	Efecto del Vertimiento de Subproductos del Beneficio de Cacao sobre algunas Propiedades Químicas y Biológicas en el Suelo de una Finca Cacotera, Municipio de Yaguará (Huila)	GESTION INTEGRAL DE RESIDUOS SOLIDOS	METODOLOGIAS PARA LA REUTILIZACION, APROVECHAMIENTO, TRATAMIENTO Y DISPOSICION FINAL DE RESIDUOS SOLIDOS	0	Kely Lorena Ortiz Valbuena	1	RICARDO ALVAREZ-LEÓN Biólogo Marino, Magister en Oceanografía	HUILA - YAGUARA
102	2013	Reciclaje termo - mecánico del poliestireno expandido (Icopor), como una estrategia de mitigación de su impacto ambiental en rellenos sanitario	GESTION INTEGRAL DE RESIDUOS SOLIDOS	METODOLOGIAS PARA LA REUTILIZACION, APROVECHAMIENTO, TRATAMIENTO Y DISPOSICION FINAL DE RESIDUOS SOLIDOS	4	Carlos Humberto Quintero Peña	1	Juan David Adame Rodríguez M. Sc	Cundinamarca - Bogota
103	2013	EVALUACION DEL TRASLADO DE EPIFITAS VASCULARES, COMO ESTRATEGIA DE CONSERVACION EN EL MUNICIPIO DE AGUAZUL, DEPARTAMENTO DEL CASANARE (ESTUDIO PRELIMINAR)	APROVECHAMIENTO SOSTENIBLE DE LA BIODIVERSIDAD	SISTEMAS PRODUCTIVOS QUE UTILIZAN LA DIVERSIDAD GENETICA COMO UNO DE LOS CRITERIOS DE MANEJO	2	ARGEMIRO VALENCIA MARIN	1	Jhon Fredy Betancur P. PhD.	CASANARE - AGUAZUL
104	2013	Evaluación de la infección parasitaria por nemátodos anisakídeos en peces de interés comercial en el municipio de San Marcos (Sucre)	APROVECHAMIENTO SOSTENIBLE DE LA BIODIVERSIDAD	ESTABLECIMIENTO DE PROGRAMAS DE ACUICULTURA, ZOOECIA, PISCICULTURA, CULTIVO Y MANEJO DE FRUTAS Y PLANTAS COMESTIBLES, AGROFORESTERIA Y MEDICINA TRADICIONAL.	1	LINA MARIA WADNIPAR CANO	1	ADOLFO CONSUEGRA SOLORZANO	SUCRE - SAN MARCOS
105	2013	EVALUACION PRELIMINAR DE LA REMOCION DE COLOR EN AGUAS DE DESCARGA PRODUCTO DEL PROCESO DE CURTIDO DE PIELS USANDO EL HONGO Phanerochaete chrysosporium EN CURTIEMBRES CAMELO	GESTION INTEGRAL DEL RECURSO HIDRICO	REDUCCION DE LA CONTAMINACION DEL RECURSO HIDRICO	0	FRANCY JANETH MÉNDEZ CASALLAS	1	Nelson Rodríguez Valencia. PhD.	CUNDINAMARCA - BOGOTA
106	2013	ANÁLISIS DE LA APLICABILIDAD DE LA POLÍTICA AMBIENTAL NACIONAL PARA LA GESTIÓN INTEGRAL DE RESIDUOS O DESECHOS PELIGROSOS EN EL DEPARTAMENTO DEL QUINDÍO Y SUS IMPLICACIONES EN EL DESARROLLO SOSTENIBLE DE LAS ACTIVIDADES PRODUCTIVAS EN EL TERRITORIO	GESTION INTEGRAL DE RESIDUOS PELIGROSOS	TRATAMIENTO Y DISPOSICION FINAL DE LOS RESPEL	2	ANDREA LUCÍA MUÑOZ VALENCIA HÉCTOR FABIAN TRIVIÑO ARBELÁEZ CARLOS ALBERTO FRANCO CANO	3	RICARDO ALVAREZ-LEÓN Biólogo Marino, Magister en Oceanografía	QUINDIO
107	2013	Determinación del coeficiente de turbiedad atmosférica ( $\beta$ ) en todo el ancho de banda del espectro solar para la localidad de Chapinero, Bogotá, Colombia	CONTAMINACION DELAIRE	ELIMINACION DE SUSTANCIAS AGOTADORAS DE LA CAPA DE OZONO	0	Ninoshka Torres Ramirez	1	Jhon Fredy Betancur P. PhD.	CUNDINAMARCA - BOGOTA
108	2013	ESTUDIO DEL CRECIMIENTO DE "Gmelina arborea" EN LOS CONSEJOS COMUNITARIOS DE QUIPARADÓ Y DOMINGODÓ (CHOCO - COLOMBIA)	CAMBIO CLIMATICO	SISTEMAS DE PRODUCCION AGROPECUERIA, FORESTAL Y PESQUERA MAS ADAPTADO A ALTAS TEMPERATURAS	0	JOHN ALEXANDER FLOREZ ORJUELA ORLANDO RAUL FLOREZ ORJUELA	2	José Alfredo Orjuela Chavez	CHOCO -
109	2013	EVALUACION DEL ESTADO ACTUAL DE LA CALIDAD DEL AGUA DE LA QUEBRADA LA JARAMILLA, MUNICIPIO DE LA TEBAIDA, DEPARTAMENTO DEL QUINDÍO	GESTION INTEGRAL DEL RECURSO HIDRICO	MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DEL RECURSO HIDRICO	2	ADRIANA LIZETH OCAMPO ZAMORA	1	José Alfredo Orjuela Chavez	CHOCO - QUIPARADO

Anexo 2. Información obtenida con la tendencia Aprovechamiento sostenible de la biodiversidad.

La información se adjunta en archivo en Excel.

Anexo 3. Información obtenida con la tendencia Cambio climático.

La información se adjunta en archivo en Excel.

Anexo 4. Información obtenida con la tendencia Contaminación del aire.

La información se adjunta en archivo en Excel.

Anexo 5. Información obtenida con la tendencia Eficiencia energética y energía renovables no convencionales.

La información se adjunta en archivo en Excel.

Anexo 6. Información obtenida con la tendencia Gestión integral del recurso hídrico.

La información se adjunta en archivo en Excel.

Anexo 7. Información obtenida con la tendencia Gestión integral de residuos peligrosos.

La información se adjunta en archivo en Excel.

Anexo 8. Información obtenida con la tendencia Gestión integral de residuos sólidos.

La información se adjunta en archivo en Excel.

Anexo 9. Información obtenida con la tendencia Manejo integrado del suelo.