



**UNIVERSIDAD  
DEL AZUAY**

FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA  
BIOLOGÍA CON MENCIÓN EN ECOLOGÍA Y GESTIÓN

Identificación de las técnicas agroecológicas que se utilizan para la  
recuperación de la calidad de los suelos de Ecuador y Colombia

Trabajo previo a la obtención del grado académico de:  
Biólogo con mención en ecología y gestión

Autora:

Daniela Salomé González Pinos

Directora:

Ana Elizabeth Ochoa Sánchez

Codirectora:

Paola Montenegro Díaz

Cuenca-Ecuador

2024

## Dedicatoria

Esta tesis va dedicada a mi Madre Lucrecia Pinos que con su paciencia y comprensión ha sido un pilar en mi vida, a mis hermanas Valeria y Camila por crecer a mi lado, a mi sobrina Rafaela la niña de mis ojos, a mi primo Joan y a mi tía Ana.

## Agradecimientos

Quisiera expresar mi gratitud a mi tutora de tesis Ana Elizabeth Ochoa PhD y a Paola Montenegro MSc que, mediante sus conocimientos, apoyo y guía he logrado cumplir con los objetivos planteados para esta investigación.

A cada uno de los que son parte de mi familia, mi madre Lucrecia Pinos, a mis hermanas: Valeria y Camila, mi sobrina Rafaela, a mi primo Joan, a mis tías y a mi abuela Rosario, por siempre haberme dado su fuerza y apoyo incondicional, en esta etapa de desarrollo universitario hasta su culminación.

A mis compañeros y amigos de la Universidad de Cuenca y de la Universidad del Azuay, quienes han estado dándome ánimos y palabras de aliento.

Y de manera especial a mi Ramón, por ser mi compañero, mi soporte y brindarme alegría en este periodo de formación.

## Resumen

La presente revisión sistemática de literatura permitió identificar las mejoras en la calidad del suelo en Ecuador y Colombia por la implementación de actividades agroecológicas. Estos países fueron seleccionados porque tienen similares pisos bioclimáticos y actividades agrícolas y ganaderas. Mediante criterios de inclusión y exclusión incluimos 45 artículos científicos en esta revisión, de los cuales, 34 fueron realizados en Colombia (76%) y 11 en Ecuador (24%). La ganadería de engorde (50%) y la agricultura (30%) son las actividades más estudiadas. Los sistemas silvopastoriles (Ecuador: 57%, Colombia: 46%) y agroforestales (Ecuador: 29%, Colombia: 38%) son las técnicas agroecológicas las más estudiadas en Ecuador y Colombia. Además, todas las técnicas agroecológicas indican un aumento de la calidad del suelo, consecuentemente, la selección de la técnica agroecológica a implementar depende del producto a obtener. Este estudio evidencia los beneficios de la agroecología en la recuperación de la calidad de los suelos agrícolas y ganaderos de Ecuador y Colombia.

**Palabras clave:** agroecología, calidad del suelo, silvopastoril, agroforestal.

## Abstract

This systematic literature review helped to identify improvements in soil quality of Ecuador and Colombia through the implementation of agroecological activities. These countries were selected for their similar bioclimatic zones and agricultural and livestock activities. Using inclusion and exclusion criteria, we included 45 scientific articles in this review, of which 34 were conducted in Colombia (76%) and 11 in Ecuador (24%). Cattle grazing (50%) and agriculture (30%) are the most studied activities. Silvopastures (Ecuador: 57%, Colombia: 46%) and agroforestry (Ecuador: 29%, Colombia: 38%) are the most studied agroecological systems in Ecuador and Colombia. All agroecological systems indicate an increase in soil quality; consequently, the selection of an agroecological technique for soil quality recovery depends on the product to be obtained. This study shows the benefits of agroecology in the recovery of soils intended for agricultural and livestock productions in Ecuador and Colombia.

**Keywords:** Agroecology, soil quality, silvopasture, agroforestry.

## Contenido

Dedicatoria .....	i
Agradecimientos .....	ii
Resumen .....	iii
Abstract.....	iv
Contenido .....	v
Índice de Tablas .....	vi
Índice de Figuras .....	vii
1. Introducción.....	1
2. Materiales y Métodos .....	3
2.1. Sitio de estudio.....	3
2.1.1. Ecuador.....	3
2.1.2. Colombia .....	3
2.2. Revisión sistemática .....	4
2.2.1. Metodología de búsqueda y criterios de inclusión .....	4
2.2.2. Análisis estadístico .....	5
3. Resultados y discusión .....	6
3.1. Selección de documentos.....	6
3.2. Sitios de estudio dónde se han estudiado las actividades agroproductivas en Ecuador y Colombia.....	7
3.3. Tipos de suelos sobre los que se ha estudiado las actividades agroproductivas en Ecuador y Colombia.....	7
3.4. Tipos de actividades agroproductivas sobre las que se ha estudiado las en Ecuador y Colombia.....	8
3.5. Tipo de técnica agroecológicas sobre las que se han estudiado en Ecuador y Colombia.....	11
4. Conclusiones.....	15
5. Referencias .....	17
Anexo 1. Extracción de información de la literatura científica recolectada en la revisión sistemática .....	24

## Índice de Tablas

<b>Tabla 1.</b> Categorías de la información recopilada para la revisión sistemática. ....	5
<b>Tabla 2.</b> Sistemas productivos de Ecuador.....	9
<b>Tabla 3.</b> Sistemas productivos de Colombia. ....	10

## Índice de Figuras

<b>Figura 1.</b> Sitios donde se han realizado investigaciones sobre sistemas agroecológicos en Ecuador. Fuente: Elaboración propia.....	3
<b>Figura 2.</b> Sitios donde se han realizado investigaciones sobre sistemas agroecológicos en Colombia. Fuente: Elaboración propia .....	4
<b>Figura 3.</b> Artículos seleccionados para la extracción de información referente a técnicas agroecológicas y calidad de suelos en Ecuador y Colombia. ....	6
<b>Figura 4.</b> Idioma de artículos seleccionados para la extracción de información referente a técnicas agroecológicas y calidad de suelos en Ecuador y Colombia. ....	6
<b>Figura 5.</b> Tipos de suelos en los que se ha investigado sobre técnicas agroecológicas para la recuperación de la calidad de los suelos de Ecuador y Colombia. En morado se representan los suelos estudiados en Colombia y en rosado los estudiados en Ecuador..	8
<b>Figura 6.</b> Estudios seleccionados clasificados de acuerdo a la actividad agro productiva y al país.....	10
<b>Figura 7.</b> Porcentaje de artículos que estudian las actividades agroproductivas en Ecuador y Colombia. ....	11
<b>Figura 8.</b> Sistemas agroecológicos en Ecuador. ....	11
<b>Figura 9.</b> Sistemas agroecológicos s en Colombia. ....	12

## 1. Introducción

La calidad de los servicios que el suelo proporciona está determinada por factores como: el clima, la composición rocosa, la cobertura vegetal, la biota edáfica y la intensidad de las actividades antrópicas que se realicen sobre él. Cuando las actividades agropecuarias como: la agricultura y ganadería, son realizadas de forma insostenible, pueden ocasionar que el suelo pierda su capacidad para producir alimentos y forraje. En este sentido, el pisoteo del suelo por la ganadería intensiva compacta la capa superficial y más fértil del suelo, aumenta la probabilidad de escorrentía superficial y disminuye la disponibilidad de nutrientes y materia orgánica para la vegetación (Polanía-Hincapié et al. 2021). Mientras que el uso constante de fertilizantes y plaguicidas en los monocultivos (ejem. de naranjilla, caña de azúcar, avena) ocasionan la degradación de las propiedades fisicoquímicas del suelo y la reducción de la biodiversidad edáfica (González Marcillo et al. 2021). Es claro que la sobreexplotación del suelo por la implementación de prácticas inadecuadas amenaza la seguridad alimentaria y la economía del sector agropecuario.

Al considerarse al suelo como un elemento indispensable para producir alimentos, es preciso implementar técnicas agropecuarias sostenibles que conserven la salud del suelo, fomenten la biodiversidad y minimicen el impacto ambiental; y, con ello, garantizar la producción agropecuaria, la seguridad alimentaria y económica. Para lograrlo, se sugiere implementar estrategias de manejo que recuperen, optimicen y/o estabilicen la calidad del suelo y de su capacidad de producción (FAO, 2023). En este sentido, las técnicas agroecológicas, como los sistemas agrícolas integrados, los silvopastoriles y los agroforestales, tienen por objetivo conservar y recuperar los suelos para optimizar su capacidad de producción (Tapia-Coronado et al., 2022). Estas técnicas agroecológicas se fundamentan en producir reduciendo al máximo la dependencia de productos externos y fomentar el uso de las prácticas orgánicas, la reducción de pesticidas y fertilizantes químicos y la promoción de la biodiversidad para asegurar una agricultura viable a largo plazo (García, 2011). Las técnicas agroecológicas son soluciones generadas al combinar el avance de la ciencia y el conocimiento tradicional bajo un esquema integral, minimizando la alteración de los suelos (Parra et al., 2020).

El sistema agrícola integrado promueve la diversificación de cultivos y la integración de actividades como la agricultura (sea en cultivos consorciados, de sucesión o rotación), la ganadería y la silvicultura en un mismo sistema (Costa et al., 2012). Los sistemas silvopastoriles combinan especies forestales (árboles o arbustos) y/o frutales para generar un microclima favorable para el forraje usado para la alimentación del ganado (IICA, 2016), implementando la diversificación de la producción agraria, recuperación de áreas degradadas, mejoran el bienestar animal y contribuyen a mantener la sinergia entre todos los componentes bióticos. Su implementación es mediante especies arbóreas nativas con una distribución dispersa modificando el paisaje y/o creando cercas vivas (especies leñosas perennes de carácter económico como una forma de producción pecuaria y forestal) que aumentan el aporte de materia orgánica que como resultado mejora la propiedad físicas y químicas de la tierra (González Marcillo et al., 2021) combinados con

plantas herbáceas (gramíneas y leguminosas) y animales herbívoros domésticos (bovinos caprinos, ovinos, etc.). En contraste con los sistemas agroforestales involucran la presencia de especies leñosas perennes (i.e. árboles y arbustos) que interactúan con los componentes tradicionales (cultivos, herbáceas forrajeras y animales), se conocen también como sistemas chakra combinan la agricultura y silvicultura (Vera-Vélez et al., 2019). Es un sistema relevante para la conservación de la biodiversidad basado en la interacción de los factores bióticos y los servicios ecosistémicos (Yadira Vargas et al., 2022). Los sistemas agroforestales se definen como una técnica basada en la modificación de bosques maduros, mediante la combinación de cultivos comerciales como árboles frutales y leguminosas para mejorar la calidad de los cultivos y suelo, principalmente han servido para amortiguar los resultados ambientales adversos causados en su mayoría por intervalos cortos de barbecho (Vera-Velez et al .,2021). Y finalmente te la agricultura itinerante o agricultura migratoria que se define como un sistema de rotación de tierras que mantiene un periodo significativo de barbecho con el fin de restablecer la fertilidad de la tierra (Vera-Vélez et al., 2019).

Las técnicas agroecológicas mencionadas se han implementado para restaurar la capacidad de producción del suelo, mediante el aumento de las reservas de carbono, la fijación biológica de nitrógeno y el reciclaje de nutrientes, la disminución de la erosión y el mantenimiento de la fertilidad del suelo (Núñez et al., 2021, Torres et al., 2023, Parra et al., 2020). La implementación de cualquiera de estas técnicas agroecológicas disminuye el uso de fertilizantes de origen químico, promueve el uso de fertilizantes producidos en la misma granja (ejem. compost, biol), la siembra directa como método de labranza (Bohórquez-Rivera et al., 2022) y ayuda en el control de plagas mediante la conservación y/o implementación de las coberturas vegetales. El conjunto de actividades desarrolladas al implementar cualquiera de las técnicas agroecológicas proporciona un incremento de la capacidad del suelo para producir alimentos (Costa et al., 2012).

La investigación en temas agropecuarios y de adopción de enfoques más sostenibles permite identificar las técnicas más apropiadas para equilibrar la necesidad de producir alimentos con la protección del recurso suelo. Por tanto, este estudio recopila información referente a las técnicas agroecológicas que se han implementado en Ecuador (EC) y Colombia (COL) para recuperar la calidad de los suelos sometidos a actividades agropecuarias. La finalidad es entender el estado actual y las tendencias de conocimiento en esta área. Nos centramos en COL y EC porque los tipos de cultivos y formas en que se cultiva son similares ya que las naciones comparten similitudes antropológicas y sociológicas (Orejuela, 2004) y pisos bioclimáticos (Galeas, 2011).

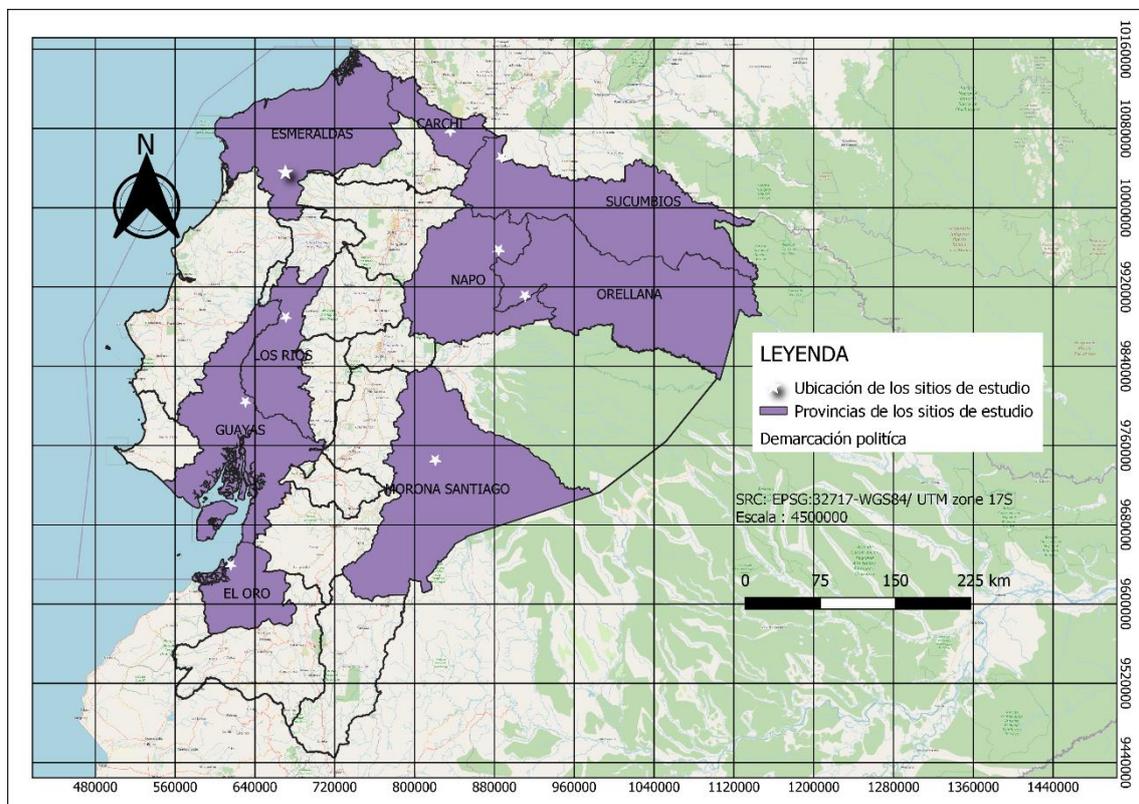
La información recopilada en este documento se presenta como una guía para que los tomadores de decisiones y académicos identifiquen las regiones, tipos de suelos y cultivos de EC y COL en los que los beneficios de las técnicas agroecológicas en la recuperación de la calidad de los suelos han sido evidenciados, y permite identificar aquellos sitios, cultivos y suelos en los que es necesario investigar y proponer soluciones sostenibles.

## 2. Materiales y Métodos

### 2.1. Sitio de estudio

#### 2.1.1. Ecuador

Ecuador (EC) tiene un área de 256.370 km<sup>2</sup>, está situado en la costa noroccidental de América del Sur (01°30' N y 03°23,5' S; 75°12' W y 81°00' W) (Yarelys Ferrer-Sánchez et al., 2021), está dividido en tres regiones principales Costa, Sierra y Amazonía (Houtart & Alonso, 2018) y en veinticuatro demarcaciones administrativas –provincias (Cedeño et al., 2016). Su ubicación geográfica y división administrativa se indica en la **Figura 1**. El 20.15% del territorio se destina a cultivos permanentes, transitorios, de barbecho y pastos. Las actividades agroproductivas representan el 9.63% del producto interno bruto el país, pero proporcionan empleo al 38% de la población económicamente activa (INEC, 2021), siendo principalmente pequeños productores (FAO et al., 2023).

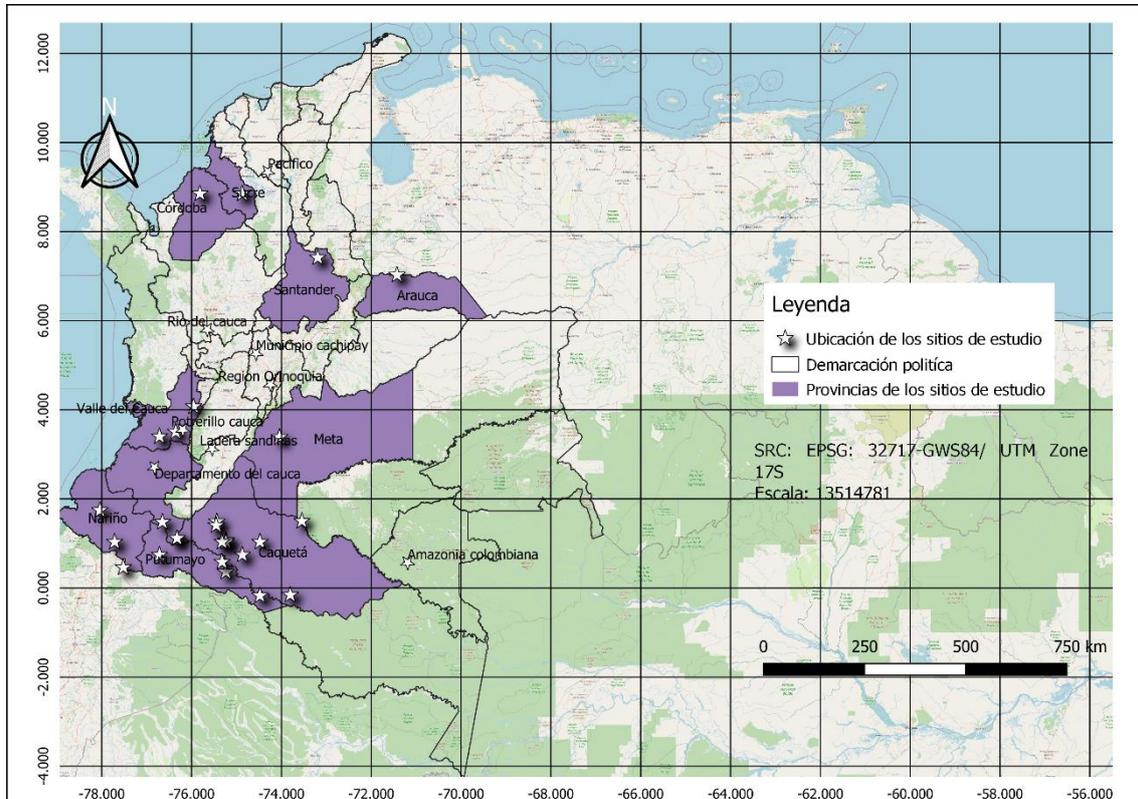


**Figura 1.** Sitios donde se han realizado investigaciones sobre sistemas agroecológicos en Ecuador.  
Fuente: Elaboración propia.

#### 2.1.2. Colombia

Colombia (COL) tiene un área de 1.141.748 km<sup>2</sup>, se ubica en el extremo noroccidental de América del Sur, tiene costas en el Pacífico y en el Atlántico. Se divide en seis regiones biogeográficas denominadas Amazonía, Orinoquía, Marabino, Caribe, Pacífico y Andino (Morales, 1886). Administrativamente posee treinta y dos demarcaciones –departamentos (Ramírez J. & de Aguas P., 2016). La ubicación geográfica y división administrativa de COL se indica en la **Figura 2**. El 7.3 % del territorio se destina a cultivos permanentes,

transitorios y barbecho, descanso y pastos (DANE, 2017). Las actividades agrícolas y ganaderas representan el 14.1% del producto interno bruto el país y el 31.4% (3.14 millones de personas) de la población se dedica a las actividades agropecuarias (Mincomercio - Oficina de Estudios Económicos, 2022).



**Figura 2.** Sitios donde se han realizado investigaciones sobre sistemas agroecológicos en Colombia.  
Fuente: Elaboración propia

## 2.2. Revisión sistemática

### 2.2.1. Metodología de búsqueda y criterios de inclusión

En esta revisión se examina el estado actual del conocimiento sobre las técnicas agroecológicas para la recuperación de la calidad de los suelos de EC y COL. Para ello utilizamos el protocolo PRISMA (Elementos de informes preferidos para revisiones sistemáticas y metaanálisis) (Yepes-Nuñez et al., 2021):

- Formulación de la pregunta de investigación: ¿Cuáles son las técnicas agroecológicas que se utilizan para la recuperación de la calidad de los suelos de EC y COL?
- Selección de los términos de búsqueda en inglés y español: agroecología, agricultura de conservación, agroecosistema, agro-agroforestación, silvopastoril, agricultura ecológica, agricultura sustentable, suelo, calidad del suelo, conservación del suelo, recuperación de suelos, restauración del suelo, Ecuador,

Colombia. Los términos de búsqueda fueron validados por los autores del presente estudio.

- Búsqueda de los artículos en la plataforma de búsqueda SCOPUS, utilizando un código y conectores booleanos.
- Los artículos seleccionados pasaron por un proceso de revisión por pares, su sitio de estudio se localiza en EC o COL, fueron publicados en cualquier año, en los idiomas inglés o español. La revisión se realizó hasta la fecha 16 de marzo del 2023. En esta revisión sistemática no se utilizó literatura gris para evitar sesgos de error al momento de realizar la investigación al no seguir una estructura fija no son publicaciones estandarizadas y al no ser revisado por pares no existe una validación por expertos.
- Los artículos seleccionados indican la calidad de los suelos antes y después de aplicada la técnica agroecológica. Para su selección se realiza una lectura del título y palabras clave, posteriormente del resumen y del texto completo.

### 2.2.2. Análisis estadístico

La información de los artículos revisados es presentada en la **Tabla 1**, con los datos extraídos se realizaron gráficos comparativos entre ambos países para contrastar datos y análisis descriptivos para poder organizar la información.

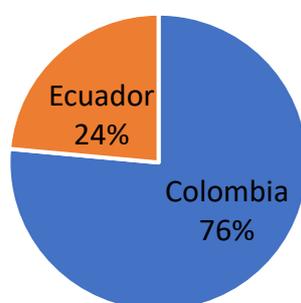
**Tabla 1.** Categorías de la información recopilada para la revisión sistemática.

<b>Descripción del sitio de estudio</b>	<b>Métodos</b>	<b>Resultado</b>
País	Actividad agrícola	Conserva/ mejora la calidad del suelo
Región	Actividad ganadera	
Provincia	Tipo de suelo	
Coordenadas (X, Y)	Sistema agroecológico	
Elevación (msnm)	Técnica agroforestal	
Clima	Técnica tradicional	
Ecosistema	Técnica implementada	
	Método de análisis del suelo	
	Indicador	
	Periodo de estudio	

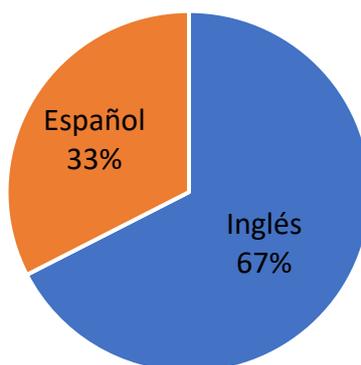
### 3. Resultados y discusión

#### 3.1. Selección de documentos

Se recolectaron 263 artículos en la búsqueda inicial de literatura, luego de la lectura del título y palabras clave de cada artículo se seleccionaron 61 que cumplían con los criterios de inclusión. De estos, luego de realizar la lectura del resumen y del texto completo de cada artículo, el número de artículos que cumplían con los criterios de inclusión se redujo a 45, y, estos fueron los que se incluyeron para este estudio. El Anexo 1, muestra la información extraída de los 45 artículos que se incluyeron en este estudio. La **Figura 3** indica que el 34 (76%) de los estudios fueron realizados en COL y 11 (24%) en EC. El idioma de publicación de los 45 artículos seleccionados es mayoritariamente 30 (67%) en el idioma inglés y los restantes en el idioma español 15 (33%), tal como se indica en la **Figura 4**.



**Figura 3.** Artículos seleccionados para la extracción de información referente a técnicas agroecológicas y calidad de suelos en Ecuador y Colombia.



**Figura 4.** Idioma de artículos seleccionados para la extracción de información referente a técnicas agroecológicas y calidad de suelos en Ecuador y Colombia.

### 3.2. Sitios de estudio dónde se han estudiado las actividades agroproductivas en Ecuador y Colombia

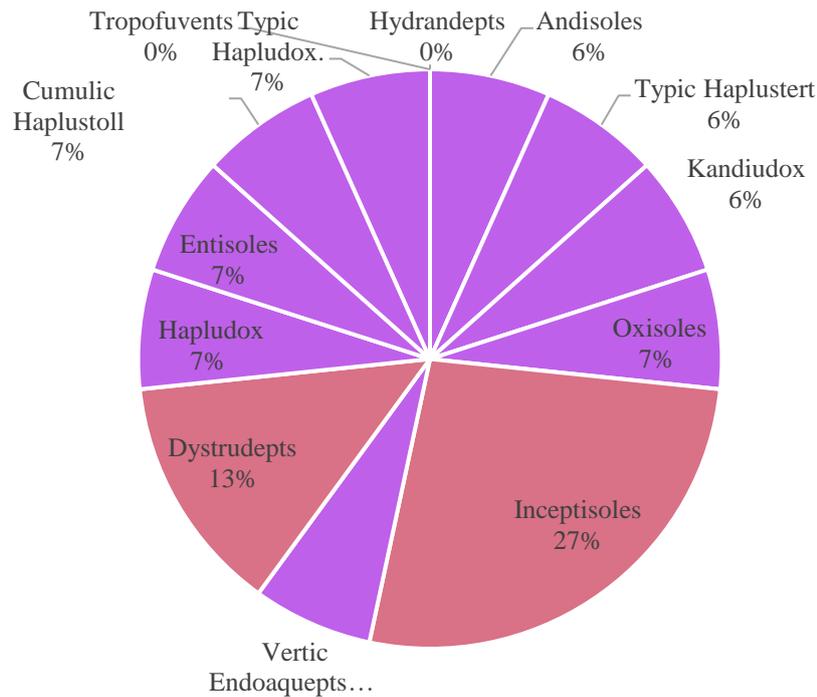
Los sitios de estudio mencionados en cada artículo se encuentran localizados dentro de las demarcaciones administrativas de cada país. Las demarcaciones administrativas de EC se indican en el **Figura 1** y las de COL en la **Figura 2**.

Respecto a los estudios realizados en EC, los sitios de estudio mencionados en cada artículo se encuentran ubicados en su mayoría en la región Amazónica, Costa y uno en la Sierra. En la región de la Amazonía, estos sitios están localizados en las demarcaciones de Napo (1 artículo), Orellana (2 artículos), Morona Santiago (1 artículo), Sucumbíos (1 artículo) y en la región Costa en las demarcaciones de Esmeraldas (1 artículo), Los Ríos (1 artículo), Guayas (1 artículo) y El Oro (2 artículos) y un sitio en Carchi. El artículo restante no especifica la demarcación en la que se encuentra el sitio de estudio.

Respecto a los estudios realizados en COL, los sitios de estudio están ubicados mayoritariamente en la región sur del país, en las demarcaciones de Caquetá, Putumayo, Nariño; aunque también se observan estudios en las regiones centro y norte. Los sitios de estudio de los artículos realizados en COL se indican en el **Figura 2**. Los sitios de estudio mencionados fueron 12, la región de la Amazonía se menciona en 8 artículos, la región del Pacífico en 4, el valle del Sinú en 2, la región de los Andes en 2 y 1 en Orinoquia, municipio de Cachipay, Cordillera Oriental, Rio del Cauca, Departamento del Cauca, laderas Andinas y el Potrerillo en el departamento del Cauca. Los artículos restantes no especifican la demarcación en la que se encuentra el sitio de estudio.

### 3.3. Tipos de suelos sobre los que se ha estudiado las actividades agroproductivas en Ecuador y Colombia

En la **Figura 5**, el color morado representa los suelos de COL y los de color rosa los de EC. Mayoritariamente, los tipos de suelos sobre los que se han realizado actividades agroecológicas se clasifican en: Dystrudepts (13%) estos son suelos de baja evolución, superficiales, limitados por contacto con roca, bien drenados y de texturas moderadamente finas (Villamizar, Germán & Calderón, 2005) e Inceptisoles (27%) con génesis de rápida formación, con procesos de translocación de materiales o meteorización extrema (Ibáñez et al., 2011).



**Figura 5.** Tipos de suelos en los que se ha investigado sobre técnicas agroecológicas para la recuperación de la calidad de los suelos de Ecuador y Colombia. En morado se representan los suelos estudiados en Colombia y en rosado los estudiados en Ecuador.

### 3.4. Tipos de actividades agroproductivas sobre las que se ha estudiado las en Ecuador y Colombia.

La agricultura es una de las principales actividades productivas en EC. En la demarcación de Morona Santiago es común el cultivo de naranjilla (Y. Vargas et al., 2022), en Sucumbíos el cultivo de plátano (Ferrer-Sánchez et al., 2021), cultivo de café, cultivo de maíz, cultivo de yuca, cultivo de piña, cultivo de arroz y el cultivo de caña de azúcar. Los suelos en los cuales se han realizado los cultivos son Dystropepts, Tropofuvent, Hydrandepts, tal como se indica en la **Figura 5**. La **Tabla 2** lista los sistemas productivos de Ecuador.

**Tabla 2.** Sistemas productivos de Ecuador.

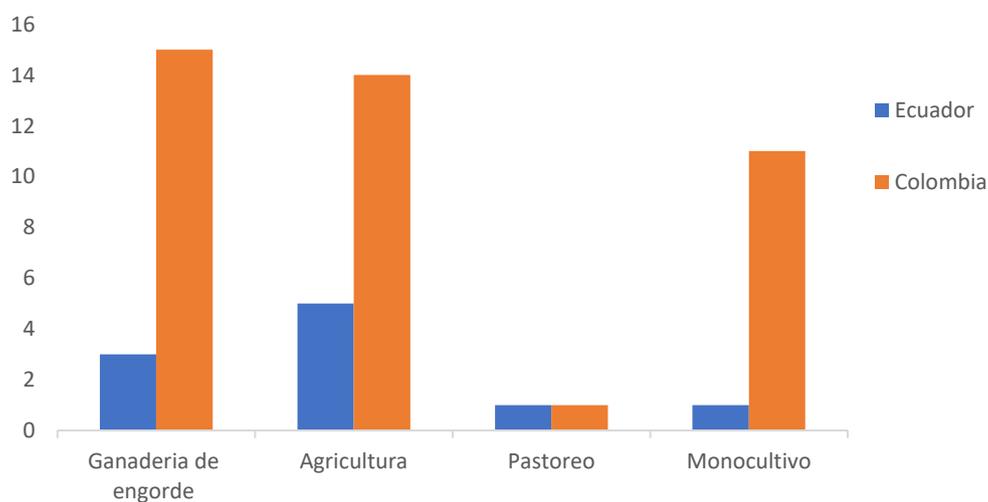
<b>Sistema productivo</b>	<b>Número de veces mencionado en los artículos revisados</b>
Actividad ganadera	2
Cultivo de naranjilla	1
Cultivo de café	1
Cultivo de plátano	2
Cultivo de maíz	1
Cultivo de piña	1
Cultivo de caña de azúcar	1
Cultivo de arroz	1
Agricultura rotativa	1
Cultivo de pastos	3
Inter cultivo de maíz – soya	1

Los sistemas productivos en COL se basan en la agricultura rotativa, cultivo de naranjilla, café, plátano, maíz, piña, caña de azúcar, arroz, pastos e Inter cultivos de maíz, soya y ganadería siendo estas de engorde y lechera, siendo el más alto el pastoreo rotativo en la región amazónica puesto que se lo mencionó en tres de los artículos revisados (Cherubin et al., 2019; Rodríguez et al., 2021; Vazquez et al., 2020). Le siguen la actividad agrícola (Bohórquez-Rivera et al., 2022; Tapia-Coronado et al., 2022) y ganadera (Olaya-Montes et al., 2021; Karen L. Polanía-Hincapié et al., 2021). Los suelos en los que se han realizado las prácticas agroecológicas son: Vertic Endoaquepts, Dystrudepts/Hapludox, Cumulic Haplustoll, Typic Haplustert, andisoles e inceptisoles, tal como se indica en la **Figura 5**. La **Tabla 3** describe los sistemas productivos de COL.

Al comparar los tipos de actividad agro productivas para EC y COL, observamos que en COL la ganadería de engorde y agricultura son unas de las principales actividades que se han estudiado, seguido por los monocultivos y el pastoreo. Mientras que para EC la actividad principal estudiada en términos agroecológicos es la agricultura, seguido por la ganadería de engorde y los monocultivos y el pastoreo. Este análisis se realiza de lo observado en la **Figura 6**.

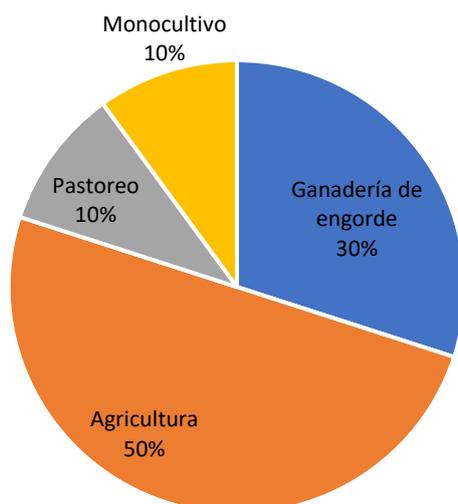
**Tabla 3.** Sistemas productivos de Colombia.

Sistema productivo	Número de veces mencionado en los artículos revisados
Actividad agrícola / forestal	1
Actividad ganadera	12
Agricultura de algodón	1
Agricultura de arroz	1
Agricultura de maíz	2
Agricultura de yuca	1
Agricultura de name	1
Agricultura de coco	1
Inter cultivó de soya	1



**Figura 6.** Estudios seleccionados clasificados de acuerdo a la actividad agro productiva y al país.

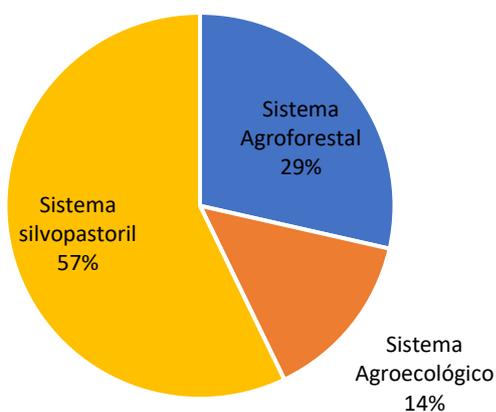
En el **Figura 7** podemos constatar que la agricultura para COL y EC ocupa un 50%, la ganadería de engorde un 30%, mientras que áreas destinadas para pastoreo y monocultivo están un 10% cada una.



**Figura 7.** Porcentaje de artículos que estudian las actividades agroproductivas en Ecuador y Colombia.

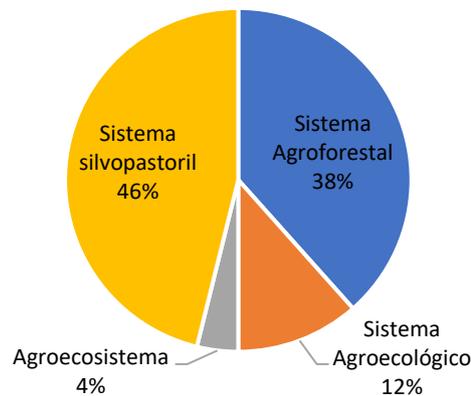
### 3.5. Tipo de técnica agroecológicas sobre las que se han estudiado en Ecuador y Colombia.

En EC predominan 4 técnicas agroecológicas, siendo estas: los sistemas silvopastoriles con un 57% (4 artículos), seguido por los sistemas agroforestales con el 29% (2 artículos) y las técnicas agroecológicas con 14% (1 artículo). Lo mencionado se indica en la **Figura 8.**



**Figura 8.** Sistemas agroecológicos en Ecuador.

En COL se han planteado 4 sistemas agroecológicos que ordenados de manera descendente son el sistema silvopastoril con el 46% (12 artículos), seguido por el sistema agroforestal con el 38% (agropecuaria), sistema agroecológico con el 12% (3 artículos) y finalmente agroecosistemas con el 4% (1 artículo). Lo mencionado se indica en la **Figura 9.**



**Figura 9.** Sistemas agroecológicos s en Colombia.

En EC las actividades agroecológicas corresponden a silvopastoriles, sistemas agroforestales y las técnicas agroecológicas. Estos estudios se realizaron en las demarcaciones administrativas de Carchi, Morona Santiago, Sucumbíos y Napo. Para COL, las actividades agrícolas corresponden a agroforestal, agroecológico, silvopastoril y agroecosistemas. Estos estudios se realizaron en las demarcaciones administrativas de :Arauca, Caquetá, Cauca, Córdoba, Meta, Nariño, Putumayo, Santander, Sucre y Valle del Cauca. En COL, las tierras de pastoreo, silvopastoriles y agrosilvopastoriles representan el 77% del total de tierras agrícolas, en su mayoría en suelos ácidos pobres, mientras que los cultivos cubren el 23% restante (Amézquita et al., 2005). Independientemente de la actividad agroecológica, estas se diferencian de los monocultivos ya que se basa en la implementación de diferentes cultivos que conjuntamente favorecen de manera significativa a la intensificación de la macro y microfauna del suelo y, por tanto, un mayor rendimiento productivo.

**Los sistemas silvopastoriles** tienen altos costos del establecimiento y mantenimiento de un sistema silvopastoril son altos en comparación con la ganadería extensiva tradicional, los sistemas silvopastoriles tienen una mayor demanda de infraestructura con la adecuación de espacios, sin embargo, la adopción de estos sistemas integrados está asociado con múltiples beneficios tanto para el suelo como ecosistemas. La creación de sistemas silvopastoriles está ganando cada vez más atención, debido a su eficiencia en la utilización de recursos basado en la complementariedad de nichos entre árboles y hierbas del sotobosque. La adopción de sistemas silvopastoriles puede aumentar la heterogeneidad espacial, denominada como “islas de fertilidad” alrededor de los árboles (Vázquez et al., 2020).

Los sistemas silvopastoriles aportan significativamente a la protección del suelo disminuyendo y contrariando la erosión, absorción del carbono debido a la biomasa leñosa (McGroddy et al., 2015), favoreciendo el ciclo de nutrientes, actividad biológica y secuestro de carbono. En uno de los artículos revisados, se reflejó que la implementación de especies arbóreas leñosas dentro de sistemas de producción ganadero

contribuyeron aumentar el aporte de hojarasca foliar al suelo, de manera que, aportaron mayor cantidad de nutrientes (N , K ,Ca y Mg) al suelo por el mayor retorno de nutrientes al sistema (Tapia-Coronado et al., 2022).

**Los sistemas agroforestales** con la reducción del contenido de nutrientes y materia orgánica en los suelos es una grave amenaza para la producción agrícola y la seguridad alimentaria. En este sentido, los sistemas agroforestales brindan una oportunidad sostenible para contrarrestar esta amenaza debido a su potencial para restablecer suelos degradados o marginales, mejorar la calidad del suelo mediante el aporte de materia orgánica procedente de la cosecha y residuos de basura que mantienen o aumentan la materia orgánica. La materia orgánica agregada a través de la hojarasca mejora la calidad del suelo, debido a su capacidad de retención de agua, filtración de agua, biodiversidad, actividad de los microorganismos del suelo y concentración de nutrientes. La hojarasca tiene comparativamente las concentraciones más altas de nutrientes y también devuelve la mayor cantidad de nutrientes al suelo; en esencia, es la principal fuente de nutrientes del suelo. Estos ritmos de deposición y liberación de nutrientes al suelo deben estar sincronizados con las necesidades nutricionales del cultivo y el mantenimiento de la funcionalidad y actividad biológica del suelo (Rojas M. et al., 2017).

Se asocian con servicios de regulación, retención de nutrientes, controlan la erosión, actúan como sumidero de carbono, polinización, control de plagas y malezas. El cacao (*Theobroma cacao L.*) es un cultivo comercial de exportación, que al estar incluido dentro de un sistema agroforestal demostraron un aumento de las comunidades de macrofauna, almacenamiento de carbono y finalmente regulación de agua y nutrientes, en si una mejora de biodiversidad en general (animal y vegetal) (Suárez et al., 2021) . Por lo tanto, es una forma eficaz de restaurar los suelos degradados, recuperar la fertilidad del suelo. De hecho, se ha encontrado que los sistemas agroforestales en suelos arenosos de zonas secas pueden mejorar la captación de agua y las tasas de infiltración, así como la difusión de gases, y es una estrategia que puede ayudar a reducir los impactos negativos de la alta variabilidad climática debido a la lluvia (Parra et al., 2020).

En los sistemas agroforestales bien establecidos, los altos aportes de carbono (C) en la superficie del suelo por la hojarasca de diversas especies favorece la biodiversidad del suelo, la acumulación de C e indirectamente, la calidad física del suelo con la utilización de un sistema de raíces vigoroso puede beneficiar la agregación del suelo mediante el enredo de partículas, la penetración de las raíces, los cambios en el estado hídrico del suelo (ciclos de humectación y secado) y la exudación de moléculas orgánicas. Por lo cual podemos decir que adopción de los sistemas agroforestales es una estrategia efectiva para recuperar la calidad del suelo en áreas de pastos degradados y de baja productividad, con el aporte continuo de hojarasca por el SAF permite mantener el contenido de carbono orgánico, alta diversidad de especies, la materia orgánica fresca es un sustrato óptimo para la actividad microbiana mejorando la estabilidad de los agregados, distribución mejorada de los poros y calidad física del suelo, la adopción de sistemas agroforestales mejora la calidad física del suelo en áreas previamente ocupadas con pastos, lo que muestra mayores beneficios para sistemas más diversificados y a más largo plazo.

**En los sistemas silvopastoriles y los agroforestales**, mediante la acción de las raíces de los árboles, actúan como subsoladores naturales, al mejorar la densidad aparente, la porosidad, la aireación, e influir en la eficiencia en la toma de nutrientes y uso del agua. Los árboles, cultivos y ganado en simultánea mitigan el riesgo ambiental, cubren permanentemente el suelo y lo protegen de la erosión, reducen los efectos nocivos de las inundaciones y obran como depósito de agua que benefician a los cultivos establecidos dentro del sistema (Núñez et al., 2021; Ordoñez & Rangel-Ch, 2021). Entonces podemos decir que estos sistemas pueden ser una alternativa para recuperar la calidad del suelo y reincorporar tierras degradadas a sistemas de producción productivos (Cherubin et al., 2019).

**La agricultura itinerante o agricultura migratoria** Al trabajar con la agricultura itinerante se pueden establecer periodos de barbecho durante ciclos de 10 años, lo que en este tiempo se puede calificar como gestión forestal sostenible, además plantea enriquecimiento de las reservas de carbono. Permite la recuperación de la fertilidad del suelo para cultivos posteriores. Finalmente, la disminución de los intervalos de barbecho (aquí denominada intensificación del sistema agrícola) es una de las principales causas de la degradación forestal (Vera-Vélez et al., 2021).

### **Comparación antes y después de aplicada la técnica agroecológica**

Contreras-Santos et al. (2021) ha corroborado que las especies de gramíneas conjuntamente con especies arbóreas maderables mejoran las propiedades físicas y químicas del suelo por la mayor acumulación de la materia orgánica del suelo mediante los sistemas silvopastoriles, basados en diferentes tratamientos se reflejaron una mejora en el microclima del área de estudio, alta porosidad, baja compactación. Los SSP promueven el secuestro de carbono compensando las emisiones de GEI (Adriana M. Silva-Olaya et al., 2022).

Bohórquez-Rivera et al., (2022) señala que las técnicas agroecológicas como una alternativa para el remplazo de diferentes cultivos. Alternativas como fertilizantes con Cal, para el control de plagas coberturas vegetales, compost como abono, diferentes técnicas de labranza, un 8% practica rotación de cultivos y finalmente un grupo de 54% utilizan productos fitosanitarios, el cambio en el tipo de cobertura cambios físicos y químicos los primeros centímetros del suelo, afectando la capacidad para almacenar C y N. En este estudio se vio un aumento del contenido de microorganismos que crearon un colchón para mitigar el impacto del pisoteo del ganado disminuyendo la compactación del suelo (Gómez-Balanta & Ramírez-Náder, 2022) .

## 4. Conclusiones

Se obtuvo 61 artículos al realizar la lectura del resumen y del texto completo de cada artículo, el número de artículos se redujo a 45. Con estos artículos se obtuvo la siguiente información.

En EC predominan cuatro técnicas agroecológicas, siendo estas: sistemas silvopastoriles con un 57% (4 artículos), seguido por los sistemas agroforestales con el 29% (2 artículos) y los sistemas agroecológicos con el 14% (1 artículo). Estos estudios se realizaron en las demarcaciones administrativas de Carchi, Morona Santiago, Sucumbíos y Napo.

En COL se han planteado cuatro técnicas agroecológicas, el sistema silvopastoril con el 46% (12 artículos), seguido por el sistema agroforestal con el 38% (agroforestal), sistemas agroecológicos con el 12% (3 artículos) y finalmente agroecosistemas con el 4% (1 artículo). Estos estudios se realizaron en las demarcaciones administrativas de Arauca, Caquetá, Cauca, Córdoba, Meta, Nariño, Putumayo, Santander, Sucre y Valle del Cauca.

Las técnicas agroecológicas favorecen a una mayor acumulación de carbono orgánico en el suelo por lo cual la gestión adecuada del suelo mediante técnicas agroecológicas promueve la integridad edáfica y conservación de macro, meso y microorganismos mejorando las propiedades del suelo, de igual manera, favorece el ciclo de nutrientes, infiltración de agua, densidad aparente, fauna, biodiversidad y mejorando el forraje de los animales y la calidad de los cultivos en el suelo. Existe una correlación entre el aumento de la densidad de plantaciones y el aumento de la densidad de la copa de los árboles teniendo un efecto positivo en el clima generando un ambiente adecuado para los cultivos y ganado.

La implementación de técnicas agroecológicas se presenta como una estrategia fundamental para mejorar la calidad del suelo en sistemas agrícolas sostenibles. Dada la diversidad de opciones disponibles, la elección de la técnica específica a aplicar debe estar estrechamente vinculada al tipo de producto que se busca obtener. En conclusión, la recomendación de implementar técnicas agroecológicas para mejorar la calidad del suelo es respaldada por la diversidad de opciones disponibles. La elección de la técnica debe basarse en una evaluación cuidadosa de las características del suelo, las necesidades del cultivo y los objetivos de producción, reconociendo que la conexión entre la técnica y el producto es esencial para lograr resultados óptimos en términos de sostenibilidad y calidad agrícola.

Es evidente la falta de información respecto a actividades agroecológicas por lo cual se pudiera recomendar una revisión más profunda expandiendo los criterios de exclusión e inclusión para Ecuador y Colombia de igual manera se podría hacer una revisión a nivel de Latinoamérica con países con similares en actividades productivas y tipos de suelos. De esta manera se puede identificar cuáles son los vacíos de información existentes en la región.

Este estudio se limitó a artículos científicos debido a la información corroborada. Se sugiere incluir literatura gris, boletines y reportes donde existe información relevante, respecto a las técnicas agroecológicas puestas en prácticas por parte de las comunidades de ambos países, estos se pueden encontrar en boletines emitidos por parte de entidades gubernamentales o de investigación, de igual manera, la literatura gris tiende a tener información vinculada con las comunidades y sectores vulnerables.

## 5. Referencias

- Amézquita, M. C., Ibrahim, M., Llanderal, T., Buurman, P., & Amézquita, E. (2005). Carbon sequestration in pastures, silvo-pastoral systems and forests in four regions of the Latin American Tropics. *Journal of Sustainable Forestry*, 21(1), 31–49. [https://doi.org/10.1300/J091v21n01\\_02](https://doi.org/10.1300/J091v21n01_02)
- Bermeo, J. P. C., Hincapie, K. L. P., Cherubin, M. R., Morea, F. A. O., & Olaya, A. M. S. (2022). Evaluating soil quality in silvopastoral systems by the Soil Management Assessment Framework (SMAF) in the Colombian Amazon | Avaliando a qualidade do solo em sistemas silvipastoris pelo Soil Management Assessment Framework (SMAF) na Amazônia Colombiana. *Revista Ciencia Agronomica*, 53. <https://doi.org/10.5935/1806-6690.20220060>
- Bohórquez-Rivera, V. M., Cancino-Susan, E., & Quevedo-García, E. (2022). Agroecological characterization of Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* Linneo) crop production system in Arauquita, Colombia | Caracterização agroecológica do sistema produtivo de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* Linneo) em Arauquita, Colômbia | Caracteriz. *Revista de La Facultad de Agronomía*, 39(4). [https://doi.org/10.47280/RevFacAgron\(LUZ\).v39.n4.03](https://doi.org/10.47280/RevFacAgron(LUZ).v39.n4.03)
- Burgo Bencomo, O. B., Zambrano Morales, Á. A., Izquierdo Vera, R. M., García Saltos, M. B., Capa Benítez, L. B., & Juca Maldonado, F. (2019). Impact of alternative agricultural production on banana SMEs with an agro-ecological approach | Impacto de la producción agrícola alternativa en PyMEs bananeras con enfoque agroecológico. *Espacios*, 40(4).
- Cedeño, P. L., Vélez, D. A. B., & Villavicencio, L. C. (2016). *ASIMETRIAS TERRITORIALES EN EL ECUADOR: UN ENFOQUE DESDE EL ESPACIO RURAL TERRITORIAL ASYMMETRIES IN ECUADOR: A FOCUS FROM RURAL SPACE* *Pablo*. 10(July), 1–23.
- Chará, J., Rivera, J., Barahona, R., Murgueitio, E., Calle, Z., & Giraldo, C. (2019). Intensive silvopastoral systems with *Leucaena leucocephala* in Latin America. *Tropical Grasslands-Forrajes Tropicales*, 7(4), 259–266. [https://doi.org/10.17138/TGFT\(7\)259-266](https://doi.org/10.17138/TGFT(7)259-266)
- Cherubin, M. R., Chavarro-Bermeo, J. P., & Silva-Olaya, A. M. (2019). Agroforestry systems improve soil physical quality in northwestern Colombian Amazon. *Agroforestry Systems*, 93(5), 1741–1753. <https://doi.org/10.1007/s10457-018-0282-y>
- Contreras-Santos, J. L., Martínez-Atencia, J., Raghavan, B., Lopez-Rebolledo, L., & Garrido-Pineda, J. (2021). Silvopastoral systems: Mitigation of greenhouse gases in the tropical dry forest - Colombia | Sistemas silvopastoriles: Mitigación de gases de efecto invernadero, bosque seco tropical - Colombia. *Agronomía Mesoamericana*, 32(3), 901–919. <https://doi.org/10.15517/AM.V32I3.43313>
- Correa-Pinilla, D. E., Gutiérrez-Vanegas, A. J., Gil-Restrepo, J. P., Martínez-Atencia, J., & Córdoba-Gaona, O. D. J. (2022). Agroecological and South American leaf blight escape zones for rubber cultivation in Colombia. *Agronomy Journal*, 114(5), 2830–2844. <https://doi.org/10.1002/agj2.21068>
- Cubillos, A. M., Vallejo, V. E., Arbeli, Z., Terán, W., Dick, R. P., Molina, C. H., Molina,

- E., & Roldan, F. (2016). Effect of the conversion of conventional pasture to intensive silvopastoral systems on edaphic bacterial and ammonia oxidizer communities in Colombia. *European Journal of Soil Biology*, 72, 42–50. <https://doi.org/10.1016/j.ejsobi.2015.12.003>
- DANE. (2017). Boletín Técnico (ENA) Uso del suelo. *Encuesta Nacional Agropecuaria*, 1–31. [https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/enda/ena/2017/boletin\\_ena\\_2017.pdf](https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/enda/ena/2017/boletin_ena_2017.pdf)
- De Koning, G. H. J., Van De Kop, P. J., & Fresco, L. O. (1997). Estimates of sub-national nutrient balances as sustainability indicators for agro-ecosystems in Ecuador. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 65(2), 127–139. [https://doi.org/10.1016/S0167-8809\(97\)00059-5](https://doi.org/10.1016/S0167-8809(97)00059-5)
- Escobar, M. I., Panadero, A. N., Medina, C. A., Álvarez, J. D. C., Tenjo, A. I., & Sandoval, L. M. B. (2020). Effect of agroecological practices on soil characteristics in a specialized dairy system of the Colombian high tropics | Efecto de prácticas agroecológicas sobre características del suelo en un sistema de lechería especializada del trópico alto colombiano. *Livestock Research for Rural Development*, 32(4).
- FAO, FIDA, OMS, PMA, & UNICEF. (2023). El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo 2023. Urbanización, transformación de los sistemas agroalimentarios y dietas saludables a lo largo del continuo rural-urbano. In *El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo 2023*.
- Ferrer-Sánchez, Y., Jacho-Saa, W. R., Urdánigo Zambrano, J. P., Abasolo-Pacheco, F., Plasencia-Vázquez, A. H., Zambrano-Mero, G. J., Castillo-Macías, M. J., Muñoz Zambrano, K. T., Coveña-Rosado, A., & Estrella Bravo, G. V. (2021). Biological invasions in agroecosystems of continental Ecuador: ecological niche of alien species and low risk agricultural crops | INVASIONES BIOLÓGICAS EN AGROECOSISTEMAS DE ECUADOR CONTINENTAL: NICHO ECOLÓGICO DE ESPECIES EXÓTICAS Y CULTIVOS AGRÍCOLAS B. *Acta Biologica Colombiana*, 26(3), 352–364. <https://doi.org/10.15446/abc.v26n3.81765>
- Ferrer-Sánchez, Yarelys, Jacho-Saa, W. R., Urdánigo Zambrano, J. P., Abasolo-Pacheco, F., Plasencia-Vázquez, A. H., Zambrano-Mero, G. J., Castillo-Macías, M. J., Muñoz Zambrano, K. T., Coveña-Rosado, A., & Estrella Bravo, G. V. (2021). Biological invasions in agroecosystems of continental Ecuador: ecological niche of alien species and low risk agricultural crops. *Acta Biologica Colombiana*, 26(3), 352–364. <https://doi.org/10.15446/abc.v26n3.81765>
- Galeas, R. (2011). Sistema de clasificación de Ecosistemas del Ecuador Continental. *Ministerio Del Ambiente Del Ecuador*, 44(8), 1–5. <https://doi.org/10.1088/1751-8113/44/8/085201>
- Giraldo, C., Escobar, F., Chará, J. D., & Calle, Z. (2011). The adoption of silvopastoral systems promotes the recovery of ecological processes regulated by dung beetles in the Colombian Andes. *Insect Conservation and Diversity*, 4(2), 115–122. <https://doi.org/10.1111/j.1752-4598.2010.00112.x>
- Gómez-Balanta, F. Z., & Ramírez-Náder, L. M. (2022). Carbon and nitrogen content of the soil in a high Andean agroecosystem of Valle del Cauca, Colombia | Contenidos de carbono y nitrógeno del suelo en un agroecosistema altoandino del Valle del

- Cauca, Colombia. *Revista U.D.C.A Actualidad and Divulgacion Cientifica*, 25(2). <https://doi.org/10.31910/rudca.v25.n2.2022.2057>
- González Marcillo, R. L., Castro Guamán, W. E., Guerrero Pincay, A. E., Vera Zambrano, P. A., Ortiz Naveda, N. R., & Guamán Rivera, S. A. (2021). Assessment of guinea grass *panicum maximum* under silvopastoral systems in combination with two management systems in orellana province, Ecuador. *Agriculture (Switzerland)*, 11(2), 1–18. <https://doi.org/10.3390/agriculture11020117>
- Houtart, F., & Alonso, J. (2018). La agricultura campesina e indígena como una transición hacia el bien común de la humanidad: el caso de Ecuador. *Desacatos. Revista de Ciencias Sociales*, 56, 176. <https://doi.org/10.29340/56.1884>
- Ibáñez, S., Gisbert, J. M., & Moreno, H. (2011). Inceptisoles. *Editorial Universidad Politecnica de Valencia*, 8.
- Iglesias, H. I. P., Delgado, I. R., & Batista, R. M. G. (2021). Carbon sequestration by soil and its fractions in tropical agroecosystems of the ecuadorian coastal region | Secuestro de carbono por el suelo y sus fracciones en agroecosistemas tropicales de la región costa ecuatoriana. *Universidad y Sociedad*, 13(2), 141–149.
- INEC. (2021). Boletín Técnico “Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua, 2020.” *Boletin Tecnico*, 1–15.
- Landholm, D. M., Pradhan, P., Wegmann, P., Sánchez, M. A. R., Salazar, J. C. S., & Kropp, J. P. (2019). Reducing deforestation and improving livestock productivity: Greenhouse gas mitigation potential of silvopastoral systems in Caquetá. *Environmental Research Letters*, 14(11). <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ab3db6>
- León-Duran, M., & Acevedo-Osorio, Á. (2021). Sustainably soil management in agroecological transition processes | Sostenibilidad del manejo del suelo en procesos productivos de transición agroecológica. *Ecosistemas*, 30(2). <https://doi.org/10.7818/ECOS.2061>
- Martínez-Atencia, J., Loaiza-Usuga, J. C., Osorio-Vega, N. W., Correa-Londoño, G., & Casamitjana-Causa, M. (2020). Leaf Litter Decomposition in Diverse Silvopastoral Systems in a Neotropical Environment. *Journal of Sustainable Forestry*, 39(7), 710–729. <https://doi.org/10.1080/10549811.2020.1723112>
- Martínez-Sánchez, E. T., Cardona-Romero, M., Rivera-Páez, F. A., Pérez-Cárdenas, J. E., & Castaño-Villa, G. J. (2018). Contribution of agroecosystems to the conservation of bird diversity in the department of Caldas | Aporte de los agroecosistemas a la conservación de la diversidad de las aves silvestres en el departamento de Caldas. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 71(2), 8445–8457. <https://doi.org/10.15446/rfna.v71n2.66113>
- Martínez, J., Cajas, Y. S., León, J. D., & Osorio, N. W. (2014). Silvopastoral systems enhance soil quality in grasslands of Colombia. *Applied and Environmental Soil Science*, 2014. <https://doi.org/10.1155/2014/359736>
- McGroddy, M. E., Lerner, A. M., Burbano, D. V., Schneider, L. C., & Rudel, T. K. (2015). Carbon Stocks in Silvopastoral Systems: A Study from Four Communities in Southeastern Ecuador. *Biotropica*, 47(4), 407–415. <https://doi.org/10.1111/btp.12225>

- Mincomercio - Oficina de Estudios Económicos. (2022). Perfil Económico de Colombia, con actualización al 6 Abril de 2022. *Office*, 2–4. <https://www.mincit.gov.co/getattachment/1c8db89b-efed-46ec-b2a1-56513399bd09/Colombia.aspx>
- Montagnini, F., Ibrahim, M., & Murgueitio Restrepo, E. (2013). Silvopastoral systems and climate change mitigation in Latin America. *Bois et Forets Des Tropiques*, 67(316), 3–16. <https://doi.org/10.19182/bft2013.316.a20528>
- Morales, A. M. (1886). *Estado Regional Unitario*. 1–14.
- Murgueitio, E. R., Chará, J. O., Barahona, R. R., Cuartas, C. C., & Naranjo, J. R. (2014). Intensive Silvopastoral Systems (ISPS), mitigation and adaptation tool to climate change | Los Sistemas Silvopastoriles Intensivos (SSPI), herramienta de mitigación y adaptación al cambio climátic. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 17(3), 501–507.
- Núñez, H. E. H., Andrade, H. J., Salazar, J. C. S., Sánchez A., J. R., Gutiérrez S., D. R., García, G. A. G., Trujillo, E. T., & Casanoves, F. (2021). Carbon storage in agroforestry systems in colombia’s eastern plains. | Almacenamiento de carbono en sistemas agroforestales en los llanos orientales de colombia. *Revista de Biología Tropical*, 69(1), 352–368. <https://doi.org/10.15517/RBT.V69I1.42959>
- Olaya-Montes, A., Llanos-Cabrera, M. P., Cherubin, M. R., Herrera-Valencia, W., Ortiz-Morea, F. A., & Silva-Olaya, A. M. (2021). Restoring soil carbon and chemical properties through silvopastoral adoption in the Colombian Amazon region. *Land Degradation and Development*, 32(13), 3720–3730. <https://doi.org/10.1002/ldr.3832>
- Ordoñez, C. M., & Rangel-Ch, J. O. (2021). Floristic composition and aspects of the structure of the vegetation in agroforestry systems with cocoa (*Theobroma cacao* L. - Malvaceae) in the department of Huila, Colombia | Composición florística y aspectos de la estructura de la vegetación en sistemas. *Revista de La Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 44(173), 1033–1046. <https://doi.org/10.18257/RACCEFYN.1183>
- Orejuela, R. A. (2004). *Colombia-Ecuador ; Un ejemplo de convivencia*. 28.
- Parra, A. S., Ramirez, D. Y. G., & Martínez, E. A. (2023). Silvopastoral Systems Ecological Strategy for Decreases C Footprint in Livestock Systems of Piedmont (Meta), Colombia. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 66. <https://doi.org/10.1590/1678-4324-2023220340>
- Parra, A. S., Rojas, B. A. R., & Arrieta, N. V. (2020). Textural analysis in the regulation of ecosystem functions in agroforestry systems of an oxisol from piedemonte llanero in the dry season, colombia | Análisis textural en la regulación de funciones ecosistémicas en sistemas agroforestales de un oxisol de . *Idesia*, 38(3), 43–51. <https://doi.org/10.4067/S0718-34292020000300043>
- Patiño, G. R., Ramos, J. M., & Salazar, J. C. S. (2016). Incidence of agroforestry systems *Hevea brasiliensis* (Willd. ex A.Juss.) Müll.Arg. On physical properties of soil hilly in Caquetá department, Colombia | Incidencia de sistemas agroforestales con *Hevea brasiliensis* (Willd. ex A.Juss.) Müll.Arg. sobre prop. *Acta Agronomica*, 65(2), 116–122. <https://doi.org/10.15446/acag.v65n2.45173>

- Polanía-Hincapié, K.L., Olaya-Montes, A., Cherubin, M. R., Herrera-Valencia, W., Ortiz-Morea, F. A., & Silva-Olaya, A. M. (2021). Soil physical quality responses to silvopastoral implementation in Colombian Amazon. *Geoderma*, 386. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2020.114900>
- Polanía-Hincapié, Karen L., Olaya-Montes, A., Cherubin, M. R., Herrera-Valencia, W., Ortiz-Morea, F. A., & Silva-Olaya, A. M. (2021). Soil physical quality responses to silvopastoral implementation in Colombian Amazon. *Geoderma*, 386(November 2020). <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2020.114900>
- Ramírez J., J. C., & de Aguas P., J. M. (2016). *Configuración territorial de las provincias de Colombia*. 44.
- Ramírez Pava, B. L., Lavelle, P., Orjuela, J. A., & Villanueva, O. (2012). Characterization of cattle farms and adoption of agroforestry systems as a proposal for soil management in Caquetá, Colombia | Caracterización de fincas ganaderas y adopción de sistemas agroforestales como propuesta de manejo de suelos en Caquetá, Colombi. *Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias*, 25(3), 391–401.
- Reyes, O. E. S., de Prager, M. S., & Mosquera, M. P. (2018). Agroecological practices, michorization and productivity of intercropping corn – soybean (*Zea mays* L. – *glycine max* L.) | Prácticas agroecológicas, micorrización y productividad del intercultivo maíz – soya (*Zea mays* L. – *glycine max* L.). *Idesia*, 36(2), 217–224.
- Rodriguez, L., Suárez, J. C., Pulleman, M., Guaca, L., Rico, A., Romero, M., Quintero, M., & Lavelle, P. (2021). Agroforestry systems in the Colombian Amazon improve the provision of soil ecosystem services. *Applied Soil Ecology*, 164(June 2020). <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2021.103933>
- Rodríguez, L., Suárez, J. C., Rodríguez, W., Artunduaga, K. J., & Lavelle, P. (2021). Agroforestry systems impact soil macroaggregation and enhance carbon storage in Colombian deforested Amazonia. *Geoderma*, 384. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2020.114810>
- Rojas M., J., Caicedo, V., & Jaimes, Y. (2017). Biomass decomposition dynamic in agroforestry systems with *Theobroma cacao* L. In Rionegro, Santander (Colombia) | Dinámica de descomposición de la biomasa en sistemas agroforestales con *Theobroma cacao* L., Rionegro, Santander (Colombia). *Agronomía Colombiana*, 35(2), 182–189. <https://doi.org/10.15446/agron.colomb.v35n2.60981>
- Rosales, H. R. B., Hernández, S. V., Aguiar, D. I. G., Rosero, D. C., Perez, L. C., & Rosero, M. I. (2018). Assessment of soil quality in Andosols using silvopastoral systems. *Open Agriculture Journal*, 12(1), 207–214. <https://doi.org/10.2174/1874331501812010207>
- Salazar, O., Rojas, C., Baginsky, C., Boza, S., Lankin, G., Muñoz-Sáez, A., Pérez-Quezada, J. F., Pertuzé, R., Renwick, L. L. R., Székács, A., Székács, A., & Altieri, M. (2020). Challenges for agroecology development for the building of sustainable agri-food systems | Retos del desarrollo agroecológico para la construcción de sistemas agroalimentarios sostenibles. *International Journal of Agriculture and Natural Resources*, 47(3), 152–158. <https://doi.org/10.7764/ijanr.v47i3.2308>
- Silva-Olaya, A.M., Olaya-Montes, A., Polanía-Hincapié, K. L., Cherubin, M. R., Duran-Bautista, E. H., & Ortiz-Morea, F. A. (2022). Silvopastoral systems enhance soil

- health in the amazon region. *Sustainability (Switzerland)*, 14(1).  
<https://doi.org/10.3390/su14010320>
- Silva-Olaya, Adriana M., Olaya-Montes, A., Polanía-Hincapié, K. L., Cherubin, M. R., Duran-Bautista, E. H., & Ortiz-Morea, F. A. (2022). Silvopastoral systems enhance soil health in the amazon region. *Sustainability (Switzerland)*, 14(1), 1–18.  
<https://doi.org/10.3390/su14010320>
- Suárez, L. R., Suárez Salazar, J. C., Casanoves, F., & Ngo Bieng, M. A. (2021). Cacao agroforestry systems improve soil fertility: Comparison of soil properties between forest, cacao agroforestry systems, and pasture in the Colombian Amazon. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 314.  
<https://doi.org/10.1016/j.agee.2021.107349>
- Tapia-Coronado, J. J., Contreras, J. L., Martínez-Atencia, J., López, L., & Rodríguez, J. L. (2022). Production and decomposition of leaf litter from forest species in silvopastoral systems, Valle del Sinu, Colombia. *Agronomia Mesoamericana*, 34(1).  
<https://doi.org/10.15517/am.v34i1.49781>
- Tigrero-Zapata, G. J., Vásquez-Montúfar, G. H., Ferrer-Sánchez, Y., Cedeño-Moreira, A. V., Nieto-Cañarte, C. A., & Abasolo-Pacheco, F. (2022). Identification of the agricultural potential of soils in the Ecuadorian Amazon, from physical-chemical, microbiological and environmental variables | Identificación del potencial agrícola de suelos en la Amazonía Ecuatoriana, a partir de variables físico-. *Terra Latinoamericana*, 40. <https://doi.org/10.28940/terra.v40i0.1294>
- Torres, B., Bravo, C., Torres, A., Tipán-Torres, C., Vargas, J. C., Herrera-Feijoo, R. J., Heredia-R, M., Barba, C., & García, A. (2023). Carbon Stock Assessment in Silvopastoral Systems along an Elevational Gradient: A Study from Cattle Producers in the Sumaco Biosphere Reserve, Ecuadorian Amazon. *Sustainability (Switzerland)*, 15(1). <https://doi.org/10.3390/su15010449>
- Vallejo, V. E., Afanador, L. N., Hernández, M. A., & Parra, D. C. (2018). Effect of the implementation of different agricultural systems on the soil quality from the municipality of cachipay, Cundinamarca, Colombia | Efecto de la implementación de diferentes sistemas agrícolas sobre la calidad del suelo en el municipio de cachi. *Bioagro*, 30(1), 27–38.
- Vargas, Y., Viera, W., Díaz, A., Tinoco, L., Macas, J., Caicedo, C., Almeida, M., & Vásquez-Castillo, W. (2022). Contribution of Agroforestry Systems in the Cultivation of Naranjilla (*Solanum quitoense*) Grown in the Amazon Region of Ecuador. *Applied Sciences (Switzerland)*, 12(20).  
<https://doi.org/10.3390/app122010637>
- Vargas, Yadira, Viera, W., Díaz, A., Tinoco, L., Macas, J., Caicedo, C., Almeida, M., & Vásquez-Castillo, W. (2022). Contribution of Agroforestry Systems in the Cultivation of Naranjilla (*Solanum quitoense*) Grown in the Amazon Region of Ecuador. *Applied Sciences (Switzerland)*, 12(20).  
<https://doi.org/10.3390/app122010637>
- Vazquez, E., Teutscherova, N., Lojka, B., Arango, J., & Pulleman, M. (2020). Pasture diversification affects soil macrofauna and soil biophysical properties in tropical (silvo)pastoral systems. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 302.  
<https://doi.org/10.1016/j.agee.2020.107083>

- Velasquez, E., Lavelle, P., Barrios, E., Joffre, R., & Reversat, F. (2005). Evaluating soil quality in tropical agroecosystems of Colombia using NIRS. *Soil Biology and Biochemistry*, 37(5), 889–898. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2004.09.009>
- Vera-Vélez, R., Cota-Sánchez, J. H., & Grijalva-Olmedo, J. (2021). Beta diversity and fallow length regulate soil fertility in cocoa agroforestry in the Northern Ecuadorian Amazon. *Agricultural Systems*, 187. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2020.103020>
- Vera-Vélez, R., Grijalva, J., & Cota-Sánchez, J. H. (2019). Cocoa agroforestry and tree diversity in relation to past land use in the Northern Ecuadorian Amazon. *New Forests*, 50(6), 891–910. <https://doi.org/10.1007/s11056-019-09707-y>
- Villamizar, Germán, & Calderón, Y. (2005). *Proyecto Compilación y Levantamiento de la información Geomecánica: desarrollo Cartografía Edáfica Aplicado a la Ingeniería en la Sabana de Bogotá*. 5, 1–28. <https://catalogo.sgc.gov.co/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=78481>
- Yepes-Nuñez, J. J., Urrútia, G., Romero-García, M., & Alonso-Fernández, S. (2021). The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *Revista Española de Cardiología*, 74(9), 790–799. <https://doi.org/10.1016/j.recesp.2021.06.016>

## Anexo 1. Extracción de información de la literatura científica recolectada en la revisión sistemática

Código		Título del artículo	Objetivo del artículo	Descripción del sitio de estudio						Métodos										Resultado											
				País	Región	Provincia o Estado	Coordenadas		Elevación (msnm)	Clima	Ecosistema	Actividad agrícola	Actividad ganadera	Tipo de suelo	Sistema Agroecológico	Técnica tradicional	Técnica implementada	Método de análisis del suelo	Condiciones vs. posterior a la técnica agroecológica		Indicador	Periodo de estudio			Conservación/mejora la calidad del suelo						
							Y	X											Si	No		Inicio	Fin	Total	Si	No	%				
1	Torresetal2022	Evaluación de stocks de carbono en sistemas silvopastoriles a lo largo de un gradiente altitudinal: un estudio de productores de ganado bovino en la Reserva de la Biosfera Sumaco, Amazonía ecuatoriana	Evaluación de las reservas de carbono en los sistemas silvopastoriles de la Amazonía ecuatoriana	Ecuador	Amazonia	Reserva de la Biosfera Sumaco			400 a 2000 msnm	Temperatura media anual : 35,67 °C / Precipitación pluvial anual : 5209 mm / Temperatura - zona de Tierras Bajas, 33,65 °C / Precipitación: 4728 mm / Temperatura-Sierra Media; 26,70 °C/Precipitación : 2205 mm	Tierras Altas de la Amazonía Occidental		Ganadera pastos agricultura			Silvopastoril				DAP / Metodo de muestreo sistematico /La densidad aparente (BD) de las muestras se determinó mediante el método del cilindro	Si	No	Cuantitativos			X	X	X	Si	No	NR
2	Parraetal2022	Estrategia Ecológica de Sistemas Silvopastoriles para la Disminución de la Huella de C en Sistemas Pecuarios del Piamonte (Meta), Colombia	Cuantificar la huella de carbono (FC) de la producción de carne bovina de tres sistemas ganaderos de producción del Piamonte Llanero, Meta, Colombia, con el fin de identificar las estrategias ecológicas que reducen las emisiones de GEI por kg de PV.	Colombia		Piamonte, Cumaral, Meta			700 y 300 msnm	Temperaturas promedio de 23 a 30 °C / régimen pluvial bimodal con 3.000 a 4.000 mm de precipitación anual	paisaje piedemonte		Bovinos carnes			Silvopastoril			metodologías estándar de inventario de GEI del IPCC	Si	No	Cuantitativos			X	X	X	Si	No	NR	





Código	Título del artículo	Objetivo del artículo	Descripción del sitio de estudio							Métodos										Resultado										
			País	Región	Provincia o Estado	Coordenadas		Elevación (msn)	Clima	Ecosistema	Actividad agrícola	Actividad ganadera	Tipo de suelo	Sistema Agroecológico	Técnica tradicional	Técnica implementada	Método de análisis del suelo	Condiciones vs. posterior a la técnica agroecológica		Indicador		Periodo de estudio			Conservación/ mejora la calidad del suelo					
						Y	X											Si	No	Inicio	Fin	Total	Si	No	%					
10	Silva-Olayoetal2022	Los sistemas silvopastoriles mejoran la salud del suelo en la región amazónica	Colombia	Amazonia	Caquetá cantones La				precipitación anual de 3235 mm y una temperatura promedio de 25.1 °C	Bosque húmedo tropical		Ganadería tradicional	Dystrudepts Hapludox	Silvopastoril			Densidad aparente del suelo, macro y microporosidad y la estabilidad de los agregados	Si	No	Cuantitativo	ANGOLA	Indicadores químicos del suelo						Si	No	%
11	Contrerasetal2021	Aporte de los Sistemas Agroforestales en el Cultivo de Naranja(Solanum quitoense). Sembrada en la Región Amazónica del Ecuador	Ecuador	Amazonia	Palora			864 msnm de altitud.	temperatura promedio de 20 °C, una humedad relativa promedio de 89% y 3122 mm año -1 de lluvia.	Subtropical húmeda			Agroforestal	monocultivo como testigo	Fertilizante , biomasa		Si	No	Cuantitativo								Si	No	NR	
12	Leon-Durametal2021	Los sistemas agroforestales de cacao mejoran la fertilidad del suelo: Comparación de las propiedades del suelo entre bosques, sistemas agroforestales de cacao y pastos en la Amazonía colombiana	Colombia	Amazonia	Macagual				precipitación media anual de 3793 mm, temperatura media de 25,5 °C, y humedad relativa media del 84.3%.	Pastizal , bosque secundario	Agrícola		Agroforestal				Si	No	Cuantitativos (GIS)				2016							

Código	Título del artículo	Objetivo del artículo	Descripción del sitio de estudio							Ecosistema	Métodos										Resultado				
			País	Región	Provincia o Estado	Coordenadas		Elevación (msn)	Clima		Actividad agrícola	Actividad ganadera	Tipo de suelo	Sistema Agroecológico	Técnica tradicional	Técnica implementada	Método de análisis del suelo	Condiciones vs. posterior a la técnica agroecológica		Indicador	Periodo de estudio			Conservación/ mejora la calidad del suelo	
						Y	X											Si	No		Inicio	Fin	Total	Si	No
13 Suzacental2021	Los sistemas agroforestales de cacao mejoran la fertilidad del suelo: Comparación de las propiedades del suelo entre bosques, sistemas agroforestales de cacao y pastos en la Amazonía colombiana	evaluar la calidad del suelo en diferentes sistemas agroforestales (SAF) de cacao en la Amazonía colombiana.	Colombia	Amazonia					precipitación media anual de 3793 mm / temperatura media de 25,5 °C, y humedad relativa media del 84,3%.		Pastoreo rotativo		Sistema Agroecológico				si	si	Cuantitativo químico	2016				Si	
14 Polamieta12021	Respuestas de la calidad física del suelo a la implementación silvopastoril en la Amazonía colombiana	evaluar los cambios en la calidad física del suelo debido al manejo tradicional de la ganadería y la posterior transición a un sistema silvopastoril en dos sitios en el estado de Caquetá, noroeste de la Amazonía colombiana.	Colombia	Amazonia	Caquetá				temperatura media anual de 25,5 °C / y precipitación anual de 3793 mm.	selva tropical	Pastoreo para ganadería		Silvopastoril	Ganadería		densidad aparente del suelo, porosidad, resistencia a la penetración, evaluación visual de la estructura del suelo, estabilidad de los agregados y carbono orgánico del suelo.	si	si	cuantitativos	2021				Si	
15 Níñezetal2021	Almacenamiento de carbono en sistemas agroforestales en los llanos orientales de Colombia.	El estudio estimó el almacenamiento de carbono en biomasa aérea, necromasa y carbono orgánico del suelo bajo SAF con cacao (SAF cacao), SAF con café (SAF café), sistemas silvopastoriles (SPS) y bosque en Mesetas, Meta (Colombia).	Colombia						temperatura media anual entre 22 y 24°C, precipitaciones entre 2.500 y 3.000 mm año-1, con 150 a 200 días de lluvia y humedad relativa media anual de 80 a 85 %		Bovinos ganadería		Agroforestal			Se comparo un estado inicial vs el sometido a la tecnica agroecologica	si	si	cuantitativos						

Código	Título del artículo	Objetivo del artículo	Descripción del sitio de estudio							Métodos											Resultado					
			País	Región	Provincia o Estado	Coordenadas		Elevación (msnm)	Clima	Ecosistema	Actividad agrícola	Actividad ganadera	Tipo de suelo	Sistema Agroecológico	Técnica tradicional	Técnica implementada	Método de análisis del suelo	Condiciones iniciales vs. posterior a la técnica agroecológica	Indicador	Periodo de estudio			Conservación/ mejora la calidad del suelo			
						Y	X													Inicio	Fin	Total	Si	No	%	
16	Rodriguezeta2021	Los sistemas agroforestales impactan la macroagregación del suelo y mejoran el almacenamiento de carbono en la Amazonia colombiana deforestada	Colombia	Amazonia				25,5 °C y media anual precipitación de 3.793 mm.			entisoles / inceptisoles	Sistema Agroforestales				macro agregados	Se comparan suelos con diferentes sistemas agroecológicos	Cuantitativo							SI	
17	Gonzalezeta2021	Evaluación de guinea panicum maximum bajo sistemas silvopastoriles en combinación con dos sistemas de manejo en la provincia de orellana, Ecuador	Ecuador	Amazonia	Orellana			275 msnm	precipitación media anual es de 2942 mm con una temperatura media anual de 29,7 °C	selva tropical húmeda						perdida de bosque para pastoreo	Se evaluó la eficacia de una gramínea en sistemas silvopastoriles con diferentes cultivos	Físico-químico							SI	
9	Veraneta2021	La diversidad beta y la duración del barbecho regulan la fertilidad del suelo en la agrosilvicultura del cacao en el norte de la Amazonía ecuatoriana	Ecuador	Amazonia	Reserva de la Biosfera Sumaco			300 y los 600 msnm	precipitación media anual de 3500 mm , y temperatura media mensual de 24 °C ,	bosque tropical						Cultivos		Cuantitativos (RDA)							SI	

Código		Título del artículo	Objetivo del artículo	Descripción del sitio de estudio							Métodos										Resultado				
				País	Región	Provincia o Estado	Coordenadas		Elevación (msn)	Clima	Ecosistema	Actividad agrícola	Actividad ganadera	Tipo de suelo	Sistema Agroecológico	Técnica tradicional	Técnica implementada	Método de análisis del suelo	Condiciones vs. posteriores a la técnica agroecológica	Indicador	Periodo de estudio			Conservación/ mejora la calidad del suelo	
							Y	X											Si o No		Inicio	Fin	Total	Si	No
19	Vasquezetal2020	La diversificación de pastos afecta la macrofauna del suelo y las propiedades biofísicas del suelo en los sistemas (silvo)pastoriles tropicales	Colombia		valle del Cauca			990 m s.n.m	precipitación media anual de 870 mm y una temperatura de 24 °C		pastoreo del ganado	Cumilite Haplustoll	Silvopastoril				Se compararon tres diferentes sistemas basados en forraje				2017			Si	
20	Martinezetal2020	Descomposición de hojarasca en diversos sistemas silvopastoriles en un ambiente neotropical	Colombia		valle del río Simú	8°51' N	75°49' O	18 msnm	la temperatura anual es de 28,3°C, la evapotranspiración media es de 1240 mm, la humedad relativa media es 81%, y la precipitación anual es de 1380 mm	bajo bosque seco tropical	agricultura de algodón, arroz, maíz, plátano, yuca, coco y ñame,	ganadería intensiva	Silvopastoril								2013				
21	Escobareetal2020	Efecto de prácticas agroecológicas sobre características del suelo en un sistema de lechería especializada del trópico alto colombiano									Sistema lechero	prácticas agroecológicas					diseño estadístico aleatorizado,								

Código	Título del artículo	Objetivo del artículo	Descripción del sitio de estudio							Métodos										Resultado											
			País	Región	Provincia o Estado	Coordenadas		Elevación (msn)	Clima	Ecosistema	Actividad agrícola	Actividad ganadera	Tipo de suelo	Sistema Agroecológico	Técnica tradicional	Técnica implementada	Método de análisis del suelo	Condiciones vs. posterior a la técnica agroecológica		Indicador	Periodo de estudio			Conservación/ mejora la calidad del suelo							
						Y	X											Si	No		Inicio	Fin	Total	Si	No	%					
22	Parrtaetal2020	evaluar la textura por los métodos de pipeta y Bouyoucos en un oxisol de Piedemonte Llanero en época seca, en diferentes usos y manejo de suelos: monocultivo de guanábana Annona muricata L. (MG) y monocultivo de plátano Musa paradisiaca (MP) con agricultura intensiva, labranza convencional y reducida, respectivamente, comparados con sistema agroforestal (SAF) de cacao Theobroma cacao L. asociado con yopo Anadenanthera peregrina L. y acacia Acacia mangium Willd. (SAFC) y SAF de café Coffea arabica L. asociado con plátano M. paradisiaca (SAFCF) con cero labranza y prácticas de conservación.	Colombia			3° 56' 15" 4" 11' 5" N,	longitud 73° 10' 00" 73° 46' 00" E	200 msnm	Piedemonte Llanero				sistemas agroforestales			monocultivo		porcentaje de materia orgánica, densidad aparente, porosidad total (micro y macro porosidad), humedad, granulometría	Si	No	Cuantitativo	análisis físicoquímico	2019			Si	No	%			
23	Veravélez2019	Agrosilvicultura del cacao y diversidad arbórea en relación con el uso pasado de la tierra en el norte de la Amazonía ecuatoriana	Ecuador	Amazonía				300 a 600 msnm	temperatura media anual de 25 °C y precipitación media anual >3000 mm			orden Dystropepts Tropofuents	sistemas agroforestales						Si	No									Si	No	%

Código		Título del artículo	Objetivo del artículo	Descripción del sitio de estudio							Métodos										Resultado									
				País	Región	Provincia o Estado	Coordenadas		Elevación (msn)	Clima	Ecosistema	Actividad agrícola	Actividad ganadera	Tipo de suelo	Sistema Agroecológico	Técnica tradicional	Técnica implementada	Método de análisis del suelo	Condiciones iniciales vs. posteriores a la técnica agroecológica	Indicador	Periodo de estudio			Conservación/ mejora la calidad del suelo						
							Y	X													Inicio	Fin	Total	Si	No	%				
24	Cherabimetal2019	Los sistemas agroforestales mejoran la calidad física del suelo en el noroeste de la Amazonía colombiana	evaluación pionera de la calidad física del suelo en seis usos típicos de la tierra (es decir, bosque, pastos y SAF) utilizando el método VESS en el noroeste de la Amazonía colombiana.	Colombia	Amazonia	Universidad de Amazonas	1370 NORTE	75370 W	300 msnm	temperatura media anual de 25.5 C y anual precipitación de 3793 mm.	selva tropical			Kandiudox	sistemas agroforestales				Se comparan diferentes tipos de cultivos con los sistemas agroforestales	ANOVA							Si			
25	Lambolmetal2019	Reduciendo la deforestación y mejorando la productividad ganadera: Potencial de mitigación de gases de efecto invernadero de los sistemas silvopastoriles en Caquetá		Colombia		Departamento de Caquetá									Silvopastoril				Método de estructura (VESS)	Social								si		
26	Charfietal2019	Sistemas silvopastoriles intensivos con Leucaena leucocephala en América Latina													silvopastoriles														Si	
27	Burgoetal2019	Impacto de la producción agrícola alternativa en PYMES bananeras con enfoque agroecológico	evaluar el impacto de la producción agrícola alternativa en las PYMES bananeras con enfoque agroecológico	Ecuador	Costa	El Oro								Actividad bananera						Cuantitativo					5 meses				Si	



Código	Título del artículo	Objetivo del artículo	Descripción del sitio de estudio							Ecosistema	Métodos										Resultado				
			País	Región	Provincia o Estado	Coordenadas		Elevación (msnm)	Clima		Actividad agrícola	Actividad ganadera	Tipo de suelo	Sistema Agroecológico	Técnica tradicional	Técnica implementada	Método de análisis del suelo	Condiciones vs. posterior a la técnica agroecológica		Indicador	Periodo de estudio			Conservación/ mejora la calidad del suelo	
						Y	X											Si	No		Inicio	Fin	Total	Si	No
31	Vallepetal2018	evaluar y monitorear parámetros microbiológicos durante fisicoquímicos dos eventos y de muestreo, con el fin de evidenciar la respuesta de diferentes tipos de indicadores frente a distintos manejos agropecuarios en cuatro SP representativos del municipio de Cachipay, Cundinamarca, Colombia.	Colombia		municipio de Cachipay en Cundinamarca.	4°44' N	74° 25' W	1600 msnm	Precipitación promedio anual 1472 mm y con temperatura que oscila entre 16.1 C y 27.7 C		cultivo de flores, hortalizas, maíz, pastizales para ganadería extensiva y frutales cafetera y platano	Agropecuarias				distribución y agregados / Índice de estabilidad (IE), estado de agregación (EA) y diámetro medio ponderado (DMP).	SI	SI	fisicoquímicos y microbiológicos.	2016			SI		
32	Rojaseta2017	evaluar el aporte de biomasa y tasa de liberación de nutrientes de las especies que componen los SAF (Gmelina arborea, Gliricidia sepium, Cedrela odorata, Theobroma cacao)	Colombia	flanco occidental de la	Santander	07°24'51.0"N	73°11'33.6"W	825 m de altitud	precipitación media anual de 2.500 mm, una temperatura media de 25°C, una humedad relativa del 80% y una radiación solar anual de 1.700 h.	Bosque húmedo tropical	Cacao		suelos aluviales, texturas franco arcillosas y franco	sistemas agroforestales				SI	SI	Cuantitativos				SI	
33	Parípetal2016	[Incidencia de sistemas agroforestales con Hevea brasiliensis (Willd. ex A.Juss.) Müll.Arg. sobre propiedades físicas de suelos de lomerío en el departamento de Caquetá, Colombia]	Colombia	Amazonia	Caquetá				temperatura media mensual de 24,8 °C / precipitación de 280.4 mm/mes							Densidad aparente (g/cm3) Densidad real (g/cm3) Arena, limos y arcillas (%) Humedad gravimétrica (%) Temperatura (°C) Penetrabilidad (Mpa) Porosidad		SI	Cuantitativos				2010	SI	

Código	Título del artículo	Objetivo del artículo	Descripción del sitio de estudio							Métodos										Resultado							
			País	Región	Provincia o Estado	Coordenadas		Elevación (msn)	Clima	Ecosistema	Actividad agrícola	Actividad ganadera	Tipo de suelo	Sistema Agroecológico	Técnica tradicional	Técnica implementada	Método de análisis del suelo	Condiciones vs. posterior a la técnica agroecológica		Indicador	Periodo de estudio			Conservación/mejora la calidad del suelo			
						Y	X											Si	No		Inicio	Fin	Total	Si	No	%	
34	Cubillosetal2016	Examinar los cambios de las comunidades de bacterias oxidantes de amoníaco (AOB) y totales a lo largo de una cronosecuencia ISS (que va de 3 a 15 años desde el establecimiento), en comparación con CP y F nativo e investigar P. julifloraárboles como una isla de recursos en relación con las propiedades microbianas del suelo.	Colombia		El municipio de El Cerrito en las llanuras del río Cauca	3 470 N	76 160 W		Bosque seco tropical				Silvopastoril		monocultivos		densidad, la resistencia a la penetración y la humedad	SI	Cuantitativos								
35	Marguetitioetal2014	Los Sistemas Silvopastoriles Intensivos (SSPI), herramienta de mitigación y adaptación al cambio climático								ganado para carne		Silvopastoril															
36	McCroddlyetal2015	Reservas de Carbono en Sistemas Silvopastoriles: Un Estudio de Cuatro Comunidades del Sureste de Ecuador	Ecuador	Amazonia	Morona Santiago		1052-1250 msnm	precipitación promedio de 3325 mm por año y una temperatura media de 22°C				Agricultura(pastos) Axonopus scoparius (gramalote)	ganadería		Silvopastoril		densidad		Cuantificar					2011			
37	Martinezetal201	Los sistemas silvopastoriles mejoran la calidad del suelo en los pastizales de Colombia	Colombia		Cordoba								Silvopastoril	monocultivo													
38	Montagnini20	Silvopastoral systems and climate change mitigation in Latin America											Ganadería		pastoreo												

Código		Título del artículo	Objetivo del artículo	Descripción del sitio de estudio							Métodos										Resultado							
				País	Región	Provincia o Estado	Coordenadas		Elevación (msn)	Clima	Ecosistema	Actividad agrícola	Actividad ganadera	Tipo de suelo	Sistema Agroecológico	Técnica tradicional	Técnica implementada	Método de análisis del suelo	Condiciones vs. posterior a la técnica agroecológica		Indicador		Periodo de estudio			Conservación/ mejora la calidad del suelo		
Y	X	Si	No				Cuantitativos	Sociales(encuestas)											Inicio	Fin	Total	Si	No	%				
39	Ramirezetal2012	Caracterización de fincas ganaderas y adopción de sistemas agroforestales como propuesta de manejo de suelos en Caquetá, Colombia	Promover la adopción de sistemas agroforestales para la recuperación y reorientación del uso de la tierra de los sistemas agrícolas tradicionales en la Amazonía colombiana.	Colombia	Amazonia	Caqueta						sistemas agroforestales	ganaderia						Cuantitativos	Sociales(encuestas)							Si	
40	Giraldoetal2011	La adopción de sistemas silvopastoriles promueve la recuperación de procesos ecológicos regulados por escarabajos coprófagos en los Andes colombianos		Colombia	Cordillera central de los Andes				1140 y 1200 m.s.n.m	Precipitación y temperatura media anual en la región son 1750 mm y 21 C, respectivamente	bosque húmedo montano bajo (bh-MB) y bosque húmedo premontano	agricultura										2003	2006	3 años	si			



Código		Título del artículo	Objetivo del artículo	Descripción del sitio de estudio							Métodos											Resultado						
				País	Región	Provincia o Estado	Coordenadas		Elevación (msn)	Clima	Ecosistema	Actividad agrícola	Actividad ganadera	Tipo de suelo	Sistema Agroecológico	Técnica tradicional	Técnica implementada	Método de análisis del suelo	Condiciones vs. posterior a la técnica agroecológica		Indicador		Periodo de estudio			Conservación/mejora la calidad del suelo		
							Y	X											Si	No			Inicio	Fin	Total	Si	No	%
42	Velasquezetal2005	Evaluación de la calidad del suelo en agroecosistemas tropicales de Colombia utilizando NIRS	Colombia		Potrerillo, departamento del Cauca			1500 m de altitud	temperatura media de 19,3 8C / precipitación media anual de 1900 mm	bosque húmedo premontano			distroptos óxicos (inceptisoles)	Los sistemas agroforestales agrosilvopastoriles.				Si	No	Cuantitativos	Fisco-químicos					Si		
43	De Koningetal1997	Estimaciones de balances subnacionales de nutrientes como indicadores de sostenibilidad para agroecosistemas en Ecuador	Ecuador	El Oro, Esmeraldas												Mapas											Si	