



Resultados

Pacto Educativo para la Planeación Energética en Colombia y la Transición Energética Justa

**Resultados Convenio Pacto Educativo para la Planeación Energética en Colombia
y la Transición Energética Justa**

República de Colombia

Unidad de Planeación Minero Energética

Omar Andrés Camacho Morales

Ministro de Minas y Energía

Carlos Adrián Correa Florez

Director UPME

Indira Portocarrero Ospina

Asesora Dirección General

Gerente Proyecto territorial

Equipo de revisión

Diego Vanegas

Catalina Londoño

Edinson Bohorquez

Oliver Diaz Iglesias

Maria Alejandra Acosta

Natali Carmona Giraldo

Olga Carranza

Maria Alejandra Acosta

AMPLIACIÓN DE LA PRUEBA DE CONCEPTO DEL ATLAS ENERGÉTICO DE BIOMASA RESIDUAL AGRÍCOLA EN COLOMBIA

(Convenio de asociación N°: CO1.PCCNTR.5527461)

(Fecha de inicio: 23-11-23 y Fecha fin: 31-12-23)

Entregable 1: Contextualización de la información georreferenciada disponible actualmente de los cultivos de interés de café, palma de aceite, arroz, maíz, plátano, caña y cacao

Documento 1: Diagnóstico de la situación actual de información georreferenciada de cultivos de interés en Colombia

Bogotá D.C. 20 de diciembre de 2023

Equipo de trabajo

Universidad de los Andes

Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME)

Directora de proyecto:

PhD. Rocío Sierra

Supervisor de proyecto:

Ing. Esp. John Alejandro Barrios

Investigadores:

PhD. Guillermo Jiménez

PhD. Fernando Jiménez

PhD. Haydemar Núñez

PhD. Luis Cruz

MSc Andrés Calderón

MSc. Nicolás Díaz

MSc. Norymar Becerra

Ing. Yafar Solano

Daniel Beltrán

Kevin Gámez

Equipo técnico:

Ing. Manuel Sierra

Esp. Mónica Castañeda

Esp. Catalina Londoño

Equipo administrativo:

Esp. Diego Vanegas

Esp. María Alejandra Acosta

Esp. Olga Lucía Carranza

Soporte técnico:

David Jiménez

Tabla de contenido

Resumen Ejecutivo	6
1. Antecedentes	7
1.1. Proyectos previos	7
1.1.1. Atlas del potencial energético de la biomasa residual en Colombia	7
1.1.2. Proyecto de Cooperación Triangular Alemania-Chile-Colombia	8
1.2. Estado actual del sector agrícola en Colombia	10
2. Identificación de fuentes y recopilación de información georreferenciada de cultivos interés	11
2.1. Identificación de fuentes de información georreferenciada de cultivos	11
2.2. Fuentes de datos abiertos de información georreferenciada de cultivos	14
2.2.1. Base de datos de Evaluaciones Agrícolas Municipales (EVA)	14
2.2.2. Mapas de coberturas de cultivos del Sistema de Información para la Planificación Rural Agropecuaria (SIPRA)	15
2.2.3. Mapa Nacional de Coberturas de la Tierra de 2018	20
2.3. Solicitud de información georreferenciada de cultivos a entidades nacionales y regionales	24
3. Procesamiento y análisis de la información georreferenciada de cultivos de interés	26
3.1. Procesamiento y análisis de la información de fuentes oficiales de datos abiertos	26
3.1.1. Procesamiento y análisis de la información de la base de Evaluaciones Agrícolas Municipales (EVA)	26
3.1.2. Procesamiento y análisis de la información de los mapas de coberturas (IDEAM y SIPRA)	44
3.1.3. Cruce base de datos EVA y mapas de coberturas	46
3.2. Procesamiento y análisis de la información obtenida de entidades nacionales y regionales	56
4. Diagnóstico del estatus actual de la información georreferenciada de cultivos de interés	62
4.1. Diagnóstico de información georreferenciada de fuentes de datos abiertos	62
4.2. Diagnóstico de información georreferenciada obtenida de entidades nacionales y regionales	64
5. Conclusiones y recomendaciones	65
6. Referencias	66

Tabla de figuras

Figura 1. Metodología aplicada a la prueba de concepto del Atlas de biomasa residual en departamentos del Bolívar y Cesar	9
Figura 2. Metodología aplicada para solicitud de información georreferenciada de cultivos de interés	24
Figura 3. Distribución de cultivos de arroz en el territorio nacional para el año 2022.	27
Figura 4. Evolución del cultivo de arroz en Colombia, últimos 11 años.	28
Figura 5. Distribución de cultivos de cacao en el territorio nacional para el año 2022.	30
Figura 6. Evolución del cultivo de cacao en Colombia, últimos 11 años.	30
Figura 7. Distribución de cultivos de palma en el territorio nacional para el año 2022	32
Figura 8. Evolución del cultivo de palma de aceite en Colombia, últimos 11 años.	33
Figura 9. Distribución de cultivos de caña de azúcar en el territorio nacional para el año 2022	34
Figura 10. Evolución del cultivo de caña de azúcar en Colombia, últimos 4 años.	35
Figura 11. Distribución de cultivos de café en el territorio nacional para el año 2022	37
Figura 12. Evolución del cultivo de café en Colombia, últimos 11 años.	38
Figura 13. Distribución de cultivos de maíz en el territorio nacional para el año 2022	39
Figura 14. Evolución del cultivo de maíz en Colombia, últimos 11 años.	40
Figura 15. Distribución de cultivos de plátano en el territorio nacional para el año 2022	42
Figura 16. Evolución del cultivo de plátano en Colombia, últimos 11 años.	43
Figura 17. Esquema metodológico para la obtención de capas de los cultivos de interés de fuentes de datos abiertos	45
Figura 18. Muestra del territorio analizado para los cultivos de interés de este trabajo	46
Figura 19. Cruce de bases de datos para el cultivo de arroz	47
Figura 20. Cruce de bases de datos para el cultivo de cacao	49
Figura 21. Cruce de bases de datos para el cultivo de palma de aceite	50
Figura 22. Cruce de bases de datos para el cultivo de caña de azúcar	52
Figura 23. Cruce de bases de datos para el cultivo de café	53
Figura 24. Cruce de bases de datos para el cultivo de maíz	54
Figura 25. Cruce de bases de datos para el cultivo de plátano	55
Figura 26. Resultados de la consulta de información georreferenciada de cultivos de interés a entidades nacionales y regionales	56
Figura 27. Cantidad de fuentes de información georreferenciada por cultivo de interés	61

Tabla de Tablas

Tabla 1. Fuentes de información georreferenciada de cultivos en Colombia	11
Tabla 2. Metadatos e información relevante asociada a cada uno de los cultivos de interés en el Sistema de Información para la Planificación Rural Agropecuaria (SIPRA), escala 1:100.000	15
Tabla 3. Metadatos e información relevante asociada a cada uno de los cultivos en el Mapa Nacional de Coberturas de la Tierra de 2018, escala 1:100.000	21
Tabla 4. Actividades y evidencias de solicitud de información georreferenciada	25
Tabla 5. Muestra de municipios más productores de arroz en Colombia, año 2022.	28
Tabla 6. Muestra de municipios más productores de cacao en Colombia, año 2022.	31
Tabla 7. Muestra de municipios más productores de palma de aceite en Colombia, año 2022.	33
Tabla 8. Muestra de municipios más productores de caña de azúcar en Colombia, año 2022.	35
Tabla 9. Muestra de municipios más productores de café en Colombia, año 2022.	38
Tabla 10. Muestra de municipios más productores de café en Colombia, año 2022.	40
Tabla 11. Muestra de municipios más productores de plátano en Colombia, año 2022.	43
Tabla 12. Inventario de las bases de datos analizadas y provenientes de fuentes abiertas	45
Tabla 13. Estatus de la información georreferenciada de cultivos de interés obtenida de entidades nacionales y regionales	58

Resumen Ejecutivo

La Universidad de los Andes en conjunto con la Unidad de Planeación Minero-Energética ejecutaron una primera fase de un proyecto orientado al desarrollo de un *Atlas energético de biomasa residual agrícola en Colombia*, con información actualizada de fuentes oficiales y mediante la aplicación de modelos de inteligencia artificial para la identificación de coberturas agrícolas. En esta primera fase se hizo la ampliación de la prueba de concepto del atlas energético de biomasa residual agrícola en Colombia, a partir de la experiencia adquirida por Uniandes en el desarrollo del trabajo previo en el Proyecto de Cooperación Triangular Alemania-Chile-Colombia. En este proyecto previo se desarrolló una prueba de concepto, para evaluar el potencial energético de la biomasa residual agrícola, correspondiente a cultivos de palma de aceite en municipios vulnerables de los departamentos del Bolívar y del Cesar. Para el desarrollo de la prueba de concepto se aplicó una metodología con un enfoque novedoso, basado en modelos de inteligencia artificial (IA) entrenados a partir de información georreferenciada del cultivo y de imágenes satelitales, para la identificación de palma de aceite en el área de estudio.

La primera fase del presente proyecto tiene dos productos asociados, uno enfocado a hacer una contextualización de la información georreferenciada disponible actualmente de los cultivos de interés de café, palma de aceite, arroz, maíz, plátano, caña y cacao; y el segundo a la ampliación de la prueba de concepto del atlas de biomasa residual para la identificación de palma de aceite a nivel nacional. El presente informe corresponde al diagnóstico de la situación actual de información georreferenciada de cultivos de interés en Colombia (Documento 1), para el cual se hizo: i) la identificación de fuentes oficiales de información y recopilación de bases de datos; y ii) procesamiento y análisis de la información georreferenciada.

El diagnóstico permitió identificar entidades que ofrecen base de datos de fuentes abiertas como las Evaluaciones Agrícolas Municipales (EVA) publicadas por la Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA), los mapas de fronteras agrícolas de SIPRA que es el sistema de información de UPRA, y el Mapa Nacional de Coberturas de la Tierra de 2018 publicado por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). La información de estas tres fuentes se analizó y permitió fijar una línea base de información georreferenciada para los cultivos de café, cacao, arroz, palma de aceite, caña, maíz y plátano. Esta línea base es un insumo inicial de polígonos que ubican los cultivos en las zonas de mayor área sembrada y producción en el territorio nacional, y que puede ser usado de forma inicial en el entrenamiento de modelos de IA para la identificación de coberturas agrícolas, en un trabajo futuro. En el diagnóstico también se hizo el levantamiento de información en entidades nacionales y regionales, con lo que se identificaron fuentes cerradas de información georreferenciada para los cultivos de interés, a las cuales se puede acceder por medio de convenios interinstitucionales, acuerdos de confidencialidad y licencia de uso dependiendo de la entidad. Para los cultivos de café y cacao se identificaron la mayor cantidad de fuentes de información georreferenciada, seguido por palma de aceite y caña, y por último plátano, arroz y maíz.

1. Antecedentes

A continuación, se presentan proyectos previos relacionados a la estimación de potencial energético de biomasa residual y del estado actual del sector agrícola en Colombia.

1.1. Proyectos previos

1.1.1. Atlas del potencial energético de la biomasa residual en Colombia

En el 2008 la Unidad de Planeación Minero-Energética (UPME) en conjunto con el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), Colciencias y la Universidad Industrial (UIS), publicaron el Atlas de Potencial Energético de Biomasa Residual en Colombia¹. Este atlas agrupa un conjunto de mapas que muestran la cantidad de biomasa residual producida en el territorio nacional, y su correspondiente potencial energético para ocho cultivos agrícolas, tres especies pecuarias y los residuos sólidos orgánicos urbanos provenientes de las plazas de mercado de 12 ciudades y la poda de zonas verdes de 10 ciudades (Escalante Hernández, et al., 2008).

El estudio del atlas surgió como una propuesta para: i) reducir los riesgos ocasionados por la dependencia de las fuentes energéticas de recursos fósiles y ii) avanzar en la realización de inventarios del potencial de fuentes renovables, la evaluación del desempeño de sus aplicaciones y la determinación de las condiciones óptimas para su aprovechamiento.

Entre los aspectos más importantes a resaltar del Atlas de Potencial Energético de Biomasa Residual en Colombia se destacan los siguientes (Escalante Hernández, et al., 2008):

- La información recopilada para el sector agrícola representado por ocho especies (arroz, maíz, banano, plátano, café, caña de azúcar, caña panelera y palma de aceite), se tomó del Anuario Estadístico del Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural -MADR del año 2006. Para el sector pecuario y sub-sectores avícola y bovino, se recopiló la información del inventario de granjas del Instituto Colombiano Agropecuario del año 2008 y para el subsector porcícola la información fue suministrada por la Asociación Colombiana de Porcicultores del año 2007. La información de los residuos sólidos urbanos y de plazas de mercado fue suministrada por las empresas de aseo para los años 2007 y 2008.
- El atlas se compone de tres capítulos, el primero dedicado al sector agrícola que contiene 52 mapas que representan en forma espacial la producción anual de residuos, el potencial energético bruto y el rendimiento neto de energía para los cultivos permanentes y transitorios. El segundo capítulo, que contiene el sector pecuario, está conformado por 14 mapas con la representación espacial de la población pecuaria, la cantidad de estiércol y el potencial energético. El tercer capítulo contempla siete mapas con la información correspondiente a la cantidad y el potencial energético anual de los residuos sólidos orgánicos urbanos.

¹ [Atlas del potencial energético de la biomasa residual en Colombia](#)

- El Atlas recopila y consolida información sobre el área cultivada, la población pecuaria y el volumen de residuos sólidos orgánicos urbanos. Muestra los resultados de la caracterización fisicoquímica a nivel nacional, de 96 muestras de campo realizadas en el año 2008. Presenta el potencial energético anual por unidad de área, en el nivel departamental y municipal de la biomasa, estimado mediante el diseño de modelos matemáticos específicos.

El Atlas de Potencial Energético de Biomasa Residual en Colombia fue útil para la toma de decisiones en el ámbito de desarrollo energético y ambiental del país, durante los años siguientes a su publicación. Sin embargo, el atlas se encuentra desactualizado, y desde la UPME se presenta el interés de actualizarlo con información y base de datos vigentes de los recientes años, tomando en cuenta los cambios que ha habido en el sector agrícola.

1.1.2. Proyecto de Cooperación Triangular Alemania-Chile-Colombia

La Universidad de los Andes en colaboración con la Universidad de Chile y con el respaldo financiero de la Sociedad Alemana para la Cooperación Internacional (GIZ), desarrollaron un Proyecto de Cooperación Triangular basado en pruebas de concepto², de las cuales una fue para evaluar el potencial energético de la biomasa residual agrícola, correspondiente a cultivos de palma de aceite y café en municipios vulnerables de los departamentos del Bolívar y del Cesar en Colombia. Para el desarrollo de la prueba de concepto se aplicó una metodología con un enfoque novedoso, en el cual se emplearon tanto imágenes satelitales históricas como actuales, así como diversos conjuntos de datos. Esta valiosa información fue sometida a un análisis y procesamiento mediante el uso de un modelo de inteligencia artificial que permite identificar cultivos de palma de aceite en la zona de estudio.

Para la prueba de concepto se seleccionó el cultivo de palma de aceite de acuerdo a: i) la información disponible de área sembrada, productividad y rendimiento del cultivo, tomada de las Evaluaciones Agropecuarias Municipales (EVA)³; ii) la georreferenciación del cultivo usando como guía el Mapa de Coberturas de la Tierra, del IDEAM (2023)⁴ de escala de 1:100.000; iii) la disponibilidad de polígonos suministrados por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC)⁵ de la zona de estudio; iv) la preparación de los datos generados a partir de los polígonos con base en el análisis de la firma espectral del cultivo; e v) información de un modelo digital de elevación. La información mencionada anteriormente se trabajó con imágenes satelitales de la zona de estudio en los departamentos del Cesar y del Bolívar, y se construyó un conjunto de datos para el cultivo de palma de aceite que permitió desarrollar un modelo de inteligencia artificial en la identificación del cultivo y la estimación de su área, con un 95% de exactitud. Por medio de un modelo de regresión lineal ($R^2 = 0,87$) construido de bases de datos históricas se pudo estimar la productividad del cultivo, a partir del área sembrada determinada por el modelo de inteligencia artificial. Por medio de la productividad del cultivo de palma y conocido los porcentajes de residuos, se estimó la biomasa residual que puede ser aprovechada en la

² [Informe Proyecto de Cooperación Triangular](#)

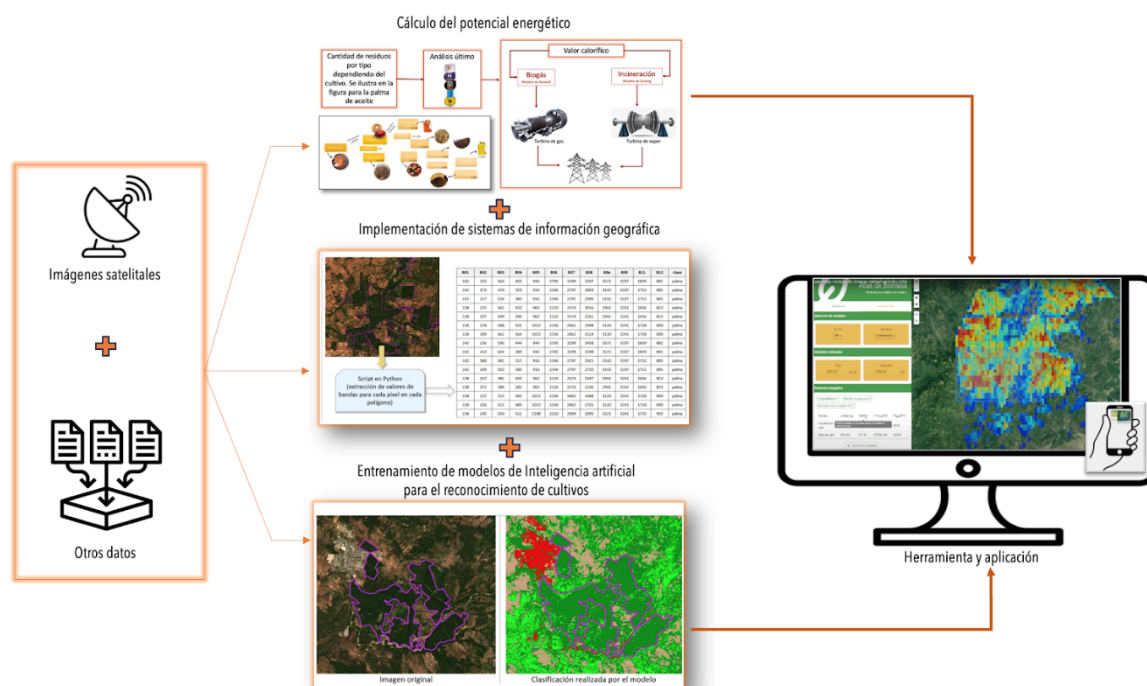
³ [Evaluaciones Agropecuarias Municipales](#)

⁴ [Mapa de cobertura de tierras del IDEAM](#)

⁵ Polígonos suministrados por el IGAC, específicamente por la Subdirección de Agrología en el marco de un estudio de uso y cobertura con interpretación visual de los cultivos de palma de aceite y café para los municipios PDET del Departamento del Cesar (Agustín Codazzi, Becerril, La Jagua de Ibirico, Manaure Balcón de Cesar, Pueblo Bello, La Paz, San Diego) el cual se está ejecutando en el año 2023

generación de energía, ya sea por procesos de incineración (tratamiento térmico) o generación de biogás (digestión anaerobia). Se desarrolló un modelo para la estimación de potencial energético de biomasa residual, con el cual se obtuvieron ecuaciones que permiten estimar el poder calorífico inferior (LHV) a partir del análisis último de la biomasa (contenido de C,H,O,N,S y cenizas). Para la potencia generada (W) se estimaron las ecuaciones por un ajuste de un modelo de regresión múltiple, que varió de acuerdo a la tecnología de aprovechamiento. En el caso de la incineración la ecuación obtenida tiene un $R^2=0,84$ y para biogás un $R^2=0,99$. En la Figura 1 se presenta un esquema de las secciones principales de la metodología descrita previamente.

Figura 1. Metodología aplicada a la prueba de concepto del Atlas de biomasa residual en departamentos de Bolívar y Cesar



Nota: Figura de elaboración propia

Gracias a estos avances en el desarrollo de los modelos mencionados anteriormente, ahora es posible determinar el potencial energético de la biomasa residual de palma de aceite en municipios vulnerables de Bolívar y Cesar. Esta tecnología, que se auto-actualiza permanentemente está disponible a través de una aplicación que permite a cualquier usuario calcular el potencial energético eléctrico dentro de los municipios que formaron parte de este estudio. Para obtener más información sobre cómo utilizar esta aplicación, puede consultar el tutorial que se encuentra disponible haciendo clic en este enlace [prueba de concepto](#).

Además de la evaluación del potencial energético de biomasa, este trabajo también dio lugar al desarrollo del "SenecAtlas". Esta plataforma integra diversos indicadores socioeconómicos, el explorador de potencial solar y de biomasa y otra información relevante en una única interfaz. Esto brinda a los usuarios la capacidad de generar datos y realizar cálculos que pueden ser fundamentales en la toma de decisiones. Si desea aprender más acerca de esta herramienta integrada, le invitamos a consultar el tutorial correspondiente haciendo [clic aquí](#).

Con el desarrollo de este proyecto se evidenció la utilidad de imágenes satelitales, de información georreferenciada y de modelos de inteligencia artificial en la identificación y estimación de áreas de cultivos de palma de aceite, que a su vez sirvieron de insumo para la estimación del potencial energético de la biomasa residual agrícola de palma, en una zona de estudio en los departamentos de Bolívar y Cesar. Con los resultados del proyecto se generaron precedentes para desarrollar futuras pruebas de concepto, en el desarrollo de un atlas de potencial energético de biomasa residual en Colombia, que abarque los principales cultivos del país y que pueda estar actualizado al usar como entrada imágenes satelitales vigentes, sobre las cuales se apliquen los modelos de inteligencia artificial para la identificación de un cultivo específico.

1.2. Estado actual del sector agrícola en Colombia

Colombia es un país tropical con abundante tierra agrícola, además de contar con disponibilidad de fuentes hídricas en sus diversos entornos naturales, por lo que su potencial agrícola es relevante para la economía y las dinámicas de crecimiento en torno a la sostenibilidad. Según el Ministerio de Agricultura, el sector agropecuario en Colombia tiene una participación entre el 6% y 8% del PIB nacional, generando aproximadamente el 15% de los empleos a nivel de país (Finagro, 2023). Por lo anterior, la agricultura y las actividades relacionadas son de interés para las entidades gubernamentales, lo que incluye la correcta gestión de los residuos para la preservación de los recursos naturales y los ecosistemas del país.

La geografía montañosa de Colombia permite variaciones climáticas suficientes que favorecen el desarrollo de una amplia variedad de cultivos, comprendiendo desde plátanos y caña de azúcar, hasta cebada, arroz, cacao, y café. De los cultivos más representativos del país, el café ha representado por mucho tiempo un componente importante de la economía de Colombia, sin embargo, el comercio del café es sensible a fluctuaciones en los precios (Fontanilla-Díaz et al., 2021). El cultivo de plátano es uno de los frutales más importantes en el país, el cual se exporta principalmente desde la región del Urabá en la costa Caribe. La caña de azúcar que se da en zonas cálidas y templadas es otro cultivo de gran importancia para el país, por ser fuente de azúcar o panela, como también de etanol. La mayoría de grandes plantaciones y plantas procesadoras están ubicadas en el Valle del Cauca. La palma de aceite, que se cultiva ampliamente en Colombia, es un cultivo de gran importancia debido a la producción de biodiesel que este cultivo sostiene. El arroz es un alimento consumido ampliamente en la gastronomía colombiana, y en Colombia hay grandes áreas sembradas en las regiones del Tolima y el Huila (FAO, IDEAM, s. f.; Organization of American States, s. f.).

El cacao es otro cultivo que ha tomado relevancia en Colombia, porque se ha utilizado como una alternativa para los campesinos a los cultivos ilícitos. Por otro lado, el maíz es un alimento básico en las zonas rurales de Colombia y se cultiva en todo el territorio nacional exceptuando los páramos (Sánchez Castañeda, 2017). Todos los cultivos mencionados anteriormente, generan grandes cantidades de residuos agrícolas que comprenden biomasa vegetal que puede ser utilizada en diversos procesos de generación de energía a través de procesos de transformación como la combustión o la pirólisis (Cruz-Reina et al., 2023), que permiten de manera potencial reducir la generación de desperdicios y maximizar los recursos en uso. Lo anterior, está alineado con las metas de desarrollo sostenible en el horizonte 2030, que buscan preservar los recursos naturales de la sobre explotación de actividades humanas y garantizar la supervivencia de la humanidad. Para tomar acciones importantes en referente al manejo de los residuos agrícolas, es pertinente identificar las zonas donde están los cultivos, por lo que este informe pretende abordar un diagnóstico sobre el estado actual de información

georreferenciada de los cultivos de interés nacional: palma de aceite, caña de azúcar o panelera, maíz, cacao, café, arroz, y plátano, utilizando diferentes fuentes de información (Benos et al., 2021).

La contextualización de información obtenida con el diagnóstico de este informe permitirá conocer los insumos disponibles para el desarrollo de modelos de inteligencia artificial, en la identificación de los cultivos de interés en la ejecución de una segunda fase del proyecto.

2. Identificación de fuentes y recopilación de información georreferenciada de cultivos interés

En esta sección se presenta la identificación de las fuentes de información georreferenciada de los cultivos de interés, y cuáles fueron las metodologías aplicadas para la recopilación de dicha información.

2.1. Identificación de fuentes de información georreferenciada de cultivos

Se identificaron las diferentes entidades nacionales y regionales que podrían tener información georreferenciada de los cultivos de interés café, cacao, arroz, palma de aceite, caña de azúcar o panelera, maíz y plátano, las cuales se mencionan en la Tabla 1 con una breve descripción de cada una.

Tabla 1. Fuentes de información georreferenciada de cultivos en Colombia

Entidad	Descripción
Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA) ⁶	La UPRA es una entidad técnica adscrita al Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, que trabaja en el sector agropecuario para planificar e implementar un modelo de ordenamiento territorial agropecuario, que utiliza como elementos principales la gestión y análisis de información, lineamientos e instrumentos para el ordenamiento productivo, el ordenamiento social de la propiedad y sistemas de información, aplicables en el ámbito nacional y territorial a través de la orientación de las políticas públicas.
Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) ⁷	El IDEAM es una institución pública de apoyo técnico y científico al Sistema Nacional Ambiental, que genera conocimiento, produce información confiable, consistente y oportuna, sobre el estado y las dinámicas de los recursos naturales y del medio ambiente, que facilite la definición y ajustes de las políticas ambientales y la toma de decisiones por parte de los sectores público, privado y la ciudadanía en general.
Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) ⁸	El IGAC, es la entidad encargada de producir el mapa oficial y la cartografía básica de Colombia; elaborar el catastro nacional de la propiedad inmueble; realizar el inventario de las características de los suelos; adelantar investigaciones geográficas como apoyo al desarrollo territorial; capacitar y formar profesionales en tecnologías de información geográfica y coordinar la Infraestructura Colombiana de Datos Espaciales (ICDE).

⁶ <https://upra.gov.co/es-co>

⁷ <https://www.ideam.gov.co/>

⁸ <https://www.igac.gov.co/>

Entidad	Descripción
Instituto Colombiano Agropecuario (ICA) ⁹	El ICA, es una entidad Pública del Orden Nacional adscrita al Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, que tiene por objeto contribuir al desarrollo sostenido del sector agropecuario, pesquero y acuícola, mediante la prevención, vigilancia y control de los riesgos sanitarios, biológicos y químicos para las especies animales y vegetales, la investigación aplicada y la administración, investigación y ordenamiento de los recursos pesqueros y acuícolas, con el fin de proteger la salud de las personas, los animales y las plantas y asegurar las condiciones del comercio.
Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) ¹⁰	El CIAT tiene como misión reducir el hambre y la pobreza y mejorar la salud humana en los trópicos mediante una investigación que aumente la eco-eficiencia de la agricultura. El CIAT tiene una responsabilidad mundial en el mejoramiento de dos cultivos alimenticios de primera necesidad, la yuca y el frijol, al igual que los forrajes tropicales para la ganadería. En América Latina y el Caribe, también lleva a cabo investigación sobre arroz. Dentro de varios grupos de alimentos y de una amplia franja de la biodiversidad agrícola mundial, estos cultivos son de vital importancia para la seguridad alimentaria y nutricional del planeta.
Agrosavia ¹¹	Agrosavia es una entidad de Ciencia, Tecnología e Innovación, que contribuye al cambio técnico para mejorar la productividad y competitividad de la agricultura nacional. Lo hace a través de procesos de investigación, transferencia de conocimiento, y vinculación tecnológica a pequeños productores, por medio de cadenas productivas enmarcadas en las Redes de Innovación de Cacao, Frutales, Hortalizas, Cultivos Permanentes, Raíces y Tubérculos, Ganadería, y Cultivos Transitorios.
Federación nacional de cafeteros (FNC) ¹²	La FNC es una ONG rural que contribuye a promover el cultivo del café en Colombia y su exportación a mercados internacionales, con la misión de procurar el bienestar de los caficultores colombianos. Es una entidad sin ánimo de lucro, ni afiliada a ningún partido político.
Federación Nacional de Cacaoteros (Fedecacao) ¹³	Fedecacao tiene como misión representar y proteger los intereses de los cacaocultores colombianos, contribuyendo con su desarrollo integral, ofreciendo servicios de extensión rural, investigación y la comercialización del producto a nivel nacional e internacional, contribuyendo con la protección del Medio Ambiente.
Federación Nacional de Arroceros (Fedearroz) ¹⁴	Fedearroz tiene como objeto la defensa y representación de los agricultores arroceros a nivel nacional. Teniendo como objetivo al productor, promueve su desarrollo tecnológico, buscando su eficiencia económica y mayor competitividad. La investigación de Fedearroz se proyecta dentro del marco de las variables políticas, económicas, sociales y técnicas que inciden en la producción.

⁹ <https://www.ica.gov.co/>

¹⁰ <https://www.gbif.org/es/publisher/fee3882f-5360-4f01-a1ca-767c48fa629c>

¹¹ <https://www.agrosavia.co/>

¹² <https://federaciondefeteros.org/wp/>

¹³ <https://www.fedecacao.com.co/>

¹⁴ <https://www.fedearroz.com.co/es/>

Entidad	Descripción
Federación Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite (Fedepalma) ¹⁵	Fedepalma tiene como propósito consolidar una agroindustria palmera competitiva y sostenible, congregando, orientando, representando y defendiendo a los palmicultores colombianos en sus intereses sectoriales, para contribuir al bienestar de sus comunidades y al progreso del país.
Corporación Centro de Investigación en Palma de Aceite (Cenipalma) ¹⁶	Cenipalma es una corporación de carácter científico y técnico, sin fines de lucro, creada en 1991 con el propósito de generar, adaptar, validar y transferir tecnología en el cultivo de la palma de aceite, su procesamiento y su consumo.
Federación Nacional de Cultivadores de Cereales (Fenalce) ¹⁷	Fenalce tiene como objetivo común crear una entidad que preservara la unión gremial para defender y fomentar la producción cerealista colombiana, entre los que se encuentra el maíz.
Sector Agroindustrial de la Caña (Asocaña) ¹⁸	Asocaña, es una entidad gremial sin ánimo de lucro, cuya misión es representar al sector agroindustrial de la caña y promover su evolución y desarrollo sostenible.
Centro de Investigación de la Caña de Azúcar de Colombia (Cenicaña) ¹⁹	Cenicaña es una corporación que favorece la innovación en la agroindustria gestionando proyectos de investigación y desarrollo acordes con la planeación estratégica del sector productivo. Dirige programas de investigación en variedades, agronomía y procesos de fábrica, y servicios especializados en información y documentación, tecnología informática, análisis económico y estadístico, cooperación técnica y transferencia de tecnología.
Federación Nacional de productores de Panela (Fedepanela) ²⁰	Fedepanela es una entidad gremial sin ánimo de lucro, que representa a los productores paneleros de todo el país, y tiene como objetivo principal propender por el mejoramiento del nivel de vida de todos los productores que laboran en el subsector panelero, para hacer competitiva y rentable esta actividad, defender los intereses colectivos y el ingreso remunerativo de sus afiliados, así como contribuir al desarrollo tecnológico, social, comercial y ambiental del sector rural nacional.
Federación de productores de plátano de Colombia (Fedeplatano)	Fedeplatano es una entidad gremial que representa a los productores de plátano del país.
Comité de Plataneros de Arauca (Codeplar) ²¹	Codeplar es un comité que tiene como misión cohesionar el gremio platanicultor, por medio de la articulación de las diferentes organizaciones gremiales del departamento de Arauca.

¹⁵ <https://fedepalma.org/>

¹⁶ <https://www.cenipalma.org/>

¹⁷ <https://fenalce.co/>

¹⁸ <https://www.asocana.org/>

¹⁹ <https://www.cenicana.org/>

²⁰ <https://fedepanela.org.co/gremio/>

²¹ <https://www.codeplar.org/>

Entidad	Descripción
Secretarías de Agricultura Departamentales	Las secretarías tienen el rol de dirigir la planificación del desarrollo agropecuario, comercial y de servicios para configurar regiones especializadas. Además, supervisar la gestión de sistemas de información agropecuaria en colaboración con entidades territoriales, orientando el uso sostenible de recursos naturales. Se encarga de las políticas de desarrollo rural territorial, formalización de la propiedad rural, coordinación con entidades públicas y privadas, diseño de planes sectoriales, promoción de asesoría técnica, acceso a instrumentos de crédito agropecuario, coordinación de estrategias de desarrollo rural integrado y fortalecimiento de la marca territorial.

Nota: Tabla de elaboración propia

2.2. Fuentes de datos abiertos de información georreferenciada de cultivos

En la consulta de las plataformas y páginas web de las diferentes entidades nacionales y regionales se identificaron fuentes de datos abiertos de fácil acceso en UPRA y el IDEAM, con vigencia desde 2018. Con la UPRA se tuvo acceso a las bases de datos de las Evaluaciones Agropecuarias Municipales (EVA), y a la herramienta SIPRA, Sistema de Información para la Planificación Rural Agropecuaria, donde se dispone de los productos y análisis de información que genera la UPRA, como soporte a la planificación rural agropecuaria. Para el caso del IDEAM se obtuvo el Mapa Nacional de Coberturas de la Tierra de Colombia de 2018. A continuación, se describe la información para cada una de las fuentes de datos abiertos identificadas con información georreferenciada de los cultivos de interés para el presente proyecto.

2.2.1. Base de datos de Evaluaciones Agrícolas Municipales (EVA)

Se analizó la base de datos de la Unidad de Planeación Rural y Agrícola (UPRA) (UPRA, 2018, 2023). Esta base de datos es un compendio de la información agrícola a nivel nacional que incluye todos los cultivos en Colombia, incluyendo los de interés nacional. Se denomina Evaluaciones Agropecuarias Municipales (EVA)²² y son la base de información sobre la oferta productiva agropecuaria de los municipios en Colombia. Esta base de datos se alimenta de la información suministrada a la UPRA por parte de las secretarías de agricultura, agremiaciones y asociaciones agrícolas, y demás entidades que participan en las actividades agrícolas en el país. Los datos están tabulados en archivo de Excel y comprenden información desde el año 2006 al año 2022, y se presenta información como área sembrada, producción anual, productividad por cultivo, de cada municipio reportado. Esta base de datos no cuenta con georreferenciación específica en polígonos o puntos, solamente tiene georreferenciación por municipio con un código de identificación DANE, único por municipio y que consta de cinco (5) dígitos. En este enlace [EVA](#) se encuentran los archivos de las Evaluaciones Agropecuarias Municipales en formato Excel que se utilizaron en el diagnóstico del presente informe.

²² [Evaluaciones Agropecuarias Municipales](#)

2.2.2. Mapas de coberturas de cultivos del Sistema de Información para la Planificación Rural Agropecuaria (SIPRA)

El Sistema de Información para la Planificación Rural Agropecuaria (SIPRA)²³, es una herramienta tecnológica fundamental para la implementación de la Reforma Rural Integral, ya que cuenta con la información clave para la formulación y ejecución de políticas públicas en el agro colombiano. Esta plataforma recopila más de 300 datos relacionados con el potencial de las zonas aptas con más productividad para el desarrollo de actividades agropecuarias, identificar áreas alternativas o nuevos territorios en donde se pueda presentar proyectos agropecuarios (IDEAM, 2022).

El SIPRA permite identificar factores como las zonas del país con mayores tasas de productividad agrícola, por medio de la información de las evaluaciones agropecuarias municipales, la frontera agrícola nacional, avalúos catastrales expresados en salarios mínimos legales vigentes, áreas para el mercado de tierras, mercados transaccionales y aptitudes de las tierras, entre otros. En la herramienta se encuentran 77 mapas de aptitud agropecuaria nacional y 255 mapas elaborados con departamentos.

En el SIPRA, los cultivos se denominan como aptitud y se presentan a una escala de 1:100.000, en este enlace [Metadatos SIPRA](#) se encuentran los detalles de metadatos e información de los mapas de las coberturas de interés, que a su vez se resumen en la Tabla 2.

Tabla 2. Metadatos e información relevante asociada a cada uno de los cultivos de interés en el Sistema de Información para la Planificación Rural Agropecuaria (SIPRA), escala 1:100.000

Cultivo	Año	Fuente de información	Aptitud total del área nacional [%]	Descripción
Café	Julio 2022	UPRA y Federación Nacional de Cafeteros de Colombia 3(FNC)	5,4	El mapa de Zonificación de aptitud para el cultivo de café (<i>Coffea arabica</i> L.) en Colombia, a escala 1:100.000, es el producto resultante de la aplicación de la metodología de zonificación de aptitud para cultivos comerciales, descrita en el documento: "Zonificación de aptitud para el cultivo de café (<i>Coffea arabica</i> L.) en Colombia, a escala 1: 100.000". Aptitud: Áreas con potencial para el establecimiento y desarrollo del cultivo comercial de la producción de café (<i>Coffea arabica</i> L.), bajo un marco legal, normativo y técnico que las define y diferencia de otros usos posibles. Aptitud Alta: Zonas con las mejores condiciones desde el punto de vista físico,

²³ <https://sipra.upra.gov.co/nacional>

Cultivo	Año	Fuente de información	Aptitud total del área nacional [%]	Descripción
				socioecosistémico y socioeconómico. Aptitud Media: Zonas con limitaciones moderadas de tipo físico, socioecosistémico y/o socioeconómico. Aptitud Baja: Zonas con fuertes limitaciones de tipo físico, socioecosistémico y/o socioeconómico, las cuales podrían adecuarse con grandes inversiones y/o el desarrollo de nuevas tecnologías. No Apta: Zonas con restricciones físicas y socioecosistémicas que imposibilitan el desarrollo de la actividad. Exclusión legal: Zonas en las cuales, por mandato legal, no se permite el desarrollo de la producción de café (<i>Coffea arabica</i> L.).
Cacao	Diciembre 2019	UPRA	14,7	El mapa de zonificación de aptitud para el cultivo comercial de cacao (<i>Theobroma cacao</i> L.) en Colombia, a escala 1:100.000, es el producto resultante de la aplicación de la metodología de zonificación de aptitud para cultivos comerciales, descrita en el documento: "Zonificación de aptitud para el cultivo comercial de cacao en Colombia, a escala 1:100.000". Aptitud: Áreas con potencial para el establecimiento y desarrollo del cultivo tecnificado de cacao (<i>Theobroma cacao</i> L.), bajo un marco legal, normativo y técnico que las define y diferencia de otros usos posibles. Categorías: <ul style="list-style-type: none"> • Aptitud Alta: Zonas con las mejores condiciones desde el punto de vista físico, socioecosistémico y socioeconómico. • Aptitud Media: Zonas con limitaciones moderadas de tipo físico, socioecosistémico y/o socioeconómico. • Aptitud Baja: Zonas con fuertes limitaciones de tipo físico, socioecosistémico y/o socioeconómico, las cuales podrían adecuarse con grandes inversiones y/o el desarrollo de nuevas tecnologías. • No Apta: Zonas con restricciones físicas y socioecosistémicas que imposibilitan el desarrollo de la actividad. • Exclusión legal: Zonas en las cuales, por mandato legal, no se permite el desarrollo de la producción de

Cultivo	Año	Fuente de información	Aptitud total del área nacional [%]	Descripción
				cacao (<i>Theobroma cacao</i> L.), con fines comerciales.
Arroz	Diciembre 2019	UPRA	11,4	El mapa de zonificación de aptitud para el cultivo comercial de arroz (<i>Oryza sativa</i> L.) seco mecanizado, en Colombia, a escala 1:100.000, es un producto resultante de la aplicación de la metodología de zonificación de aptitud para cultivos comerciales, descrita en el documento: "Zonificación de aptitud para el cultivo comercial de arroz seco mecanizado en Colombia, a escala 1:100.000". Aptitud: Áreas con potencial para el establecimiento y desarrollo del cultivo comercial de arroz (<i>Oryza sativa</i> L.) seco mecanizado bajo un marco legal, normativo y técnico que las define y diferencia de otros usos posibles. Categorías: <ul style="list-style-type: none"> • Aptitud Alta: Zonas con las mejores condiciones desde el punto de vista físico, socioecosistémico y socioeconómico. • Aptitud Media: Zonas con limitaciones moderadas de tipo físico, socioecosistémico y/o socioeconómico. • Aptitud Baja: Zonas con fuertes limitaciones de tipo físico, socioecosistémico y/o socioeconómico, las cuales podrían adecuarse con grandes inversiones y/o el desarrollo de nuevas tecnologías. • No Apta: Zonas con restricciones físicas y socioecosistémicas que imposibilitan el desarrollo de la actividad. • Exclusión legal: Zonas en las cuales, por mandato legal, no se permite el desarrollo de la producción de arroz (<i>Oryza sativa</i> L.) seco mecanizado con fines comerciales.
Palma de aceite	Agosto 2018	UPRA, Cenipalma y Fedepalma	16,5	El mapa de aptitud para el cultivo comercial de palma de aceite es un producto resultante de la aplicación de la metodología de zonificación de aptitud para cultivos comerciales, descrita en el documento: "Cultivo comercial de palma de aceite. Identificación de zonas aptas en Colombia, a escala 1:100.000". Categorías: Aptitud Alta: Zonas con las mejores condiciones desde el

Cultivo	Año	Fuente de información	Aptitud total del área nacional [%]	Descripción
				<p>punto de vista físico, socioecosistémico y socioeconómico. Aptitud Media: Zonas con limitaciones moderadas de tipo físico, socioecosistémico y/o socioeconómico. Aptitud Baja: Zonas con fuertes limitaciones de tipo físico, socioecosistémico y/o socioeconómico, las cuales podrían adecuarse con grandes inversiones y/o el desarrollo de nuevas tecnologías. Aptitud Muy Baja: Zonas con fuertes limitaciones de tipo físico, socioeconómico y/o socioecosistémico, cuyos desarrollos y adecuaciones pueden ser permitidas, restringidas o prohibidas por la ley o normas reglamentarias, debido a sus condiciones agroambientales. No Apta: Zonas con restricciones físicas y socioecosistémicas que imposibilitan el desarrollo de la actividad. Exclusiones legales: Zonas en las cuales, por mandato legal, no se permite el desarrollo del cultivo comercial de palma de aceite.</p>
Caña panelera	Octubre 2020	UPRA	11	<p>El mapa de zonificación de aptitud para el cultivo comercial de caña panelera (<i>Saccharum officinarum</i> L.) en Colombia, escala 1:100.000, es el producto resultante de la aplicación de la metodología de zonificación de aptitud para cultivos comerciales, descrita en el documento: "Zonificación de aptitud para el cultivo comercial de caña panelera (<i>Saccharum officinarum</i> L.) en Colombia, escala 1:100.000." Aptitud: Áreas con potencial para el establecimiento y desarrollo del cultivo comercial de la producción de caña panelera (<i>Saccharum officinarum</i> L.), bajo un marco legal, normativo y técnico que las define y diferencia de otros usos posibles. Categorías: Aptitud Alta: Zonas con las mejores condiciones desde el punto de vista físico, socioecosistémico y socioeconómico. Aptitud Media: Zonas con limitaciones moderadas de tipo físico, socioecosistémico y/o socioeconómico. Aptitud Baja: Zonas con fuertes limitaciones de tipo físico,</p>

Cultivo	Año	Fuente de información	Aptitud total del área nacional [%]	Descripción
				socioecosistémico y/o socioeconómico, las cuales podrían adecuarse con grandes inversiones y/o el desarrollo de nuevas tecnologías. Exclusión legal: Zonas en las cuales, por mandato legal, no se permite el desarrollo de la producción de caña panelera (<i>Saccharum officinarum</i> L.)
Maíz	Septiembre 2022	UPRA	14	El mapa de aptitud para la producción de maíz tradicional es el producto resultante de la aplicación de la metodología de zonificación de aptitud para cultivos comerciales. Aptitud: Áreas con potencial para el establecimiento y desarrollo del cultivo comercial de maíz tradicional, bajo un marco legal, normativo y técnico que las define y diferencia de otros usos posibles. Categorías: Aptitud Alta: Zonas con las mejores condiciones desde el punto de vista físico, socioecosistémico y socioeconómico. Aptitud Media: Zonas con limitaciones moderadas de tipo físico, socioecosistémico y/o socioeconómico. Aptitud Baja: Zonas con fuertes limitaciones de tipo físico, socioecosistémico y/o socioeconómico, las cuales podrían adecuarse con grandes inversiones y/o el desarrollo de nuevas tecnologías. No apta: Zonas con restricciones físicas y socioecosistémicas que imposibilitan el desarrollo de la actividad. Exclusión legal: Zonas en las cuales, por mandato legal, no se permite el desarrollo de la producción de maíz tradicional.
Banano	Diciembre 2019	UPRA	4,5	El mapa de zonificación de aptitud para el cultivo comercial de banano (<i>Musa sp. AAA</i>) tipo exportación, es un producto resultante de la aplicación de la metodología de zonificación de aptitud para cultivos comerciales, descrita en el documento: "Zonificación de aptitud para el cultivo comercial de Banano (<i>Musa sp. AAA</i>) de exportación en Colombia a escala 1:100.000". Categorías: Aptitud: Áreas con potencial para el establecimiento y desarrollo del cultivo

Cultivo	Año	Fuente de información	Aptitud total del área nacional [%]	Descripción
				comercial de la producción de banano (<i>Musa sp. AAA</i>) tipo exportación bajo un marco legal, normativo y técnico que las define y diferencia de otros usos posibles. Aptitud Alta: Zonas con las mejores condiciones desde el punto de vista físico, socioecosistémico y socioeconómico. Aptitud Media: Zonas con limitaciones moderadas de tipo físico, socioecosistémico y/o socioeconómico. Aptitud Baja: Zonas con fuertes limitaciones de tipo físico, socioecosistémico y/o socioeconómico, las cuales podrían adecuarse con grandes inversiones y/o el desarrollo de nuevas tecnologías. No Apta: Zonas con restricciones físicas y socioecosistémicas que imposibilitan el desarrollo de la actividad. Exclusión legal: Zonas en las cuales, por mandato legal, no se permite el desarrollo de la producción de banano (<i>Musa sp. AAA</i>) de exportación, con fines comerciales.

Nota: Tabla de elaboración propia con datos e información extraídos de los documentos de metadatos de SIPRA para cada cultivo de interés y que se pueden visualizar en este enlace [Metadatos SIPRA](#)

2.2.3. Mapa Nacional de Coberturas de la Tierra de 2018

El [Mapa Nacional de Coberturas de la Tierra](#) para el periodo 2018, se desarrolló bajo el liderazgo del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) con apoyo del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, el Instituto Sinchi y Parques Nacionales Naturales de Colombia. El mapa se desarrolló dentro de los lineamientos establecidos por la metodología Corine Land Cover, fundamentada en la interpretación visual en pantalla de imágenes satelitales Landsat principalmente, con una escala 1:100.000. Para el año 2018 el IDEAM se planteó la actualización del mapa nacional de coberturas de los mapas de coberturas de la tierra de los periodos 2005-2009 y 2010-2012, y se determinó utilizar imágenes satelitales únicamente para este año; así mismo, se realizaron ajustes metodológicos al proceso de reinterpretación y se implementó la Evaluación de la Exactitud Temática de la capa geográfica final. La actualización del mapa contempló el proceso metodológico de reinterpretación propuesto por el IDEAM, IGAC y Cormagdalena (2008) (IDEAM, 2018).

El Mapa Nacional de Coberturas de la Tierra cuenta con un límite o área ambiental determinada para su construcción; no obstante, para la consecución de los resultados por superficie, se tuvo en cuenta el Marco

Geoestadístico Nacional (MGN) definido por el DANE. Entre los principales resultados del desarrollo del mapa, se evidencia que un 0,55% del territorio nacional son territorios artificializados; el 25,82%, territorios agrícolas; el 71,9%, bosques y áreas seminaturales; el 0,86% son áreas húmedas, y el 1,69%, áreas con superficies de agua. El mapa tiene un 91 % de confiabilidad de la información presentada (IDEAM, 2018). En el enlace [Mapa-IDEAM](#) se presentan mayores detalles del Mapa Nacional de Coberturas de la Tierra de 2018 (IDEAM, 2010).

Dentro del mapa se presenta una cobertura de territorios agrícolas que agrupa a los cultivos permanentes, cultivos transitorios, pastos y áreas agrícolas heterogéneas. En los cultivos permanentes se identifican capas de palma de aceite, café, cacao, caña de azúcar o panelera y plátano; y para el caso de los cultivos transitorios se identifican capas de maíz y arroz, siendo todos estos cultivos los de interés para el presente proyecto. En la Tabla 3 se presentan metadatos e información relevante asociada a cada uno de los cultivos, que contienen información georreferenciada asociada a polígonos.

Tabla 3. Metadatos e información relevante asociada a cada uno de los cultivos en el Mapa Nacional de Coberturas de la Tierra de 2018, escala 1:100.000

Cultivo	Clasificación	Superficie [ha]	Descripción	Departamentos principales
Café	Cultivo permanente arbustivo	274.118,0	<p>Cobertura predominantemente compuesta por áreas dedicadas al cultivo de café (<i>Coffea</i> sp.) bajo sombrío (temporal o permanente, generado por una cobertura arbórea) o a libre exposición. Los cafetos son arbustos de las regiones tropicales del género <i>Coffea</i> de la familia Rubiaceae. son Caturra y Colombia; bajo cobertura arbórea (con sombrío) se cultivan las variedades Arábica, Borbón y Típica. Las condiciones ideales para el cultivo del café se encuentran en alturas comprendidas entre los 1.200 y 1.800 msnm, en su gran mayoría, sobre las laderas de montañas, lomas y colinas.</p> <p>Los cultivos de café a plena exposición se observan en la imagen de satélite en arreglos geométricos claramente definidos; la presencia de relictos de guaduales, redes viales y la alta densidad de viviendas rurales permiten identificar esta cobertura. El cultivo de café desarrollado bajo sombrío, por su dificultad para ser identificado, requiere el uso de información de apoyo, como curvas de nivel, inventarios cafeteros,</p>	Las zonas cafeteras colombianas están localizadas en los departamentos de Antioquia, Boyacá, Caldas, Cauca, Cesar, Caquetá, Casanare, Cundinamarca, La Guajira, Huila, Magdalena, Meta, Nariño, Norte de Santander, Quindío, Risaralda, Santander, Tolima y Valle del Cauca.

			fotografías aéreas y otras fuentes adicionales de información agrícola.	
Cacao	Cultivo permanente arbustivo	810,7	<p>Cobertura en la que predomina el cultivo de cacao (<i>Theobroma cacao</i> L.), planta perenne arbustiva de tallo leñoso, que alcanza alturas de hasta 4,5 m. Su cultivo se establece principalmente en regiones de clima cálido y templado (0-1.500 msnm). Crece a libre exposición o bajo sombra, requiriendo un óptimo de lluvia que varía entre 1.800 a 2.500 mm/año, con alta humedad relativa.</p> <p>El cultivo de cacao desarrollado bajo sombrío, por su dificultad para ser identificado, requiere el uso de información de apoyo, información altimétrica, inventarios, fotografías aéreas y otras fuentes de información agrícola.</p>	Las principales zonas cacaoteras colombianas están localizadas en los departamentos de Meta, Santander, Norte de Santander, Huila, Antioquia, Boyacá, Caldas, Cundinamarca, Quindío, Tolima y Valle del Cauca
Arroz	Cultivo transitorio-cereales	369.096,5	Coberturas terrestres compuesta por plantas herbáceas de la familia de las gramíneas de hojas largas y flores blanquecinas en espiga, que se cultiva, por lo general, en terrenos muy húmedos.	
Palma de aceite	Cultivo permanente arbóreo	632.669,4	<p>Cobertura compuesta por cultivo de palma de aceite (<i>Elaeis guineensis</i> Jacq.), planta perenne de tronco solitario y hojas pinnadas perteneciente a la familia Arecaceae, que puede alcanzar alturas de hasta 12 m. Su cultivo se desarrolla preferencialmente en terrenos planos a ligeramente ondulados, en tierras situadas por debajo de los 500 msnm, bajo climas cálidos.</p> <p>Normalmente, este cultivo se realiza en grandes extensiones y su aprovechamiento es en escala industrial. En la imagen se observa este cultivo con un claro patrón geométrico regular, el cual está asociado con las redes de</p>	. En Colombia, la palma de aceite se cultiva principalmente en Magdalena, Cesar, Atlántico, Guajira, Santander, Norte de Santander, Bolívar, Meta, Cundinamarca, Casanare, Caquetá y Nariño.

			acceso para su cuidado y aprovechamiento.	
Caña de azúcar	Cultivo permanente herbáceos	297.298,0	<p>Cobertura predominantemente compuesta por cultivo de caña de azúcar (<i>Saccharum officinarum</i> L.), planta gramínea tropical de la familia Poaceae con forma de pasto gigante, que presenta un tallo macizo de 2 a 5 m de altura y 5 ó 6 cm de diámetro. Es un cultivo predominantemente industrial para la producción de azúcar, que se corta cada 12 meses, y una duración de la plantación de aproximadamente cinco años.</p> <p>Generalmente, en la imagen de satélite se observa en un arreglo espacial geométrico, expuesto en eras o tablones con abundantes patrones de redes viales; sus tonalidades de color varían de acuerdo con su ciclo vegetativo y las prácticas de manejo. Se cultiva generalmente en terrenos planos y la zona de producción óptima se ubica entre 800 y 1.200 msnm.</p>	En Colombia se asocia principalmente con los departamentos del Valle del Cauca, Cauca y Risaralda
Caña panelera	Cultivo permanente herbáceos	28.547,4	<p>Cobertura predominantemente compuesta por cultivo de caña panelera (<i>Saccharum officinarum</i> L.), planta gramínea tropical de la familia Poaceae, que tiene un tallo macizo de 2 a 5 m de altura con 5 ó 6 cm de diámetro. Se corta cada 12 meses y la plantación dura aproximadamente cinco años.</p> <p>Generalmente, en la imagen de satélite se observa en un arreglo espacial geométrico, asociado con cultivos de minifundios y áreas de pastos limpios, con los cuales se suele confundir. Se cultiva en terrenos de ladera y su zona de producción óptima se ubica entre los 1.200 y los 1.800 msnm</p>	En Colombia se cultiva principalmente en los departamentos de Cundinamarca, Boyacá, Caldas, Santander, Antioquia, Cauca y Nariño.

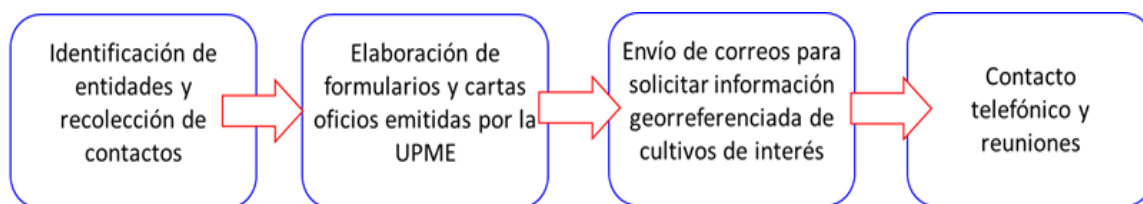
Maíz	Cultivo transitorio-cereal	11.422,7	<p>Tierras que presentan una cobertura vegetal compuesta por plantas herbáceas de la familia de las gramíneas, de altura muy variable (entre 60 cm y 3 m), hojas grandes, alternas y lineares, tallos rectos y flores agrupadas en panículas las masculinas y en espigas las femeninas.</p>	
Plátano y banano	Cultivo permanente herbáceo	66.590,1	<p>Cobertura predominantemente compuesta por cultivo de banano (<i>Musa sapientum</i> L.) y/o plátano (<i>Musa paradisiaca</i> L.), planta herbácea perenne gigante de la familia Musaceae, con rizoma corto y tallo aparente, que resulta de la unión de las vainas foliares, de forma cónica y con altura que varía entre 3,5 y 7,5 m de altura, que termina en una corona de hojas. Las hojas son muy grandes y dispuestas en forma de espiral. El plátano se puede cultivar en casi todos los pisos térmicos (desde el nivel del mar hasta los 2.000 msnm).</p> <p>Generalmente, en la imagen de satélite el cultivo de banano y plátano se observa en un arreglo espacial geométrico, en forma de espina de pescado por la disposición de las vías de acceso y las zanjas de drenaje. El plátano puede encontrarse asociado con otros cultivos como el café y los frutales. El banano se encuentra ocupando grandes extensiones destinadas preferencialmente a la exportación.</p>	<p>Los principales departamentos productores son: Antioquia, Caldas, Quindío, Risaralda, Tolima, Cundinamarca, Chocó, Magdalena, Valle del Cauca y algunas áreas de los Llanos Orientales</p>

Nota: Tabla de elaboración propia con datos e información extraídos de la *Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra de Colombia* (IDEAM, 2010). Las coberturas de los cultivos incluyen áreas superiores a 25 ha en una escala de 1:100.000

2.3. Solicitud de información georreferenciada de cultivos a entidades nacionales y regionales

En la Figura 2 se presenta el esquema metodológico aplicado para la solicitud de información georreferenciada de cultivos de café, cacao, arroz, palma de aceite, caña de azúcar y panelera, plátano y maíz, a las entidades nacionales y regionales. La descripción de las actividades y los enlaces de las evidencias se presentan en la Tabla 4.

Figura 2. Metodología aplicada para solicitud de información georreferenciada de cultivos de interés



Nota: Figura de elaboración propia

Tabla 4. Actividades y evidencias de solicitud de información georreferenciada

Actividad	Descripción
Identificación de entidades y recolección de contactos	<p>Las entidades identificadas se clasificaron en:</p> <p>Públicas: UPRA, IGAC, IDEAM, ICA, Agrosavia, CIAT</p> <p>Federaciones agrícolas: FNC, Fedecacao, Fedearroz, Fedepalma, Cenipalma, Fenalce, Asocaña, Cenicaña, Fedepanela, Fedeplatano y Codeplar</p> <p>Nota: para detalles de las entidades ver Tabla 1.</p> <p>Secretarías de agricultura departamentales: Antioquía, Arauca, Bolívar, Boyacá, Caquetá, Casanare, Cauca, Cesar, Chocó, Córdoba, Cundinamarca, Huila, Magdalena, Meta, Nariño, Norte de Santander, Putumayo, Quindío, Risaralda, Santander, Sucre, Tolima, Valle del Cauca.</p> <p>Las secretarías corresponden a los departamentos que se seleccionaron como regiones probables de estudio en la sección 3.1.1 de este documento</p> <p>En el siguiente enlace se presenta el archivo que contiene los contactos identificados en para cada entidad: Entidades y contactos</p>
Elaboración de encuestas y cartas oficios emitidas por la UPME	<p>Se diseñaron las encuestas en formularios de <i>Google Forms</i> que se encuentran en los siguientes enlaces:</p> <p>Entidades públicas: https://forms.gle/MqvDPVcJAjratYKA8</p>

	<p>Federaciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> · FNC: https://forms.gle/Fwxew86Y2nYfemDa8 · Fedecacao: https://forms.gle/rn2ftomPSayRADvq7 · Fedearroz: https://forms.gle/qgOZWXZJtoAMHgTv8 · Federaciones de palma: https://forms.gle/Tgcf9vn6kW3QdU9o9 · Federaciones de caña: https://forms.gle/o7eP7RaMBSCkxhnZ6 · Fenalce: https://forms.gle/JnL6TYycWUMbz3hDA · Federaciones de plátano: https://forms.gle/kYguvVXUHMPH281VA <p>Secretarías: https://forms.gle/u8PFBkZ5w3c8CsGA</p> <p>Se elaboraron 40 cartas oficios dirigidas las cuales se pueden visualizar en este enlace Cartas oficio</p>
<p>Envío de correos para solicitar información georreferenciada de cultivos de interés</p>	<p>Desde la UPME se enviaron los correos de solicitud de información georreferenciada de los cultivos de interés, en este enlace se encuentran los Correos enviados</p>
<p>Contacto telefónico y reuniones</p>	<p>Después de enviados los correos a la semana se hicieron llamadas telefónicas y reuniones para insistirle a las entidades que no habían enviado información ni respondido las encuestas</p>

Nota: Figura de elaboración propia

3. Procesamiento y análisis de la información georreferenciada de cultivos de interés

En esta sección se presenta la metodología aplicada para el procesamiento y análisis de la información georreferenciada de los cultivos de café, cacao, arroz, palma de aceite, caña de azúcar y panelera, maíz y plátano, para las bases de datos de fuentes abiertas y la información compartida por las entidades.

3.1. Procesamiento y análisis de la información de fuentes oficiales de datos abiertos

3.1.1. Procesamiento y análisis de la información de la base de Evaluaciones Agrícolas Municipales (EVA)

La base de datos EVA de la UPRA se analizó para identificar la consistencia de los datos (*minning* de la información), y la ubicación de los municipios se transformó a la forma que los mapas Bing de Microsoft pueden procesarla. La base de datos revisada fue procesada con el software libre Power BI de Microsoft para desarrollar un tablero de control que presente la información organizada y en los mapas. Las variables analizadas fueron área sembrada²⁴ (ha), área cosechada²⁵ (ha), y producción²⁶. Los resultados se procesaron por cultivo de interés, y se utilizó el año 2022 como periodo de tiempo más actual. Adicionalmente, se analizó para cada cultivo como varió el área cultivada en Colombia desde el año 2011 a 2022. A partir del análisis de la base de datos EVA, se van a escoger los departamentos y regiones con mayor área sembrada de los cultivos de interés para contrastar con otras bases de datos georreferenciadas y desplegar esfuerzos para adquirir información más reciente y de calidad suficiente para entrenar modelos de inteligencia artificial para *remote sensing*. Los archivos utilizados en este análisis están disponibles como adjunto de este informe en [Análisis EVA](#).

3.1.1.1. Cultivo de arroz

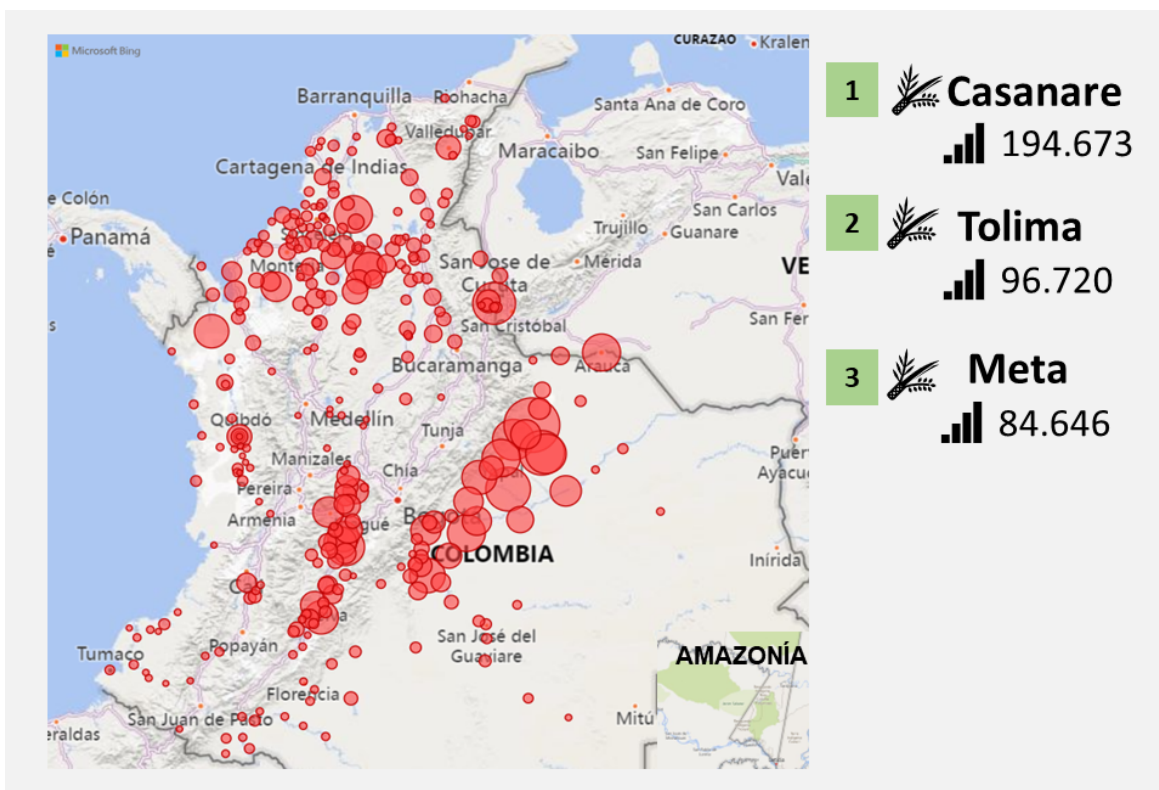
El cultivo de arroz en Colombia tiene un área sembrada reportada en el año 2022 de aproximadamente 672.000 hectáreas (ha). Los cultivos se distribuyen entre el norte del país incluyendo los departamentos de Bolívar y Magdalena, por otro lado, en la zona central del país los departamentos del Tolima y el Huila son representativos. El departamento con mayor área sembrada de arroz es Casanare con un área de 194.000 hectáreas aproximadamente. En la Figura 3, se presenta la distribución de los cultivos en el territorio nacional a través del mapa de Colombia. Las áreas sembradas más grandes se encuentran relativamente cerca de la capital Bogotá, en zonas llaneras y de elevación media como el Tolima.

²⁴ Área sembrada: se refiere al área efectivamente ocupada por un cultivo

²⁵ Área cosechada: se refiere al área de la cual se obtuvo producción

²⁶ Producción: volumen total del producto agrícola aprovechado en el lote por parte del productor e informado al momento de la entrevista. Se expresa en toneladas.

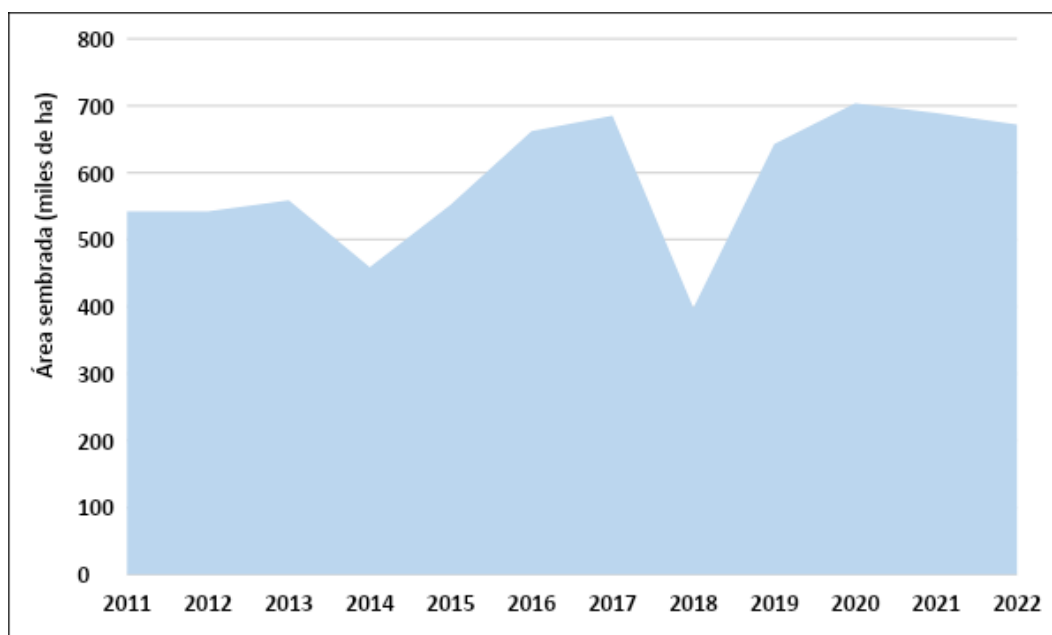
Figura 3. Distribución de cultivos de arroz en el territorio nacional para el año 2022.



Nota: Generado con mapas de Bing (Power BI). Las burbujas rojas representan las zonas donde se reportan cultivos de arroz, y el diámetro de las burbujas representa proporcionalmente el área cultivada en ese municipio. Elaboración propia. Adaptado de base de datos EVA, UPRA 2022.

La Figura 4, presenta la variación entre el año 2011 y 2022, para el área sembrada de arroz en Colombia. En el año 2011 fue de 542.000 hectáreas aproximadamente, pasando por leves disminuciones para el año 2014 (~ 459.000 ha). Desde el año 2015 al año 2017, el área sembrada de cultivo de arroz aumentó hasta aprox. 685.000 ha. Otra caída en la siembra de arroz se presentó en el año 2018 con solo 398.000 ha, el valor más bajo en el rango de tiempo analizado. Posteriormente, en el año 2019 se vio un leve incremento en los cultivos de arroz, recuperando valores de área cultivada por encima de 650 mil ha. Estas subidas y bajadas obedecen a los cambios climáticos, socioeconómicos y políticos que pudieron generar aumentos y disminuciones en el área sembrada de arroz en el país.

Figura 4. Evolución del cultivo de arroz en Colombia, últimos 11 años.



Nota: Obtenido con Excel (Microsoft). Elaboración propia. Adaptado de base de datos EVA, UPRA 2022.

Con la información procesada anteriormente, se obtuvo la Tabla 5, en la que se presenta la muestra de municipios con mayor área sembrada, con el fin de identificar las entidades clave para contactar e indagar si cuentan con información georreferenciada y actualizada sobre las zonas donde se encuentran los cultivos.

Tabla 5. Muestra de municipios más productores de arroz en Colombia, año 2022.

Municipio	Código DANE municipio	Departamento	Código DANE departamento	Área sembrada (ha)	Producción (t)
Paz de Ariporo	85250	Casanare	85	39.176	205.515
San Luis de Palenque	85325	Casanare	85	24.852	149.832
Maní	85139	Casanare	85	23.865	125.772
San Jose de Cucuta	54001	Norte de Santander	54	21.700	145.390
Nunchia	85225	Casanare	85	20.391	126.614
Trinidad	85430	Casanare	85	19.060	92.904
Purificación	73585	Tolima	73	16.607	137.320
Yopal	85001	Casanare	85	16.556	97.854
Achi	13006	Bolívar	13	16.383	56.254
Arauca	81001	Arauca	81	16.231	80.100
Puerto Lopez	50573	Meta	50	16.109	96.241

Majagual	70429	Sucre	70	15.610	81.886
Fuente de Oro	50287	Meta	50	13.959	85.992
Tauramena	85410	Casanare	85	13.203	98.951
Riosucio	17614	Chocó	27	12.854	39.261
Campoalegre	41132	Huila	41	12.650	96.635
Guaranda	70265	Sucre	70	12.050	46.205
Saldaña	73671	Tolima	73	11.400	63.054
Orocue	85230	Casanare	85	10.161	63.246
Guamo	73319	Tolima	73	10.100	70.700

Nota: Obtenido con Excel (Microsoft). Elaboración propia. Adaptado de base de datos EVA, UPRA 2022.

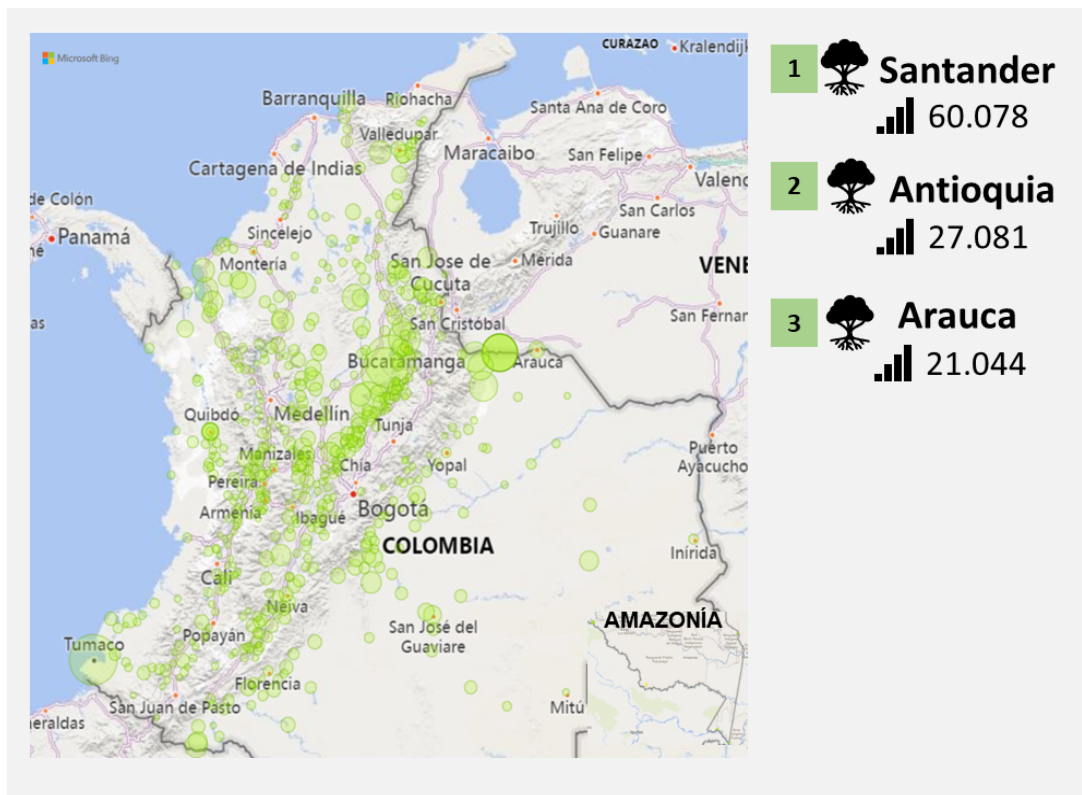
De la información presentada anteriormente, se puede mencionar que el promedio de área sembrada de arroz de la muestra de municipios es de 17.145 ha \pm 6.696 ha., con un área total de 342.917 ha, que corresponden a los municipios en Colombia con mayor presencia de este cultivo. La producción de arroz reportada en esta muestra varió entre 39.261 ton y 205.515 ton, debido al área sembrada y cosechada de cada municipio. Las condiciones climáticas y de los suelos, así como otros factores pueden explicar las diferencias entre la producción de los cultivos.

3.1.1.2. Cultivo de cacao

El cultivo de cacao ha tenido protagonismo en el país debido a que se ha utilizado como una alternativa económicamente viable para la sustitución de cultivos ilícitos. En la Figura 5, se presenta la distribución de los cultivos de cacao en el país para el año 2022. Se puede observar que los cultivos se distribuyen principalmente en cercanías de la cordillera de los Andes, y al norte del país en zonas montañosas como la Sierra Nevada de Santa Marta. Los departamentos del país que más área sembrada de cacao poseen son Santander, Antioquia y Arauca, con 60.078, 27.081, y 21.044 hectáreas sembradas, respectivamente.

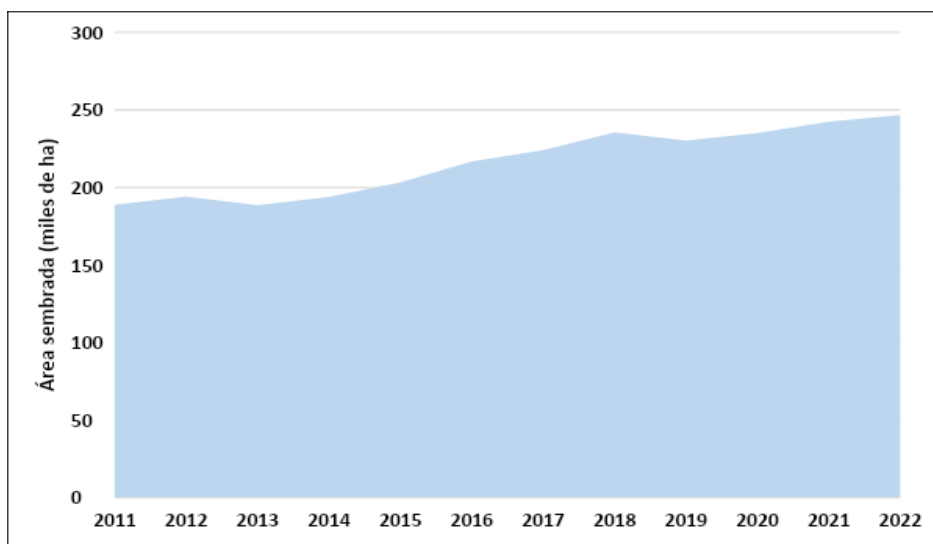
El análisis del área sembrada de cacao desde el año 2011 a 2022 (Figura 6), muestra que en Colombia se ha experimentado un crecimiento sostenido de los cultivos de cacao en los últimos años, pasando de 189 mil ha a 247 mil ha, lo que representa un aumento cerca del 30%.

Figura 5. Distribución de cultivos de cacao en el territorio nacional para el año 2022.



Nota: Generado con mapas de Bing (Power BI). Las burbujas verdes representan las zonas donde se reportan cultivos de cacao, y el diámetro de las burbujas representa proporcionalmente el área cultivada en ese municipio. Elaboración propia. Adaptado de base de datos EVA, UPRA 2022.

Figura 6. Evolución del cultivo de cacao en Colombia, últimos 11 años.



Nota: Obtenido con Excel (Microsoft). Elaboración propia. Adaptado de base de datos EVA, UPRA 2022.

La muestra de los 20 departamentos con mayor área sembrada de cacao se presenta en la Tabla 6, como resultado del análisis de la información del cultivo. El municipio con mayor área sembrada fue San Vicente de Chucuri, con un total de 16.870 ha, ubicándose en el departamento de Santander. Los municipios de la muestra cubren 106.612 ha de área sembrada de cacao, que comprende varios municipios de Arauca, Antioquia, entre otros.

Tabla 6. Muestra de municipios más productores de cacao en Colombia, año 2022.

Municipio	Código DANE municipio	Departamento	Código DANE departamento	Área sembrada (ha)	Producción (t)
San Vicente de Chucuri	68689	Santander	68	16.870	10.122
San Andres de Tumaco	52835	Nariño	52	15.010	7.505
El Carmen de Chucuri	68235	Santander	68	14.005	9.058
Araucuita	81065	Arauca	81	7.625	4.735
Landazuri	68385	Santander	68	7.300	3.186
Rionegro	05615	Santander	68	5.983	3.269
Saravena	81736	Arauca	81	4.500	3.528
Tame	81794	Arauca	81	4.498	1.319
Fortul	81300	Arauca	81	3.352	2.102
Santa Rosa del Sur	13688	Bolívar	13	3.207	1.499
Yacopí	25885	Cundinamarca	25	3.051	1.831
Tierralta	23807	Córdoba	23	3.010	1.000
Turbo	05837	Antioquia	05	2.623	1.287

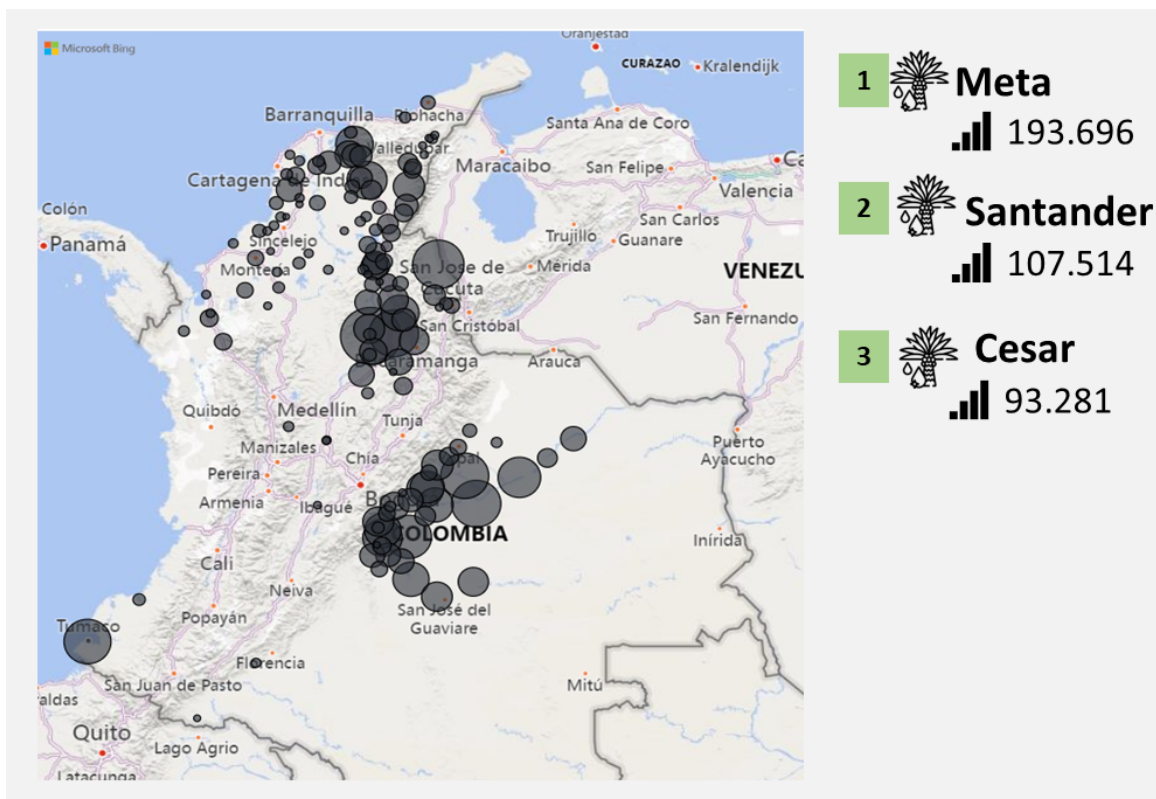
San Miguel (La Dorada)	86757	Putumayo	86	2.500	1.603
Necocli	05490	Antioquia	05	2.373	1.421
Cáceres	05120	Antioquia	05	2.330	818
Pueblo Bello	20570	Cesar	20	2.270	1.576
Sardinata	54720	Norte de Santander	54	2.062	1.026
Cimitarra	68190	Santander	68	2.041	1.405
Apartado	05045	Antioquia	05	2.003	952

Nota: Obtenido con Excel (Microsoft). Elaboración propia. Adaptado de base de datos EVA, UPRA 2022.

3.1.1.3. Cultivo de palma de aceite

El cultivo de palma se encuentra en Colombia principalmente en la región centro y norte del país, incluyendo el departamento del Cesar (ver Figura 7). Los tres departamentos del país con mayor área sembrada son el Meta, Santander y Cesar, con áreas de 193.696 ha, 107.514 ha, y 93.281 ha, respectivamente. También se encuentran cultivos en la zona de la costa Caribe en zonas cercanas a Barranquilla, Cartagena, Valledupar, Riohacha, entre otras ciudades principales de la región. Adicionalmente, hay cultivos importantes en Turbaco, en la zona limítrofe con Ecuador al sur del país. Este cultivo es relevante en términos energéticos, debido a que del fruto de la palma se obtiene biodiesel, y otros productos importantes para el país.

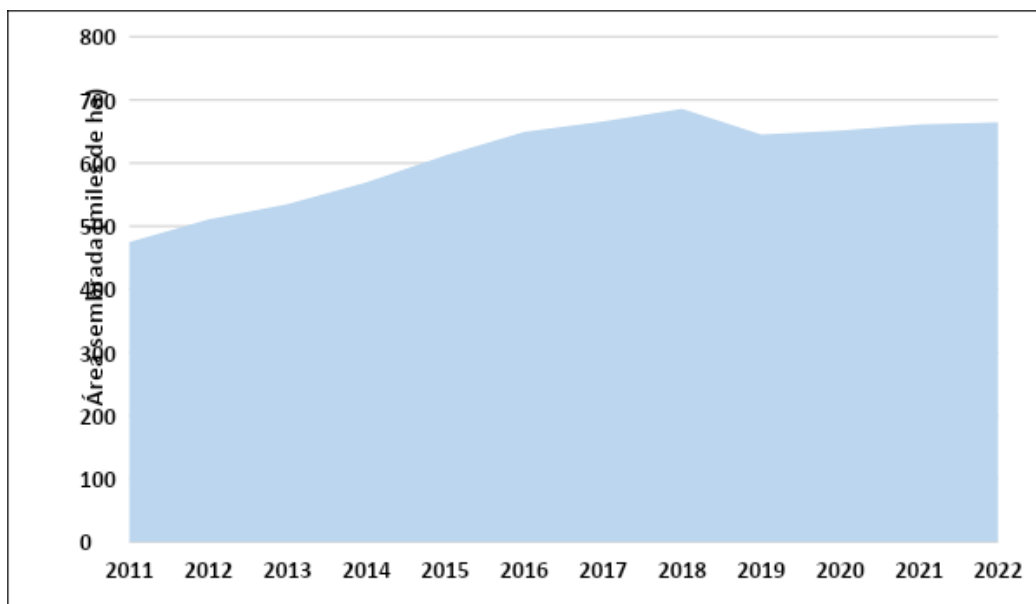
Figura 7. Distribución de cultivos de palma en el territorio nacional para el año 2022



Nota: Generado con mapas de Bing (Power BI). Las burbujas grises representan las zonas donde se reportan cultivos de palma de aceite, y el diámetro de las burbujas representa proporcionalmente el área cultivada en ese municipio. Elaboración propia. Adaptado de base de datos EVA, UPRA 2022.

Ampliando la información, en la Figura 8, se muestra la cantidad de área sembrada de palma de aceite en los últimos años, reportada en la base de datos EVA, UPRA. En 2011, se registraron 475 mil ha sembradas de palma, y un sostenido aumento del área de este cultivo en un 44% para el año 2018. En el año 2019 se registró una pequeña disminución llegando a un valor de 645 mil ha sembradas de palma. Posteriormente, se reportó un aumento en área de cultivo hasta lograr 664 mil ha en el año 2022.

Figura 8. Evolución del cultivo de palma de aceite en Colombia, últimos 11 años.



Nota: Obtenido con Excel (Microsoft). Elaboración propia. Adaptado de base de datos EVA, UPRA 2022.

La muestra de los veinte municipios con mayor área sembrada de palma de aceite se muestran en la Tabla 7. Esta muestra cubre 403 mil ha de cultivo de palma, comprendiendo los departamentos de Santander, Casanare, Meta, Magdalena, Nariño, entre otros. El municipio de Puerto Wilches es el que más área sembrada tiene con un valor de 46.307 ha y una producción de 222.067 ton.

Tabla 7. Muestra de municipios más productores de palma de aceite en Colombia, año 2022.

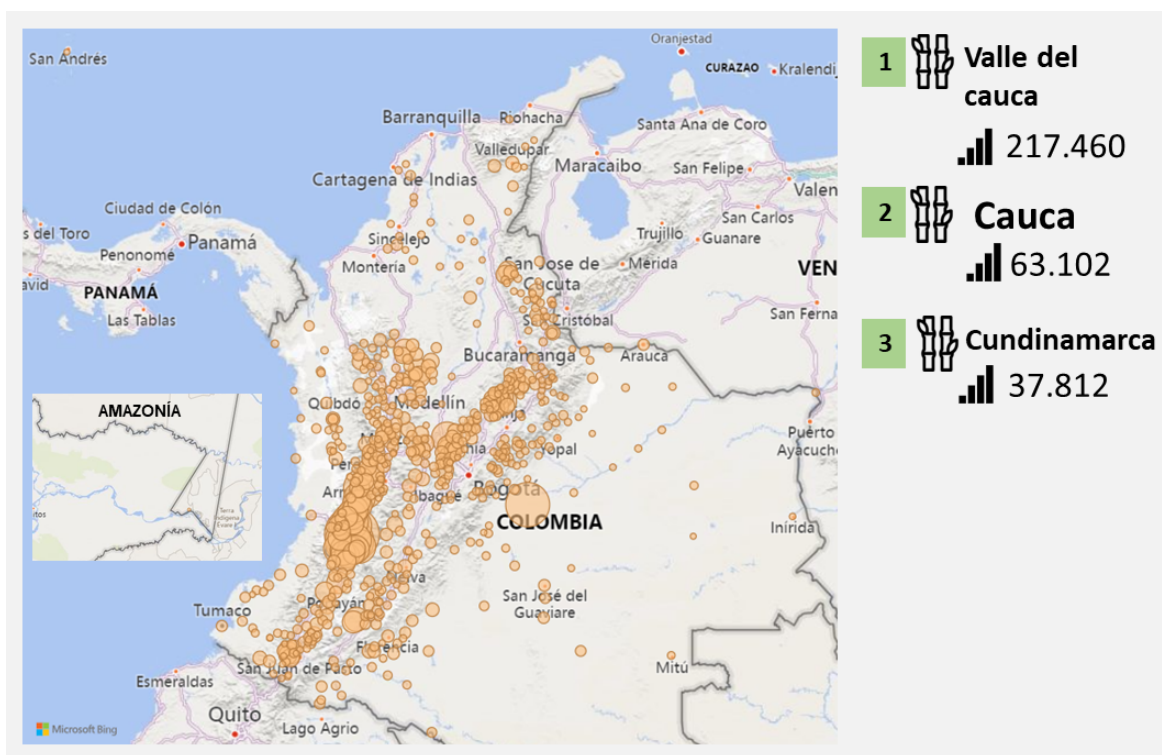
Municipio	Código DANE municipio	Departamento	Código DANE departamento	Área sembrada (ha)	Producción (t)
Puerto Wilches	68575	Santander	68	46.307	222.067
Tibú	54810	Norte de Santander	54	32.200	112.700
Puerto Gaitán	50568	Meta	50	29.490	117.960
Sabana de Torres	68655	Santander	68	29.443	83.210
Mani	85139	Casanare	85	27.717	94.314
San Andrés de Tumaco	52835	Nariño	52	26.277	53.939
San Carlos de Guaroa	50680	Meta	50	24.707	58.255
Orocue	85230	Casanare	85	20.988	83.952
El Copey	20238	Cesar	20	18.000	55.800
San Martín	20770	Meta	50	17.400	84.250
San Alberto	20710	Cesar	20	15.900	58.500
Zona Bananera	47980	Magdalena	47	15.211	39.073
Barranca de Upia	50110	Meta	50	14.890	50.016
Castilla la Nueva	50150	Meta	50	14.500	58.000
Puerto Rico	18592	Meta	50	14.276	59.959
Cabuyaro	50124	Meta	50	14.155	49.368
Villanueva	13873	Casanare	85	12.293	49.172
Tauramena	85410	Casanare	85	10.184	38.699
Agustín Codazzi	20013	Cesar	20	10.100	30.300
Acacias	50006	Meta	50	9.700	33.950

Nota: Obtenido con Excel (Microsoft). Elaboración propia. Adaptado de base de datos EVA, UPRA 2022.

3.1.1.4. Cultivo de caña de azúcar

El cultivo de la caña de azúcar en Colombia se distribuye principalmente por las zonas del Valle del Cauca, Antioquia, Boyacá, Cauca, Cundinamarca y Santander (Figura 9). Los departamentos con mayor área sembrada de caña son Valle del Cauca (217 mil ha), Cauca (63 mil ha), y Cundinamarca (37 mil ha). Este cultivo es uno de los más importantes para el país debido a que se obtienen diversos productos de la economía nacional, incluyendo el azúcar, etanol, y panela.

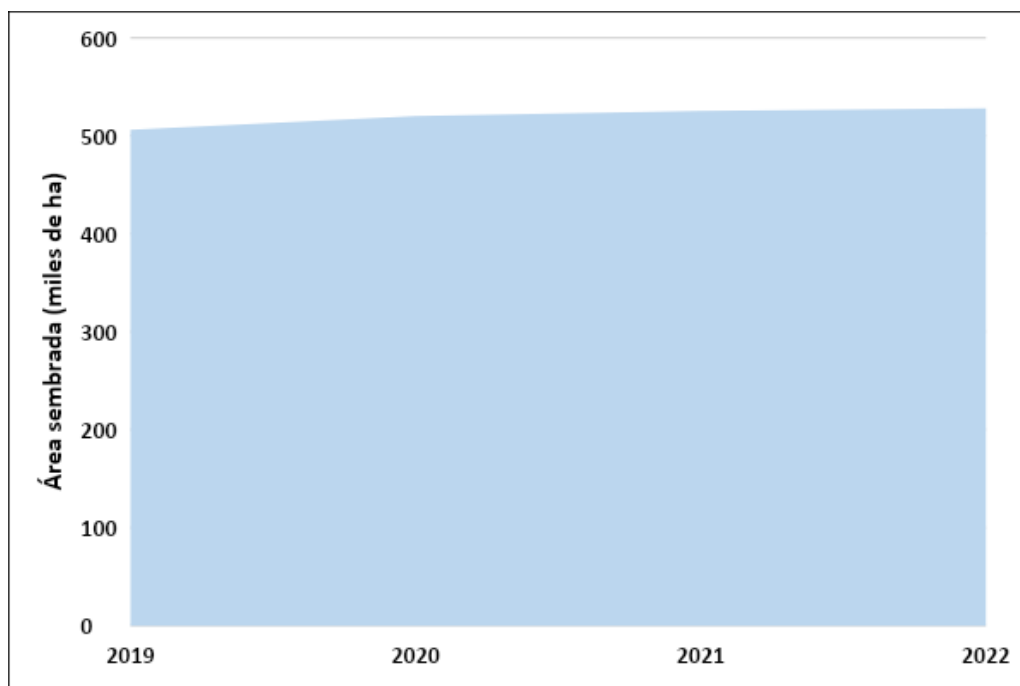
Figura 9. Distribución de cultivos de caña de azúcar en el territorio nacional para el año 2022



Nota: Generado con mapas de Bing (Power BI). Las burbujas naranjas representan las zonas donde se reportan cultivos de caña de azúcar, y el diámetro de las burbujas representa proporcionalmente el área cultivada en ese municipio. Elaboración propia. Adaptado de base de datos EVA, UPRA 2022.

La Figura 10 presenta el área sembrada de cultivos de caña en los últimos años. Se observa que este cultivo a nivel nacional ha mantenido valores aproximados de 500 mil ha en área sembrada sin variaciones importantes desde el año 2019, sugiriendo una estabilidad en la disponibilidad de esta planta en las zonas más productivas.

Figura 10. Evolución del cultivo de caña de azúcar en Colombia, últimos 4 años.



Nota: Obtenido con Excel (Microsoft). Elaboración propia. Adaptado de base de datos EVA, UPRA 2022.

La Tabla 8 presenta la muestra de los municipios de Colombia con mayor cantidad de área sembrada de caña de azúcar en el año 2022. La muestra cubre 106 mil ha de cultivo de caña de azúcar, siendo el municipio de Palmira en Valle del Cauca, con un área sembrada de caña de 34 mil ha. Los municipios con mayor área sembrada se identificaron principalmente en el departamento del Valle del Cauca, y algunos en el Cauca, por lo que estas zonas son de especial interés en torno a la gestión de estos cultivos.

Tabla 8. Muestra de municipios más productores de caña de azúcar en Colombia, año 2022.

Municipio	Código DANE municipio	Departamento	Código DANE departamento	Área sembrada (ha)	Producción (t)
Palmira	76520	Valle del Cauca	76	34.078	4.756.680
Candelaria	08141	Valle del Cauca	76	25.963	3.044.368
Puerto Lopez	50573	Meta	50	20.766	622.980
Zarzal	76895	Valle del Cauca	76	17.442	818.700
El Cerrito	76248	Valle del Cauca	76	16.965	2.035.800
Guacari	76318	Valle del Cauca	76	13.374	1.733.340
Florida	76275	Valle del Cauca	76	11.131	1.254.812
Pradera	76563	Valle del Cauca	76	10.580	1.162.600
Bugalagrande	76113	Valle del Cauca	76	9.549	1.477.840
Jamundi	76364	Valle del Cauca	76	9.293	1.019.430
Puerto Tejada	19573	Cauca	19	9.203	459.711
Obando	76497	Valle del Cauca	76	9.109	814.273
Caparrapi	25148	Cundinamarca	25	9.073	453.650

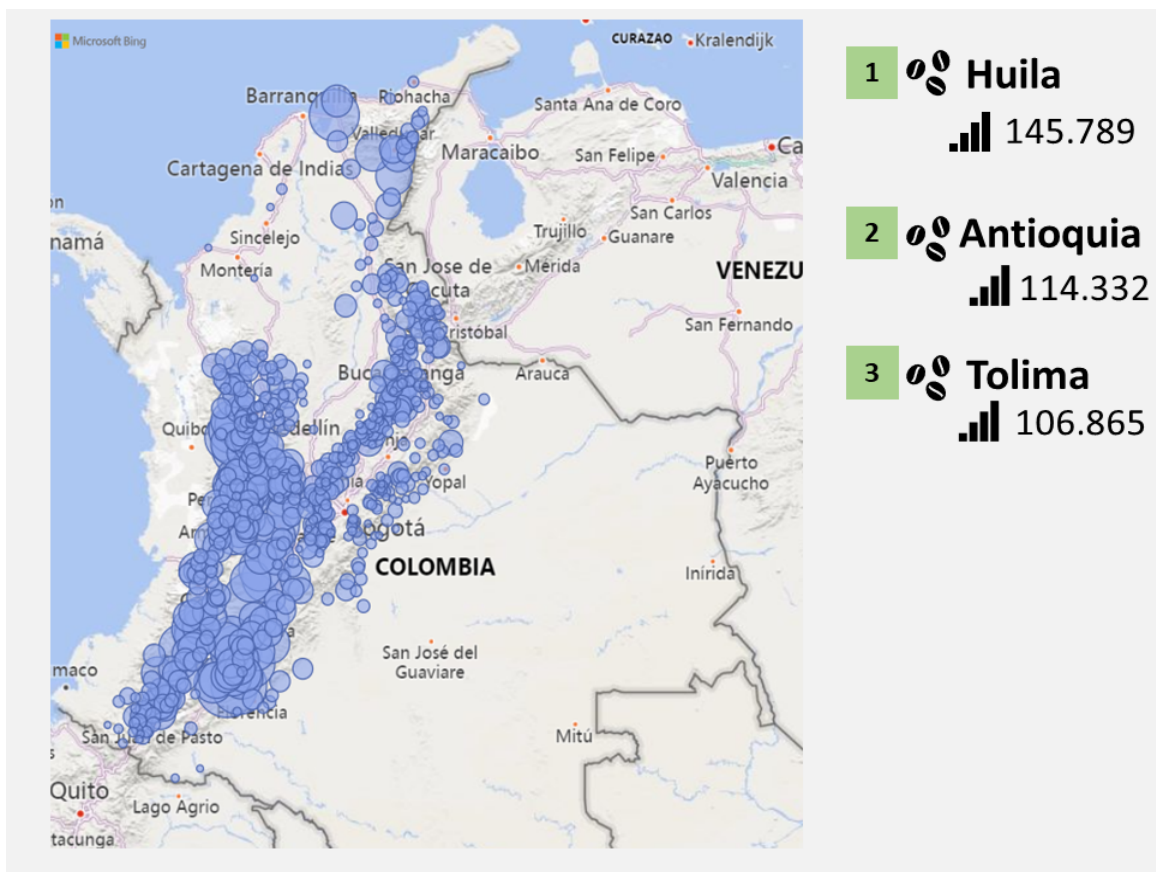
Tulua	76834	Valle del Cauca	76	8.152	732.140
Guadalajara de Buga	76111	Valle del Cauca	76	7.816	936.920
Chitaraque	15185	Boyaca	15	7.800	576.000
Padilla	19513	Cauca	19	7.174	860.880
Miranda	19455	Cauca	19	6.796	1.063.778
Santander de Quilichao	19698	Cauca	19	6.388	789.909
San Pedro	70717	Valle del Cauca	76	5.578	527.017

Nota: Obtenido con Excel (Microsoft). Elaboración propia. Adaptado de base de datos EVA, UPRA 2022.

3.1.1.5. Cultivo de café

Los cultivos de café en Colombia se distribuyen a lo largo de las zonas montañosas de la cordillera de los Andes (Figura 11), lo que incluye los departamentos de Nariño, Valle del Cauca, Cundinamarca, Huila, Antioquia, Tolima, Magdalena, Santander, entre otros. Los departamentos con mayor área sembrada de café son Huila, Antioquia, y Tolima, con áreas sembradas de 145 mil ha, 114 mil ha, y 106 mil ha. Este es uno de los cultivos más importantes para Colombia que define la identidad del país, por lo que la identificación de las zonas más productivas es importante para la gestión correcta de los residuos y las oportunidades de aprovechamiento energético de éstos.

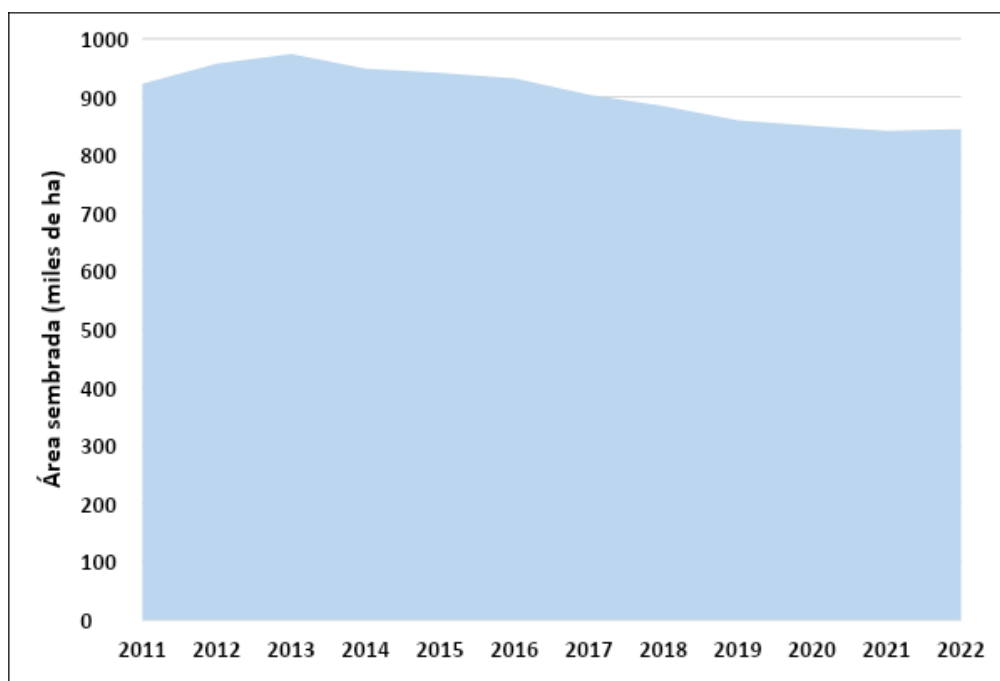
Figura 11. Distribución de cultivos de café en el territorio nacional para el año 2022



Nota: Generado con mapas de Bing (Power BI). Las burbujas azules representan las zonas donde se reportan cultivos de café, y el diámetro de las burbujas representa proporcionalmente el área cultivada en ese municipio. Elaboración propia. Adaptado de base de datos EVA, UPRA 2022.

La Figura 13, muestra el total de área sembrada de café en Colombia por año, de los últimos 11 años. Se observa que para el año 2011, el área sembrada de café fue de 922 mil ha, teniendo un aumento en el año 2013 (948 mil ha), para luego presentar una sostenida y progresiva disminución en área sembrada hasta llegar a 844 mil ha para el año 2022, lo que representa una contracción del 13.3% del área sembrada cultivada desde el año 2013 donde se registró la mayor área sembrada (974 mil ha) de café en Colombia en los años analizados.

Figura 12. Evolución del cultivo de café en Colombia, últimos 11 años.



Nota: Obtenido con Excel (Microsoft). Elaboración propia. Adaptado de base de datos EVA, UPRA 2022.

Del análisis del área sembrada se tomó la muestra de los 20 municipios con mayores áreas sembradas de café (Tabla 9) que cubren 190 mil ha de cultivos. El municipio con la mayor cantidad de área sembrada es Pitalito, en el departamento del Huila, con un área sembrada de 17.642 ha. Los departamentos donde se encuentran los municipios con mayor área sembrada de café son Huila, Tolima, Magdalena, Antioquia, Cauca, y Risaralda.

Tabla 9. Muestra de municipios más productores de café en Colombia, año 2022.

Municipio	Código DANE municipio	Departamento	Código DANE departamento	Área sembrada (ha)	Producción (t)
Pitalito	41551	Huila	41	17.642	19.834
Planadas	73555	Tolima	73	14.423	13.506
Acevedo	41006	Huila	41	13.829	14.762
La Plata	41396	Huila	41	11.282	11.645
Ciénaga	47189	Magdalena	47	10.815	5.524
Andes	05034	Antioquia	05	10.613	6.016
Ataco	73067	Tolima	73	10.247	6.651
Ciudad Bolívar	05101	Antioquia	05	9.406	7.458
Garzon	41298	Huila	41	9.195	10.393
Ibagué	73001	Tolima	73	8.843	5.326
El Tambo	19256	Cauca	19	8.349	9.937
Salgar	05642	Antioquia	05	8.171	6.091

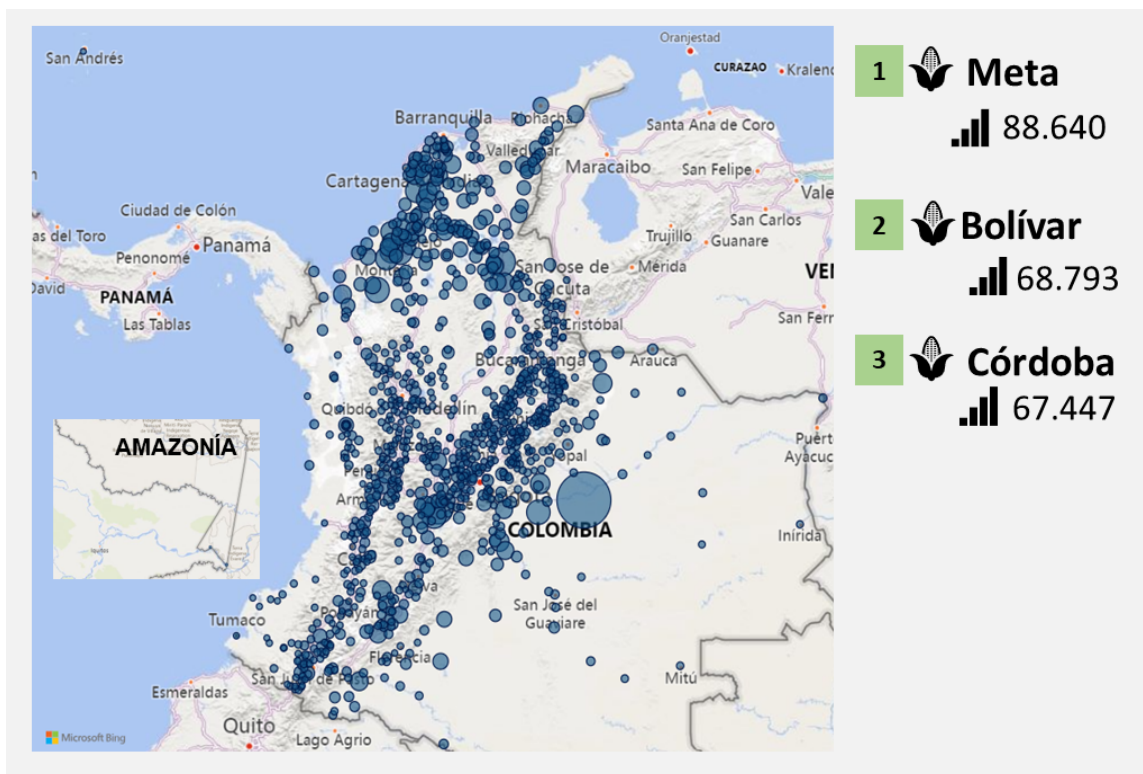
Piendamó - Tunia	19548	Cauca	19	7.693	6.053
Chaparral	73168	Tolima	73	7.543	3.801
Suaza	41770	Huila	41	7.352	6.666
Líbano	73411	Tolima	73	7.302	5.528
Cajibío	19130	Cauca	19	7.268	6.813
Rovira	73624	Tolima	73	7.051	5.206
Belen de Umbria	66088	Risaralda	66	6.738	4.086
Morales	13473	Cauca	19	6.705	4.342

Nota: Obtenido con Excel (Microsoft). Elaboración propia. Adaptado de base de datos EVA, UPRA 2022.

3.1.1.6. Cultivo de maíz

Los cultivos de maíz se distribuyen en gran parte del país, y en varias zonas que incluyen principalmente la región Caribe y la región de los Andes (Figura 13). Los departamentos con mayor área sembrada de maíz, son el Meta, Bolívar, y Córdoba, con áreas de 88 mil ha, 68 mil ha, y 67 mil ha, respectivamente. Este cultivo es importante para Colombia debido a que representa una fuente de alimentos que son ampliamente consumidos en todo el territorio nacional.

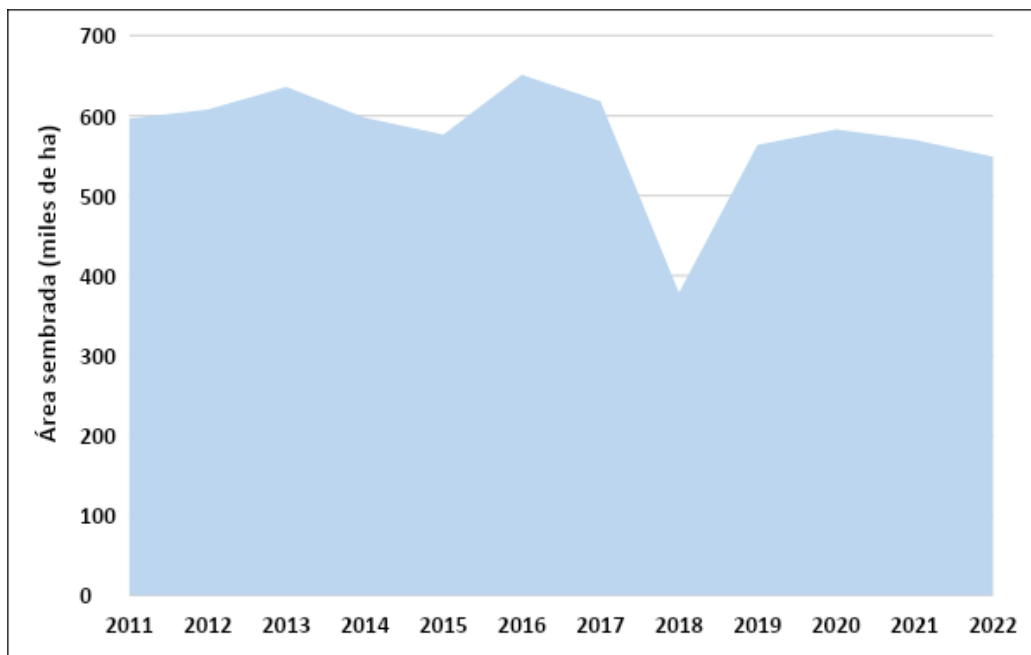
Figura 13. Distribución de cultivos de maíz en el territorio nacional para el año 2022



Nota: Generado con mapas de Bing (Power BI). Las burbujas azules oscuras representan las zonas donde se reportan cultivos de maíz, y el diámetro de las burbujas representa proporcionalmente el área cultivada en ese municipio. Elaboración propia. Adaptado de base de datos EVA, UPRA 2022.

Para el año 2022, el cultivo de maíz registró un área sembrada de 549 mil ha en el territorio de Colombia. Sin embargo, el área sembrada de éste cultivo ha tenido cambios en los últimos años, como se puede observar en la Figura 14. Para el año 2018, se registró una disminución del área sembrada, dando un total de 379 mil ha. La mayor área sembrada de maíz registrada en los últimos 11 años en Colombia, se dió en el año 2016 con un valor de 651 mil ha. Los últimos 4 años se mantuvo estable el área cultivada de maíz con valores entre 563 mil a 583 mil ha.

Figura 14. Evolución del cultivo de maíz en Colombia, últimos 11 años.



Nota: Obtenido con Excel (Microsoft). Elaboración propia. Adaptado de base de datos EVA, UPRA 2022.

La muestra de 20 municipios con mayores áreas sembradas de maíz en Colombia para el año 2022, se muestra en la Tabla 10. El área sembrada de maíz que cubre la muestra es de 187 mil ha, siendo el municipio de Puerto Gaitán en el departamento del Meta, el territorio que mayor área cultivada de maíz tiene con un valor de 58.538 ha. Los departamentos que tienen los territorios con mayores áreas sembradas de este cultivo son principalmente el Meta, Córdoba, Tolima, y Cauca, aunque se incluyen otros departamentos como Bolívar o Arauca.

Tabla 10. Muestra de municipios más productores de café en Colombia, año 2022.

Municipio	Código DANE municipio	Departamento	Código DANE departamento	Área sembrada (ha)	Producción (t)
Puerto Gaitan	50568	Meta	50	58.538	382.506
Espinal	73268	Tolima	73	13.770	70.311
Pelaya	20550	Cesar	20	12.250	49.813
Guamo	73319	Tolima	73	9.388	53.419
Ciénaga de Oro	23189	Córdoba	23	9.225	24.771

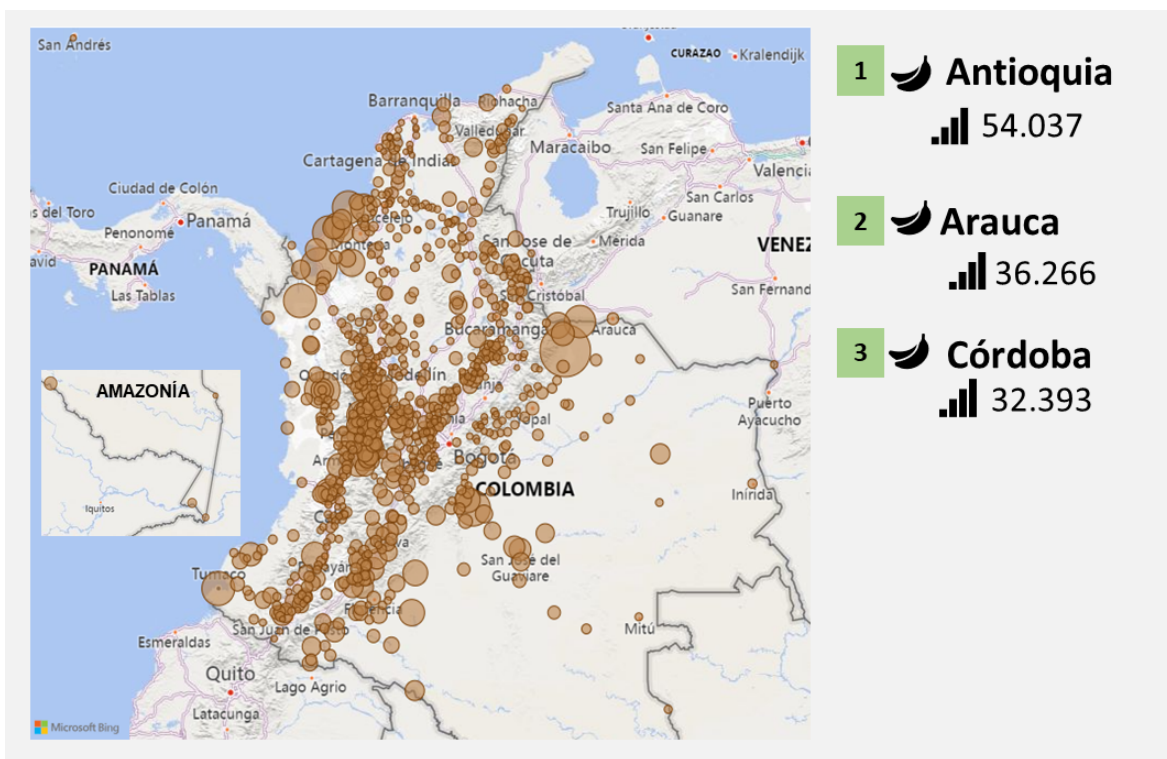
Tierralta	23807	Córdoba	23	8.700	20.135
Puerto Lopez	50573	Meta	50	8.043	36.363
Cerete	23162	Córdoba	23	7.220	29.308
Maria la Baja	13442	Bolívar	13	7.100	22.240
Montería	23001	Córdoba	23	7.015	33.816
Villanueva	13873	Bolívar	13	5.680	7.485
Villanueva	13873	Casanare	85	4.820	39.200
San Jacinto	13654	Bolívar	13	4.730	7.924
Achi	13006	Bolívar	13	4.598	12.744
Granada	05313	Meta	50	4.515	16.062
Tame	81794	Arauca	81	4.470	4.192
Valle de San Juan	73854	Tolima	73	4.468	24.418
Paez (Belalcazar)	19517	Cauca	19	4.314	7.979
San Juan Nepomuceno	13657	Bolívar	13	4.245	6.005
Lorica	23417	Córdoba	23	4.110	11.767

Nota: Obtenido con Excel (Microsoft). Elaboración propia. Adaptado de base de datos EVA, UPRA 2022.

3.1.1.7. Cultivo de plátano

El cultivo de plátano está ampliamente distribuido por el territorio nacional. En la Figura 15 se muestra cómo es la distribución. Principalmente los cultivos se encuentran en la región Andina, la región Caribe y la región de la Orinoquía. Sin embargo, en la región Pacífica y parte de la región Amazonía también hay cultivos de plátano. Los departamentos con mayor área sembrada de plátano son Antioquia, Arauca y Córdoba, con valores de 54 mil ha, 36 mil ha, y 32 mil ha, respectivamente. Este cultivo es de gran importancia para el país, siendo el fruto de la palma de plátano un producto de exportación.

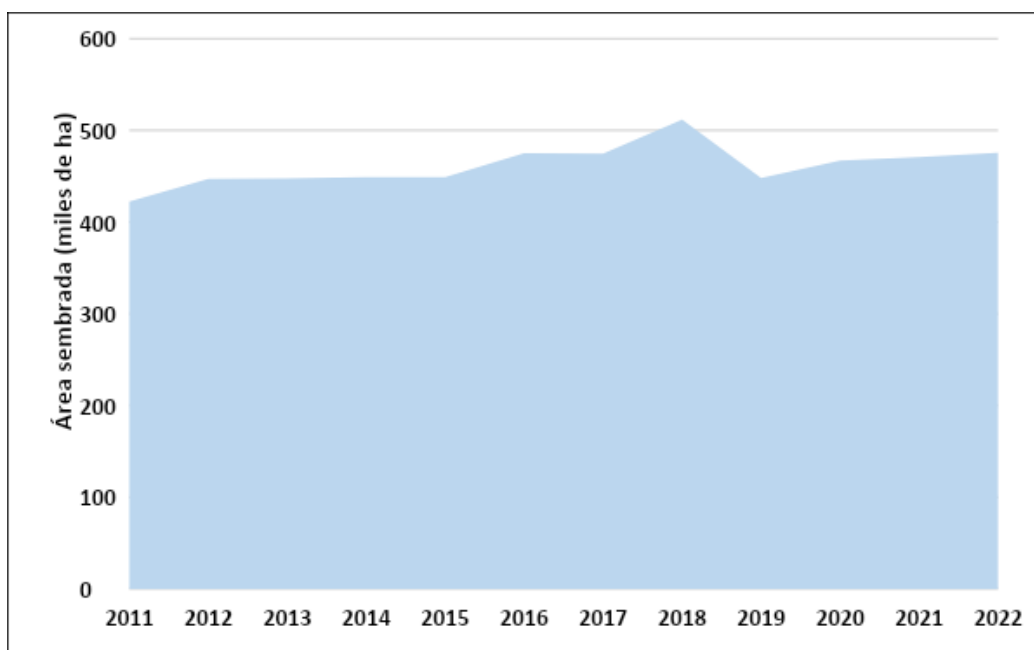
Figura 15. Distribución de cultivos de plátano en el territorio nacional para el año 2022



Nota: Generado con mapas de Bing (Power BI). Las burbujas color marrón representan las zonas donde se reportan cultivos de plátano, y el diámetro de las burbujas representa proporcionalmente el área cultivada en ese municipio. Elaboración propia. Adaptado de base de datos EVA, UPRA 2022.

El cultivo de plátano ha mantenido su área sembrada relativamente estable en los últimos 11 años con valores entre 423 mil ha y 476 mil ha, como se observa en la Figura 16. El año en el que se registró mayor área sembrada fue el 2018 con un valor de 512 mil ha. Los demás años, el área sembrada se encontró por debajo de los 480 mil ha.

Figura 16. Evolución del cultivo de plátano en Colombia, últimos 11 años.



Nota: Obtenido con Excel (Microsoft). Elaboración propia. Adaptado de base de datos EVA, UPRA 2022.

Los 20 municipios con mayor área sembrada de plátano en Colombia para el año 2022, se presentan en la Tabla 11. El área sembrada que comprende la muestra es de 136 mil ha, y el municipio con mayor área cultivada de plátano es Tame, en Arauca con un valor de 21 mil ha. Los departamentos que hacen parte de la muestra son Arauca, Antioquia, Nariño, Chocó, Córdoba, Risaralda, Quindío, Cauca, Valle del Cauca, Meta, y Caquetá, donde están los municipios con las mayores áreas sembradas.

Tabla 11. Muestra de municipios más productores de plátano en Colombia, año 2022.

Municipio	Código DANE municipio	Departamento	Código DANE departamento	Área sembrada (ha)	Producción (t)
Tame	81794	Arauca	81	21.103	526.175
Turbo	05837	Antioquia	05	10.254	153.810
Carmen del Darien (Curbaradó)	27150	Chocó	27	9.380	147.040
Fuente de Oro	50287	Meta	50	8.849	233.521
San Andres de Tumaco	52835	Nariño	52	7.879	63.034
Riosucio	17614	Chocó	27	7.812	54.348
San Juan de Uraba	05659	Antioquia	05	7.510	44.820
Moñitos	23500	Córdoba	23	7.330	69.255
Araucuita	81065	Arauca	81	6.983	151.646
Belen de Umbria	66088	Risaralda	66	5.615	66.819
Quimbaya	63594	Quindío	63	4.997	54.813

Lorica	23417	Córdoba	23	4.716	52.392
El Tambo	19256	Cauca	19	4.590	66.600
Tierralta	23807	Córdoba	23	4.500	45.000
Sevilla	76736	Valle del Cauca	76	4.325	77.832
Cartagena del Chaira	18150	Caquetá	18	4.306	21.280
Los Córdoba	23419	Córdoba	23	4.118	30.798
Riofrío	76616	Valle del Cauca	76	4.033	32.184
Granada	05313	Meta	50	4.000	64.003
Saravena	81736	Arauca	81	4.000	83.600

Nota: Obtenido con Excel (Microsoft). Elaboración propia. Adaptado de base de datos EVA, UPRA 2022.

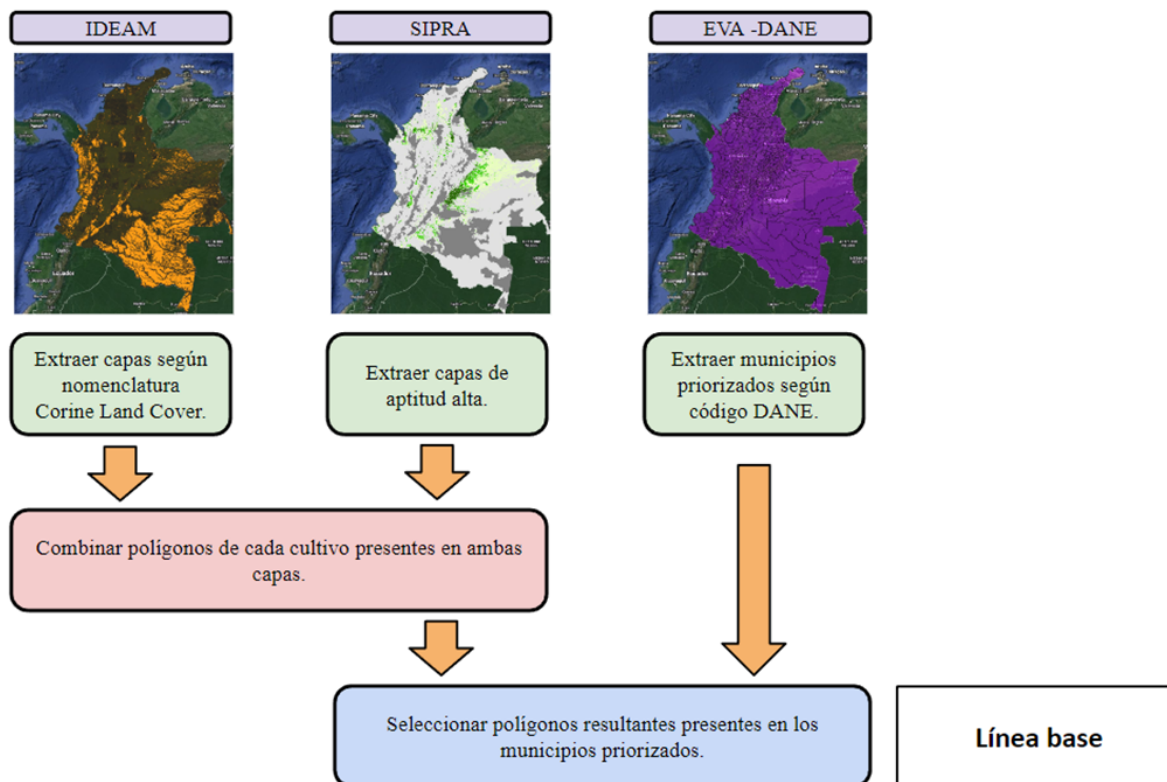
3.1.2. Procesamiento y análisis de la información de los mapas de coberturas (IDEAM y SIPRA)

Para el desarrollo de una línea base que permita entender el estado actual de la localización de cultivos en Colombia, y su correspondiente recolección en forma de polígonos o puntos, para su utilización como insumos de entrada para posibles modelos de inteligencia artificial, se propuso el cruce de fuentes abiertas de datos a nivel nacional. Basados en experiencias previas y la disponibilidad y acceso a geoportales de las instituciones gubernamentales más relevantes, se seleccionaron tres fuentes de datos abiertos (ver Tabla 12).

La primera etapa en este análisis consistió en una depuración de las bases de datos consultadas para extraer solo la información relevante para los siete cultivos de estudio. En el caso de IDEAM se utilizó la nomenclatura Corine Land Cover para seleccionar los cultivos ubicados en el cuarto nivel de su jerarquía. Para las capas provenientes de SIPRA se extrajo solamente los polígonos identificados como de aptitud alta. Para los municipios identificados con mayor área sembrada a partir de las encuestas agropecuarias de la UPRA se georreferenciaron dichas zonas a partir de su código DANE y la cartografía disponible en el Marco Geoestadístico Nacional (MGN 2022) del DANE.

Para seleccionar un conjunto de polígonos para cada cultivo se decidió cruzar primero los polígonos suministrados por el IDEAM y SIPRA. Estos polígonos se unieron en una capa intermedia que reunía los esfuerzos de ambas entidades en la localización de dichas coberturas. Posteriormente, se seleccionaron de esa capa sólo aquellos polígonos que se encontraban dentro de los municipios cartografiados según la capa EVA - DANE con el objetivo de refinar y priorizar la calidad de la muestra. La Figura 17 muestra un esquema sistemático de la metodología descrita.

Figura 17. Esquema metodológico para la obtención de capas de los cultivos de interés de fuentes de datos abiertos



Nota: Figura de elaboración propia

En la Tabla 12 se presenta un resumen de las bases de datos de fuentes abiertas que identificaron para el diagnóstico y análisis de la información georreferenciada de los cultivos de interés.

Tabla 12. Inventario de las bases de datos analizadas y provenientes de fuentes abiertas

Fuente de base de datos	Fecha de la base de datos	Observaciones
EVA-DANE	2009 a 2022 (Se escogió 2022 como referencia para el análisis de cruces de bases de dato)	Esta base de datos fue procesada como insumo para identificar los 20 municipios con mayor área para cada uno de los cultivos de interés en Colombia. Se obtuvo una lista de municipios y su código de identificación DANE se utilizó para ubicar la región en el mapa de Colombia como una capa en el software QGIS. En este en la se encuentran los archivos de las base de datos EVA Base de datos EVA
IDEAM	2018	Del Mapa de Cobertura de la Tierra de 2018 se obtuvieron las capas de los cultivos de interés.

<p>SIPRA</p>	<p>De acuerdo a los cultivos el año varía: Café: Julio 2022 Cacao: Diciembre 2019 Arroz: Diciembre 2019 Palma de aceite: Agosto 2018 Caña: Octubre 2020 Plátano: Diciembre 2019 Maíz: Septiembre 2022</p>	<p>Desde la herramienta SIPRA²⁷ Se descargaron las capas de las aptitudes de las fronteras agrícolas correspondientes a los cultivos de interés.</p>
<p>En este en la se encuentran los archivos de las capas de las bases de datos del mapa de coberturas de IDEAM y de la base SIPRA por cultivo Capas IDEAM-SIPRA²⁸</p>		

Nota: Tabla de elaboración propia.

3.1.3. Cruce base de datos EVA y mapas de coberturas

Se hizo el cruce de las bases de datos obtenidas de fuentes abiertas, EVA, capas del mapa de cobertura de la Tierra de 2018 y de los mapas de frontera agrícola de la herramienta SIPRA. Los archivos resultantes de los cruces que soportan los resultados de esta fase de diagnóstico se encuentran adjuntos en este enlace [Cruces EVA-IDEAM-SIPRA](#)²⁹

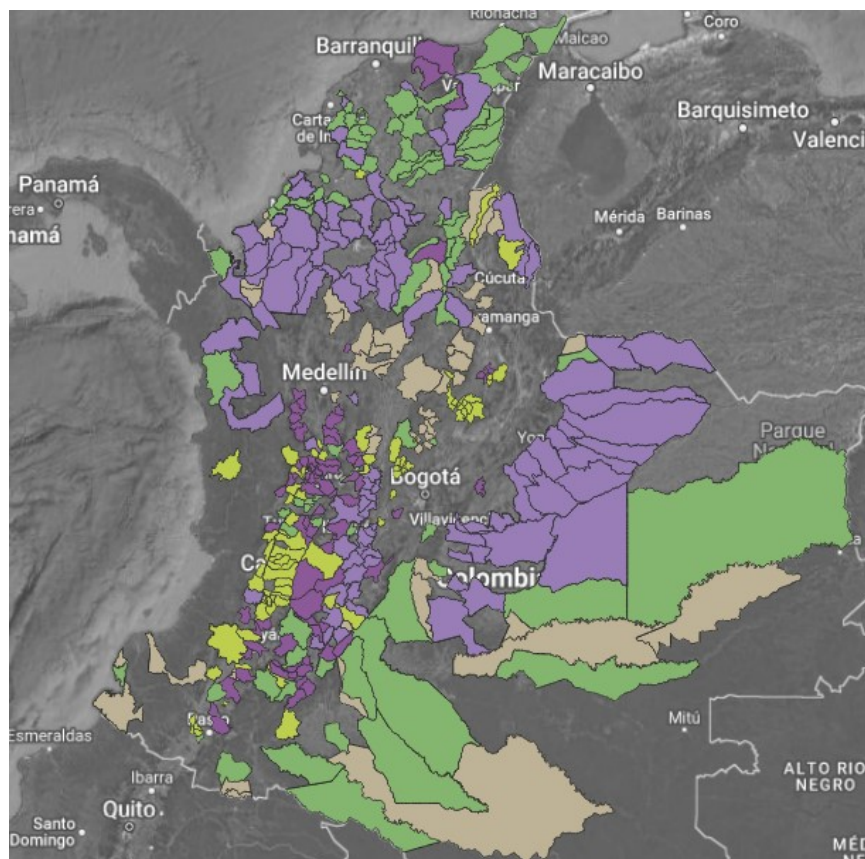
El inventario de los municipios con mayor área sembrada de los cultivos analizados en este informe se presenta en la siguiente imagen de la Figura 18, que muestra las áreas tenidas en cuenta para el análisis. Encima de estas zonas coloreadas, se realizó el cruce con los polígonos reportados en las bases de datos analizadas.

²⁷ <https://sipra.upra.gov.co/nacional>

²⁸ En este enlace encontrará una carpeta comprimida que se llama “Compilado cruces.rar”, se recomienda descargarla y descomprimirla para poder acceder a los archivos de las capas que, contiene los polígonos de base de datos del mapa de coberturas de IDEAM y de la base SIPRA por cultivo. Para visualizar los archivos en formato .gpkg puede usar la herramienta QGIS.

²⁹ Este enlace conduce a dos carpetas, una que contiene el mapa en formato PDF con los polígonos resultantes de los cruces de datos EVA-IDEAM-SIPRA. Y otra carpeta comprimida con los archivos en formato .gpkg que pueden ser visualizados bajo la herramienta QGIS.

Figura 18. Muestra del territorio analizado para los cultivos de interés de este trabajo



Nota: elaboración propia, extraída del software QGIS. Los colores que sombrean el territorio representan los varios cultivos analizados a los que hace referencia este estudio. Para más detalles consultar la capa UPRA-DANE disponible en los anexos.

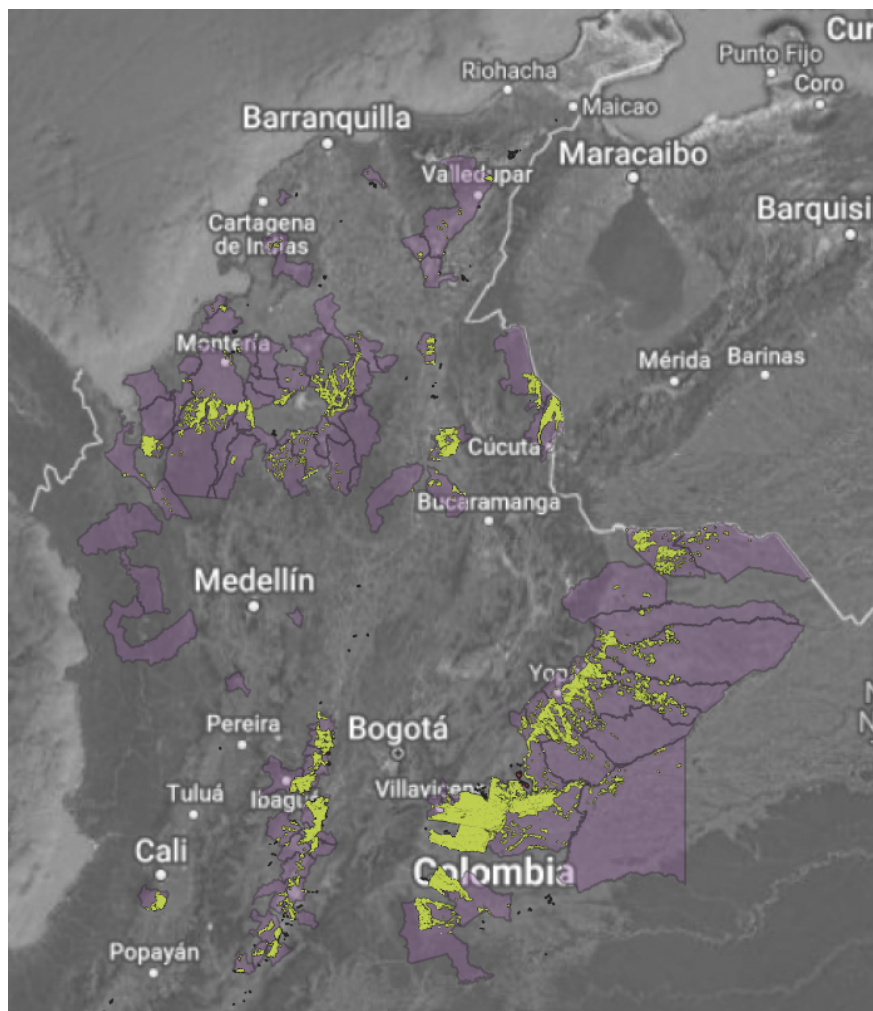
A continuación se presentan los resultados de los polígonos reportados de las zonas analizadas, con el fin de identificar una línea base de información para programar modelos de inteligencia artificial para realizar inventarios de biomasa en el territorio nacional.

3.1.3.1. Cruce cultivo de arroz

Los resultados del cruce para el cultivo de arroz se presentan en la Figura 19. En la mayoría de los municipios analizados, se encontraron polígonos de cultivos de arroz reportados en las bases de datos cruzadas. Es de destacar el departamento del Meta en donde se encontró la mayor cantidad de zonas georreferenciadas para cultivo de arroz en la muestra seleccionada. Los departamentos con mayores áreas reportadas con cultivos de arroz fueron: Puerto Lleras, Fuente de Oro, Vistahermosa, San Carlos de Guaroa, Castilla la Nueva, Cumaral, Cabuyaro, Puerto López, Cumaral y Villavicencio. También, algunas zonas del Casanare como Aguazul, Yopal, Nunchía, tienen cultivos de arroz georreferenciados. En el Tolima se encuentran zonas importantes con cultivos, como Ibagué, Guamo, Espinal, Ambalema, Lérica, o Purificación. En Córdoba también se reportan zonas

georreferenciadas con cultivos de arroz en Valencia, Tierralta, o Planeta Rica. Finalmente en Antioquia se encontraron otras zonas interesantes en los municipios de Apartadó y Turbo.

Figura 19. Cruce de bases de datos para el cultivo de arroz



Nota: Obtenido con QGIS. Las áreas violeta corresponden a los municipios con mayor área de cultivo, los polígonos reportados en las zonas de estudio aparecen de color amarillo.

Por otra parte, algunas zonas que se reportan en la EVA como extensas en áreas de cultivo de arroz, no cuentan con ninguna información georreferenciada, siendo éstas Carmen del Darién, Vigía del Fuerte, y Quibdó, todas las zonas ubicadas en Chocó. Entre otras zonas sin georreferenciación de cultivos se encuentran Riosucio en Caldas, Montecristo, Villanueva, El Carmen de Bolívar y Altos del Rosario, todas ellas en el departamento de Bolívar.

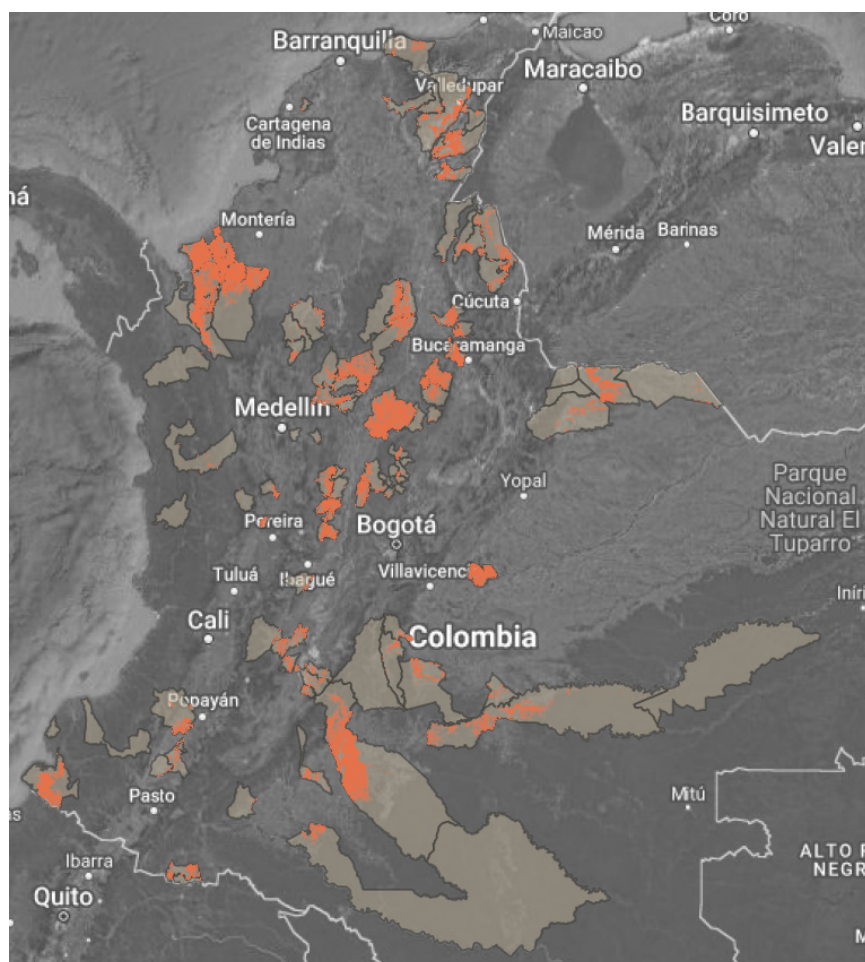
Es importante mencionar que esta información debería ser actualizada y contrastada con las bases de datos EVA más recientes para identificar si hay cambios en los polígonos reportados en IDEM y SIPRA, con el fin de concentrar los esfuerzos en caracterizar de la manera más precisa posible las zonas con cultivo de arroz en dichos municipios.

3.1.3.2. Cruce cultivo de cacao

El resultado de los cruces de las bases de datos analizadas para el cultivo de cacao se muestran en la Figura 20. En una gran parte de las zonas que poseen mayores áreas sembradas de cacao se encontraron polígonos reportados. Hay un área importante georreferenciada en la zona del Urabá Antioqueño y Córdoba. Municipios como Turbo, Necoclí, Chigorodó, Mutatá, Arboletes, San Pedro de Urabá, Valencia y Tierralta, componen esta zona extensa donde hay una cantidad importante de polígonos de cacao reportados.

Departamentos en donde se identificaron polígonos de áreas importantes son Antioquia, Norte de Santander, Arauca, Cesar, Santander, Cundinamarca, Guaviare, Caquetá, Nariño, Putumayo, Caldas, Tolima y Huila. Lo anterior, muestra que los cultivos de cacao están distribuidos por prácticamente en todo el país. Por otro lado, de las zonas mapeadas como poseedoras de grandes áreas cultivadas en cacao, los municipios de Barrancominas, Medio Baudó, Carmen del Darién, San Andrés de Tumaco, y Fortul, en donde no se reportan polígonos a pesar de ser territorios que reportan en la EVA áreas sembradas importantes de cacao.

Figura 20. Cruce de bases de datos para el cultivo de cacao



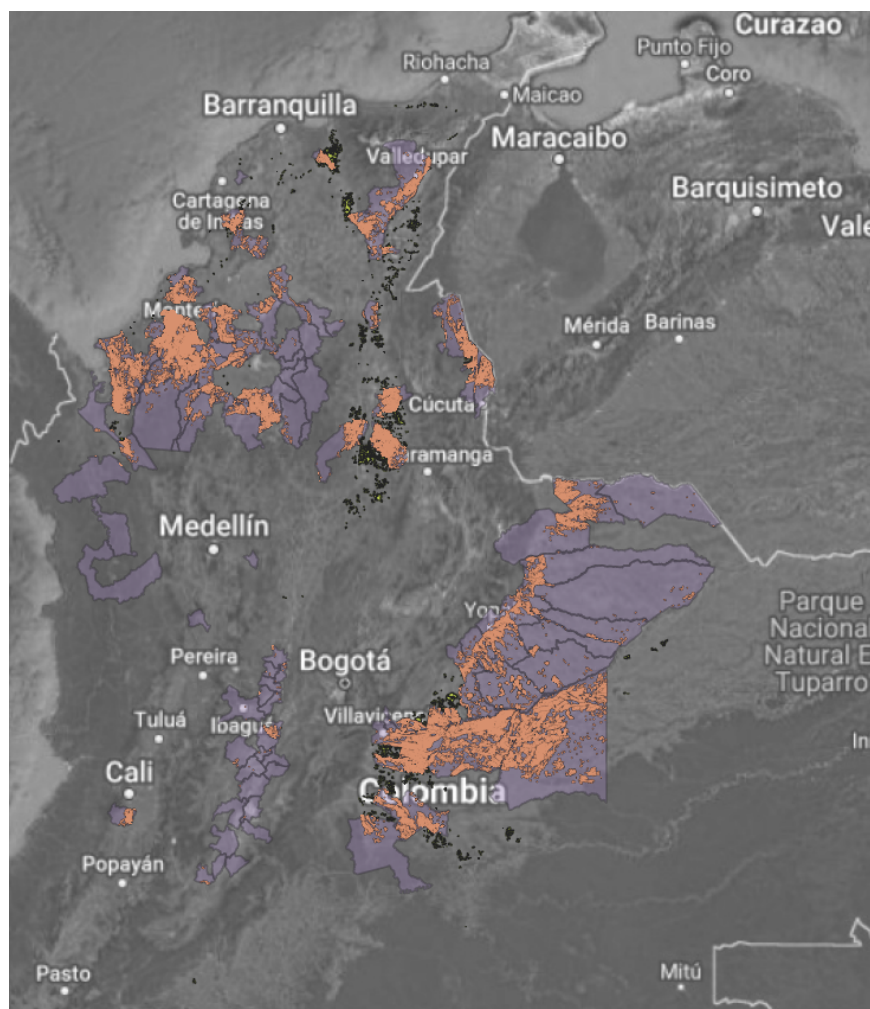
Nota: Obtenido con QGIS. Las áreas grises sombreadas corresponden a los municipios con mayor área de cultivo, los polígonos reportados en las zonas de estudio aparecen de color naranja.

3.1.3.3. Cruce cultivo de palma de aceite

El cultivo de palma tiene zonas de siembra extensas y definidas en polígonos especialmente en el departamento del Meta, en los municipios como Puerto Gaitán, Puerto López, San Carlos de Guaroa, Castilla la Nueva, Villavicencio, Cumaral y Cabuyaro, por mencionar algunas áreas. En la Figura 21 se muestra el resultado de los cruces de las bases de datos de las zonas analizadas, donde la región del Meta sobresale en el cruce de información.

Otras regiones con información georreferenciada disponible son la zona que limita entre Antioquia y Córdoba, con municipios como Necoclí, Turbo, Montería, Valencia, Canalete y Tierralta. En Caucasia, Antioquia hay una extensión importante de polígonos correspondientes al cultivo de palma. Municipios en Santander como Sabana de Torres, en Cesar como San Martín, y en Bolívar como San Pablo, tienen áreas georreferenciadas importantes para este cultivo. También, el departamento de Arauca, con los municipios de Arauquita y Tame, y zonas por el Casanare, cuentan con información georreferenciada.

Figura 21. Cruce de bases de datos para el cultivo de palma de aceite



Nota: Obtenido con QGIS. Las áreas violeta sombreadas corresponden a los municipios con mayor área de cultivo, los polígonos reportados en las zonas de estudio aparecen de color naranja claro.

Finalmente, algunos municipios como Purificación y Prado en el departamento del Huila, así como Tello, Aipe, Campoalegre, Yaguará y Palermo, en el departamento de Tolima, municipios como Carmen del Darién, y Quibdó en el departamento del Chocó, y Vigía del Fuerte y Granada en Antioquia, a pesar de aparecer en la base de datos EVA como municipios con grandes hectáreas sembradas de palma de aceite, no registraron polígonos en las bases de datos analizadas, por lo que se deberían evocar esfuerzos para caracterizar estas zonas en torno a los cultivos de palma.

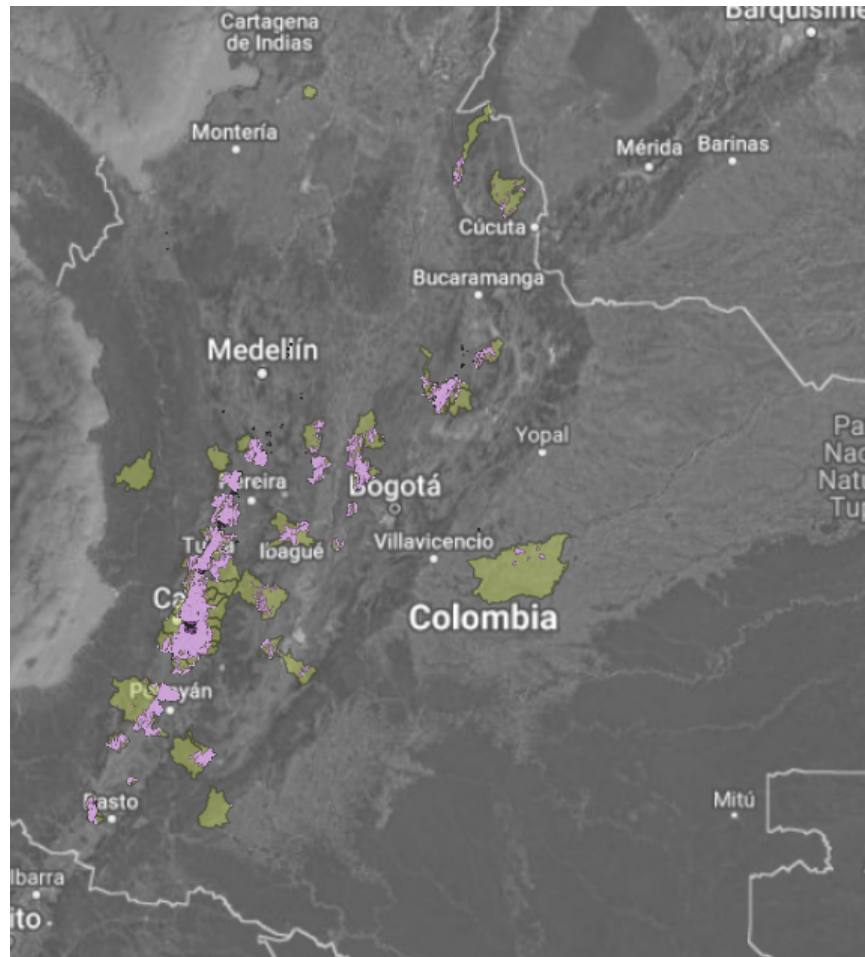
3.1.3.4. Cruce cultivo de palma de caña de azúcar

La Figura 22 muestra el resultado del cruce de las capas analizadas para el cultivo de azúcar. Se puede observar que gran parte de las zonas analizadas hay presencia de polígonos identificados, especialmente en los municipios seleccionados de los departamentos del Valle del Cauca, Cauca, Tolima, Huila, Boyacá, Cundinamarca, Meta, Nariño, y Norte de Santander.

Por otro lado, los municipios en los que se mapeo que tienen extensiones importantes de área cultivada de caña de azúcar y que no tienen reportes de polígonos en las bases de datos analizadas son San José del Fragua en Caquetá, Medio Baudó en Chocó, y San Pedro en Sucre. El departamento del Chocó, llama la atención en este sentido porque en el análisis de extensión sembrada de los cultivos de interés de este informe, reporta en las EVA municipios con extensiones importantes de cultivos, siendo éstas de las más grandes del país, pero no hay reportes de polígonos en estos territorios, en las bases de datos analizadas.

El cultivo de caña de azúcar hace que la región del Valle del Cauca tenga un protagonismo importante en torno a la producción de azúcar, etanol, y otros derivados de este cultivo, por lo que gran cantidad de la biomasa generada en torno a esta actividad agrícola se concentra principalmente en esta región.

Figura 22. Cruce de bases de datos para el cultivo de caña de azúcar



Nota: Obtenido con QGIS. Las áreas verde sombreadas corresponden a los municipios con mayor área de cultivo, los polígonos reportados en las zonas de estudio aparecen de color rosado.

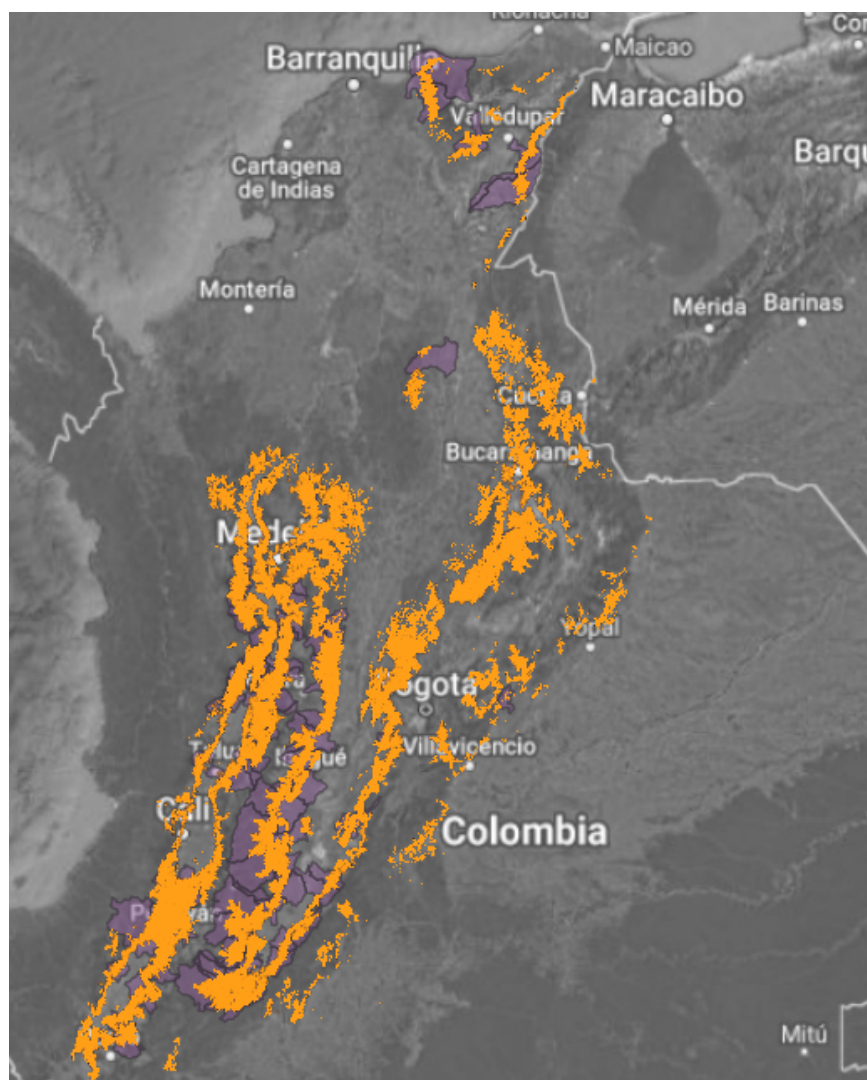
3.1.3.5. Cruce cultivo de palma de café

El análisis de las bases de datos procesadas para el cultivo de café se presenta en la Figura 23. Para este cultivo, se encontró información georreferenciada de todos los municipios de muestra, que son los que tienen mayor área cultivada de café en Colombia.

Como uno de los productos agrícola icónicos del país, éste cultivo se encuentra ampliamente caracterizado en el territorio nacional y como se puede observar en el mapa, sus cultivos se encuentran principalmente en la Cordillera de los Andes y la zona montañosa norte del país, lo que corresponde con las zonas con mayores áreas de cultivo en Colombia. Esta zona extensa cubre los departamentos de Antioquia, Huila, Cauca, Tolima, Caldas, Cundinamarca, Santander, Bolívar, Nariño, Cesar, y Magdalena, lo que resalta la importancia de este cultivo para el país.

Es importante mencionar que si bien, este insumo de información georreferenciada requiere ser contrastado con información más detallada para identificar las zonas donde está el cultivo, y por ende contar con datos que permitan identificar a través de la cartografía y modelos de IA, la presencia del café en el territorio nacional.

Figura 23. Cruce de bases de datos para el cultivo de café



Nota: Obtenido con QGIS. Las áreas violeta sombreadas corresponden a los municipios con mayor área de cultivo, los polígonos reportados en las zonas de estudio aparecen de color amarillo.

3.1.3.6. Cruce cultivo de palma de maíz

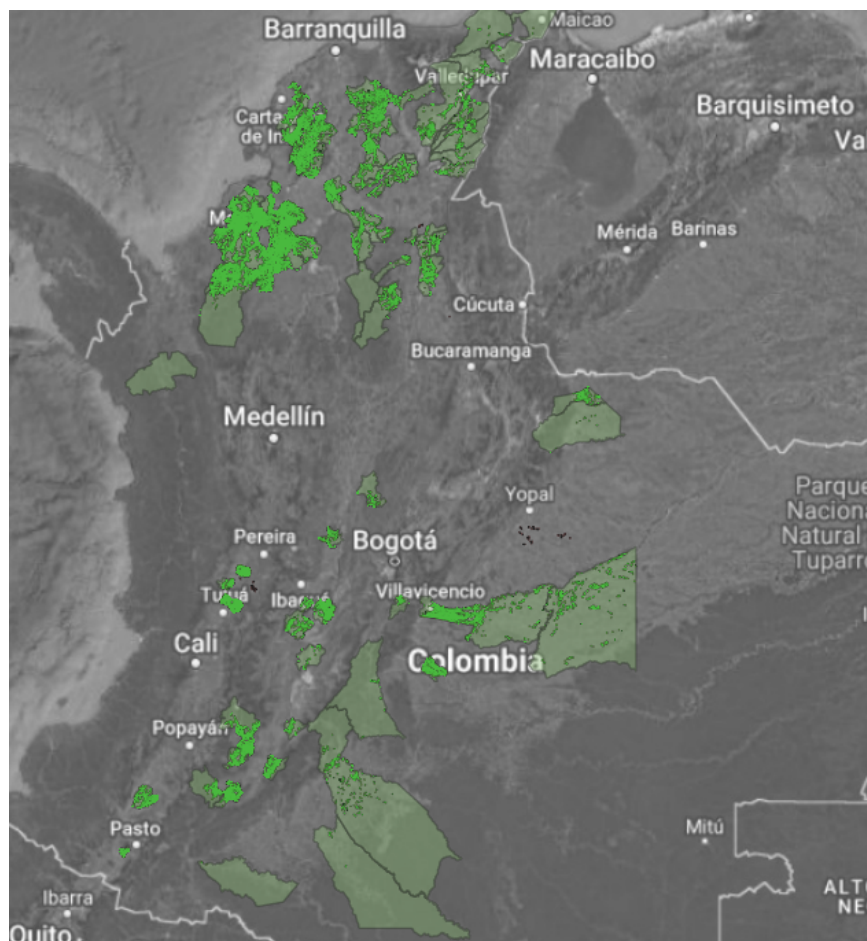
El cultivo de maíz se distribuye a lo largo de todo el país. Las zonas con mayor área sembrada de este cultivo se encuentran en el norte de Colombia y el centro, incluyendo zonas de Antioquia, Caquetá, Putumayo, y Nariño. En la Figura 24 se presentan los resultados del cruce de información para el cultivo de maíz.

Los territorios con mayor cantidad de polígonos reportados en la muestra de municipios analizados son Tierralta, Montería, Canalete, Pueblo Nuevo, Planeta Rica, Valencia, Ciénaga de Oro, Loricá, San Pelayo, en Córdoba, y otra zona en San Marcos, Sucre. En el departamento de Bolívar se encuentran otras zonas con georreferenciación de cultivos de maíz, como San Juan Nepomuceno, Mahates, Arjona, y el Carmen de Bolívar. El departamento del Magdalena también tiene zonas con georreferenciación de cultivos de maíz, en el

municipio de Sabanas de San Ángel, Nueva Granada, Chivolo, y Pivijai. Más hacia el centro del país, se encontró georreferenciación en Villavicencio, Guamo, Armero, Natagaima, Ortega, y Fuente de Oro, comprendiendo departamentos como Meta y Tolima.

De los municipios mapeados en el territorio nacional como los que tienen mayores áreas sembradas de maíz, se encontró que solo uno no tienen información abierta georreferenciada: Carmen del Darién (Chocó). Este cultivo representa una gran importancia para Colombia, debido a que su producto se consume en todas las regiones del país.

Figura 24. Cruce de bases de datos para el cultivo de maíz



Nota: Obtenido con QGIS. Las áreas verdes sombreadas corresponden a los municipios con mayor área de cultivo, los polígonos reportados en las zonas de estudio aparecen de color verde intenso.

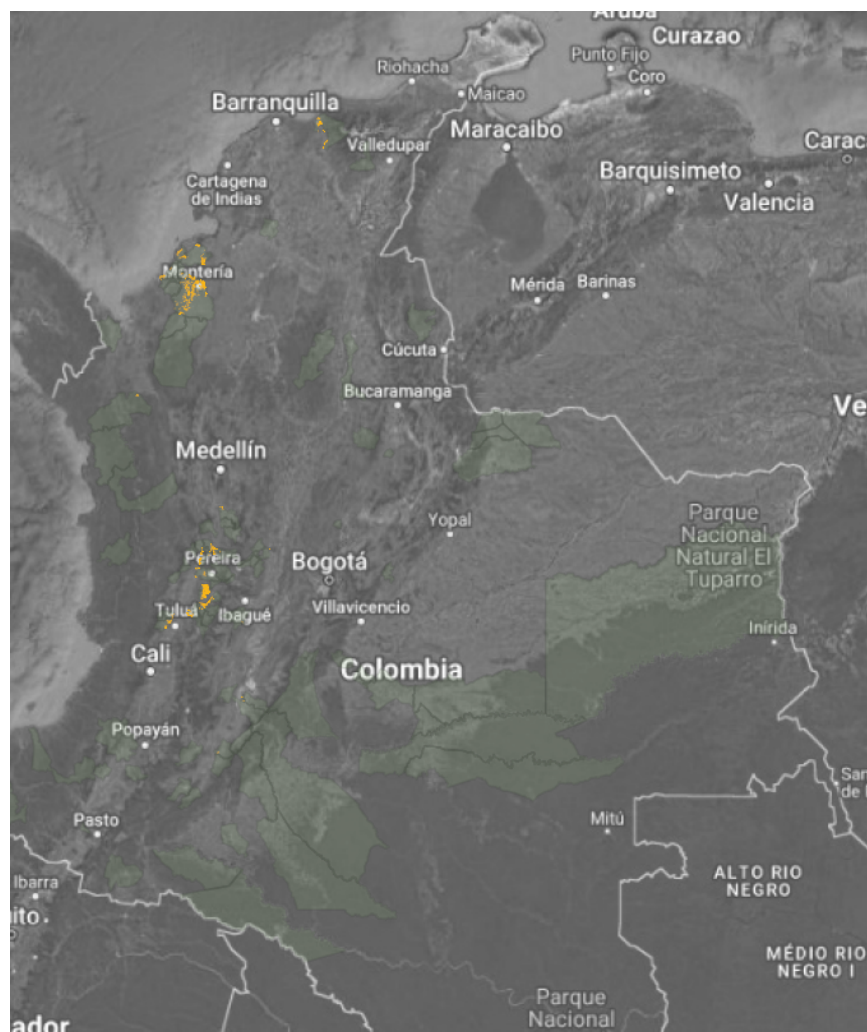
3.1.3.7. Cruce cultivo de palma de plátano

El cruce de las bases de datos de información georreferenciada de libre acceso para el cultivo de plátano se muestra en la Figura 25. Se puede apreciar que son muy pocas las zonas en las que se reportan polígonos de este tipo. El departamento de Córdoba tiene información georreferenciada para el cultivo de plátano en los municipios de Montería, Puerto Escondido, Los Córdoba, Lorica, y Moñitos. En Riofrío, Caicedonia, Trujillo y

Sevilla en Valle del Cauca también tienen algunos polígonos de cultivo de plátano. Además, en Calarcá, Quimbaya, Montenegro, entre otros, en el departamento del Quindío, también se identificaron polígonos georreferenciados. En Manizales y Pereira, por su parte, también hay georreferenciación de plátano.

A pesar de que este cultivo es de gran importancia para Colombia, es muy poca la información georreferenciada respecto a las áreas sembradas, especialmente en la región Pacífica y el Urabá Antioqueño donde se encuentran algunos de los municipios con más áreas cultivadas de plátano/banano. Por tanto, es importante dirigir esfuerzos en caracterizar la agrología del cultivo de plátano en diferentes regiones del país, especialmente donde se reporten grandes áreas sembradas.

Figura 25. Cruce de bases de datos para el cultivo de plátano



Nota: Obtenido con QGIS. Las áreas verdes sombreadas corresponden a los municipios con mayor área de cultivo, los polígonos reportados en las zonas de estudio aparecen de color amarillo.

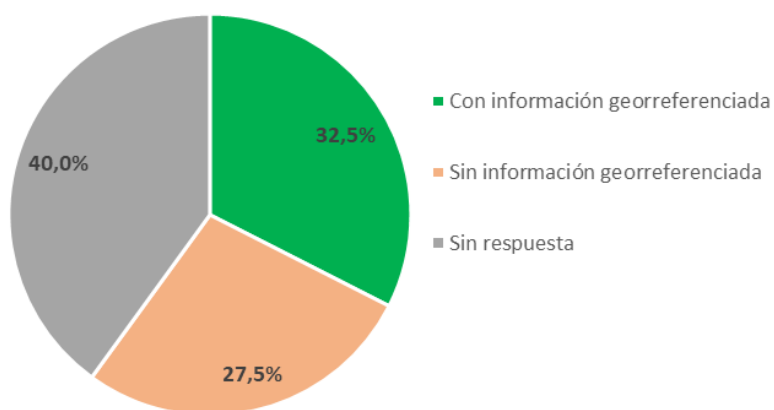
3.2. Procesamiento y análisis de la información obtenida de entidades nacionales y regionales

Se contactaron a entidades nacionales y regionales colombianas para consultar la disponibilidad de información georreferenciada de cultivos de café, cacao, arroz, palma de aceite, caña de azúcar y panelera, maíz y plátano en el territorio nacional, así como, el mecanismo para poder acceder a esta información georreferenciada. Se consultaron a 40 entidades, de las cuales 6 son entidades nacionales, 11 federaciones agrícolas y 23 secretarías de agricultura departamentales. Las secretarías se seleccionaron en función de los 20 municipios con mayor área sembrada de cada cultivo obtenidos en la sección 3.1.1.

El mecanismo de solicitud de información georreferenciada y consulta fue a través de correos con carta oficio emitida por la UPME y encuestas, para el cual 23 entidades respondieron en un periodo de tres semanas, mientras que 17 entidades no han respondido a la fecha de entrega de este informe. En la Figura 26 se presenta un resumen de la respuesta de la consulta, en la cual se observa que el 32,5% de las entidades respondieron que, si tiene información georreferenciada de los cultivos de interés para este estudio, 27,5% no cuentan con este tipo de información y 40% no respondieron la consulta.

Figura 26. Resultados de la consulta de información georreferenciada de cultivos de interés a entidades nacionales y regionales

Entidades con información georreferenciada de cultivos de interés



Nota: Figura de elaboración propia con los resultados de la consulta de información georreferenciada de cultivos de interés a entidades nacionales y regionales

En este enlace [Estatus solicitud información](#) se encuentran los detalles de la respuestas de la entidades a la consulta de solicitud de información georreferenciada de cultivos de interés, y en la Tabla 13 se presenta un

resumen del estatus de información georreferenciada y el mecanismos para acceder a esta información en etapas futuras del presente proyecto. A continuación, se presenta una evaluación de la información recolectada en la consulta:

- La UPRA tiene información georreferenciada de los cultivos de café, cacao, arroz, palma de aceite y caña para todo el territorio colombiano, y para poder hacer uso de la información hay que establecer una licencia de uso.
- Con el IGAC se llevó a cabo una reunión y la entidad informó que han hecho estudios para obtener información georreferenciada, y que para suministrar detalles de los cultivos y municipios de los estudios tienen que hacer una búsqueda interna, que tomará tiempo dado el volumen de la información. La entidad está dispuesta de compartir la información e hizo la recomendación de acotar la búsqueda de información en los últimos cuatro años y con una de escala 1:25.000, en la cual se pueden encontrar polígonos específicos de los cultivos de gran utilidad para el entrenamiento de los modelos de IA. Por otra parte recomendaron consultar la plataforma de Colombia Mapas³⁰, en la cual puede haber información georeferenciada a nivel municipal. Al momento de la entrega de este informe, el IGAC confirmó que hay información georreferenciada a una escala de 1:25.000 de un estudio reciente de palma de aceite y café en los departamentos del Cesar y Bolívar, y quedó pendiente de enviar información para confirmar otros cultivos y departamentos.
- El CIAT confirmó que tienen información georreferenciada de cultivos de cacao en Antioquia, Arauca, Bolívar, Boyacá, Caldas, Caquetá, Casanare, Cesar, Córdoba, Cundinamarca, Huila, La Guajira, Magdalena, Meta, Nariño, Norte de Santander, Putumayo, Quindío, Risaralda, Santander, Tolima; y para acceder a la información es necesario hacer una reunión para negociar el mecanismos de acuerdo de confidencialidad y convenio interinstitucional.
- La Federación Nacional de Cafeteros (FNC) informó que si cuenta con información georreferenciada de cultivos de café en los departamentos Antioquia (94 municipios), Cauca (33 municipios), Huila (35 municipios), Magdalena (4 municipios), Risaralda (14 municipios), Tolima (38 municipios). La información puede ser compartida bajo un acuerdo de confidencialidad.
- Fedecacao informó que si cuenta con información georreferenciada de cultivos de cacao y que puede ser compartida bajo un convenio interinstitucional. La federación no especificó en qué departamentos y municipios se encuentra la información.
- Cenipalma informó que si cuenta con información georreferenciada de cultivos de palma de aceite en los departamentos y municipios: Casanare (Yopal, Aguazul, Maní, Monterrey, Nunchía, Orocué, Sabana Larga, San Luis de Palenque, Tauramena, Villanueva), Cesar (Astrea, Bosconia, Chimichagua, Chiriguaná, Curumaní, El Copey, El Paso, Gamarra, La Gloria, La Jagua de Ibirico, Pailitas, Pelaya, Rio de Oro, San Alberto, San Diego, Tamalameque, Valledupar, Agustín Codazzi, Becerril, La PAz, San Martín, Aguachica), Magdalena (Algarrobo, Ariaguaní, El Piñon, El Retén, Pivijai, Plato, Pueblo Viejo, Remolino, Sabanas de San Angel, Salamina, San Sebastian de Buenavista, Zona Bananera, Aracataca, Cienaga, Fundación, El Banco), Meta (Villavicencio, Acacias, Barranca de Upia, Cabuyaro, Castilla La NUEva, Cumaral, El Castillo, Fuente de Oro, Granda, Guamal, Puersto Concordia, Puerto Lopez, Puerto Lleras, Puerto Rico, Restrepo, San Carlos de Guaroa, San Juan de Arama, Vistahermosa, Mapiripán, Puerto Gaitán), Nariño (San Andrés de Tumaco), Norte Santander (San José de Cúcuta,

³⁰ <https://www.colombiaenmapas.gov.co/>

El Zulia, La Esperanza, Sardinata, Tibú), Santander (Lebrija, Puerto Parra, Puerto Wilches, El Carmen de Chucurí, Girón, Barrancabermeja, Betulia, Cimitarra, Rionegro, Sabana de Torres, San Vicente de Chucurí, Simacota) . La información puede ser compartida bajo un convenio interinstitucional.

- Cenicaña y Fedepalano confirmaron que cuenta con información georreferenciada de cultivos de caña y plátano, respectivamente. Sin embargo, no especificaron de qué departamentos y municipios tienen la información, ni bajo qué mecanismo la compartirían.

Las Secretarías de Agricultura de Boyacá, Cundinamarca, Huila y Nariño confirmaron que si cuenta con información georreferenciada de los cultivos de interés y que pueden compartir la información bajo diferentes mecanismos, ver la Tabla 13.

Tabla 13. Estatus de la información georreferenciada de cultivos de interés obtenida de entidades nacionales y regionales

Entidad	¿Tiene información georreferenciada?	Cultivos	Mecanismo para acceder a información	Departamentos
UPRA	Si	Café, Cacao, Arroz, Palma de aceite, Caña de azúcar o panelera	Licencia de uso	Todo el país
IDEAM	Sin respuesta			
IGAC	Si	Parcialmente nos informaron que tienen polígonos de Café y Palma de aceite	Por definir	Cesar y Bolívar
ICA	Sin respuesta			
CIAT	Si	Cacao	Acuerdo de confidencialidad, Convenio, Otro	Antioquia, Arauca, Bolívar, Boyacá, Caldas, Caquetá, Casanare, Cesar, Córdoba, Cundinamarca, Huila, La Guajira, Magdalena, Meta, Narino, Norte de

Entidad	¿Tiene información georreferenciada?	Cultivos	Mecanismo para acceder a información	Departamentos
				Santander, Putumayo, Quindío, Risaralda, Santander, Tolima
Agrosavia	Sin respuesta			
Federaciones				
FNC	Si	Café	Acuerdo de confidencialidad	Antioquia, Cauca, Huila, Magdalena, Risaralda, Tolima
Fedecacao	Si	Cacao	Convenio	Sin definir
Fedearroz	Sin respuesta			
Fedepalma	Sin respuesta			
Cenipalma	Si	Palma de aceite	Convenio interinstitucional.	Casanare, Cesar, Magdalena, Meta, Nariño, Norte de Santander, Santander
Fenalce (maíz)	Sin respuesta			
Asocaña	Sin respuesta			
Cenicaña	Si	Caña de azúcar	Sin definir	Sin definir
Fedepanela	Sin respuesta			
Fedeplatano	Si	Plátano	Sin definir	Sin definir
Codeplar	No			
Uniban	Si		Sin definir	Antioquia

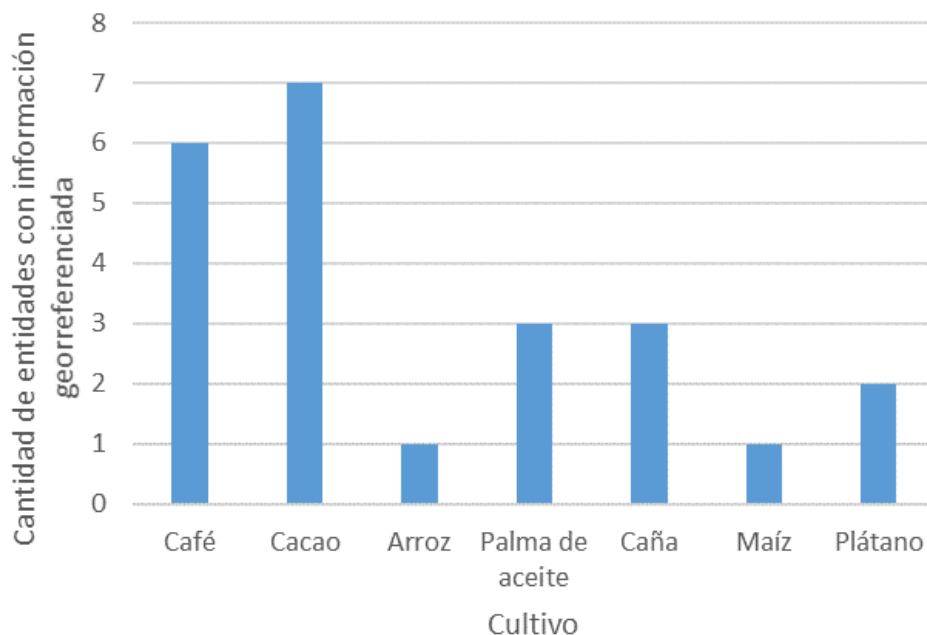
Entidad	¿Tiene información georreferenciada?	Cultivos	Mecanismo para acceder a información	Departamentos
Secretarías	Sin respuesta			
Antioquía	No			
Arauca	Sin respuesta			
Bolívar	No			
Boyacá	Si	Cacao, Café	Carta de petición	Boyacá
Caquetá	No			
Casanare	No			
Cauca	Sin respuesta			
Cesar	No			
Choco	Sin respuesta			
Córdoba	No			
Cundinamarca	Si	Café, Cacao, Caña de azúcar o panelera, Plátano, Maíz	Acuerdo de confidencialidad, Carta de petición	Cundinamarca
Huila	Si	Cacao, caña de azúcar o panelera	Carta de petición	Huila
Magdalena	Sin respuesta			
Meta	Sin respuesta			
Nariño	Si	Café, caña, cacao	Carta de petición	Nariño
Norte de Santander	Sin respuesta			
Putumayo	No			
Quindío	Sin respuesta			

Entidad	¿Tiene información georreferenciada?	Cultivos	Mecanismo para acceder a información	Departamentos
Risaralda	No			
Santander	Sin respuesta			
Sucre	No			
Tolima	No			
Valle del Cauca	Sin respuesta			

Nota: Tabla de elaboración propia con la información obtenida de entidades nacionales y regionales

En la Figura 27 se presenta un estatus de la cantidad de entidades que tienen información georreferenciada por cada cultivo de interés, evidenciándose que el cacao y café son los cultivos con mayor cantidad de fuentes de información. Por su parte el arroz y maíz son los cultivos con menor cantidad de fuentes de información. Para el caso particular del maíz, sólo se obtuvo confirmación de información georreferenciada por la Secretaría de Agricultura de Cundinamarca, por lo que implica que no se tendría información a nivel nacional sino regional.

Figura 27. Cantidad de fuentes de información georreferenciada por cultivo de interés



Nota: Tabla de elaboración propia con la información obtenida de entidades nacionales y regionales

4. Diagnóstico del estatus actual de la información georreferenciada de cultivos de interés

4.1. Diagnóstico de información georreferenciada de fuentes de datos abiertos

A partir del análisis de la base de datos EVA, de los cultivos abordados en este informe, se pudo identificar las zonas y municipios con mayor área sembrada por cada uno de los cultivos y así mismo, los cambios que ha tenido el área sembrada en los últimos años. La base de datos EVA se alimenta de los reportes de distintas entidades gubernamentales, territoriales, agremiaciones y empresas, por lo que es un punto de partida que proporciona una perspectiva oficial del inventario de biomasa que puede tener Colombia. Por tanto, se puede mencionar los siguientes hallazgos:

- El cultivo de arroz se distribuye por casi todo el país y se concentra en los departamentos de Casanare, Tolima, y Meta, así como en zonas de Córdoba, Bolívar y Norte de Santander. Los últimos tres años han reportado un área cultivada sin mayores cambios, por lo que información cartográfica después del 2019 es ideal para su uso en la construcción del atlas de biomasa.
- El cultivo de cacao se encuentra distribuido principalmente por las zonas montañosas del país, siendo Santander y Antioquia las regiones donde se podría estudiar la agrología del cultivo, teniendo en cuenta las diferencias en el territorio. Por su parte, los cambios en el área sembrada en el país, se ha mantenido en valores cercanos a 250 mil ha, desde el 2019, por lo que información georreferenciada de este cultivo posterior a este año se puede considerar apropiada.

- El cultivo de palma de aceite se distribuye principalmente en la región del Meta, Santander y el Cesar. El área sembrada de palma en el país no ha variado de manera importante desde el año 2019, por lo que polígonos desde este año en adelante se pueden considerar apropiados para la aplicación de atlas de biomasa.
- El cultivo de caña de azúcar se encuentra principalmente en las zonas del Valle del Cauca, Cauca, y Cundinamarca, además, desde el año 2019 el área cultivada en Colombia se ha reportado como casi constante con valores cercanos a las 500 mil ha sembrada.
- El cultivo de café como uno de los más característicos del país se concentra en el Huila, Antioquia, y Tolima, aunque la tendencia del área sembrada del café es a disminuir, en los últimos años desde el 2019 se ha mantenido relativamente constante en valores por encima de las 800 mil ha cultivadas.
- El cultivo de maíz por su parte se encuentra distribuido por casi todo el país, concentrando las mayores áreas sembradas en el departamento del Meta y Bolívar. Después del año 2019 hubo un pequeño aumento en el área sembrada de maíz en Colombia, para luego disminuir ligeramente desde el año 2020 a 2022, ubicándose finalmente en 530 mil ha. Por tanto, información georreferenciada posterior al año 2020 puede ser utilizada para caracterizar el cultivo cartográficamente.
- El cultivo de plátano se distribuye en la zona centro y norte del país, siendo Antioquia el departamento donde hay mayor área sembrada. Por su parte, los cambios en el área cultivada reportada en todo el país no ha variado de manera importante desde el año 2020.

Se puede inferir de lo anterior, que información georreferenciada del año 2020 en adelante puede describir razonablemente los cultivos de interés, especialmente en las zonas mencionadas como las de mayor área sembrada.

El cruce de la información georreferenciada de las bases de datos de SIPRA e IDEAM, con las muestras de los municipios con mayores áreas cultivadas mostró que hay información interesante que puede utilizarse en el entrenamiento de algoritmos de IA para mapear todo el país e identificar el potencial de la biomasa en el territorio nacional, a partir de imágenes cartográficas y satelitales. Para cada cultivo hubo particularidades que se mencionan a continuación:

- Para el cultivo de arroz se encontraron polígonos en la región del Meta, Tolima, Antioquia, Córdoba, entre otros, la base de datos de IDEAM tiene fecha del 2018 y la utilizada de SIPRA tiene fecha del 2019, por lo que los polígonos que se encontraron pueden ser de utilidad para entrenar modelos pero sin resultados prometedores. Hay que señalar que la escala de los polígonos es 1:100.000, por lo es pertinente acceder a información a una escala más detallada.
- Respecto al cultivo del cacao, las bases de datos utilizadas fueron del año 2018 y 2019, para IDEAM y SIPRA, en el orden dado. Se encontró que este cultivo cuenta con información georreferenciada en muchos de los municipios con mayores áreas cultivadas del país, pero con resolución de 1:100.000, y de igual manera que el caso anterior, para un mejor entrenamiento de modelos de IA es preferible el uso de escalas más detalladas como 1:25.000.
- El cultivo de palma de aceite en varios de los municipios con mayor área cultivada tiene polígonos georreferenciados, especialmente en el Meta y Córdoba. Las bases de datos utilizadas son del año 2018 para IDEAM y SIPRA. La escala de los polígonos es de 1:100.000, por lo que se requiere de información más detallada y más actualizada (posterior al año 2019) para que ésta sirva como insumo para el entrenamiento de modelos de IA.

- Para el cultivo de caña de azúcar, las bases de datos IDEAM y SIPRA con fechas de 2018 y 2020 respectivamente, permitieron identificar polígonos en varios de los municipios con mayores áreas sembradas en el país, principalmente los pertenecientes al Valle del Cauca, Cauca y Cundinamarca. Sin embargo, aplica la misma escala mencionada anteriormente (1:100.000) por lo que se requiere de polígonos con mayor detalle.
- El cultivo de café fue el que más polígonos registra con las bases de datos analizadas, en este caso la base de datos de SIPRA corresponde al año 2022, para todos los municipios escogidos en este trabajo con las mayores áreas sembradas de café en el país, se identificaron polígonos en escala 1:100.000 que fue la disponible. Sin embargo, se requiere de información más detallada a escalas menores para efectos de la aplicación que se quiere desarrollar en etapas posteriores.
- Para el cultivo de maíz, los datos analizados son del año 2022 SIPRA y 2018 IDEAM, para los cuales se encontraron polígonos del cultivo en los municipios con mayor número de cultivos en Antioquia, Córdoba, Caquetá, Putumayo, y Nariño. Como se ha mencionado anteriormente, la escala de la información requiere de acceso a información más detallada para contrastar con los polígonos de la escala analizada en cruce de las capas.
- El cultivo de plátano fue el que menos polígonos registró a partir de las bases de datos procesadas, con fecha del 2019 para SIPRA y 2018 para IDEAM. Solo identificó una pequeña zona en Córdoba y el eje cafetero con información georreferenciada, sin embargo, es pertinente que se gestione el levantamiento de ésta información en el territorio nacional, y con alto detalle para mapear este cultivo en Colombia e identificar el potencial energético de la actividad agrícola relacionada con el plátano.

Como resultado de este análisis, es pertinente mencionar que el diagnóstico presentado presenta una línea base de información georreferenciada que puede ser útil para el entrenamiento de modelos de inteligencia artificial, en fases posteriores del desarrollo del atlas de biomasa. Sin embargo, se obtienen mejores resultados aumentando la resolución de los polígonos a 1:25.000 para que los modelos de aprendizaje sean más eficientes en identificar los cultivos a partir de imágenes satelitales actualizadas. Respecto al año de la información analizada, se puede considerar como información útil y adecuada, teniendo en cuenta los cambios en el área sembrada en los últimos años siendo el 2019 en adelante el ideal, en los que la información se puede mantener vigente

4.2. Diagnóstico de información georreferenciada obtenida de entidades nacionales y regionales

El propósito de contactar entidades nacionales y regionales para conocer la disponibilidad de información georreferenciada de los cultivos de interés, fue identificar otras fuentes de información que no son de carácter abierto como la base de datos EVA y las coberturas agrícolas publicadas por IDEAM y SIPRA, y que cuenten con información con una granularidad más detallada que a nivel municipal presentada por las fuentes abiertas. De acuerdo a la experiencia en el Proyecto de Cooperación Triangular³¹ mencionado en la sección de antecedentes, se evidenció que entidades nacionales (UPRA, IDEAM, IGAC, ICA, Agrosavia y CIAT) así como federaciones agrícolas pueden contar con información georreferenciada con mayor detalle a nivel de predios y fincas. La información georreferenciada como polígonos y puntos que permiten ubicar los cultivos, con una granularidad más detallada que los datos municipales, son un insumo importante para el entrenamiento de modelos de IA que identifiquen coberturas agrícolas.

³¹ [Informe Proyecto de Cooperación Triangular](#)

Con este diagnóstico de información georreferenciada se pudo conocer que de las 40 entidades consultadas, el 32,5% de las entidades respondieron que, si tiene información georreferenciada de los cultivos de interés para este estudio, 27,5% no cuentan con este tipo de información y 40% no respondieron la consulta. Es importante resaltar que el tiempo de recolección de información fue de tres semanas, Dentro de los hallazgos del diagnóstico se tienen:

- De las entidades nacionales la UPRA confirmó tener información georreferenciada de los cultivos de café, cacao, arroz, palma de aceite, caña de azúcar y panelera a nivel nacional; y para su acceso se requiere una licencia de uso. El IGAC confirmó tener información georreferenciada a una escala de 1:25.000 de un estudio reciente de palma de aceite y café en los departamentos del Cesar y Bolívar, y quedó pendiente de enviar información para confirmar otros cultivos y departamentos que aún no se conocen a la fecha de entrega de este informe. Por su parte, el CIAT confirmó que tienen información georreferenciada de cultivos de cacao en Antioquia, Arauca, Bolívar, Boyacá, Caldas, Caquetá, Casanare, Cesar, Córdoba, Cundinamarca, Huila, La Guajira, Magdalena, Meta, Nariño, Norte de Santander, Putumayo, Quindío, Risaralda, Santander, Tolima; y para acceder a la información es necesario hacer una reunión para negociar el mecanismos de acuerdo de confidencialidad y convenio interinstitucional.
- De las federaciones agrícolas la FNC, Fedecacao, Cenipalma confirmaron tener información georreferenciada de café, cacao, y palma de aceite, respectivamente; y con previos acuerdos de confidencialidad y convenios se podría acceder a la información. Cenicaña y Fedepalano también confirmaron tener información pero no quedó definido el mecanismo para su acceso. No se descarta que Fedearroz, Fedepalma, Asocaña, Fedepanela y Fenalce cuenten con información georreferenciada de sus cultivos.
- Se evidenció que la disponibilidad de información georreferenciada en las Secretarías de Agricultura Departamentales es escasa, dado que de la consulta de información respondió sólo el 29% de las secretarías cuenta con este tipo de información. En este punto es importante mencionar que la obtención de información georreferenciada de cultivos, es una actividad que para las entidades representan costos y tiempo, dado el trabajo de campo que implica y la gran extensión del territorio colombiano.
- El cacao y el café son los cultivos para los cuales hay mayor disponibilidad de información georreferenciada, de acuerdo a la cantidad de entidades que confirmaron la tenencia de la información.
- El arroz y maíz son los cultivos para los cuales hay menor disponibilidad de información georreferenciada, de acuerdo a la cantidad de entidades que confirmaron la tenencia de la información. Lo cual se puede justificar por la naturaleza de cultivos transitorios y que las federaciones agrícolas de estos cultivos no respondieron la consulta.
- El bajo porcentaje de respuestas por parte de las entidades, se puede atribuir al corto tiempo de recolección de información, dos semanas, dado el periodo de ejecución de esta primera fase del proyecto.
- Durante la recolección de información se evidenció que el acceso a la georreferenciación de cultivos es limitado, por seguridad y confidencialidad de la información, así como, el costo que implica para las entidades el levantamiento de este tipo de información.

5. Conclusiones y recomendaciones

A partir del levantamiento de la disponibilidad de información georreferenciada de cultivos de café, cacao, arroz, palma de aceite, caña de azúcar y panelera, maíz y plátano, y el diagnóstico realizado en este informe, se presentan las siguientes conclusiones:

- Con el diagnóstico realizado de los datos de fuentes oficiales, bases de datos EVA y capas de cobertura agrícola de mapa de IDEAM y SIPRA se fijó una línea base de información georreferenciada para los cultivos de café, cacao, arroz, palma de aceite, caña, maíz y plátano. Esta línea base es un insumo inicial de polígonos que ubican los cultivos en las zonas de mayor área sembrada y producción en el territorio nacional y que puede ser usado, de manera inicial, en el entrenamiento de modelos de IA para la identificación de coberturas agrícolas.
- Con el levantamiento de información en la entidades nacionales y regionales, se identificaron fuentes cerradas de información georreferenciada de los cultivos de interés, a las cuales se puede acceder por medio de convenios interinstitucionales, acuerdos de confidencialidad y licencia de uso dependiendo de la entidad. Para el caso de las Secretarías de Agricultura Departamentales, se evidenció que la información georreferenciada de los cultivos de la región es limitada.

Para las fases futuras del proyecto de ampliación del atlas energético de biomasa residual agrícola en Colombia se recomienda:

- Establecer contactos con las entidades que confirmaron, en esta primera fase, tener información georreferenciada de cultivos de interés para negociar los acuerdos de confidencialidad, convenios interinstitucionales, licencia de uso, cartas de petición y entrega de información, dependiendo de la entidad. Para la firma de los mecanismos de acceso de información programar un tiempo mínimo de mes y medio, tomando en cuenta que estos mecanismos implican procesos administrativos, jurídicos y de aprobaciones internas que toman tiempo dentro de las entidades.
- Insistir en la solicitud de disponibilidad de información georreferenciada con el IDEAM, ICA, Agrosavia, Fedearroz, Fenalce, Asocaña y Fedepanela. Se recomienda hacer el contacto por correo, llamada telefónica y reuniones para contextualizar a las entidades del proyecto, y facilitar el acceso a la información.
- Tener en cuenta las recomendaciones del IGAC de acotar la búsqueda de información georreferenciada actualizada para los últimos cuatro años, y de trabajar con polígonos de escala 1:25.000 para el entrenamiento de los modelos de inteligencia artificial.
- Consultar la plataforma de Colombia Mapas³² del IGAC, para identificar información georreferenciada de los cultivos de interés. El uso de esta herramienta implica una búsqueda y revisión detallada para identificar información útil de georreferenciación de cultivos. También se hace necesario ampliar la búsqueda de geoinformación abierta en geoportales o investigaciones de carácter global donde los resultados sean aplicables al territorio colombiano.

³² <https://www.colombiaenmapas.gov.co/>

6. Referencias

- Benos, L., Tagarakis, A., Dolias, G., Remigio, B., Kateris, D., & Bochtis, D. (2021). Machine Learning in Agriculture: A Comprehensive Updated Review. *Sensors*, 21. <https://doi.org/10.3390/s21113758>
- Cruz-Reina, L. J., Flórez-Rojas, J. S., López, G.-D., Herrera-Orozco, I., Carazzone, C., & Sierra, R. (2023). Obtention of fatty acids and phenolic compounds from Colombian cashew (*Anacardium occidentale*) nut shells using pyrolysis: Towards a sustainable biodiesel production. *Heliyon*, 9(8), e18632. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e18632>
- Escalante Hernández, H., Orduz Prada, J., Zapata Lesmes, H., Cardona Ruiz, M., & Duarte Ortega, M. (2008). *Atlas del Potencial Energético de la Biomasa Residual en Colombia*. UPME, UIS, IDEAM.
- FAO, IDEAM. (s. f.). *Colombia*. Recuperado 18 de diciembre de 2023, de <https://www.fao.org/3/AD392S/AD392s10.htm>
- Finagro. (2023). *Crecimiento del sector agropecuario y AgroExpo 2023, un reto hacia el desarrollo del campo | Finagro*. <https://www.finagro.com.co/noticias/articulos/crecimiento-del-sector-agropecuario-agroexpo-2023-reto-desarrollo-del-campo-0>
- Fontanilla-Díaz, C. A., Preckel, P. V., Lowenberg-DeBoer, J., Sanders, J., & Peña-Lévano, L. M. (2021). Identifying profitable activities on the frontier: The Altillanura of Colombia. *Agricultural Systems*, 192, 103199. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2021.103199>
- IDEAM. (2010). *Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra. Metodología CORINE Land Cover adaptada para Colombia Escala 1:100.000*.
- IDEAM. (2018). *MEMORIA TÉCNICA Y RESULTADOS: MAPA NACIONAL DE COBERTURAS DE LA TIERRA, ESCALA 1:100.000, PERIODO 2018*. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. https://drive.google.com/file/d/1qcwnBfAJa1aTO3og-SdmgtuBDVoWLHqq/view?usp=drive_link
- IDEAM. (2022). *El Sipra se moderniza para apoyar la Reforma Rural Integral*. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. <https://www.minagricultura.gov.co/noticias/Paginas/El-Sipra-se-moderniza-para-apoyar-la-Reforma-Rural-Integral.aspx#:~:text=Se%20trata%20de%20la%20nueva,o%20nuevos%20territorios%20en%20donde>
- Organization of American States. (s. f.). *8.3 Agricultura*. Recuperado 18 de diciembre de 2023, de <https://www.oas.org/dsd/publications/unit/oea32s/ch48.htm>
- Sánchez Castañeda, J. (2017). Mercado de productos agrícolas ecológicos en Colombia. *Suma de Negocios*, 8(18), 156-163. <https://doi.org/10.1016/j.sumneg.2017.10.001>
- Sierra, R., Jiménez, J., Jiménez, G., Núñez, H., Bressan, M., Giraldo, L., & Narváez, G. (2023). *Informe 4,5,6,7: Exploradores del potencial solar y biomasa residual-Proyecto de Cooperación Triangular Alemania-Chile-Colombia*.
- UPRA. (2018). *Base Agrícola EVA 2007-2018*. Unidad de Planificación Rural Agropecuaria. <https://www.agronet.gov.co/estadistica/Paginas/home.aspx?cod=59>

UPRA. (2023). *Base Agrícola EVA de 2019 a 2022.* , Unidad de Planificación Rural Agropecuaria.
<https://www.agronet.gov.co/estadistica/Paginas/home.aspx?cod=59>