
SECTORIZACIÓN DE ÁREAS EN CONDICIONES AGROCLIMÁTICAS ÓPTIMAS PARA EL ESTABLECIMIENTO DE CULTIVO DE OLEAGINOSOS EN COLOMBIA

David Fernando Gómez Jaimes, dfgomezj@unadvirtual.edu.co; Duban Gerardo Blanco Hernández, dgblancoh@unadvirtual.edu.co; Miguel Enrique Rondón Zambrano, merondonz@unadvirtual.edu.co
Docente asesor: Yetfersson Arley Serrato Velosa, yetfersson.serrato@unad.edu.co.

RESUMEN

En respuesta a la necesidad de fomentar el desarrollo de sistemas agroforestales, se han identificado diversas especies no convencionales con potencial para su expansión en Colombia bajo estos sistemas, entre ellas *Moringa oleifera*, *Olea Europea*, *Glycine max*, *Brassica napus*, *Helianthus annuus* y *Jatropha curcas*. Utilizando la base de datos del Sistema de Información Ambiental de Colombia (SIAC), se realizó una zonificación considerando los requisitos agroclimáticos específicos de estas especies y la cobertura óptima para su producción. En resultados, se pudo delimitar un área total de 212,977.3 km², abarcando principalmente los departamentos de Arauca, Casanare, Vichada, La Guajira, Córdoba, Meta, Magdalena, Cesar, Tolima y Cundinamarca.

estas especies en combinación y mayor oportunidad de expansión productiva abarcan *Moringa* (75,758 km²), *Moringa*, *Jatropha* y *Girasol* (42,515.1 km²), *Moringa* y *Jatropha* (37,180.4 km²), *Jatropha* (20,840 km²), *Jatropha* y *Girasol* (17,692.1 km²), *Oliva* (7332.1 km²) y *Soja* (3586.3 km²).

Respecto al total de áreas con potencial para su establecimiento, el 36% corresponde a vegetación herbácea y/o arbustiva, el 33% a pastizales, y el 23% a áreas agrícolas heterogéneas. El estudio marca un primer paso para destacar la versatilidad agronómica de estas especies y su posible contribución a la diversificación de los sectores agroalimentario y agroforestal en Colombia.

Palabras clave: sistemas agroforestales; sistemas de información geográfica; producción de aceite.

INTRODUCCIÓN

Aproximadamente, el 23% del área continental está destinado a este sector, distribuido en un 10% para la agricultura, un 6% para la ganadería, un 4% para la agroforestería y un 3% para la producción forestal(Dane, 2023).

Al posicionarse como el cuarto productor mundial y el primero en América Latina, la palma de aceite se elige como el producto oleaginoso más destacado (Ministerio de agricultura , 2020), seguido por la soja, el sésamo y el algodón. Este cultivo se considera problemático debido a las numerosas investigaciones y documentos técnicos que resaltarlos impactos asociados con su producción (Murphy et al., 2021).

Usualmente cultivada bajo sistemas de producción agrícola basados en extensas áreas de monocultivos en Colombia, la palma de aceite ha llevado a que algunas especies oleaginosas dejen de ser competitivas, contribuyendo así a pérdidas ambientales y sociales vinculadas a este tipo de siembra (Vijay et al., 2016; Gonzalo, 2011).

Con el propósito de mejorar la sostenibilidad ambiental sin descuidar la producción agrícola, se ha considerándola organización de áreas productivas mediante el establecimiento y manejo de sistemas agroforestales como una alternativa a este problema (Dane, 2023).

OBJETIVOS

Objetivo General

Analizar y evaluar el potencial de establecimiento de sistemas agroforestales con especies oleaginosas menos comercializadas en Colombia, considerando criterios agroclimáticos, para diversificar y promover la sostenibilidad en la producción de aceites, contrarrestando la tendencia centrada en la palma africana.

Objetivos Específicos

- Realizar una revisión exhaustiva de la literatura científica y técnica para recopilar información sobre las especies oleaginosas menos comerciales en Colombia, centrándose en Moringa, Oliva, Soja, Colza, Girasol y Jatrofa.
 - Aplicar técnicas de procesamiento de datos espaciales para identificar áreas con aptitud agroclimática para el cultivo de las especies seleccionadas, considerando criterios Como temperatura, altitud y precipitación, y generar mapas de zonificación.
 - Evaluar la distribución espacial y las oportunidades de cultivo de las especies oleaginosas identificadas en Colombia, analizando factores como la cobertura del suelo, áreas potenciales de expansión y posibles asociaciones entre las especies, para proporcionar recomendaciones prácticas a los tomadores de decisiones y agricultores.
-

- Comparar los resultados obtenidos con la información disponible en institución gubernamentales, como la Unidad Replanificación Rural Agraria (UPRA), para identificar posibles sinergias y oportunidades de sustitución o asociación de las especies oleaginosas estudiadas con la palma africana, contribuyendo así a una planificación agraria más sostenible.

Figura 1. Modelo de datos espaciales.



Fuente. (Autoría, propia 2023)

MATERIALES Y MÉTODOS

Procesamiento de Datos Espaciales

Mediante la plataforma tecnológica de libre acceso QGIS en su versión 3.24.2, denominada "Tisler" (<https://qgis.org/en/site/>, consultada el 3 de diciembre de 2023, software proporcionado en Colombia y España), y utilizando un sistema de referencia cartográfica proyectada (SRC) EPSG:4326–WGS 84, se procedió a la zonificación de las áreas potenciales destinadas a la producción de seis especies oleaginosas en Colombia.

Se consideraron las características geográficas publicadas en las bases de datos del Sistema de Información Ambiental de Colombia (SIAC), abarcando factores climatológicos como temperatura, precipitación, condiciones biofísicas como altitud, drenajes y cobertura. Se excluyeron las áreas donde no se deben llevar a cabo actividades agroforestales, como se muestra en la Figura 1.

Se adquirieron los datos climatológicos mediante la capa vectorial de "Precipitación anual total" proporcionada por el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) en el año 2012, abordando los temas de "Cambio climático" y "Temperatura anual promedio y pisos térmicos" (IDEAM, 2023).

Para validar la disponibilidad de recursos hídricos, se utilizó la capa vectorial "Doble drenaje" (CORTOLIMA, 2023), y para identificar coberturas agroforestales u similares que posibilitaran el establecimiento de especies, se empleó el "Mapa de ecosistemas" del Instituto Colombiano Agustín Codazzi (IGAC) (CODAZZI, 2023) (ver Tabla 1).

Tabla 1. Nivel, categoría y subcategoría de área agrícola y bosques.

Nivel	Categoría	Sub categoría
Áreas de agricultura	Cultivos	Otros cultivos de rotación como, cereales, semillas oleaginosas, legumbres, verduras y tubérculos.
	Cultivos permanentes	Cultivos permanentes Cultivos herbáceos permanentes cultivos permanentes tupidos cultivos de árboles permanentes Cultivos agroforestales cultivos confinados
	Hierva	Pastos Pastos boscosos Hiervas malezas
	Zonas agrícolas heterogéneas	Mosaico de cultivos, mosaico de pastos y cultivos, espacios naturales.
Bosques y áreas semi naturales	Bosques	Bosques fragmentados
	Zonas con vegetación herbáceas y arbustivas	Matorral de pastizales
	Zonas abiertas sin o con poca vegetación	Áreas quemadas

Fuente. (Autoría, propia 2023)

La información altitudinal se obtuvo exclusivamente través de la capa ráster de altitud generada por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi (IGAC) mediante el Modelo Digital de Elevación (DEM, 2023). En una fase posterior, se realizaron exclusiones de áreas que comprendían centros poblados, Parques Nacionales Naturales y Reservas Forestales, establecidos según la Ley 2 de 1959, utilizando la Infraestructura Colombiana de Datos Espaciales (ICDE, 2023).

La transformación de la capa DEM de formato ráster a vector, conocida como poligonalización, se llevó a cabo utilizando la cartografía base y los requisitos agroclimáticos específicos para los cultivos.

Este proceso implicó el empleo de herramientas de geoprocésamiento, específicamente la técnica de análisis vectorial conocida como "corte", la cual se aplicó a través de la tabla de atributos y otras capas que representaban factores climatológicos y áreas de exclusión. De esta manera, se logró extraer la información relevante para cada cultivo, dando origen al primer mapa de especies oleaginosas en Colombia. En un paso subsecuente, se incorporó información sobre drenajes y cobertura, y se ejecutó un segundo proceso de corte mediante geoprocésamiento. Esto permitió obtener el mapa final de zonificación de áreas con potencial para la producción agroforestal.

Especies Oleaginosas

Se optaron por las siguientes especies oleaginosas, que, aunque son cultivadas en Colombia con menor presencia en el mercado comercial, se consideran de interés nacional e importante contribución para la adquisición de productos y el mejoramiento socioeconómico y ambiental. El propósito es identificar su potencial establecimiento en áreas con capacidad agroforestal.

Tras obtener los criterios de compatibilidad agroclimática para cada especie (Tabla 2), se procedió a su especialización.

1. Moringa (*Moringa oleífera*): La temperatura óptima para su desarrollo oscila entre 25 y 35 °C. Requiere una precipitación anual entre 300–1500mm, pudiendo llegar hasta 2500 mm, y se adapta a altitudes de 900 a 2000 msnm (Huda et al., 2017), (Godino et al., 2017), (Rajbhar et al., 2018,p. 168), (Shimelis, 2020) Sus hojas, ricas en valor nutricional, son consumidas tanto por personas como por el ganado. Además, debido a su rápido crecimiento, es adecuada para procesos de reforestación.

2. Oliva (*Olea europea*): En países como Grecia, España y Marruecos, se ha utilizado como especie agroforestal, contribuyendo a la productividad del suelo y al mejoramiento de las condiciones ambientales (Brunori et al., 2019).

3. Soja (*Glycine max*): Los requisitos climáticos de la soja varían entre altitudes de 0 a 800 metros sobre el nivel del mar (msnm), aunque en algunos lugares puede prosperar hasta 3000msnm. Para su desarrollo óptimo, requiere una temperatura que oscile entre 20 y 35 °C, siendo 30 °C ideal para su producción (Venezuela et al,2020). Algunos autores sugieren que el rango óptimo se encuentra entre 22 y 30 °C. Durante su ciclo de producción, la soja necesita al menos 300 mm de agua, que puede suministrarse mediante sistemas de riego. Se prefiere un promedio de 3.3 mm/día, equivalente a 530 mm por ciclo, en climas húmedos y bimodales, asegurando una alta precipitación en su etapa de crecimiento y una disminución durante la maduración.

4. Colza (*Brassica napus*): Esta especie prospera a altitudes que van desde 50 hasta 2300 msnm y requiere de 400 a 450 mm de precipitación anual. Se adapta a temperaturas que oscilan entre 10 °C durante la germinación y 35 °C durante la maduración de la semilla. Sin embargo, la temperatura óptima para un mayor contenido de aceite y un crecimiento saludable se sitúa entre 12 y 30 °C (Ruiz et al., 2013). Además de beneficiar la estructura del suelo, la colza contribuye al aumento de los rendimientos de los cereales y al control de sus patógenos. Cuenta con un mercado amplio en usos comestibles, industriales y farmacéuticos (Marjanovic et al., 2019). En sistemas agroforestales, la sombra de los árboles puede reducir la presencia de plagas en los cultivos de colza.

5. Girasol (*Helianthus annuus*): El girasol requiere entre 250 y 1500 mm de precipitación anual, temperaturas que oscilan entre 15 y 37 °C, y se desarrolla a altitudes entre 0 y 1900 msnm (Ruiz et al., 2013). Considerado como una de las principales especies oleaginosas a nivel mundial, el girasol se utiliza en la producción de alimentos para consumo humano y en diversas industrias, como la bioenergía, medicamentos y cosméticos, entre otros.

6. Jatrofa (*Jatropha curcas*): Este arbusto oleaginoso no tradicional crece principalmente en áreas tropicales y se emplea en sistemas agroforestales para la producción de biocombustibles, reforestación y mejora del,

suelo (González et al.,2015). La Jatrofa se adapta a temperaturas que oscilan entre 15 y 35 °C, con una temperatura óptima entre 18 y 28.5 °C. Requiere precipitación anual entre 1000 y 2000 mm, y su desarrollo se da en altitudes de 500 a 1200 msnm.

Tabla 2. criterios de compatibilidad agroclimática.

Especies	Parámetros	(-) déficit		Optima	(+) excess	
moringa	P (mm)	<200	200-300-3-25-0-1200	300-2500-25-35-1200-1800	2500-2700-35-49-1800-2000	>2700
	T (C)	<-3				>49
	A (masl)	0				>2000
olivos	P (mm)	<250	250-400-7-20-0-900	400-1000-20-30-900-1200	1000-1500-30-40-1200-1700	>1500
	T (C)	<-7				>40
	A (masl)	0				>1700
Glycine Max	P (mm)	<200	200-300-4-22-0-800	300-530-22-30-800-1600	530-700-30-40-1600-3000	>700
	T (C)	<4				>40
	A (masl)	0				>3000
Brassica napus	P (mm)	<200	200-400-5-12-50-1000	400-450-12-30-1000-2000	450-500-30-35-2000-2300	>500
	T (C)	<5				>35
	A (masl)	0				>2300
Helianthus annuus	P (mm)	<250	250-600-3-15-0-600	600-1000-15-37-600-1000	1000-1500-37-40-1000-1900	>1500
	T (C)	<3				>40
	A (masl)	0				>1900
Jatropha curcas	P (mm)	<800	800-1000-15-18-0-800	1000-2000-18-28.5-800-1200	2000-2500-28.5-35-1200-1400	>2500
	T (C)	<15				>35
	A (masl)	0				>1400

Fuente. (Autoría, propia 2023)

donde P es precipitación; T es temperatura; A es altitud

Resultados

La manipulación de datos espaciales ha permitido identificar áreas óptimas para el desarrollo de sistemas agroforestales al establecer relaciones entre elementos y factores climatológicos, como se presenta en la Figura 2. Es crucial considerar las zonas de exclusión, donde las actividades agrícolas no deben llevarse a cabo según la legislación nacional e internacional.

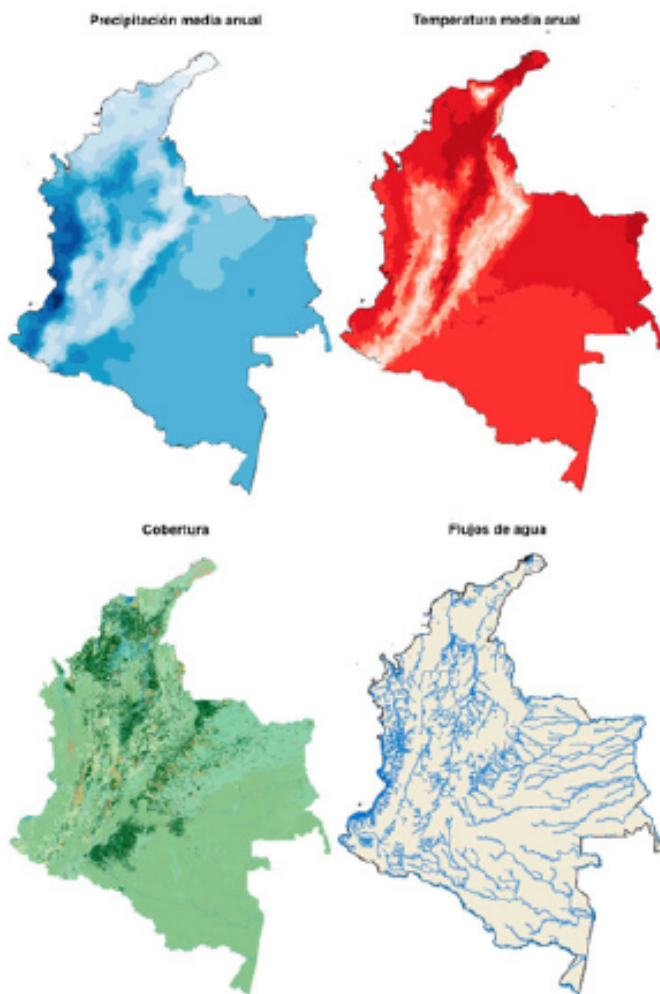
A través de esta cartografía, que integra exclusiones y criterios de compatibilidad agroclimática específicos para cada especie, se ha determinado que aproximadamente el 18.65% (212,977.2 km²) del territorio colombiano tiene potencial para la producción de aceites, como se muestra en la Figura 4. Estas áreas son prominentes en los departamentos de Casanare, Arauca, Vichada, La Guajira, Córdoba, Meta, Magdalena, Cesar, Tolima y Cundinamarca (ver Tabla 3).

La Figura 3 destaca a la Moringa como la especie con la mayor oportunidad de expansión, cubriendo cerca del 35% (75,758 km²) del área total identificada, seguida por la Jatrofa con el 9.8%(20,840.9 km²), la Oliva con el 3.4% (7332.1 km²) y la Soja con el 1.7% (3586.3 km²). Se observan también asociaciones de más de dos especies que comparten los mismos criterios agroclimáticos para su establecimiento: Moringa, Jatrofa y Girasol representan el 20% (42,515.1 km²); Moringa y Jatrofa, el 17.5% (37,180.4 km²); Jatrofa y Girasol, el 8.3%(17,692.1 km²); Moringa, Oliva y Girasol, el 2.8%(6026.8 km²); Colza y Soja, el 0.9% (1934.1 km²); y Oliva y Girasol, el 0.1% (215 km²).

En relación con la cobertura del suelo en el área con potencial para la producción de aceites en Colombia, el 36% corresponde a áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva; el 34% a pastizales; el 22% a áreas agrícolas heterogéneas; y el 8% se distribuye entre cultivos permanentes y transitorios, áreas abiertas, sin o con poca vegetación y bosques fragmentados, según se muestra en la Figura 4.

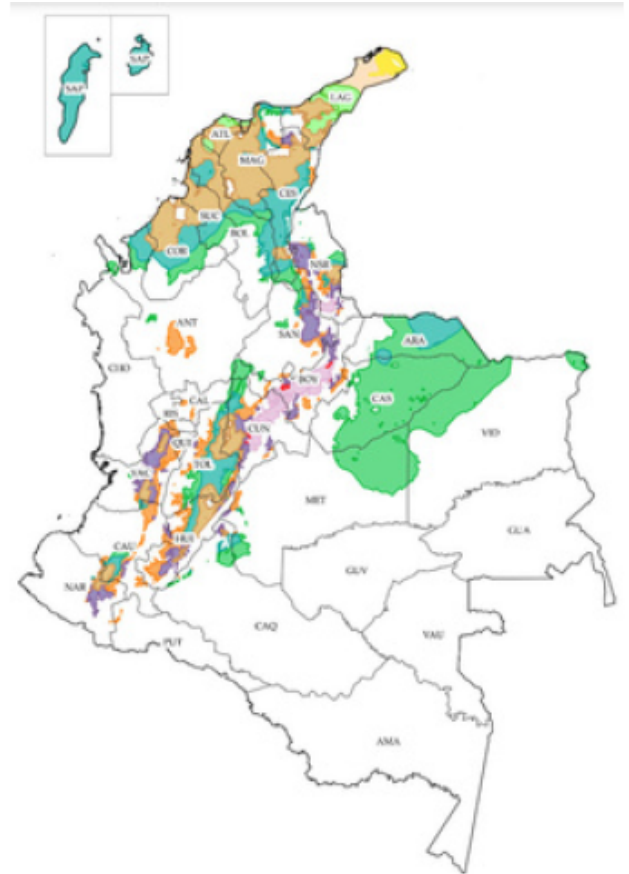
Los diez departamentos con las mayores áreas de condiciones agroclimáticas óptimas reflejan la misma tendencia nacional en cuanto a las coberturas (vegetación herbácea y/o arbustiva, pastizales y áreas agrícolas heterogéneas) y las especies (Moringa y sus asociaciones con Jatrofa y Girasol, y Jatrofa). Sin embargo, en el caso de la Soja y su asociación con la Colza, así como la asociación de Moringa, Oliva y Girasol, se observa una predominancia más significativa en estos departamentos en comparación con la tendencia nacional.

Figura 2. Factores climatológicos.



Fuente. (Autoría, propia 2023)

Figura 3. Territorio colombiano con potencial para la producción de aceites.



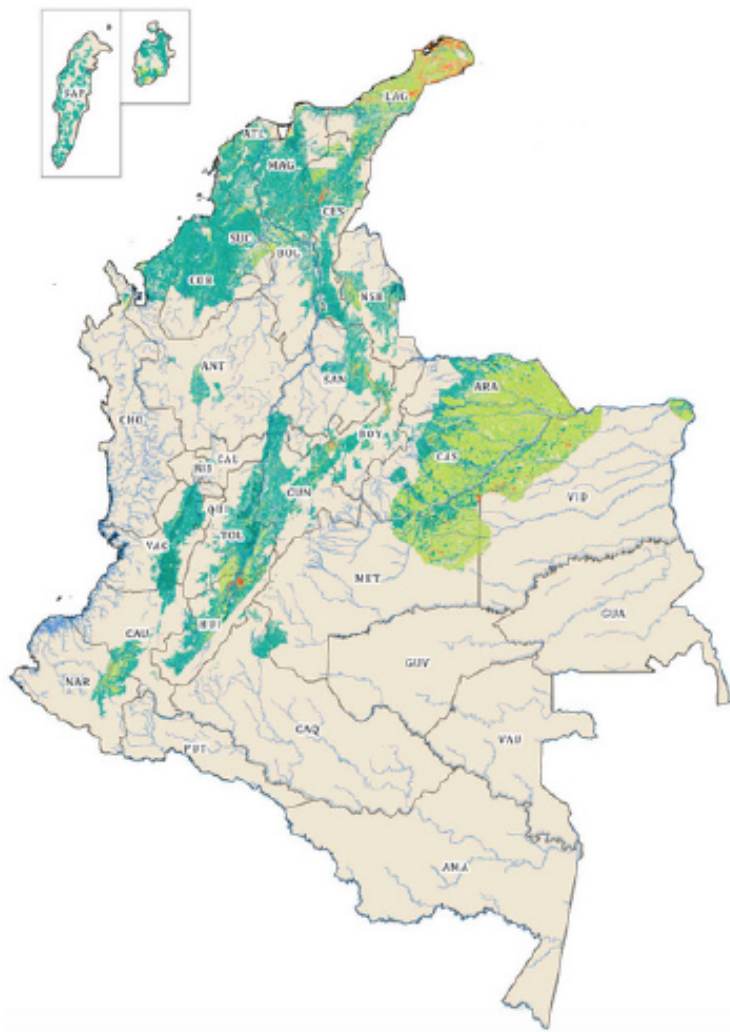
Fuente. (Autoría, propia 2023)

Tabla 3. Departamentos con mayor área en cultivo.

Departamento	Area en km ²
Casanare	28,387
Arauca	15,122
Vichada	15,059
La guajira	14,849
Cordoba	14,04
Meta	13,613
Magdalena	13,144
Cesar	13,069
Tolima	10,655
Cundinamarca	9743
Bolivar	8230
Huila	8156
Sucre	7058
Valle del Cauca	6410
Santander	6198
Boyacá	6011
Norte de Santander	5994
Antioquia	5041
Cauca	4510
Atlántico	2793
Nariño	2370
Caquetá	1198
Caldas	453
Quindío	415
Choco	214
Risaralda	210
San Andres y Providencia	21
Putumayo	1
Total de areas	75163,938

Fuente. (Autoría, propia 2023)

Figura 4. Áreas abiertas, sin o con poca vegetación y bosques fragmentados.



Fuente. (Autoría, propia 2023)

DISCUSIÓN

Los sistemas de información geográfica del país caracterizan extensamente la palma africana. Destacadamente, se dedicaron 261,965 hectáreas a la producción de oleaginosas en 2004, donde la palma de aceite constituía el 60% de la distribución (Ministerio de agricultura, 2020), y el aumento posterior a 646,943 hectáreas en 2021, con la palma de aceite contribuyendo con el 90%, ha llevado a un enfoque concentrado en expandir este cultivo. Esta atención ha resultado desafortunadamente en la negligencia de la investigación o especialización en otras especies, como se explora en este estudio.

Sin embargo, su sostenibilidad ambiental es cuestionable debido a las altas tasas de deforestación y cambios en la dinámica del suelo atribuidos a su expansión. No obstante, esta situación podría mitigarse mediante la sustitución o asociación con otras especies de oleaginosas que permitan una interacción más significativa con el ecosistema, asegurando la producción dentro del marco del desarrollo sostenible, como la asociación de *Moringa* y *Jatrofa*.

Para el cultivo de la soja, la segunda oleaginosa más importante, solo se dispone de indicadores de producción, comercio y datos de mercado de instituciones como el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), ProColombia (una agencia gubernamental) y el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.

En el caso de Colombia, la subutilización de estas técnicas para diferentes especies obstaculiza a productores, ciudadanos e investigadores para realizar comparaciones, identificar cultivos alternativos y explorar oportunidades de mercado nacionales o internacionales.

En particular, el cultivo de olivo no ha adquirido una posición predominante en el país, lo que resulta en una información limitada sobre esta especie. Al comparar estos resultados con los nuestros, se establece una conexión directa entre las variables estudiadas y los parámetros considerados por la UPRA para definir zonas de aptitud física, ecológica y socioeconómica.

Esto puede incluir factores fisicoquímicos del suelo, requisitos edafológicos de los cultivos, datos de producción, muestreo directo en campo (cuantificación de la biodiversidad), información hidroclimatológica y el uso de herramientas adicionales y técnicas de geoprocésamiento en SIG para modelado y pronóstico (Parra et al., 2023).

CONCLUSIONES

La utilización de plataformas tecnológicas para el procesamiento de información geográfica de áreas con aptitud para la producción de oleaginosas posibilita la generación de resultados para la planificación y la toma de decisiones en el sector agroforestal rural de Colombia, abordando cada una de las cadenas productivas estudiadas.

Aunque Colombia actualmente obtiene material oleaginoso de aceite de palma, soja, sésamo y algodón, los resultados de nuestra investigación señalan que las especies con mayor potencial para la producción bajo sistemas agroforestales son el Girasol, la Moringa y la Jatrofa. Simultáneamente, la Moringa y la Jatrofa pueden establecerse en el norte, centro y oeste, especialmente en los departamentos de Tolima, Huila, Valle, Valle del Cauca, Casanare y Arauca. La Moringa, ya sea cultivada de forma independiente o en colaboración con el Olivo, el Girasol y la Jatrofa, destaca como la especie con el mayor potencial en Colombia, presentando una destacada presencia en la mayoría de las coberturas. En contraste, la Canola, con una presencia mínima, se limita al departamento de La Guajira, donde prevalecen áreas con vegetación herbácea y/o arbustiva, así como áreas abiertas con escasa o nula vegetación, lo que podría ofrecer una valiosa oportunidad para la recuperación de suelos y la restauración de ecosistemas.

En relación a la cobertura del suelo, las áreas agrícolas heterogéneas y los pastizales juegan un papel crucial para el establecimiento de estas especies.

Aunque actualmente estas coberturas están destinadas a actividades agrícolas centradas en monocultivos temporales y ganadería extensiva, respectivamente, es esencial llevar a cabo una transición hacia sistemas agroforestales.

Dado que la principal fuente de producción de aceite proviene de cultivos vegetales, las áreas identificadas con potencial para la producción de oleaginosas pueden contribuir al incremento de las hectáreas plantadas en comparación con las actuales, especialmente en el caso de las plantaciones de palma de aceite. Esto, a su vez, mejoraría la participación de Colombia en la producción latinoamericana de aceites vegetales.

REFERENCIAS

Brunori, G., Galli, F., Barjolle, D., Van Broekhuizen, R., Colombo, L., Giampietro, M., ... & El Bilali, H. (2019). CAP'sness in embedding more sustainable food systems. *Sustainability*, 11(15), 4041.

Castro, A. M. (2014). El árbol Moringa (*Moringa oleífera* Lam.): una alternativa renovable para el desarrollo de los sectores económicos y ambientales de Colombia. <http://hdl.handle.net/10654/10956>.

Corporación Autónoma Regional del Tolima - CORTOLIMA. (s/f). Datos abiertos CORTOLIMA. [Corporación Autónoma Regional del Tolima - CORTOLIMA. \(s/f\). Gov.co. de Corporación Autónoma Regional del Tolima - CORTOLIMA. Datos abiertos CORTOLIMA. A: https://cortolima.gov.co/cor Tolima/datos-abiertos](http://cortolima.gov.co/cor Tolima/datos-abiertos)

Departamento Administrativo Nacional de Estadística–DANE, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia, Sistema de Información de Precios y Abastecimiento del Sector Agropecuario (SIPSA). (2023). Boletín Mensual, Insumos y Factores Asociados a la Producción Agropecuaria, Volumen 6, pp. 1–76. Bogotá, Colombia.

Datos Abiertos IGAC. (s/f). Gov.co. 15 de diciembre de 2023, <https://geoportal.igac.gov.co/contenido/datos-abiertos-igac>

González, F. J. (2015). Un estudio transversal de *Moringa oleifera* Lam. (Moringaceae). *Rev. Domingueza*, 5–25.

Gonzalo, A. (2011). Estado del conocimiento de la biodiversidad en Colombia y sus amenazas. Consideraciones para fortalecer la interacción ciencia-política. *Rev. Acad. Colomb. Cienc. Exact. Fís. Nat.*, 35, 491–507.

Godino, M., Arias, C., & Izquierdo, M. (2017). *Moringa oleifera*: Potential areas of cultivation on the Iberian Peninsula. *Acta Horticulturae*, 405–412.

Huda, N., Khan, S., Haque, M., Roy, B., & Sarker, N. (2017). Seasonal weather impacts on biomass production of *Moringa oleifera* at different fertilizer doses. *International Journal of Health, Animal Science and Food Safety*, 4, 12–23.

Infraestructura Colombiana de Datos Espaciales. (s/f). Gov.co. 15 de diciembre de 2023, <https://www.icde.gov.co/>

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). Información Geográfica de Datos Abiertos del IDEAM.: http://www.ideam.gov.co/inicio?p_p_id=101&p_p_lifecycle=0&p_p_state=maximized&p_p_mode=view&_101_struts_action=%2Fasset_publisher%2Fview_content&_101_assetEntryId=91482640&_101_type=content&_101_urlTitle=capas-geo

Murphy, D. J., Goggin, K., & Paterson, R. R. M. (2021). Oil palm in the 2020s and beyond: Challenges and solutions. *CABI Agric. Biosci.*, 2–39.

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural - Observatorio Agro cadenas Colombia (2005). La cadena de oleaginosas, grasas y aceites en Colombia :una mirada global de su estructura y dinámica 1991 - 2005. <http://hdl.handle.net/20.500.12324/18866>.

Marjanović, A., Nevena, N., Gvozdanović, J., Hristov, N., Kondić, A., Vasić, M., & Marinković, R. (2011). Genotype by environment interaction for seed yield per plant in rapeseed using AMMI model. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 46(29), 174–181.

Rajbhar, Y.P., Rajbhar, G., Pl, R., Shukla, S., & Kumar, M. (2018). Grow Moringa (Moringa oleifera), the miracle tree on the earth. Horticulture International Journal, 2, 166–172.

link del video: <https://youtu.be/qbCMwKh01AI>

Ruiz, C., Díaz, C., Anaya, J., & Rojas, R. (2013). Análisis proximal, antinutrientes, perfil de ácidos grasos y de aminoácidos de semillas y tortas de 2 especies de Sacha inchi (*Plukenetia volubilis* y *Plukenetia huayllabambana*). Revista de la Sociedad Química del Perú, 79(1), 29-36.

Shimelis, S. (2020). Suitability Analysis for Moringa Oleifera Tree Production in Ethiopia—A Spatial Modelling Approach. International Journal of Current Research and Academic Review, 8, 6–15.

Técnico, B. (s/f). Gov.co. 15 de diciembre de 2023, de Departamento Administrativo Nacional de Estadística–DANE. Encuesta Nacional Agropecuario (ENA) 2017. Boletín Técnico.:
https://www.agronet.gov.co/Lists/Boletin/Attachments/2575/boletin_ena_2017.pdf

Vijay, V., Pimm, S. L., Jenkins, C. N., & Smith, S. J. (2016). The Impacts of Oil Palm on Recent Deforestation and Biodiversity Loss. PloS one, 11(7),e0159668.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0159668>
