



La ruta de la albahaca (*Ocimum basilicum*): aproximación a una estrategia de diversificación de usos para los excedentes de producción

Diego Hernando Flórez Martínez

Leidy Johana Cárdenas Solano

Jacqueline Ávila Cárdenas

Nelcy Lorena Montes

Jenifer Criollo Núñez

José Isidro Beltrán Medina

AGROSAVIA
EDITORIAL

La ruta de la albahaca (*Ocimum basilicum*): aproximación a una estrategia de diversificación de usos para los excedentes de producción

Diego Hernando Flórez Martínez
Leidy Johana Cárdenas Solano
Jacqueline Ávila Cárdenas
Nelcy Lorena Montes
Jenifer Criollo Núñez
José Isidro Beltrán Medina

AGROSAVIA
EDITORIAL

Mosquera, Colombia, 2025

La ruta de la albahaca (*Ocimum basilicum*): aproximación a una estrategia de diversificación de usos para los excedentes de producción. / Diego Hernando Flórez Martínez [y otros cinco] – Mosquera, (Colombia): AGROSAVIA, 2024.

172 páginas (Colección Alianzas AGROSAVIA)

Incluye referencias bibliográficas, ilustraciones y gráficos.

ISBN e-Book: 978-958-740-776-1

1. *Ocimum basilicum* 2. Producción 3. Aprovechamiento del desecho 4. Tecnología 5. Innovación 6. Comercio internacional 7. Investigación.

Palabras clave normalizadas según Tesauro Multilingüe de Agricultura -Agrovoc

Catalogación en la publicación – Biblioteca Agropecuaria de Colombia

Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA).

Sede Central. Kilómetro 14 vía Mosquera-Bogotá, Mosquera. Código postal 250047, Colombia.

Centro de Investigación Nataima. Kilómetro 9, vía Espinal-Chicoral, Tolima. Código postal 733520, Colombia.

Esta publicación es resultado del proyecto “Implementación de alternativas de manejo agronómico, postcosecha y de inocuidad en el sistema productivo de Albahaca (*Ocimum basilicum* L.) para el cierre de brechas en los municipios de Honda, Mariquita y Espinal en el departamento del Tolima”.

Colección: Alianzas AGROSAVIA

Tipología: Obras de Reflexión y Análisis

Fecha de recepción: 6 de junio de 2024

Fecha de evaluación: 23 de julio de 2024

Fecha de aceptación: 16 de septiembre 2024

Publicado: diciembre de 2024

Preparación editorial

Editorial Agrosavia

editorial@agrosavia.co

Dirección editorial: Astrid Verónica Bermúdez Díaz

Edición: Liliana Gaona García

Corrección de estilo: Nathalie De la Cuadra N.

Diseño y diagramación: María Paula Berón

Citación sugerida: Flórez Martínez, D. H., Cárdenas Solano, L. J., Ávila Cárdenas, J., Montes, N. L., Criollo Nuñez, J., & Beltrán Medina, J. I., (2025). *La ruta de la albahaca (Ocimum basilicum): aproximación a una estrategia de diversificación de usos para los excedentes de producción*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA). <https://doi.org/10.21930/agrosavia.analisis.7407761>

Cláusula de responsabilidad: AGROSAVIA no es responsable de las opiniones y de la información recogida en el presente texto. Los autores asumen de manera exclusiva y plena toda responsabilidad sobre su contenido, ya sea este propio o de terceros, declarando en este último supuesto que cuentan con la debida autorización de terceros para su publicación. Igualmente, expresan que no existe conflicto de interés alguno en relación con los resultados de la investigación propiedad de tales terceros. En consecuencia, los autores serán responsables civil, administrativa o penalmente, frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros, relativa a los derechos de autor u otros derechos que se vulneren como resultado de su contribución.

Línea de atención al cliente: 018000121515

atencionalcliente@agrosavia.co

www.agrosavia.co



https://co.creativecommons.org/?page_id=13

Contenido

Los autores	17
-------------	----

Introducción	21
--------------	----

Capítulo I

Diseño metodológico para la construcción de itinerarios de ruta	25
Fase 1. Diseño de la estrategia de búsqueda	25
Fase 2. Análisis cienciométrico nivel 1	25
Fase 3. Análisis cienciométrico nivel 2	26
Fase 4. Análisis de patentometría	27
Fase 5. Tendencias de mercado	28
Análisis integral de la hoja de ruta	28

Capítulo II

Análisis de tendencias científicas en usos y agregación de valor de la albahaca y sus residuos	31
Tendencias en investigación en usos de residuos de albahaca	31
Estrategia de búsqueda	31
Referentes en investigación, autores, instituciones, países y fuentes de consulta de los usos de residuos de albahaca	34
Líneas de trabajo y tópicos clave en usos de residuos de albahaca	40
Documentos clave	48
Tendencias y fronteras de investigación en usos de residuos de albahaca	53
Estrategia de búsqueda	58
Referentes en investigación, autores, instituciones, países y fuentes de consulta en usos de albahaca	61
Líneas de trabajo y tópicos clave en albahaca	69
Documentos clave	74

Componentes de capacidades e investigación para la hoja de ruta de la albahaca	79
Elementos de línea base de capacidades	79
Hitos y victorias tempranas requeridas en torno al fortalecimiento de capacidades	79
Factores habilitantes relacionados con los avances científicos en investigación básica y aplicada	80
Hitos y victorias tempranas requeridas en torno al desarrollo de investigación básica y aplicada	80
Estructura de capacidades y avances científicos	81

Capítulo III

Análisis de tendencias tecnológicas en usos y agregación de valor de la albahaca y sus residuos	85
Estrategia de búsqueda	85
Indicadores de patentamiento	87
Países líderes	87
Análisis por organizaciones	88
Problemas de la técnica	89
Tendencias tecnológicas	90
Fabricación de alimentos	90
Perfumería y cosméticos	92
Uso farmacéutico y medicinal	94
Uso en agricultura	94
Pigmentos naturales y usos artesanales	96
Patentes relacionadas con el aprovechamiento de extractos de albahaca	97
Tecnologías para la obtención de subproductos	100
Patentes presentadas en Colombia	102

Componentes de desarrollo tecnológico para la hoja de ruta de la albahaca	102
Factores habilitantes relacionados con los avances en desarrollo tecnológico	103
Hitos y victorias tempranas requeridas en torno al desarrollo de investigación básica y aplicada	103
Factores habilitantes relacionados con productos tecnológicos	104
Hitos y victorias tempranas requeridas en torno a los productos tecnológicos	104
Estructura de desarrollo tecnológico y productos tecnológicos	104

Capítulo IV

Análisis de tendencias comerciales en usos y agregación de valor de la albahaca y sus residuos	107
Comercio internacional	107
Comercio nacional	110
Preparaciones para salsas y salsas preparadas, condimentos y sazónadores, compuestos	115
Comercio internacional	115
Comercio nacional	118
Preparaciones alimenticias, no contempladas en otra parte	121
Comercio internacional	121
Comercio nacional	124
Aceites esenciales, contemplados en la partida arancelaria 330129	128
Comercio internacional	128
Comercio nacional	131
Componentes de mercado y nichos de comercialización para la hoja de ruta de la albahaca	133
Factores habilitantes relacionados con los avances en desarrollo tecnológico	133
Hitos y victorias tempranas requeridas en torno al desarrollo de investigación básica y aplicada	134
Estructura de nichos de mercado	135

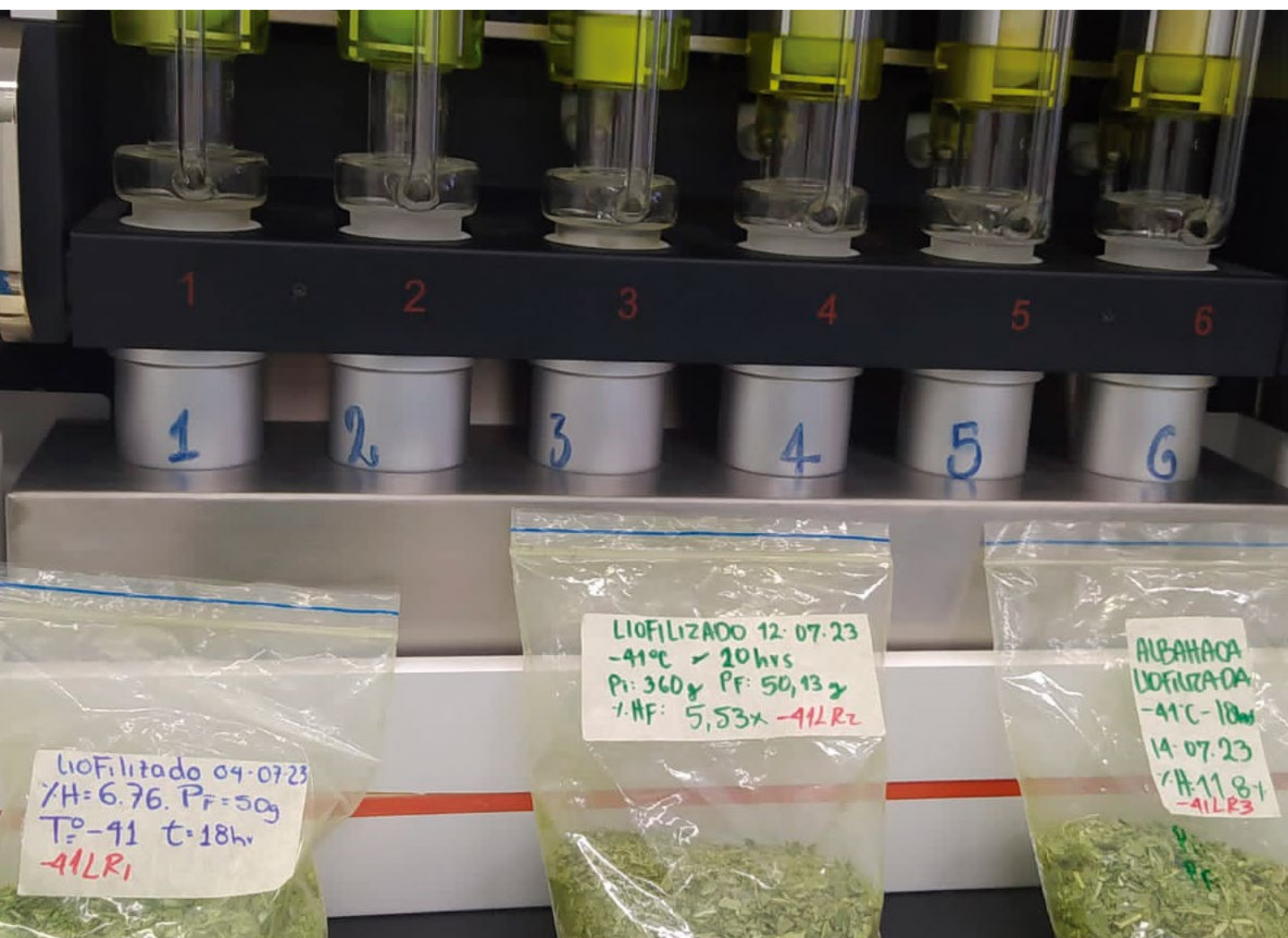
Capítulo V

Hoja de ruta estratégica para el aprovechamiento de residuos de cosecha y poscosecha de cultivos de albahaca	139
Línea base de capacidades	139
Avances mundiales en I+D: artículos científicos	139
Avances mundiales en innovación: patentes	140
Potenciales productos por desarrollar (tecnológicos y no tecnológicos)	140
Nichos de mercado	140
Itinerario de ruta estratégico para usos de albahaca y sus residuos	140

Capítulo VI

Perspectivas para la cadena productiva de albahaca y su hoja de ruta	143
Perspectivas de las tendencias comerciales	143
Sobre las exportaciones	143
Sobre las importaciones	144
Sobre las empresas colombianas	145
Sobre los productos	146
Perspectivas de las tendencias tecnológicas	147
Perspectiva en torno a la fabricación de alimentos	148
Perspectiva en torno a la fabricación de cosméticos	148
Perspectiva en torno a la fabricación de farmacéuticos	148
Perspectiva en torno a la fabricación de insumos para la agricultura y la agroindustria	149
Perspectiva en torno a usos tradicionales	149
Perspectivas de las tendencias científicas	149
Perspectiva para las líneas tradicionales	150
Perspectiva para las líneas diferenciales	150
Perspectiva para las líneas exploratorias	151

Referencias	153
Anexo. Diseño metodológico detallado	163
Elementos metodológicos específicos para el análisis de tendencias científicas	163
Elementos metodológicos específicos para el análisis de tendencias tecnológicas	164
Elementos metodológicos específicos para el análisis de tendencias comerciales	165
Elementos metodológicos específicos para la construcción y el análisis de la hoja de ruta estratégica	166





Lista de figuras

Figura 1	Diseño metodológico	27
Figura 2	Dinámica de publicaciones en usos de residuos de albahaca	33
Figura 3	Gráfico Sankey, países-instituciones-tópicos generales	35
Figura 4	Ley de Bradford, difusión de conocimiento	39
Figura 5	Ley de Bradford, uso de conocimiento	40
Figura 6	Red de coocurrencia de palabras clave de usos de residuos de albahaca (tendencias generales)	42
Figura 7	Red de coocurrencia de textos clave de usos de residuos de albahaca (tendencias específicas)	44
Figura 8	Red de coocurrencia de compuestos químicos de interés para los usos de residuos de albahaca (tendencias complementarias)	46
Figura 9	Mapa de distribución temática de investigaciones en usos de residuos de albahaca	46
Figura 10	Núcleo de conocimiento de la investigación en usos de residuos de albahaca	48
Figura 11	Espectroscopia de referencias para la investigación en usos de residuos de albahaca	52
Figura 12	Red de acoplamiento bibliográfico. Clústeres de tendencias	57
Figura 13	Red de acoplamiento bibliográfico. Frentes de investigación	57
Figura 14	Dinámica de publicaciones en usos de la albahaca	60
Figura 15	Gráfico Sankey. Países-instituciones-tópicos generales	61
Figura 16	Ley de Bradford. Difusión de conocimiento	67
Figura 17	Red de coocurrencia de palabras clave de usos de la albahaca (tendencias principales)	71
Figura 18	Red de coocurrencia de textos clave de usos de la albahaca (tendencias complementarias)	72

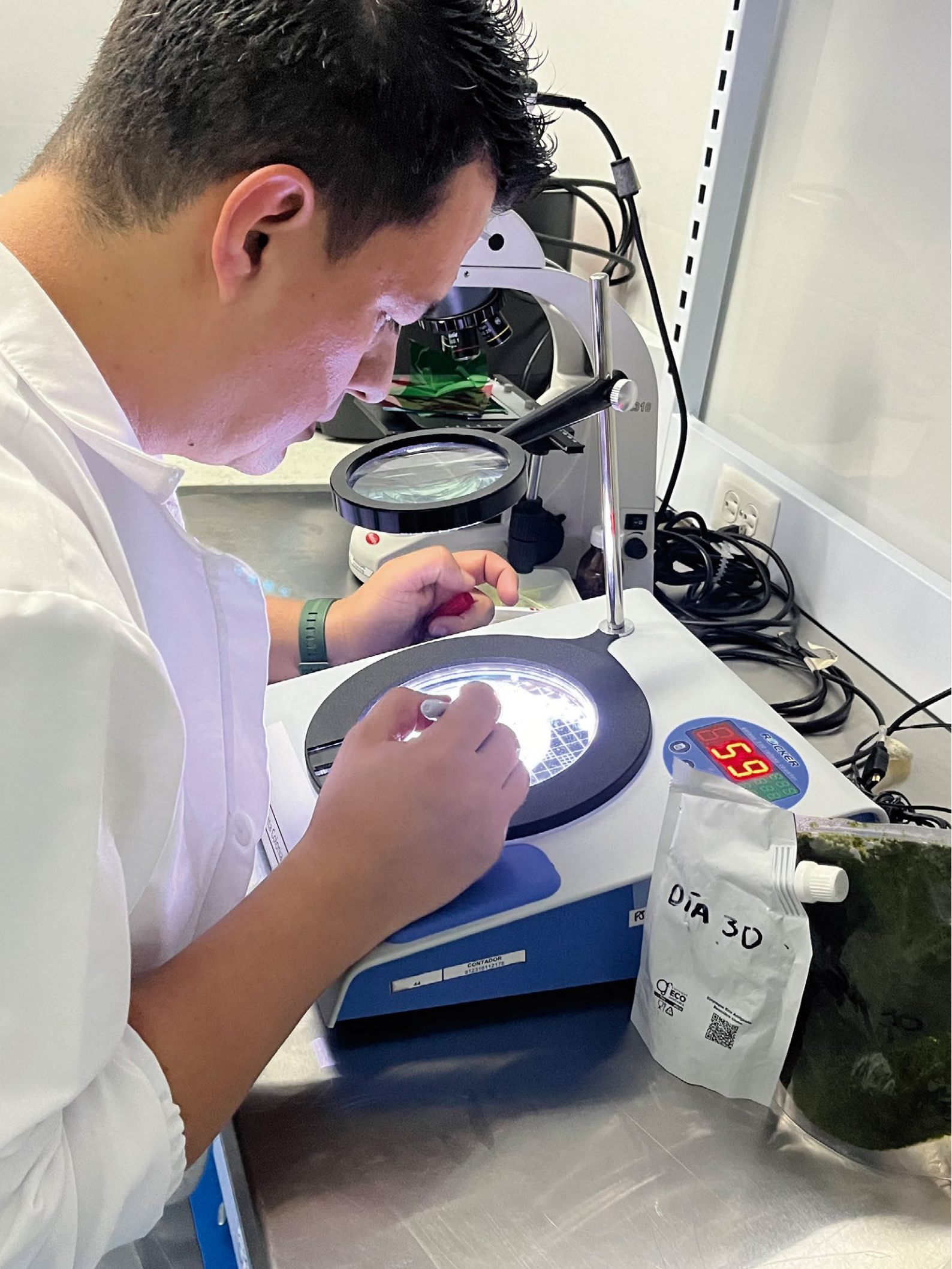
Figura 19	Mapa de distribución temática de investigaciones en usos de la albahaca	72
Figura 20	Núcleo de conocimiento de la investigación en albahaca	73
Figura 21	Espectroscopia de referencias para la investigación en usos de albahaca	77
Figura 22	Capa de capacidades y capa de avances científicos	82
Figura 23	Tendencia de publicaciones	87
Figura 24	Densidad por países	88
Figura 25	Principales aplicantes de solicitudes de patente	88
Figura 26	Principales inventores de solicitudes de patente	89
Figura 27	Concurrencia de tópicos clave	89
Figura 28	Tópicos clave en los que se han desarrollado las solicitudes de patente	90
Figura 29	Distribución demográfica de solicitudes de patentes relacionadas con extractos de albahaca	97
Figura 30	Capa de avances tecnológicos y productos tecnológicos y no tecnológicos	105
Figura 31	Exportaciones mundiales de albahaca en fresco	108
Figura 32	Principales países exportadores de albahaca en fresco	109
Figura 33	Importaciones mundiales de albahaca en fresco	109
Figura 34	Principales países importadores de albahaca en fresco	110
Figura 35	Destino de las exportaciones de Colombia	111
Figura 36	Volumen (kg) importado	113
Figura 37	Exportaciones mundiales de preparaciones de albahaca	115
Figura 38	Principales países exportadores en cantidad de preparaciones de albahaca	116
Figura 39	Principales países exportadores en valor de preparaciones de albahaca	116

Figura 40	Importaciones en cantidad de preparaciones de albahaca	117
Figura 41	Principales países importadores en volumen de preparaciones de albahaca	117
Figura 42	Principales países importadores en valor de preparaciones de albahaca	118
Figura 43	Destino de las exportaciones colombianas	119
Figura 44	Exportaciones de otras preparaciones de albahaca (toneladas)	122
Figura 45	Principales países exportadores en volumen de otras preparaciones de albahaca	123
Figura 46	Importaciones de otras preparaciones de albahaca (toneladas)	123
Figura 47	Principales países importadores en volumen de otras preparaciones de albahaca	124
Figura 48	Exportaciones en cantidad de aceites esenciales de albahaca	129
Figura 49	Principales países exportadores en cantidad de aceites esenciales de albahaca	129
Figura 50	Importaciones en cantidad de aceites esenciales de albahaca	130
Figura 51	Principales países importadores en cantidad de aceites esenciales de albahaca	130
Figura 52	Capa de nichos de mercado	136
Figura 53	Hoja de ruta estratégica para usos de albahaca y sus residuos	141

Lista de tablas

Tabla 1	Referentes mundiales de la investigación en usos de residuos de albahaca	36
Tabla 2	Documentos clave en usos de la albahaca categorizados y priorizados por indicadores bibliométricos	49
Tabla 3	Picos de actividad y publicaciones clave en usos de residuos de albahaca	52
Tabla 4	Referentes mundiales de la investigación en usos de albahaca según número de publicaciones	63
Tabla 5	Documentos clave en usos de la albahaca categorizados y priorizados por indicadores bibliométricos	74
Tabla 6	Picos de actividad y publicaciones clave	77
Tabla 7	Palabras clave	85
Tabla 8	Códigos de clasificación internacional relacionados	86
Tabla 9	Patente CN103621831B	91
Tabla 10	Patente KR101737574B1	92
Tabla 11	Patente CN105368675A	92
Tabla 12	Patente WO2018021777A1	93
Tabla 13	Patente CN106389257A	93
Tabla 14	Patente CN115645602A	94
Tabla 15	Patente KR20150149567A	95
Tabla 16	Patente CN105766901B	95
Tabla 17	Patente CN105367298	96
Tabla 18	Patente CN105085059A	96
Tabla 19	Patente US8697429B2	96
Tabla 20	Patente WO2022157457A1	98
Tabla 21	Patente JP5138004B2	98

Tabla 22	Patente CN103918935B	99
Tabla 23	Patente CN112741115B	99
Tabla 24	Códigos de clasificación internacional relacionados	100
Tabla 25	Exportaciones en volumen y valor 2015-2021	111
Tabla 26	Empresas exportadoras en 2021	112
Tabla 27	Importaciones de albahaca 2015-2021	113
Tabla 28	Empresas importadoras en 2021	114
Tabla 29	Exportaciones en volumen y valor de 2015 a 2021	118
Tabla 30	Empresas exportadoras en 2021	119
Tabla 31	Volumen y valor de las importaciones entre 2015 y 2021	120
Tabla 32	Empresas importadoras en 2021	121
Tabla 33	Exportaciones colombianas en volumen (kg) y valor FOB (\$USD)	125
Tabla 34	Empresas exportadoras en 2021	126
Tabla 35	Importaciones colombianas 2015-2021	126
Tabla 36	Empresas importadoras	127
Tabla 37	Exportaciones colombianas en volumen y valor durante 2015-2021	131
Tabla 38	Importaciones en volumen y valor en el periodo 2015-2021	132
Tabla 39	Empresas importadoras en Colombia en 2021	132



Los autores

Diego Hernando Flórez Martínez

Correo: dhflorez@agrosavia.co

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-1246-6513>

Ingeniero químico, magíster en Ingeniería Industrial, MBA en Transformación Digital y doctor en Ingeniería-Industria y Organizaciones de la Universidad Nacional de Colombia. Actualmente se desempeña como jefe del Departamento de Inteligencia y Divulgación Científica y Tecnológica de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA), donde lidera las líneas de investigación en inteligencia y vigilancia estratégica para la I + D + i, divulgación pública de la ciencia y gestión de datos e información científica. Su área de conocimiento y experticia abarca las áreas de gestión del conocimiento, vigilancia e inteligencia competitiva, planeación estratégica, cienciometría, prospectiva estratégica y tecnológica; el análisis de cadenas productivas agroindustriales y megatendencias, y el diseño de metodologías de planeación estratégica a medida (*Tailored methodologies*). Es investigador asociado reconocido por el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación, y líder del grupo de investigación Estudios Socioeconómicos AGROSAVIA.

Leidy Johana Cárdenas Solano

Correo: ljsolano@agrosavia.co

Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-5471-7160>

Ingeniera Industrial, magíster en Ingeniería Industrial enfocada en la gestión de la tecnología y la innovación, certificada como Ciudadana de Datos por la Alianza Caoba y científica de datos certificada por el Ministerio de Tecnologías de la Información y Comunicaciones y Correlation One, con conocimientos en ISO 27001:2013. Investigadora júnior y analista del Departamento de Inteligencia y Divulgación Científica de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA). Cuenta con formación en Platzi en Transformación Digital y con más de diez años de experiencia en valoración financiera de tecnologías, transferencia tecnológica y formulación de proyectos de I+D+i para el Sistema General de Regalías, el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación y el Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED). Sus principales áreas de investigación comprenden la gestión del conocimiento, la innovación y la tecnología, la inteligencia competitiva, la vigilancia tecnológica, la cienciometría, el análisis de las cadenas de valor de la agricultura, el *benchmarking* y la prospectiva tecnológica.

Jacqueline Ávila Cárdenas

Correo: javilac@agrosavia.co

Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-8610-9194>

Profesional en Mercadeo con maestría en Mercadeo Agroindustrial de la Universidad Jorge Tadeo Lozano. Cuenta con veinte años de experiencia en gestión comercial y mercadeo en el sector alimentos y cinco años de experiencia en docencia universitaria. Desde hace seis años lidera proyectos de investigación en el sector agropecuario en temas relacionados con organización empresarial y de negocios, y ha participado como investigadora en el grupo de investigaciones Redes Agroindustriales y Territorio (RAET) de la Universidad Jorge Tadeo Lozano. En la actualidad lidera proyectos que buscan comprender las dinámicas de la oferta y la demanda de la semilla en Colombia como insumo para el fortalecimiento de capacidades locales en la producción de semilla de calidad, con el objetivo de responder a las necesidades de las cadenas de valor y las tendencias del mercado para el desarrollo de estrategias de transferencia de tecnología.

Nelcy Lorena Montes

Correo: nelcy.montes@doehler.com

Ingeniera química con maestría en Dirección de Operaciones de la Universidad de La Sabana. Tiene experiencia en investigación, análisis y evaluación de nuevas tecnologías a través de propiedad intelectual. Cuenta con habilidades para la toma de decisiones, tanto tácticas como estratégicas, orientadas a mejorar y optimizar productos y procesos. Dohler Group Production Planner.

Jenifer Criollo

Correo: jcriollo@agrosavia.co

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-1623-4966>

Ingeniera de alimentos, magíster en Ciencias Agroalimentarias y doctora en Ingeniería con énfasis en Alimentos. Tiene experiencia en manejo de cosecha, poscosecha, beneficio y transformación de frutos como mango, aguacate, copoazú, sachá inchi, albahaca y cacao, así como en aplicaciones biotecnología para la implementación de procesos de licuefacción enzimática de pulpas de fruta, optimización de fases de fermentación y tostión, y desarrollo biotecnológico de iniciadores para promover fermentaciones semisólidas. Investigadora máster de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA).

José Isidro Beltrán Medina

Correo: jibeltran@agrosavia.co

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-3395-4877>

Ingeniero agrónomo de la Universidad del Tolima con maestría en Fisiología Vegetal de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Actualmente, trabaja como investigador máster en el Centro de Investigación Nataima de la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA). Cuenta con experiencia en las áreas de ecofisiología, mejoramiento genético, nutrición mineral y estrés abiótico (metales pesados) en cultivos de lima ácida, cacao y cultivos transitorios como arroz, sorgo forrajero, algodón y maíz. Tiene amplio conocimiento de la relación suelo-planta-agua a través de las respuestas fisiológicas y bioquímicas de las plantas, y cómo estas afectan los componentes de rendimiento de los cultivos





Introducción

Los estudios de inteligencia y vigilancia estratégica para la I+D+i se enfocan en analizar las tendencias, los cambios y los retos futuros asociados a las problemáticas, las oportunidades y los retos clave a los que responde el desarrollo de proyectos de investigación, desde perspectivas científico-tecnológicas, socioeconómicas, político-normativas y ambientales-territoriales.

Esta investigación, que se enfoca en el análisis de tendencias de investigación básica y aplicada (generación de conocimiento científico a través de artículos científicos), tendencias en desarrollo tecnológico de productos y procesos (generación de activos de propiedad intelectual como patentes) y tendencias comerciales (balanza comercial por nichos de mercado y categorías de productos por usabilidad), se realizó en el marco del proyecto de investigación titulado “Implementación de alternativas de manejo agronómico, postcosecha y de inocuidad en el sistema productivo de Albahaca (*Ocimum basilicum* L.) para el cierre de brechas en los municipios de Honda, Mariquita y Espinal en el departamento del Tolima”. Los resultados obtenidos son un insumo clave para desarrollar alternativas de aprovechamiento de residuos, excedentes, subproductos y coproductos a lo largo de la cadena de valor de la albahaca, especialmente durante las fases de cosecha y poscosecha.

El cultivo de albahaca (*Ocimum basilicum* L.) se considera una opción agrícola viable en Colombia. Esta planta, conocida por sus propiedades aromáticas, se destaca por su uso en la cocina y la medicina gracias a sus efectos diuréticos y estimulantes. Asimismo, su elevado contenido de aceite esencial, compuesto por cineol, metilchavicol, linalol, estragol, eugenol y timol, se utiliza en diversas industrias como la cosmética, alimentaria y farmacéutica. La albahaca es una planta con gran potencial de uso, ya sea para consumo en fresco en una variedad amplia de recetas o para extracción de aceites esenciales y deshidratados, o en industrias especializadas como la farmacéutica y la cosmética.

Las principales áreas para mejorar señaladas por los productores, las instituciones de investigación locales y la Secretaría de Agricultura del departamento del Tolima en relación con el sistema productivo de la albahaca se centran en tres aspectos clave: la seguridad alimentaria, las prácticas agronómicas y el desarrollo agroindustrial. Este último se enfoca especialmente en explorar opciones para aprovechar los excedentes de producción, subproductos y coproductos que no cumplen con las características para un mercado de exportación.

Los resultados de esta investigación se basan en la implementación y adaptación de los diseños metodológicos de inteligencia estratégica para la I+D+i propuestos por Flórez-Martínez et al. (2023), Flórez-Martínez et al. (2024) y Santacruz-Castro et al. (2022). Estos resultados se presentan en los seis capítulos de esta publicación.

El capítulo I presenta el diseño metodológico de la investigación, el cual integra herramientas, métodos y metodologías de vigilancia, ciencimetría y mapeo de tendencias. La metodología comprende cinco fases nucleares que se adaptan de manera específica para el análisis de información científica, tecnológica y comercial. La sexta fase de integración emplea la metodología de construcción de itinerarios de ruta tecnológicos propuesta por Phaal et al. (2004) y Phaal y Muller (2009), para diseñar la ruta de usos alternativos de la albahaca y sus residuos de cosecha.

El capítulo II muestra la implementación del diseño metodológico para la identificación y caracterización de tendencias científicas. Estas últimas corresponden a los resultados de investigación que se sintetizan y difunden a través de artículos científicos, artículos de revisión, actas de conferencia, capítulos de libro y libros. Las tendencias se identificaron a partir de análisis bibliométricos y cienciométricos, que facilitan la definición de líneas de investigación, categorías de resultados obtenidos y usos de la albahaca. El capítulo integra tendencias generales asociadas a los tópicos clave de cada producto de investigación (palabras clave), tendencias específicas relacionadas con la intencionalidad, la ruta de trabajo y los resultados obtenidos en las investigaciones (título y resumen), tendencias complementarias con relación a compuestos químicos de interés en la relación función-uso (reporte de sustancias desde el estándar de la Sociedad Estadounidense de Química), tendencias principales y frentes de investigación a partir de la relación de las publicaciones a través de las referencias documentales que comparten y el número de citas recibidas, y finalmente la categorización de las tendencias de acuerdo con su grado de desarrollo e importancia relativa frente al núcleo de conocimiento.

El capítulo III se enfoca en el análisis de la dinámica de protección de desarrollos tecnológicos especializados (activos de conocimiento) a través de patentes. Para esto, se identifican los países líderes en la publicación de patentes, las organizaciones y los principales problemas que buscan ser solventados a través de los productos y procesos objeto de protección de propiedad intelectual. Luego, se analizan patentes de interés relacionadas con cinco tendencias clave: fabricación de alimentos, industria cosmética, industria farmacéutica, agroindustria y usos tradicionales (artesanales y etnofarmacológicos). A partir de esta categorización, se identifican desarrollos y tecnologías enfocadas en el aprovechamiento de residuos y obtención de subproductos.

En el capítulo IV, se analiza la balanza comercial para los principales nichos de mercado relacionados con la albahaca, como producto en fresco o insumo. De acuerdo con el análisis del comportamiento de las exportaciones e importaciones en el mundo, y de la dinámica de las exportaciones e importaciones de Colombia, se presentan las cinco potenciales rutas hacia las cuales se puede orientar el desarrollo investigativo y tecnológico, con miras a introducir productos innovadores en el mercado.

En el capítulo v, a partir de la metodología de itinerario de ruta, se elabora la guía de desarrollo en el corto, mediano y largo plazo de iniciativas de I+D+i que faciliten el aprovechamiento de la albahaca y sus excedentes de cosecha y poscosecha, a través de la transformación y agregación de valor, como respuesta a una necesidad en mercados específicos. La hoja de ruta se convierte en una herramienta para alcanzar, desde un escenario actual, un escenario deseado, y así complementar factores habilitantes, capacidades de trabajo e hitos o victorias tempranas por alcanzar.

Por último, en el capítulo vi se presentan las perspectivas para la hoja de ruta de la albahaca desde la mirada de tendencias científicas, tecnológicas y comerciales.





Para esta investigación, se estableció un diseño metodológico general de cinco fases, el cual se presenta en la figura 1. Este diseño se adaptó de manera específica a los análisis de tendencias científicas, tecnológicas y comerciales.

Fase 1. Diseño de la estrategia de búsqueda

Los estudios de inteligencia científica y tecnológica basados en cienciometría y análisis de tendencias tienen como primera fase en su desarrollo metodológico la construcción de la estrategia de búsqueda representada en una ecuación estructural (Flórez-Martínez et al., 2020).

La ecuación estructural la conforman entre uno y cuatro constructos (conjuntos de palabras o términos de interés), que se relacionan a través de operadores booleanos. Los constructos se categorizan en cuatro tipologías: 1) objeto de estudio, el cual comprende términos clave relacionados con el tema específico de investigación (por ejemplo, aguacate como sistema productivo; *Diatraea saccharalis* como plaga del cultivo de caña de azúcar, y flavonoides como compuesto bioactivo en frutas y hortalizas); 2) objeto de trabajo, que abarca términos clave que inciden en el objeto de estudio (por ejemplo, herramienta, métodos, metodologías, modelos, tecnologías, líneas de investigación, tópicos de investigación, entre otros); 3) exclusiones, las cuales incluyen términos y palabras que generan “ruido” en la recuperación de datos e información, principalmente palabras que pueden tener diferentes significados, que no son de interés para el objeto de estudio, entre otros, y 4) restricciones, términos que limitan la recuperación de información en los constructos de objeto de estudio u objeto de trabajo (como restricciones temporales, restricciones por tipo de documento, restricciones por área temática, restricciones por ubicación geográfica).

Fase 2. Análisis cienciométrico nivel 1

En esta fase, se desarrolla la implementación de herramientas de análisis cienciométrico para identificar referentes de investigación en los objetos de estudio: albahaca y sus residuos, principalmente autores, instituciones, países, documentos y tópicos (Leydesdorff & Milojević, 2015). Además, con el apoyo de herramientas de construcción y visualización de paisajes científicos,

como VOSviewer® y Bibliometrix®, se representan las redes de colaboración científica y los mapas de distribución de tópicos (Aria & Cuccurullo, 2017; Van Eck & Waltman, 2010).

Este nivel de análisis permite identificar: 1) autores líderes, que se consideran pares científicos en la investigación del objeto de estudio y la resolución de problemas basados en conocimiento; 2) organizaciones líderes, que se consideran aliadas potenciales para el desarrollo de proyectos, procesos de transferencia de tecnología y fortalecimiento de capacidades; 3) países líderes, los cuales se consideran referentes en la investigación del objeto de estudio para el desarrollo de ejercicios de *benchmarking* o desarrollo de misiones técnico-científicas de exploración, y 5) tópicos tendenciales, su persistencia, ocurrencia y disminución en función del tiempo. Los productos de esta fase son indicadores de actividad y mapa de correlación.

Fase 3. Análisis cuantitativo nivel 2

El nivel 2 de análisis comprende la identificación de temáticas de investigación a través de análisis de coocurrencia (Santa Soriano et al., 2018) y la identificación de frentes de investigación a través de análisis de citas, cocitas y acoplamiento bibliográfico (Mazov et al., 2020). El análisis de coocurrencia permite, por medio de las palabras clave de los artículos científicos, los textos clave en títulos y resúmenes, y los textos en la sección de conclusiones, identificar grupos temáticos de investigación actual (clústeres) y grupos temáticos de investigación futura (clústeres potenciales) conformados por tópicos afines (Bartol et al., 2016). El análisis de citas ayuda a reconocer grupos de publicaciones científicas que se interrelacionan a través de la citación directa entre estos. Estos grupos de documentos comprenden un área de trabajo común que, en función del número de documentos y citas, pueden ser categorizadas como un frente de investigación (Boyack & Klavans, 2010).

Por su parte, el análisis de cocitas permite identificar grupos de publicaciones científicas que se interrelacionan a través de la citación simultánea por una tercera fuente. Estos grupos de documentos comprenden un área de trabajo (documentos que citan) que tiene una base temática común (documentos citados) (Upham & Small, 2010). El análisis de acoplamiento bibliográfico permite identificar grupos de publicaciones científicas que se interrelacionan por medio de las referencias que comparten. Estos grupos de documentos ayudan a delimitar líneas de base en las referencias en común que se comparten y frentes de investigación en los documentos que citan dichas referencias (Boyack & Klavans, 2010).

La información de las tendencias científicas contiene la capa de línea de base para el desarrollo de tecnologías y productos a base de albahaca.

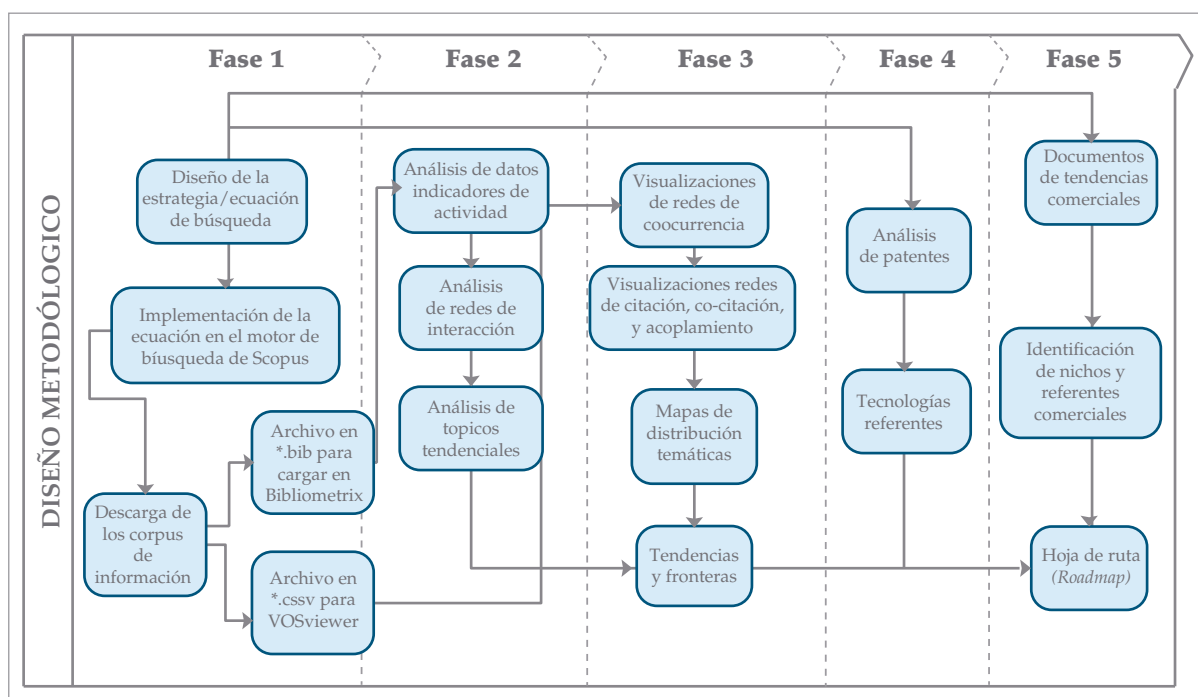


Figura 1. Diseño metodológico.

Fuente: Elaboración propia, a partir de Flórez-Martínez et al. (2021)

Fase 4. Análisis de patentometría

El objetivo del análisis de patentes es examinar los documentos técnicos que oficialmente otorgan derechos de invención y propiedad intelectual, sobre avances y contribuciones al desarrollo de tecnologías (Castellanos Domínguez et al., 2011). Estas tecnologías se convierten en un insumo clave para procesos de investigación e innovación, ya que reflejan el avance científico tangible en un tema de investigación, en función de productos y procesos.

Para esta investigación, el análisis de patentes busca identificar aspectos tendenciales en el desarrollo tecnológico de productos basados en albahaca. Así, se implementó la herramienta PatentInspiration® para la generación de reportes en:

- Áreas tecnológicas y científicas utilizadas en el desarrollo de las patentes (*technology radar*).
- Áreas de categorización de las patentes acorde con el código internacional de patentes (*thematic group map*).
- Atributos de valor de las patentes con relación al incremento de características benéficas, la reducción de problemas o características no deseadas y el cambio o la estabilización de características de interés (*modifiers mapping*).

- Ecuación de valor de las tecnologías desarrolladas, lo cual permite integrar los atributos de valor de las patentes a partir de las categorías de eficiencia (incremento en las características de interés del producto), daño (efectos negativos que limitan), interfase (características de interacción del producto) y costo (reducción o incremento).
- Mapa de coocurrencias de textos clave, que genera una red temática basándose en el título y el resumen de la patente.

La información de patentes integra la capa de desarrollos tecnológicos disponibles para la generación, el uso y el aprovechamiento de la albahaca y sus residuos.

Fase 5. Tendencias de mercado

El análisis de mercados comprende la identificación de tendencias en la oferta y demanda de productos basados en albahaca o sus residuos. En esta investigación, el escaneo comercial busca identificar las novedades y tendencias de la albahaca en los nichos de mercados. El método que se usó es una adaptación del análisis del entorno (*environmental scanning*) (Choo, 2001), enfocado en la variable comercial para la recuperación de reportes de tendencias de mercado y consumo de la albahaca y sus residuos.

Análisis integral de la hoja de ruta

El itinerario de ruta (*roadmapping*) es una herramienta de integración y visualización estratégica, enfocada en establecer las alternativas de desarrollo tecnológico e inserción en un nicho de mercado, a través de capas de análisis con relaciones intracapa e intercapa. Esta metodología, acorde con lo propuesto por Daim et al. (2018) y Phaal (2004), interrelaciona cuatro capas principales en función del tiempo: 1) capa de recursos o línea de base disponible; 2) capa de desarrollos científicos y avances en la generación de conocimiento científico identificadas en publicaciones indexadas; 3) capa de avances tecnológicos en productos, procesos y métodos identificados en patentes sometidas y concedidas, y 4) nichos de mercado, actuales y potenciales, en los que se puede introducir un producto con valor agregado.





Este capítulo se enfoca en retar, contrastar y analizar el alcance del proyecto desde su base científica frente al estado actual de áreas de conocimiento en las cuales se enmarca el proyecto. El objetivo es detallar en los referentes, las tendencias y el impacto cuantitativo el potencial asociado al proyecto y la construcción de la línea de base de publicaciones clave para su desarrollo. En este sentido, los resultados son un insumo para delimitar el análisis de otros componentes.

Tendencias en investigación en usos de residuos de albahaca

El estudio de tendencias en investigación relacionadas con los usos de los residuos de albahaca se realizó a través del análisis de información recuperada de los motores de indexación de revistas de Scopus® (Elsevier), WoS® (Clarivate Analytics) y Scielo® (Scielo Citation Index).

Estrategia de búsqueda

La estrategia de búsqueda que se diseñó para identificar y analizar las tendencias de investigación en el aprovechamiento y uso de los residuos de albahaca, para el diseño y la elaboración de productos de valor agregado, comprende una ecuación estructural de tres componentes: el primero consolida de manera exhaustiva los nombres científicos y comunes de las principales variedades de albahaca (objeto de estudio); el segundo conforma los términos que más se usan en las áreas de conocimiento de poscosecha, transformación, agregación de valor y valorización de productos agropecuarios (objeto de trabajo), y el tercero (focalizador) establece los términos específicos relacionados con residuos, subproductos y excedentes de producción. Adicionalmente, se implementaron restricciones de tiempo y tipo de publicación.

Ecuación 1. Tendencias científicas en el uso de residuos de albahaca

((("albahaca" OR "albaca" OR "alhábega" OR "basílico" OR "ocimum basilicum" OR "basil" OR "great basil" OR "sweet basil" OR "genovese basil" OR "thai basil" OR "O. basilicum var. thyrsoflora" OR "Mrs. Burns' Lemon" OR "O. basilicum var. citriodora" OR "O. basilicum" OR "lemon basil" OR "O. × citriodorum" OR "African blue basil" OR "O. × kilimandscharicum" OR "Anise basil" OR "Licorice basil" OR "Persian basil" OR "O. basilicum 'Liquorice'" OR "Cinnamon basil" OR "Ocimum basilicum 'Cinnamon'" OR "Dark opal basil" OR "Ocimum basilicum 'Dark Opal'" OR "Globe basil" OR "dwarf basil" OR "French basil" OR "Ocimum basilicum 'Minimum'" OR "Lettuce leaf basil" OR "Ocimum basilicum 'Crispum'" OR "Purple basil" OR "Ocimum basilicum 'Purpurescens'" OR "Rubin basil" OR "ocimum basilicum 'Rubin'" OR "Ocimum basilicum thyrsofoli" OR "Ocimum basilicum × O. kilimandscharicum" OR "Ocimum basilicum × O. americanum" OR "Spice basil" OR "Ocimum basilicum × O. americanum" OR "holy basil" OR "Greek basil" OR "Ocimum basilicum var. minimum") AND ("sulfide*" OR "thiolane-type sulfides" OR "polyphenol*" OR "flavonoid*" OR "quercetin" OR "bioactive compound*" OR "volatile compound*" OR "metabolit*" OR "secondary metabolit*" OR "antioxidant*" OR "phytochemical*" OR "nutrient*" OR "chemical composition" OR "add* value*" OR "quercetin" OR "nutraceutic*" OR "carotenoid*" OR "organosulphur*" OR "anthocyanin*" OR "kaempferol" OR "antibacterial" OR "anti-inflammatory" OR "fructo-oligosaccharid*" OR "oligosaccharid*" OR "flavor profile" OR "essential oil*" OR "alkaloid*" OR "aminoacid*" OR "postharvest*" OR "disease prevention" OR "food use*" OR "cosmetic use*" OR "pharmaceutical use*" OR "phytochemistry" OR "natural product*" OR "biomimicry" OR "bioinspired product*" OR "targeted metabolomic*" OR "non-targeted metabolomic*" OR "bioactive molecule*" OR "bioactiv*" OR "anti-inflammatory activit*" OR "antimicrobial activit*" OR "antifungal activit*" OR "antiviral activit*" OR "antioxidant activit*" OR "immunomodulatory activit*" OR "cytotoxic activit*" OR "antimutagenic activit*" OR "antiaging activit*" OR "biofunction*" OR "clinical stud*" OR "functional food*" OR "safety" OR "nutritional quality" OR "functional quality" OR "ethical quality" OR "food carbon footprint" OR "phenolic compound*" OR "phenolic acid*" OR "flavonoid*" OR "phytosterol*" OR "tocopherol*" OR "peptide* bioactiv*" OR "terpene*" OR "sesquiterpene*" OR "glucosinolat*" OR "pre-health" OR "health" OR "bio-enrichment" OR "healthy lifestyle" OR "quality of life" OR "cardiovascular risk" OR "differential quality" OR "consumption biomarker*" OR "recognition of food quality" OR "agri-food quality" OR "safety" OR "nutritional quality" OR "functional quality" OR "ethical quality" OR "value chain" OR "commerce*" OR "market*" OR "consumption" OR "use*" OR "export" OR "international trade" OR "socioeconomic*" OR "productive chain" OR "agrifood system*" OR "prodcutive system*" OR "food safety" OR "family farm*" OR "agribusiness" OR "global value chain" OR "local value chain" OR "human feed*" OR "market niche*" OR "value add*" OR "add* value" OR "food proccess*" OR "food transformation" OR "entrepreneursip" OR "business model*" OR "green market" OR "organic market" OR "fair trade" OR "supply chain" OR "value-added chain" OR "product life cycle" OR linalol OR geraniol OR citral OR alcanfor OR eugenol OR timol OR estragol OR analgesic OR "biorefiner*" OR "natural product*" OR "fermentation" OR "metabolit*" OR "healing" OR "prebiotic*" OR "probiotic*" OR "functional propert*")) AND ("surplus*" OR "residue*" OR "byproduct*" OR "by-product*" OR "secondary product*" OR "wast*" OR "co-product*" OR "crop loss*")) AND PUBYEAR > 2011 AND (LIMIT-TO (DOCTYPE , "ar") OR LIMIT-TO (DOCTYPE , "cp") OR LIMIT-TO (DOCTYPE , "re"))

La ecuación 1 se implementó en cada sistema de indexación en un campo de búsqueda específico: Scopus, TITLE-ABS-KEY; WoS, TOPIC¹, y Scielo, TOPIC.

¹ El campo de búsqueda TOPIC incluye títulos, resúmenes y palabras clave.

El conocimiento en el aprovechamiento de residuos de albahaca en los últimos diez años ha presentado una dinámica de crecimiento constante entre 2012 y 2016 (crecimiento y expectativas en la investigación) y uno acelerado entre 2017 y 2021 (desarrollo y consolidación del núcleo de conocimiento). Las publicaciones entre 2012 y 2022 han recibido en promedio más de 16 citaciones (figura 2).

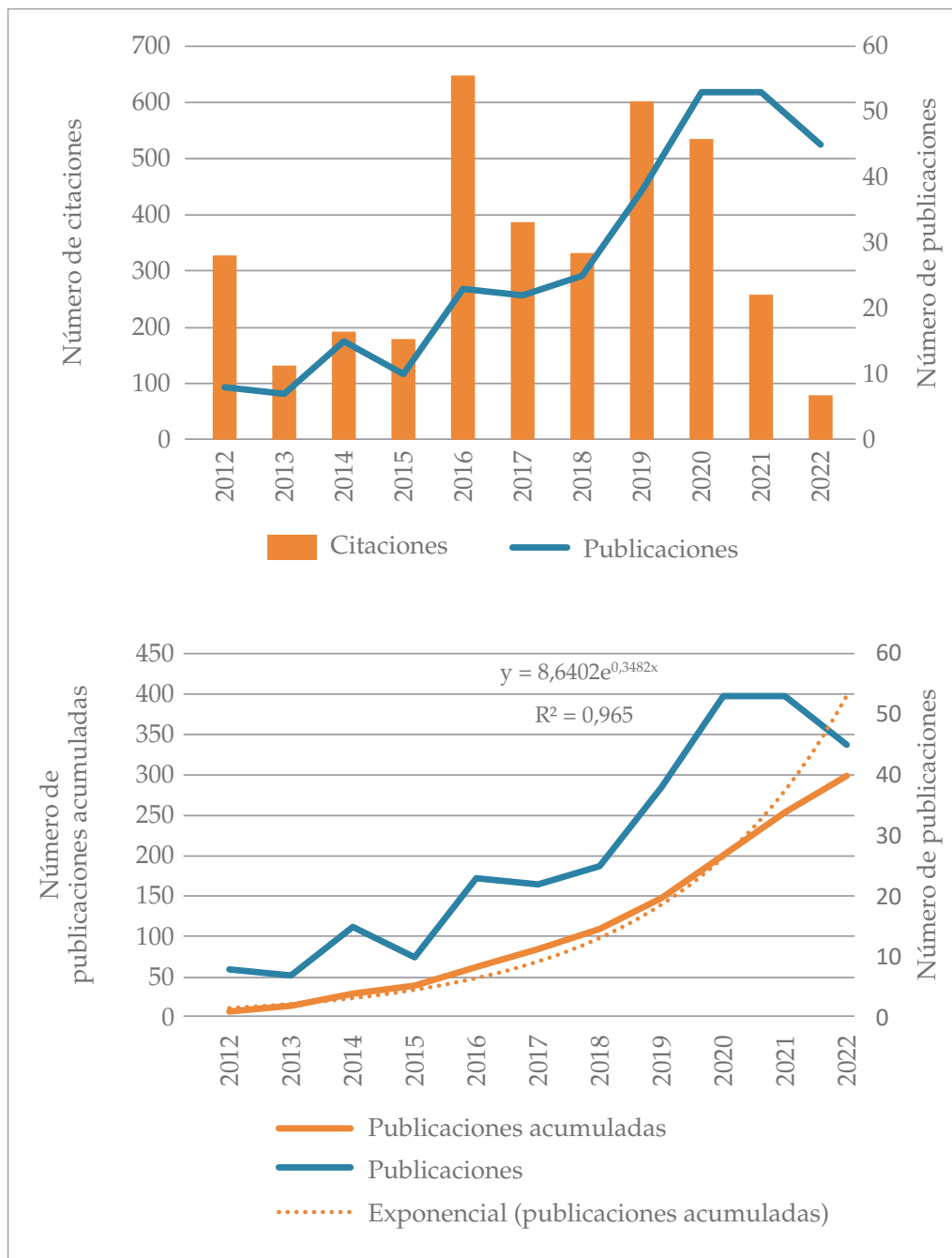


Figura 2. Dinámica de publicaciones en usos de residuos de albahaca.

Fuente: Elaboración propia, a partir de datos de Scopus®, WoS® y Scielo®. Fecha de consulta septiembre de 2022. Software de Análisis Excel®

Según la ley de crecimiento de la ciencia (De Solla Price, 1976), la investigación en usos de residuos de albahaca presenta una tasa anual de incremento del 41,65% y un periodo de duplicación de las publicaciones de 1,9 años.

Las 299 publicaciones indexadas en los motores de búsqueda entre 2012 y 2022 se distribuyen en 204 fuentes de difusión (260 son artículos científicos), que representan el núcleo de investigación en usos de residuos de albahaca. El núcleo está conformado por 137 investigadores que presentan un índice de colaboración de 6,42 (un investigador trabaja en promedio con seis coautores) y el número consolidado de palabras clave es de 1.171 (establecidas por los autores) y 2.714 (establecidas por los sistemas de indexación).

Referentes en investigación, autores, instituciones, países y fuentes de consulta de los usos de residuos de albahaca

Identificar referentes en investigación a través del análisis de publicaciones científicas permite conocer investigadores, organizaciones, países líderes y principales fuentes de consulta, tanto para la divulgación de nuevo conocimiento, como para la consulta de conocimiento de línea base. La figura 3 presenta una visualización de tres variables (*sankey plot*), que permiten generar una interrelación entre palabras clave (tópicos más frecuentes), organizaciones (instituciones líderes en investigación) y países (referentes mundiales). En la figura, se destacan como países referentes Italia, Grecia, Estados Unidos, Irán y Tailandia; cada uno de estos cuenta con una institución líder en la investigación: la Universidad de Torino, la Universidad de Ioánnina, la Universidad Estatal de Arizona, la Universidad Islámica de Azad y la Universidad de Chulalongkorn, respectivamente. Los temas generales de referencia en la investigación en residuos de albahaca se relacionan con la integración de principios, métodos y metodologías de economía circular, análisis de calidad de los residuos frente a presencia de metales pesados, desarrollo de productos de valor agregado desde residuos y excedentes de producción como biochar, biocompostajes, aceites esenciales y productos tipo aditivo, que se caracterizan por un alto contenido de compuestos de interés como flavonoides, antioxidantes, polifenoles, entre otros.

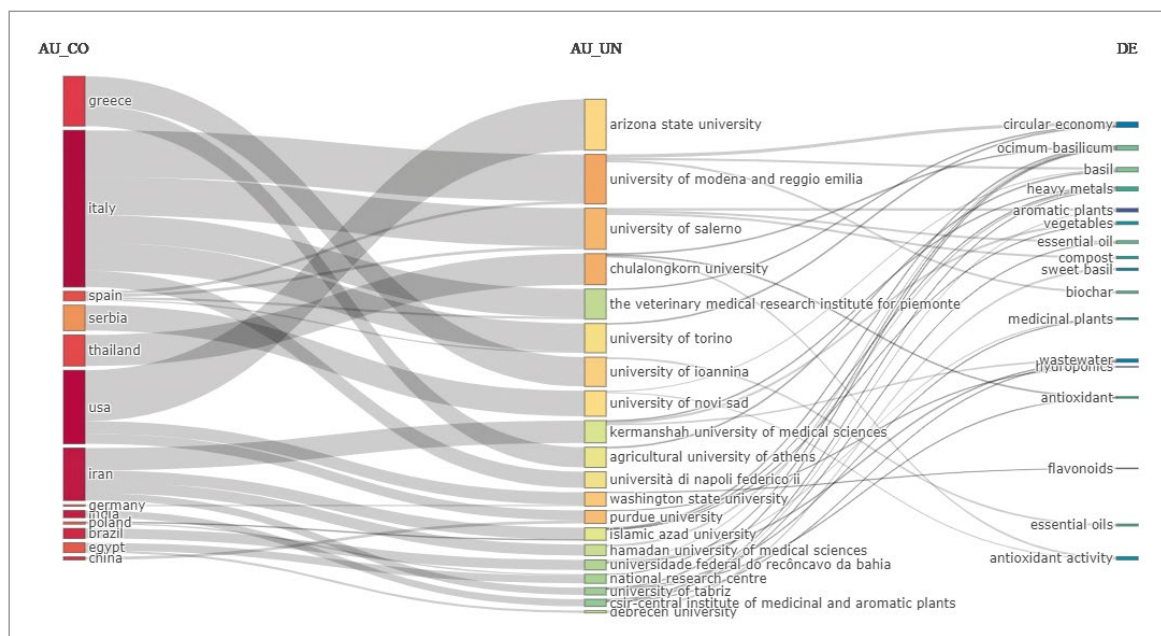
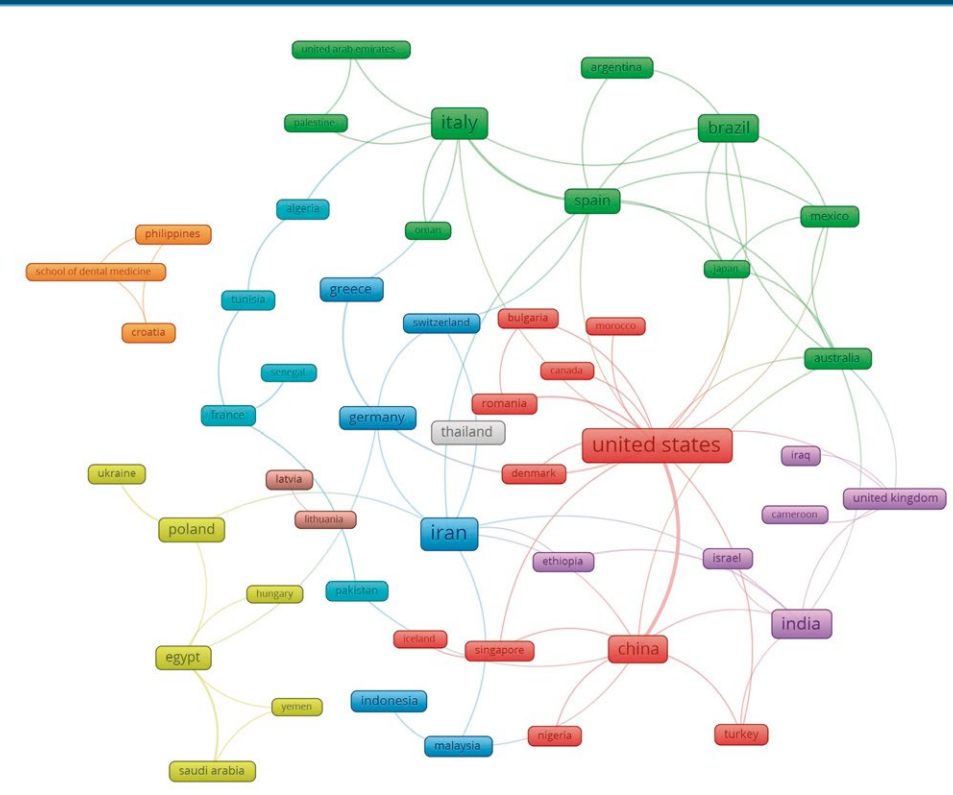


Figura 3. Gráfico Sankey, países-instituciones-tópicos generales.

Fuente: Elaboración propia, a partir de datos de Scopus®, WoS® y Scielo®. Fecha de consulta noviembre de 2022. Software de procesamiento Bibliometrix 4.1.1

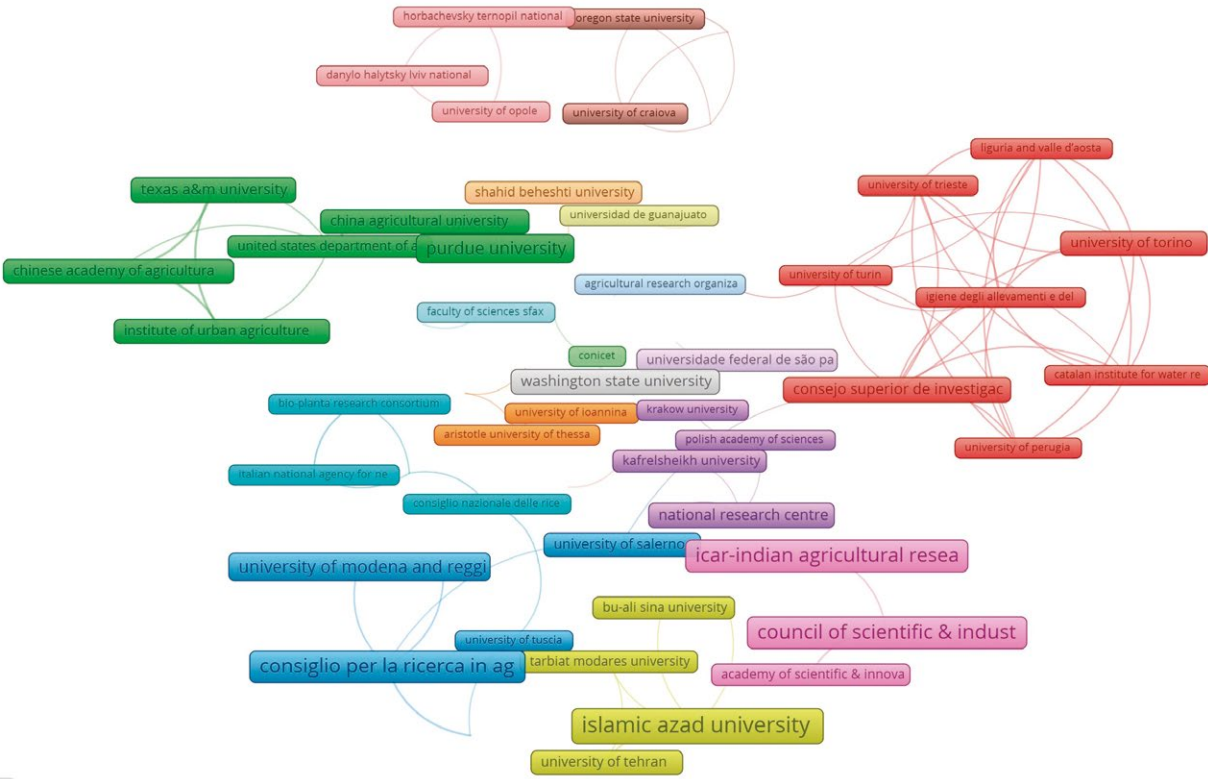
Los principales referentes mundiales en investigación en residuos de albahaca se analizan teniendo en cuenta los países que lideran la generación de conocimiento y las interacciones entre estos para el avance científico, así como las organizaciones líderes (universidades, centros de investigación, empresas privadas, cooperativas de productores) que se especializan en áreas del conocimiento que tienen como objeto de estudio el uso de residuos de albahaca (punto focal de la investigación) o como objeto de trabajo (elemento que influye en otro objeto de estudio) y los investigadores con mayor trayectoria y reconocimiento (tabla 1).

Tabla 1. Referentes mundiales de la investigación en usos de residuos de albahaca

Países líderes	Redes de colaboración
Estados Unidos (47-911)*	 La red internacional de colaboración en investigación en aprovechamiento de residuos de albahaca está conformada por seis clústeres (grupos de trabajo). El primer clúster (rojo), liderado por Estados Unidos, establece una red de cooperación con países asiáticos como China y Singapur, y con países europeos como Rumania, Dinamarca, Turquía y Bulgaria. El segundo clúster (verde), liderado por Italia, comprende una interacción entre Europa, Latinoamérica y Medio Oriente con relaciones de investigación entre Brasil, Argentina, México, Europa, Emiratos Árabes y Omán. El tercer clúster (azul), liderado por Irán, integra países europeos y del sudeste asiático como Malasia y Suiza. El cuarto clúster (amarillo), liderado por Polonia y Egipto, reúne países del Medio Oriente y de Europa del este.
Irán (38-349)	
India (26-351)	
China (19-250)	
Brasil (19-124)	
Alemania (10-136)	
Tailandia (9-74)	
Polonia (12-121)	
España (14-288)	
Egipto (11-91)	

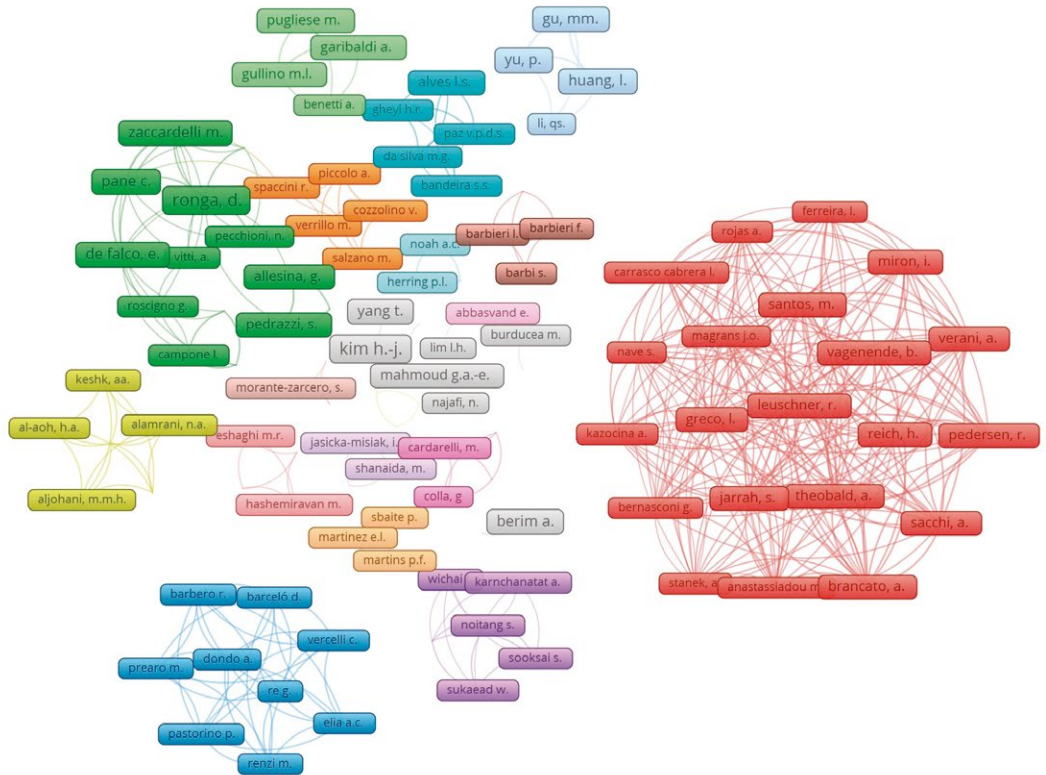
(Continúa)

(Continuación tabla 1)

Instituciones líderes	Redes de colaboración
Islamic Azad University, Irán (10-112)	La red de colaboración científica principal para la investigación en aprovechamiento de residuos de albahaca, establecida por la interacción interinstitucional de organizaciones en un mismo país o entre países, está conformada por 82 instituciones que componen grupos de trabajo integrados por entre 3 y 20 instituciones. Se destaca la red de trabajo (roja) conformada por instituciones de Italia, Brasil y España, en la cual sobresale el liderazgo del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) de España y la Universidad de Nápoles. También se tiene la red de trabajo (verde) de instituciones de Estados Unidos y China, liderada por la Purdue University y la Chinese Academy of Sciences. 
Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria (CREA), Italia (8-183)	
Council of Scientific & Industrial Research (CSIR), India (8-90)	
Icar-Indian Agricultural Research Institute, India (8-102)	
Purdue University, Estados Unidos (6-125)	
University of Modena and Reggio Emilia, Italia (6-153)	
Università degli Studi di Napoli Federico II, Italia (6-59)	
CSIC, España (5-245)	
National Research Centre, Egipto (5-60)	
Texas A&M University, Estados Unidos (5-53)	

(Continúa)

(Continuación tabla 1)

Investigadores líderes	Redes de colaboración
Kim, H. J., Purdue University, Estados Unidos (5-102)	 La red de colaboración entre autores permite identificar comunidades de práctica formales como grupos y redes de investigación. Se destaca la red de colaboración (roja) liderada por Reich, H., de la European Food Safety Authority, la cual ha presentado tres publicaciones; asimismo, está la red de colaboración (verde) liderada por D. Ronga, de la Universidad de Salerno, Italia, que ha producido 13 publicaciones.
Ronga, D., Università degli Studi di Salerno, Italia (5-138)	
Berinn, A., Washington State University Pullman, Estados Unidos (4-141)	
Pane, C., CREA-Research Centre for Vegetable and Ornamental Crops, Italia (4-1239)	
Reich, H., European Food Safety Authority, Italia (3-7)	
Saha, S., Indian Agricultural Research Institute (ICAR), India (2-132)	
Razavi, S., Ferdowsi University of Mashhad, Irán (2-92)	

*: n.º de publicaciones, n.º de citaciones.

Fuente: Elaboración propia, a partir de datos de Scopus®, WoS® y Scielo®. Software de procesamiento VOSviewer 1.6.19

Un elemento complementario en el análisis de referentes son las fuentes de consulta más utilizadas en la investigación (línea de base para la generación de nuevo conocimiento) y las fuentes de consulta en las que más se publica (principales espacios para la difusión de conocimiento especializado). En la figura 4, se presenta la Ley de Bradford, la cual establece el núcleo de revistas que más se usan para la difusión de investigaciones en usos de residuos de albahaca en tres zonas; cada una de estas comprende un mismo número de citaciones y el tamaño de cada nivel es el número de fuentes de difusión que lo integran.

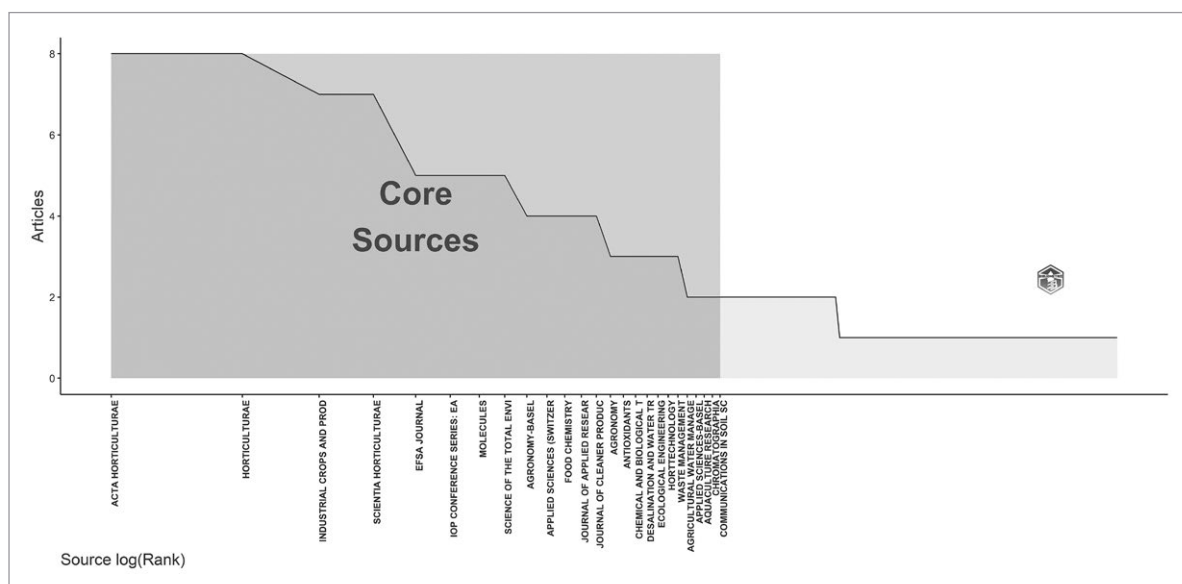


Figura 4. Ley de Bradford, difusión de conocimiento.

Fuente: Elaboración propia, a partir de datos de Scopus®, WoS® y Scielo®. Fecha de consulta noviembre de 2022. Software de procesamiento Bibliometrix 4.1.1

- Zona 1, núcleo de difusión (*core zone*): la conforman 25 revistas indexadas (el 12,25% del total de fuentes de difusión), entre las que se destacan *Acta Horticulturae*, *Horticulturae*, *Industrial Crops and Products*, *Scientia Horticulturae* y *EFSA Journal*.
- Zona 2, difusión exploratoria: contiene 80 revistas indexadas (el 39,21 % del total de fuentes de difusión), de las cuales se destacan *Crop Protection*, *Environmental Pollution*, *Environmental Technology*, *Food Additives and Contaminants* y *Food Analytics*.
- Zona 3, difusión emergente: cuenta con 99 revistas indexadas (el 48,54 % del total de fuentes de difusión), de las que se destacan *Food and Function*, *Food Control*, *Food Hydrocolloids*, *Food Research International* y *Food Technology and Biotechnology*.

La figura 5 representa la Ley de Bradford de referenciación para las revistas más citadas por los artículos de investigación en albahaca. Se destacan las siguientes tres zonas que conforman el núcleo de base de conocimiento.

- Zona 1, núcleo de referencia: conformada por 11 revistas (el 6,47% del total de fuentes de consulta), de las que se destacan *Journal of Chromatography*, *Science of The Total Environment*, *Industrial Crops and Products*, *Phytochemistry Reviews* y *Molecules*.

- Zona 2, diversificación: tiene 61 revistas (el 15,29% del total de fuentes de consulta), y de estas se destacan *Ecological Engineering*, *Annals of Agricultural Sciences*, *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*, *Current Medicinal Chemistry* y *Food Additives and Contaminants*.
- Zona 3, especialización: agrupa 90 revistas (el 78,24% del total de fuentes de consulta), entre las cuales se destacan *Antioxidants*, *Plant Disease* y *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*.

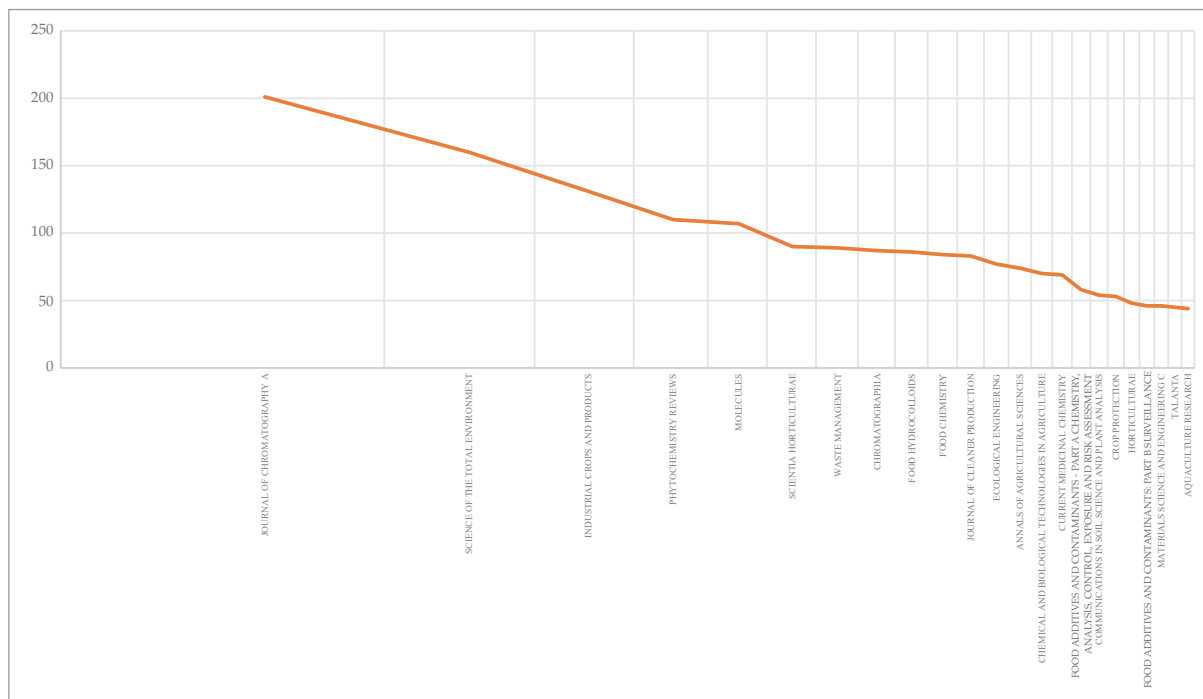


Figura 5. Ley de Bradford, uso de conocimiento.

Fuente: Elaboración propia, a partir de datos de Scopus®, WoS® y Scielo®. Fecha de consulta noviembre de 2022. Software de procesamiento Microsoft Excel 365®

Líneas de trabajo y tópicos clave en usos de residuos de albahaca

Los mecanismos de indexación de las publicaciones científicas, en especial de las revistas, utilizan las palabras clave de los autores como una referencia a la contribución de los resultados consignados en estos documentos, para áreas, tipologías y estructuras de conocimiento específicas. Además, las empresas editoriales y las universidades que publican dichas revistas utilizan tesauros de indexación para asignar términos clave adicionales, que faciliten la recuperación de las publicaciones. De igual manera, la indexación de los títulos y resúmenes como textos clave facilita la identificación del objetivo de la investigación y los resultados obtenidos.

De esta manera, las palabras clave sintetizan los aspectos científicos y tecnológicos abordados durante la investigación y permiten, a través del análisis de coocurrencia, reconocer las tendencias generales en el uso de residuos de albahaca. Por su parte, los títulos y resúmenes sintetizan aspectos relacionados con el problema, la oportunidad, el reto o el interés de investigación, el diseño metodológico, los resultados y la conclusión del estudio, y permiten identificar tendencias específicas a través del análisis de coocurrencia.

En la figura 6, se presenta la red de coocurrencia de palabras clave (de autor y de indexación) para las publicaciones relacionadas con el aprovechamiento de residuos de albahaca entre 2012 y 2022. La red genera seis clústeres temáticos que abarcan 388 tópicos de investigación y 6.871 interacciones entre estos.

- Clúster rojo, compuestos de interés para la agregación de valor (102 tópicos): este clúster comprende la interacción entre uno de los enfoques tradicionales en la agregación de valor en la transformación de plantas aromáticas, como la extracción de aceites esenciales con fines alimenticios, farmacéuticos y cosméticos, y los nuevos enfoques en la identificación y el uso de los compuestos bioactivos que se encuentran en las fracciones orgánicas y acuosas en los procesos de extracción de dichos aceites. Se destacan, principalmente, aquellos biocompuestos que ofrecen una funcionalidad antioxidante y de captura de radicales libres, en especial, compuestos de base fenólica (polifenoles y ácidos fenólicos), biocompuestos relacionados con las características organolépticas de sabor y aroma, biocompuestos con funcionalidad antimicrobial y biocompuestos que permiten diseñar productos con funcionalidad de barrera (bioempaques). Dentro de las líneas de investigación que se destacan para este clúster están la fitoquímica, la metabolómica, la quimiometría, la extracción con fluidos supercríticos, entre otros.
- Clúster verde, agregación de valor a la biomasa residual (101 tópicos): durante las fases de cosecha y poscosecha en los cultivos de plantas aromáticas como la albahaca, se pueden generar diferentes residuos, subproductos o excedentes, que están asociados principalmente a la incidencia de factores bióticos o abióticos. Estos últimos son objeto de aprovechamiento *in situ* para la reintroducción dentro del sistema productivo posterior a procesos de transformación y adecuación, y de aprovechamiento *ex situ* para la introducción en otras cadenas de valor. Se destaca el uso de esta biomasa para el diseño y la formulación de compostajes que puedan usarse en la unidad productiva, como enmiendas orgánicas para el cultivo o ingredientes complementarios a ensilajes o piensos alimenticios diseñados en la finca. Asimismo, esta biomasa garantiza que los residuos actúen como ingrediente activo y proporcionen nutrientes como fósforo y nitrógeno, para que funcionen como fertilizante y como fuente energética en la alimentación animal. Se destacan los estudios de dinámica de nutrientes y el enfoque de ciclaje de nutrientes.
- Clúster azul, medición de calidad de los residuos (69 tópicos): este clúster incluye las investigaciones que se enfocan en determinar la calidad de los residuos o excedentes de producción y, por extensión, su potencial impacto al ser dispuestas de manera directa en las unidades productivas. De igual manera, se identifican tópicos clave que incidirían en el uso de los residuos como insumo para productos de valor agregado. El principal factor es la presencia de metales pesados, ya sea por su biodisponibilidad en el suelo de manera directa (características del suelo) o indirecta, o por el uso de aguas residuales para irrigación del cultivo. Lo anterior implica una problemática en torno a los límites máximos de residualidad de cadmio, mercurio, plomo y cromo, y otras sustancias pululantes del suelo. Las investigaciones se han enfocado en tratamientos de las aguas residuales de irrigación, a través de sistemas de tratamiento *in situ* y de la incorporación de tecnologías de alta eficiencia como la ultrafiltración y las metodologías de respuestas de superficie.
- Clúster amarillo, funciones metabólicas (47 tópicos): en este clúster, se identifica un nicho especializado de trabajo en torno a las propiedades funcionales de la albahaca, en especial, su

contribución a las funciones metabólicas, por su contenido de aminoácidos, proteínas y enzimas. Se destaca el análisis de la actividad catalizadora en el organismo de la albahaca y sus componentes, el análisis molecular de la presencia de dichos componentes (principalmente, el glutatión) y el análisis de la acción antineoplásica (impiden del crecimiento de células cancerígenas).

- Clúster violeta, calidad e inocuidad desde y hacia el cultivo (37 tópicos): este clúster comprende dos rutas en el marco de la investigación en calidad e inocuidad de los sistemas productivos de plantas aromática. La primera ruta se enfoca en el uso potencial de los extractos de estas plantas para el diseño de bioinsumos, en particular, biopesticidas o pesticidas botánicos; la segunda ruta se centra en el análisis de residualidad de pesticidas en las hojas y su incidencia en la calidad del producto en fresco.
- Clúster cian, funcionalidad antimicrobiana (30 tópicos): este clúster abarca los tópicos de investigación en torno a las propiedades antimicrobianas de la albahaca y sus extractos. Se resaltan los análisis químicos para la medición de características como captura de radicales libres, índice de fitotoxicidad e interacción con patógenos.

Para el análisis de la figura 6, se debe tener en cuenta que la distancia entre los nodos indica su cercanía relativa, mientras que el tamaño del nodo representa la frecuencia de cada palabra clave en los documentos científicos (núcleo de conocimiento). Además, las categorías de color clasifican las palabras clave en grupos específicos según su relación temática.

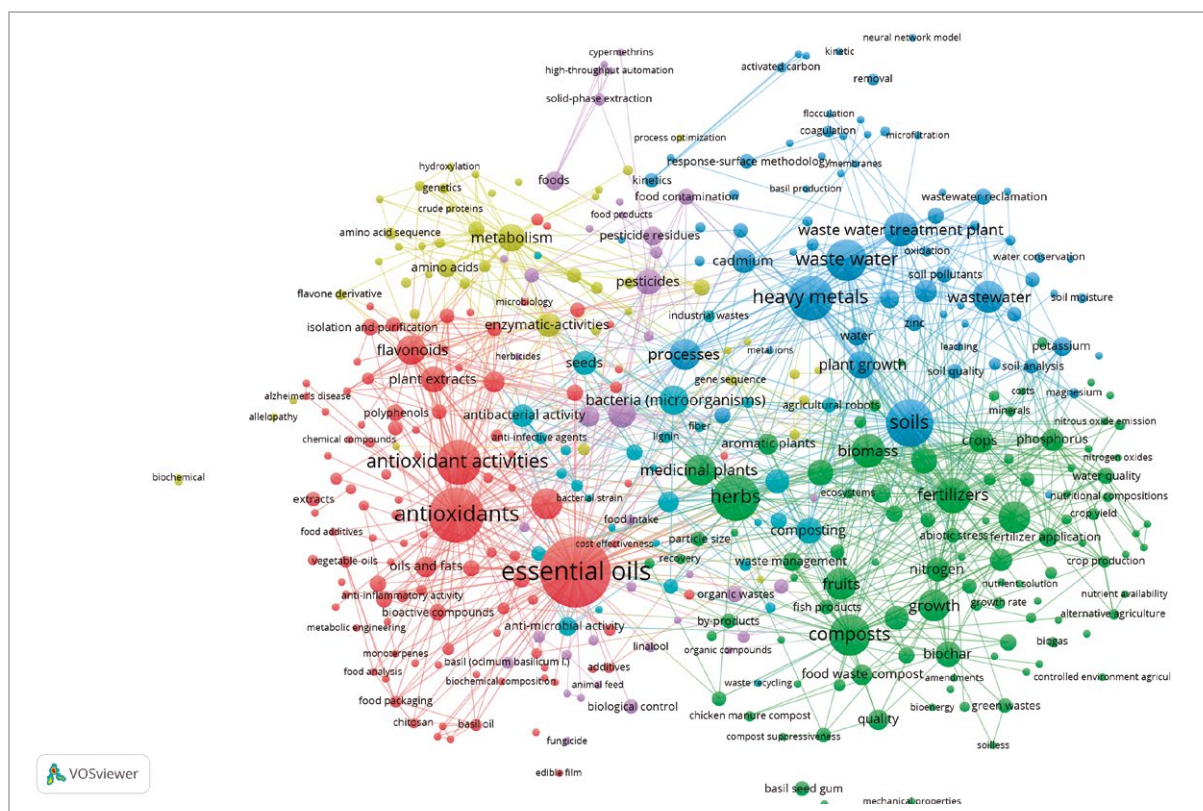


Figura 6. Red de coocurrencia de palabras clave de usos de residuos de albahaca (tendencias generales).

Fuente. Elaborado a partir de datos de Scopus®, WoS® y Scielo®. Fecha de consulta noviembre de 2022. Software de procesamiento VOSviewer 1.6.19

La figura 7 presenta la red de coocurrencia de textos clave (títulos y resúmenes), la cual permite la identificación de tendencias específicas frente a las seis generales identificadas en el análisis de palabras clave. La red de tendencias específicas está conformada por 15 clústeres que comprenden 396 tópicos y 2.668 conexiones.

- Clústeres rojo, rosa, naranja, azul pálido y violeta, tendencias específicas para biocompuestos (150 tópicos en conjunto): estos cinco clústeres diversifican el alcance del clúster rojo general descrito previamente. Se destacan las investigaciones en flavonas y flavonoides como precursores del sabor y aroma en los extractos de albahaca, los polifenoles y su actividad antioxidante, los contenidos proteicos de los residuos como fuente de nutrientes, antocianinas y aminoácidos; así como el eugenol y el estragol. Cada uno de estos biocompuestos le ha dado a la albahaca atributos para su uso en la industria alimenticia, en la farmacéutica y en la cosmética. Para biocompuestos, las investigaciones se han enfocado en diseñar procesos de extracción a partir de tecnologías de biosíntesis (bio-hibridación), extracción de proteína vegetal cruda, destilación molecular, quimiometría, extracción por fluidos supercríticos, selección por biomarcadores, extracción por microondas, método DPPH y microencapsulación. Entre las funcionalidades más estudiadas de dichos biocompuestos se encuentran el potencial antioxidante, la capacidad antiinflamatoria, la repelencia y la capacidad antimicrobiana, antibacteriana y anticancerígena. Se destaca el uso de nanopartículas para la biosíntesis de estos compuestos bioactivos.
- Clústeres azul, café, verde y cian, tendencias específicas asociadas a calidad e inocuidad en el sistemas productivo (141 tópicos): estos clústeres comprenden cuatro líneas de investigación asociadas a los clústeres azul y violeta de las tendencias generales. La primera línea incluye todas las tecnologías para la remoción de compuestos no deseados como metales pesados, trazas de pesticidas y otros pululantes que incidan en la calidad del producto en fresco, excedente o transformado. Sobresalen procesos y tecnologías basadas en nanocompuestos, ultrafiltración, uso de adsorbentes y absorbentes naturales, coagulación y floculación, y biomovilizadores selectivos (*biocarriers*). La segunda línea está relacionada con la trazabilidad de residuos de pesticidas y estudios de los mecanismos de degradación y movilización en los sistemas productivos de albahaca y ecosistemas conexos. La tercera línea tiene que ver con el análisis de la bioactividad de los extractos de albahaca y su potencial uso en programas de control biológico y biopesticidas. La cuarta línea abarca la reintroducción de extractos de residuos de albahaca en la unidad productiva por sus propiedades de bioinoculante, desde conceptos de economía y agricultura circular.
- Clústeres amarillo y durazno, tendencias específicas para la funcionalidad antimicrobial (57 tópicos): estos clústeres presentan las tendencias específicas para los clústeres cian y rojo de las tendencias generales. Se destacan, principalmente, las propiedades del aceite esencial de albahaca como agente antibacterial, gracias a sus compuestos activos como carvacrol y thymol; asimismo, para el diseño de biopelículas comestibles para el recubrimiento de alimentos y su proceso en la industria alimentaria.
- Clústeres verde claro y azul-gris (28 tópicos): estos dos clústeres comprenden las tendencias específicas del clúster cian de la red de tendencias generales. Abarcan usos de los residuos enfocados en la producción de compostaje a través de la biomasa residual, como enmiendas, biogás y piensos alimenticios.

Para el análisis de la figura 7, es importante tener en cuenta que la distancia entre los nodos indica su cercanía relativa, mientras que el tamaño del nodo representa la frecuencia de cada palabra clave en los documentos científicos (núcleo de conocimiento). Además, las categorías de color clasifican las palabras clave en grupos específicos según su relación temática.

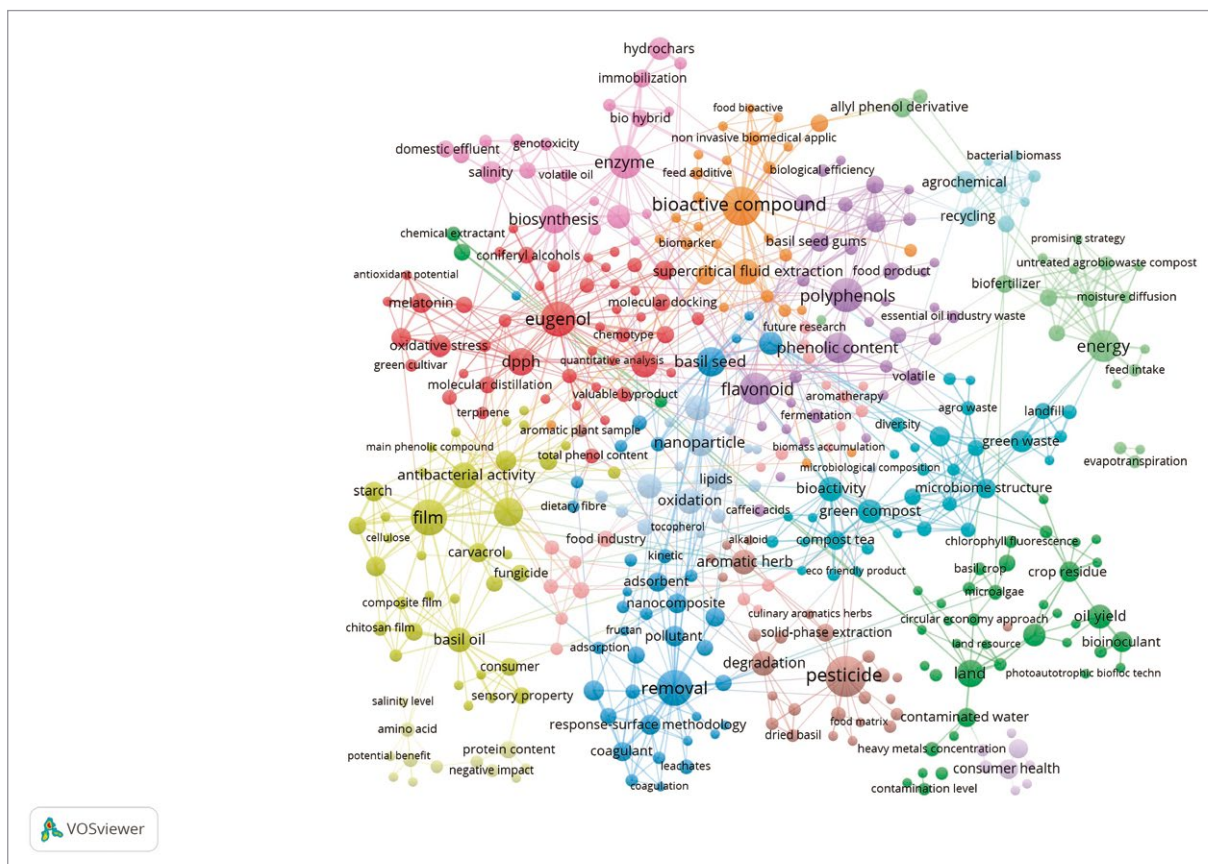


Figura 7. Red de coocurrencia de textos clave de usos de residuos de albahaca (tendencias específicas).

Fuente: Elaboración propia, a partir de datos de Scopus®, WoS® y Scielo®. Fecha de consulta noviembre de 2022. Software de procesamiento VOSviewer 1.6.1

La figura 8 muestra la red de coocurrencia de los compuestos químicos declarados en las publicaciones científicas y normalizados a través de los números CAS de la American Chemistry Society. Esta red incluye 239 compuestos químicos de interés distribuidos en 14 grupos, de los cuales siete son clave para el análisis de los potenciales usos de los residuos y los excedentes de albahaca.

- Clúster rojo, compuestos de interés en el suelo (54 compuestos): este clúster comprende los compuestos químicos que se consideran nutrientes del suelo y que inciden en la calidad e inocuidad de la albahaca como producto en fresco o insumo para productos de valor agregado. Se destacan residuos de fertilizantes nitrogenados y fosforados, sulfatos, nitratos, calcio, potasio y magnesio.

- Clúster verde, compuestos bioactivos con propiedades antioxidantes (43 compuestos): la albahaca y sus extractos cuentan con propiedades antioxidantes, conferidas principalmente por compuestos como la curcumina, cumarina, melatonina, beta-lactoglobulina, ácido clorogénico, ácido elágico, epigallocatequina galato, resveratrol y ácido rosmarinico.
- Clúster azul, elementos y compuestos benéficos y no deseados (42 compuestos): en este clúster, se referencian elementos de interés en la investigación en albahaca, presentes en la planta o en el suelo. Se destacan metales pesados como plomo, cromo, cadmio, níquel y mercurio, y compuestos fenólicos como glutatión y tocoferol.
- Clúster amarillo, trazas de pesticidas (28 compuestos): este clúster identifica los principales residuos de pesticidas y sus metabolitos, que se encuentran en el suelo, las hojas y los extractos de albahaca. Se destacan chlorpyrifos, cyprodinill, carbofuran, fipronil, atrazine, cypermethrim, chlorothalonil, entre otros.
- Clúster violeta, extractos de plantas (19 compuestos): este clúster contiene el análisis de compuestos de interés en los extractos de albahaca, como proteína vegetal, kaempferol, salvigenina, apigenina, flavonoides, nevadensin, luteolin y enzimas.
- Clúster cian, compuestos anticancerígenos (18 compuestos): este clúster abarca elementos y compuestos presentes en la albahaca y sus extractos que tienen características antineoplásicas para disminuir o detener la proliferación de células cancerígenas. Se destacan iones de magnesio, sodio, zinc y hierro; además de compuestos como la cisteína, la asparaginasa, el ácido ascórbico, las proteínas recombinantes y la glutaminasa.
- Clúster naranja, compuestos aminoácidos esenciales (17 compuestos): este clúster reporta los principales aminoácidos mencionados en las publicaciones acerca de residuos de albahaca, de los cuales se destaca la valina, leucina y tirosina.

Para el análisis de la figura 8, es necesario tener presente que la distancia entre los nodos refleja su cercanía entre sí, mientras que el tamaño del nodo evidencia el número de veces que cada compuesto químico clave se menciona en los documentos del núcleo de conocimiento, según los estándares de la American Chemical Society. Además, las categorías de color agrupan los compuestos químicos en clústeres específicos, dependiendo de su relación con los grupos funcionales o las características funcionales.

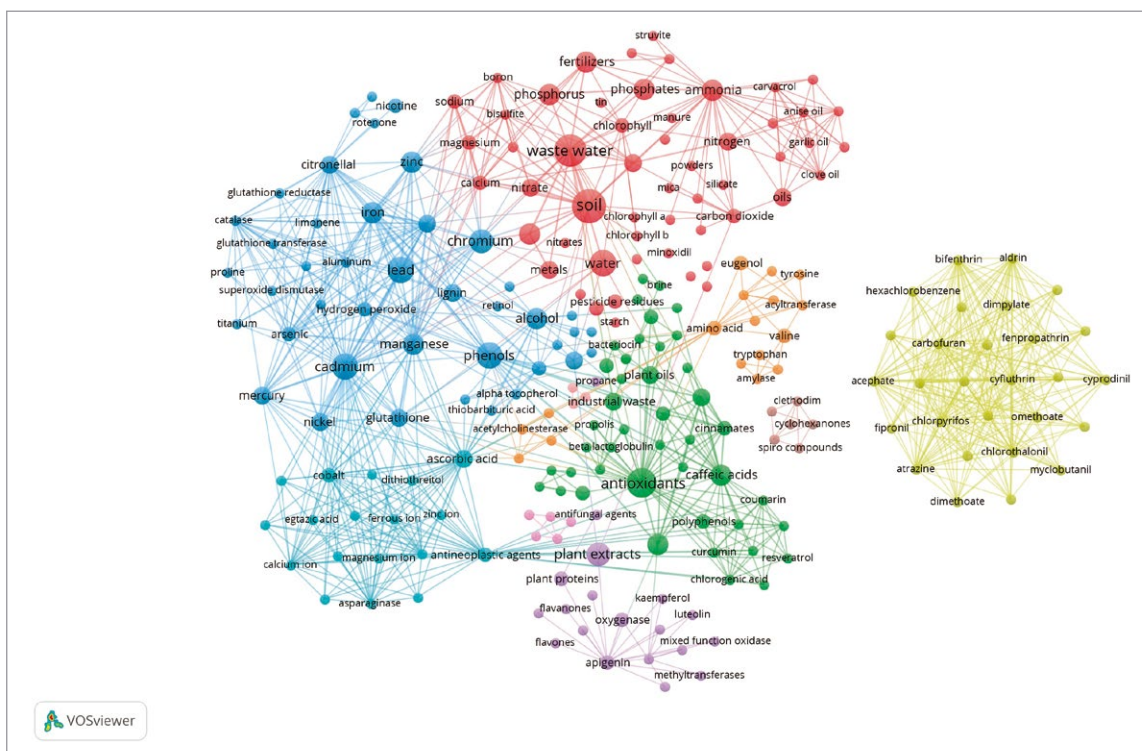


Figura 8. Red de coocurrencia de compuestos químicos de interés para los usos de residuos de albahaca (tendencias complementarias).

Fuente: Elaboración propia, a partir de datos de Scopus®, WoS® y Scielo®. Fecha de consulta noviembre de 2022. Software de procesamiento VOSviewer 1.6.19

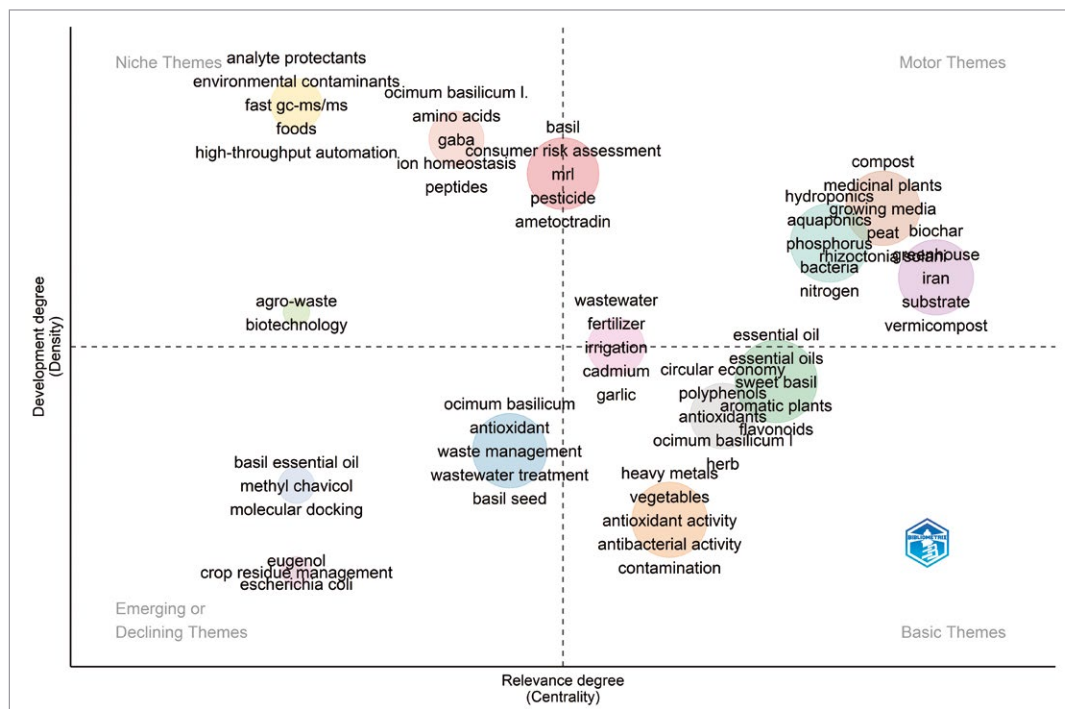


Figura 9. Mapa de distribución temática de investigaciones en usos de residuos de albahaca.

Fuente: Elaboración propia, a partir de datos de Scopus®, WoS® y Scielo®. Fecha de consulta noviembre de 2022. Software de procesamiento Bibliometrix 4.1.1

El mapa de distribución temática permite categorizar los principales tópicos de investigación por medio de dos dimensiones (ver figura 9). La interacción de estas dos dimensiones conforma los siguientes cuadrantes de análisis:

- Temas motor (cuadrante superior derecha): en este cuadrante se ubican los tópicos con alto grado de desarrollo y alta relevancia en el campo de investigación. Los temas clave de investigación se enfocan en el uso de los residuos de albahaca para la formulación de compostajes para la producción de enmiendas y como insumo para ensilajes o piensos. Se destacan la tendencia en el diseño y la puesta en marcha de sistemas multitróficos de acuicultura y sistemas de producción de plantas de interés económico a través de técnicas de hidroponía y acuaponía. Dos temas fundamentales son los estudios de biodisponibilidad de cadmio en el suelo, ya sea por las características del suelo o por el uso de aguas residuales para irrigación, y el análisis de residualidad de pesticidas.
- Temas base o transversales (cuadrante inferior derecha): en este cuadrante, se ubican los temas que cuentan con un alto grado de relevancia en el campo de investigación, pero su grado de desarrollo aún no es suficiente para ser un tema motor. La investigación en aceites esenciales y extractos derivados de la albahaca y sus residuos se está alineando con las tendencias en agricultura circular para la reintroducción en la unidad productiva de insumos con alto valor agregado y la incorporación de estos insumos en otras cadenas de valor. Se destacan principalmente las características antioxidantes.
- Temas altamente especializados (cuadrante superior izquierda): en este clúster, se concentran los temas especializados que se convierten en nichos de trabajo, pero que aún no adquieren una relevancia alta en el campo de la investigación. Dos nichos clave de investigación se relacionan con los contenidos de aminoácidos esenciales en la albahaca: el uso de la biotecnología para el aprovechamiento de residuos y las tecnologías de análisis para la determinación de compuestos bioactivos.
- Temas emergentes o decadentes (cuadrante inferior izquierda): en este clúster, aparecen temas que empiezan a ganar importancia en el campo de la investigación, como respuesta a necesidades globales o a temas que han perdido interés por parte de la comunidad científica. Entre los temas emergentes se encuentra el uso de las semillas de albahaca para la extracción de compuestos con propiedades antineoplásicas.

Finalmente, el núcleo de conocimiento de la investigación en residuos de albahaca se sintetiza en la figura 10, a través de un método de análisis multicriterio de las palabras clave para conformar cuatro nodos o pilares que confirman la línea de base científico-tecnológica.

El núcleo de conocimiento comprende un nodo central que constituye a la línea de trabajo principal en usos de residuos de albahaca. Esta línea gira en torno a la diversificación de la generación de productos de valor agregado a partir de aceites esenciales y extractos, con enfoques en economía circular en la unidad productiva y en otras cadenas de valor, principalmente por los contenidos de compuestos bioactivos. Existen otros tres nodos complementarios que comprenden la diversificación en los usos de residuos de albahaca en sistemas productivos

multitróficos de acuicultura e hidroponía, análisis de compuestos fenólicos y análisis de riesgos al consumidor por residualidad de metales pesados y pesticidas en los residuos y su trazabilidad hacia productos de valor agregado.

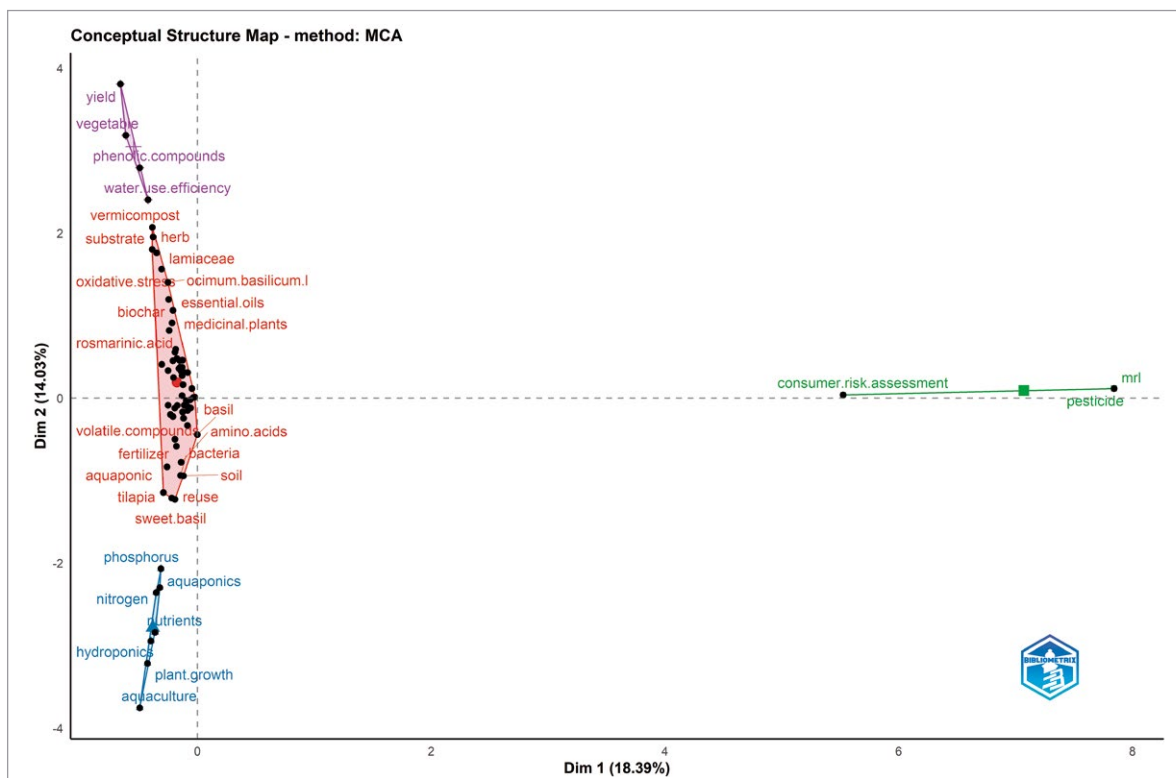


Figura 10. Núcleo de conocimiento de la investigación en usos de residuos de albahaca.

Fuente: Elaboración propia, a partir de datos de Scopus®, WoS® y Scielo®. Software de procesamiento Bibliometrix 4.1.1

Documentos clave

Después de identificar el núcleo de conocimiento de la investigación en usos de residuos de albahaca, el análisis de los principales documentos permite reconocer y contrastar aquellas investigaciones con mayor visibilidad e importancia en la temática de estudio. Para esto, se analizan las citaciones totales recibidas por los documentos en las bases de datos consultadas, frente a las citaciones recibidas en el corpus específico de análisis. En la tabla 2, se presentan estos indicadores para los documentos referentes.

Tabla 2. Documentos clave en usos de la albahaca categorizados y priorizados por indicadores bibliométricos

Documento	DOI	Título	Año	Citaciones locales	Citaciones globales
Fornari et al. (2012)	10.1016/j.chroma.2012.04.051	"Isolation of essential oil from different plants and herbs by supercritical fluid extraction"	2012	0	201
Cobellis (2016)	10.1016/j.scitotenv.2015.12.103	"Critical evaluation of essential oils as rumen modifiers in ruminant nutrition: A review"	2016	0	120
Naji-tabasi (2017)	10.1016/j.foodhyd.2017.07.007	"Functional properties and applications of basil seed gum"	2017	5	86
Saha (2016)	10.1016/j.aos.2016.10.001	"Growth, yield, plant quality and nutrition of basil (<i>Ocimum basilicum</i> L.) under soilless agricultural systems"	2016	4	74
Olmedo et al. (2014)	10.1016/j.foodchem.2014.01.087	"Antioxidant activity of fractions from oregano essential oils" "Antioxidant activity of fractions from oregano essential oils obtained by molecular distillation"	2014	0	70
Sharma et al. (2018)	10.2174/0929867324666171006144208	"Polyphenols in Food: Cancer Prevention and Apoptosis Induction"	2018	0	69
Setti et al. (2019)	10.1016/j.wasman.2019.06.017	"Use of black soldier fly (<i>Hermetia illucens</i> (L.), Diptera: Stratiomyidae) larvae processing residue in peat-based growing media"	2019	1	63
Uwineza y Waśkiewicz et al. (2020)	10.3390/molecules25173847	"Recent Advances in Supercritical Fluid Extraction of Natural Bioactive Compounds from Natural Plant Materials"	2020	0	59

(Continúa)

(Continuación tabla 2)

Documento	DOI	Título	Año	Citaciones locales	Citaciones globales
Walia et al. (2017)	10.1007/s11101-017-9512-6	"Phytochemical biopesticides: some recent developments"	2017	0	58
Patel (2015)	10.1080/19440049.2015.1040081	"Plant essential oils and allied volatile fractions as multifunctional additives in meat and fish-based food products: a review"	2015	0	54
Yang y Kim (2019)	10.1016/j.scienta.2019.108619	"Nutrient management regime affects water quality, crop growth, and nitrogen use efficiency of aquaponic systems"	2019	4	23
Ronga et al. (2018)	10.1016/j.jarmap.2018.08.001	"Testing the influence of digestate from biogas on growth and volatile compounds of basil (<i>Ocimum basilicum</i> L.) and peppermint (<i>Mentha x piperita</i> L.) in hydroponics"	2018	3	16
Rasool et al. (2016)	10.1016/j.ecoleng.2016.01.057	"Use of a plant-based coagulant in coagulation–ozonation combined treatment of leachate from a waste dumping site"	2016	2	52
Berim et al. (2012)	10.1104/pp.112.204164	"A Set of Regioselective O-Methyltransferases Gives Rise to the Complex Pattern of Methoxylated Flavones in Sweet Basil"	2012	2	35
Yang y Kim (2020c)	10.3390/horticulturae6010009	"Effects of hydraulic loading rate on spatial and temporal water quality characteristics and crop growth and yield in aquaponic systems"	2020	2	15

(Continúa)

(Continuación tabla 2)

Documento	DOI	Título	Año	Citaciones locales	Citaciones globales
Seid-Mohammadi et al. (2014)		"Heavy metals concentration in vegetables irrigated with contaminated and fresh water and estimation of their daily intakes in Suburb areas of Hamadan, Iran"	2014	2	7
Setti (2019)	10.1016/j.wasman.2019.06.017	"Use of black soldier fly (<i>Hermetia illucens</i> (L.), Diptera: Stratiomyidae) larvae processing residue in peat-based growing media"	2019	1	63
Berim y Gang (2016)	10.1007/s11101-015-9426-0	"Methoxylated flavones: occurrence, importance, biosynthesis"	2016	1	52

Fuente: Elaboración propia, a partir de datos de Scopus®, WoS® y Scielo®. Fecha de consulta noviembre de 2022. Software de procesamiento Bibliometrix 4.1.

Este análisis permite verificar si los artículos con un alto número de citaciones en Scopus, WoS o Scielo (citaciones globales) son relevantes para la investigación en curso, ya que se espera que su número de citaciones en el corpus específico de trabajo (citaciones locales) los ubique entre los más citados. En la tabla 2, se puede observar que el artículo más citado en las bases consultadas, "Isolation of essential oil from different plants and herbs by supercritical fluid extraction" de la *Journal of Chromatography A*, cuenta con 0 citaciones de los 302 artículos que conforman el núcleo de conocimiento. En contraste, el tercer artículo más citado en las bases de consulta (86), "Functional properties and applications of basil seed gum", es el más citado en el corpus de trabajo (cinco citaciones).

Un caso interesante son los artículos "Isolation of essential oil from different plants and herbs by supercritical fluid extraction" y "Critical evaluation of essential oils as rumen modifiers in ruminant nutrition: A review". El contraste de los dos indicadores permite identificar que de estos dos artículos con un alto número de citaciones en Scopus, solo el segundo sería incluido en un análisis específico con relación al corpus, ya que su título se relaciona con la temática de estudio: los usos potenciales de los residuos de albahaca o extractos de estos; asimismo, cuenta con un número de citaciones alto en la base de datos. Como complemento, se pueden incluir entre los documentos clave aquellas referencias más citadas, dejando por fuera las que coinciden con los documentos del corpus.

El análisis del número de referencias citadas anualmente facilita el análisis de las raíces de tópicos de investigación clave. La técnica utilizada se conoce como *Reference year publication Spectroscopy* (RYPS), y fue introducida por primera vez en 2014 con el objetivo de analizar la frecuencia con la cual las referencias se citan en las publicaciones (azul) y su diferencia con la mediana en un periodo de cinco años (rojo) (Marx et al., 2014). Los picos o crestas indican cambios en la dinámica del objeto de estudio, que con frecuencia son asociados a documentos clave en el desarrollo de tópicos específicos (figura 11 y tabla 3).

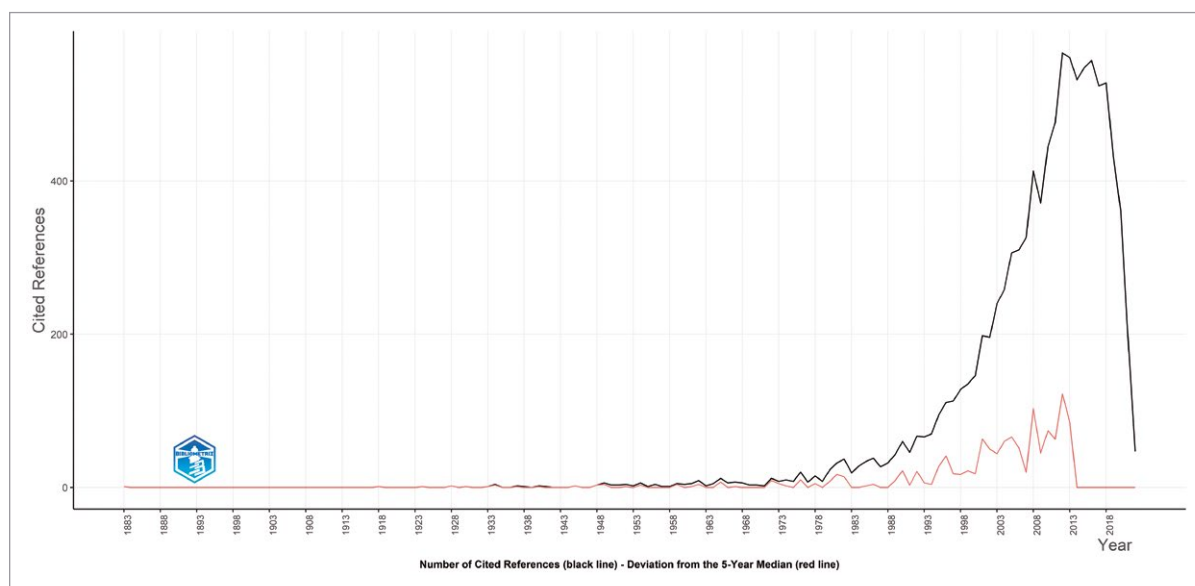


Figura 11. Espectroscopia de referencias para la investigación en usos de residuos de albahaca.

Fuente: Elaboración propia, a partir de datos de Scopus®, WoS® y Scielo®. Software de procesamiento Bibliometrix 4.1.1

Tabla 3. Picos de actividad y publicaciones clave en usos de residuos de albahaca

Pico	Publicación	N.º de citaciones en el corpus
1996	• Grayer, R. J., Bryan, S. E., Veitch, N. C., Goldstone, F. J., Paton, A., & Wollenweber, E. (1996). External flavones in sweet basil, <i>Ocimum basilicum</i> , and related taxa. <i>Phytochemistry</i> , 43(5), 1041-1047.	4
2001	• Abad, M., Patricia, N., & Burés, S. (2001). National inventory of organic wastes for use as growing media for ornamental potted plant production: case study in Spain. <i>Bioresource Technology</i> , 77(2), 197-200.	5
2002	• García-Gómez, A., Bernal, M. P., & Roig, A. (2002). Growth of ornamental plants in two composts prepared from agroindustrial wastes. <i>Bioresources Technology</i> , 83(2), 81-87.	3
2003	• Jayasinghe, C., Gotoh, N. Aoki, T., & Wada, S. (2003). Phenolics composition and antioxidant activity of sweet basil (<i>Ocimum basilicum</i> L.). <i>Journal of Agricultural and Food Chemistry</i> , 51(15), 4442-4449.	4

(Continúa)

(Continuación tabla 3)

Pico	Publicación	N.º de citaciones en el corpus
2004	• Burt, S. (2004). Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods - a review. <i>International Journal of Food Microbiology</i> , 94(3), 223-253.	6
2005	• Lee, S.-J., Umano, K., Shibamoto, T., & Lee, K.-G. (2005). Identification of volatile components in basil (<i>Ocimum basilicum</i> L.) and thyme leaves (<i>Thymus vulgaris</i> L.) and their antioxidant properties. <i>Food Chemistry</i> , 91(1), 131-137.	5
2006	• Rakocy, J. E., Masser, M. P., & Losordo, T. M. (2006). Recirculating aquaculture tank production systems: aquaponics - integrating fish and plant culture. <i>Southern Regional Aquacult Center</i> , 454.	5
2008	• Hussain, A. I., Anwar, F., Hussain Sherazi, S. T., & Przybylski, R. (2008). Chemical composition antioxidant and antimicrobial activities of basil (<i>Ocimum basilicum</i>) essential oils depends on seasonal variations. <i>Food Chemistry</i> , 108(2), 986-995.	7
2009	• Lee, J., & Scagel, C. F. (2009). Chicoric acid found in basil (<i>Ocimum basilicum</i> L.) Leaves. <i>Food Chemistry</i> , 115(2), 650-656.	4
2010	• Carović-Stanko, K., Orlić, S., Politeo, O., Strikić, F., Kolak, I., Milos, M., & Satovic, Z. (2010). Composition and antibacterial activities of essential oils of seven <i>Ocimum</i> taxa. <i>Food Chemistry</i> , 119(1), 196-201.	6
2011	• Kwee, E. M., & Niemeyer, E. D. (2011). Variations in phenolic composition and antioxidant properties among 15 basil (<i>Ocimum basilicum</i> L.) cultivars. <i>Food Chemistry</i> , 128(4), 1044-1050.	4
2012	• Hyldgaard, M. Mygind, T., & Meyer, R. L. (2012). Essential oils in food preservation: mode of action synergies and interactions with food matrix components. <i>Frontiers in Microbiology</i> 3.	5
2013	• Pane, C., Piccolo, A., Spaccini, R., Celano, G., Vilecco, D., & Zaccardelli, M. (2013). Agricultural waste-based composts exhibiting suppressivity to diseases caused by the phytopathogenic soil-borne fungi <i>Rhizoctonia solani</i> and <i>Sclerotinia minor</i> . <i>Applied Soil Ecology</i> , 65, 43-51.	7

Fuente: Elaboración propia, a partir de datos de Scopus®, WoS® y Scielo®. Fecha de consulta noviembre de 2022. Software de procesamiento Bibliometrix 4.1.1

Tendencias y fronteras de investigación en usos de residuos de albahaca

La identificación de tendencias y fronteras de investigación a través de los análisis cuantitativos se realiza estudiando el acoplamiento bibliográfico entre los documentos que conforman el núcleo de conocimiento. Este método de análisis cuantitativo se basa en el estudio de las referencias (textos citados) que comparten dos o más publicaciones. La figura 12 presenta la red de acoplamiento bibliográfico para la investigación en usos de residuos de albahaca por clústeres de actividad, y la figura 13 muestra la evolución temporal de las relaciones entre los documentos.

- **Clúster rojo, aceites esenciales y extractos de residuos de albahaca:** este clúster incluye tendencias de investigación que son una línea de base para la investigación en residuos de albahaca y frentes de investigación actual. Se destacan los trabajos de Fornari et al. (2012) en el uso de tecnologías de extracción por medio de fluidos supercríticos de aceites esenciales de plantas aromáticas, los cuales tienen 201 citaciones y comparten referencias con 22 publicaciones del núcleo de investigación. Asimismo, las investigaciones de Cobellis et al. (2016) contribuyen al uso de aceites esenciales como modificadores del rumen para disminuir las emisiones de metano y amonio, a través de la acción de los metabolitos secundarios en la microbiota digestiva; estos autores cuentan con 120 citaciones y comparten referencias con ocho publicaciones del núcleo de conocimiento. Por su parte, Walia et al. (2017) presentan una línea de base emergente en el diseño de pesticidas naturales sinérgicos, que cuenta con 58 citaciones y comparte referencias con cuatro documentos del núcleo de base. Patel (2015) establece una línea de base sobre la agregación de valor en productos de las cadenas de valor de ganadería de carne y acuicultura, a través del uso de aceites esenciales y sus fracciones volátiles por sus funcionalidades, como antioxidantes, inhibidores de patógenos alimentarios, potenciadores de vida útil, promotores de textura, agentes organolépticos y agentes reductores de toxicidad y conservantes de alimentos (p-cimeno, timol, eugenol, carvacrol, isotiocianato, cinamaldehído, cuminaldehído, linalol, 1,8-cineol, α -pineno, α -terpineol, γ -terpineno, citral y metil chavicol). El clúster presenta dos frentes de investigación: el primero lo conforman Celano et al. (2017), que con 31 citaciones y compartiendo referencias con 17 publicaciones establece una línea de investigación en el uso de las aguas residuales de los procesos de extracción de aceites esenciales, a través de procesos de análisis de su composición química y potencial antioxidante. En esta, se destaca el contenido de derivados de ácido cafeico, flavonoides glicósidos, compuestos fenólicos y ácido rosmarinico. El segundo frente lo componen los documentos de Mahmoudi et al. (2020) y Mahmoud et al. (2022). El primer documento, que presenta diez citaciones y comparte referencias con 23 documentos del corpus, abarca el diseño de tratamientos enzimático para la recuperación de fitoquímicos bioactivos como fenil-propanoides, ácido rosmarinico en las hojas de albahaca y en los subproductos del proceso de extracción de aceites esenciales. El segundo documento establece el frente de investigación que se alinea con el proyecto de investigación, ya que se enfoca en la determinación de biocompuestos activos de interés en los residuos poscosecha de albahaca, específicamente, antioxidantes, ácido rosmarinico, luteína y alto contenido de fenoles.
- **Clúster violeta, sistema de producción multitróficos:** este clúster comprende tendencias de investigación que son una línea de base para la investigación en residuos de albahaca y frentes actuales de investigación. Se destacan los trabajos de Saha et al. (2016) (71 citaciones y 12 publicaciones con las que comparte referencias) en la producción de albahaca en sistemas que no requieren el uso de suelos y que interactúan con sistemas de producción acuícola (acuaponía), para una mayor disponibilidad de nutrientes y, por extensión, una mayor disponibilidad de compuestos de interés. Yang y Kim (2020a) (26 citaciones y 11 publicaciones con las que comparte referencias) presentan una investigación en sistemas de hidroponía y acuaponía de albahaca con tomate y lechuga, para mejorar rendimientos y contenidos de interés. El frente de investigación se consolida con los trabajos de Yang y Kim (2020b, 2020c) relacionados con ensayos comparativos de las ventajas de acuaponía e hidroponía.

- Clúster amarillo, diseño de enmiendas para cultivos agrícolas: este clúster abarca tendencias de investigación que son línea de base para la investigación en residuos de albahaca y frentes actuales de investigación. Se destacan los trabajos de Setti et al. (2019) (63 citaciones y 19 documentos con los que comparte referencias) en el uso de residuos de la cría de insectos benéficos de interés económico como enmienda nutricional en la producción de albahaca, con potencial de sustitución de sistemas de producción en suelo; asimismo, las investigaciones de Ronga et al. (2016) (50 citaciones y 14 documentos con los que comparte referencias, respecto al uso de compostaje de residuos de cosechas y poscosecha de café como medio de cultivo alternativo para sistemas de producción de albahaca, con alto contenido de compuestos de interés, y las de De Corato et al. (2018) (36 citaciones y 10 documentos con los que comparte referencias), autores que proponen una línea de trabajo en el diseño de compostajes a partir de residuos de cosecha, coproductos de la agroindustria de transformación y excedentes de cultivo. Este clúster presenta un frente de investigación basado en los trabajos de Zaccardelli et al. (2021) (10 citaciones y 11 documentos con los que comparte referencias), los cuales se enfocan en la producción de aceites esenciales y compostajes a partir de residuos vegetales derivados de la cadena de suministros de plantas aromáticas, por medio de enfoques de economía circular, gracias a la cual el agua de albahaca se convierte en un insumo con alto potencial antioxidante. Las investigaciones de Pane et al. (2022) (que comparte referencias con 7 documentos) presentan la implementación de métodos combinados de liberación de CO₂, hidrólisis FDA y recuento microbiano, para determinar el potencial contra *Rhizoctonia solani* y *Sclerotinia sclerotiorum* en mezclas de extractos de plantas aromáticas.
- Clúster azul, extractos de albahaca con alto contenido de flavonoides: este clúster presenta tendencias de investigación que son línea de base para la investigación en residuos de albahaca y frentes actuales de investigación. En este, se identifican dos línea de base: la primera, basada en el trabajo de Rather et al. (2015) (38 citaciones y 8 documentos con los que comparte referencias), se enfoca en el análisis de proteínas antifúngicas de la albahaca (taumatina y osmotina), a través de técnicas de amplificación PCR; la segunda, basada en los trabajos de Berim et al. (2012) y Berim y Gang (2013, 2016) (con 35, 44 y 52 citaciones y 13, 6 y 5 documentos con los que comparten referencias, respectivamente), se centra en la secuenciación de flavonoides metoxilados a partir del uso de proteínas recombinantes, el análisis de flavonoides lipofílicos y su rol en la conformación de redes biosintéticas de flavonoides en la albahaca, además de la importancia de los flavonoides de la albahaca en el desarrollo de potentes fármacos antiproliferativos, antidiabéticos o antiinflamatorios. Este clúster desarrolla un frente de investigación por cada línea de base: el primero, que se presenta en el trabajo de Singh et al. (2022), se enfoca en el análisis de trimetoxylavonas y su potencial efecto de mejora en las funciones cerebrales asociadas a la memoria (comparte referencias con diez documentos); el segundo, propuesto en el trabajo de Kheeree et al. (2020) (con 25 citaciones y 11 documentos con los que comparte referencias), hace hincapié en el aprovechamiento de los residuos de semillas de albahaca para la obtención de péptidos bioactivos, como materia prima para alimentos funcionales a través de métodos de acoplamiento molecular.
- Clúster verde, generación de bioinsumos desde y para el cultivo de albahaca: este clúster se considera un punto de conexión entre los enfoques para la introducción de bioinsumos (fertilizantes derivados de aguas residuales y excedentes de producción de sistemas pecuarios),

para el fortalecimiento del sistema de producción de albahaca tradicional, el hidropónico y el acuapónico, así como para el desarrollo de bioinsumos a partir de los residuos de la albahaca que puedan generar valor agregado en otros sistemas productivos. Se destaca como línea de base en el primer enfoque el trabajo de Burducea et al. (2019) (15 citaciones y 12 documentos con los que comparte referencias), el cual se enfoca en el uso de lodos del tratamiento de aguas residuales para la formulación de enmiendas para suelos erosionados. En el segundo enfoque, sobresale el trabajo de línea de base de Pirtarighat et al. (2019) (46 citaciones), que se centra en la síntesis de nanopartículas de palta, utilizando los extractos de albahaca; en esta, los compuestos bioactivos le confieren a las nanopartículas características de inhibición ante agentes bacterianos. Adicionalmente, para cada enfoque se identifica un frente de investigación: el primero se encuentra en el trabajo de Elsokkary y Aboukila (2020) (con 3 citas y comparte referencias con 15 documentos), el cual analiza la influencia en el uso de aguas residuales en la calidad y biodisponibilidad de compuestos de interés en los aceites de albahaca; el segundo se observa en el trabajo de Magara et al. (2022) (6 citaciones y 14 documentos con los que comparte referencias), y está orientado al estudio de la suplementación de alimentos para sistemas de producción acuícola con extractos de albahaca, obtenidos por fluidos supercríticos.

- Clúster cian, usos y aplicaciones de la goma de semilla de albahaca: este clúster tiene como línea de base el trabajo de Naji-Tabasi y Razavi (2017), el cual establece el desarrollo histórico de las aplicaciones y propiedades funcionales de la goma de semilla de albahaca (cuenta con 86 citaciones y comparte referencias con 20 documentos). A partir de este trabajo se generan dos frentes de investigación: el primero, con el trabajo de Tafreshi y Fashandi (2019) (6 citaciones y 9 documentos con los que comparte referencias) para la modificación de membranas poliméricas con nanopartículas de goma de albahaca; el segundo, que se basa en la investigación de Mosaddeghi et al. (2020) (16 citas y 5 documentos con los que comparte referencias), para el reciclaje de aguas residuales de la fabricación de papel con extractos de albahaca.

Para el análisis de las figuras 12 y 13 se deben tener en cuenta: 1) mapas de acoplamiento bibliográfico. La distancia entre los nodos indica su cercanía relativa acorde con las referencias bibliográficas que comparten, mientras que el tamaño del nodo representa el número de citaciones recibidas por cada documento. Además, las categorías de color clasifican los documentos en grupos específicos según su relación temática y la similitud en los tópicos de investigación que abarca, y 2) cronología de las publicaciones en la red de acoplamiento bibliográfico. Los nodos representan documentos y el color de las líneas que conectan las palabras indica su orden cronológico. Los colores azulados significan tiempos más antiguos de publicación, mientras que los colores verde-amarillentos indican tiempos más recientes de publicación.

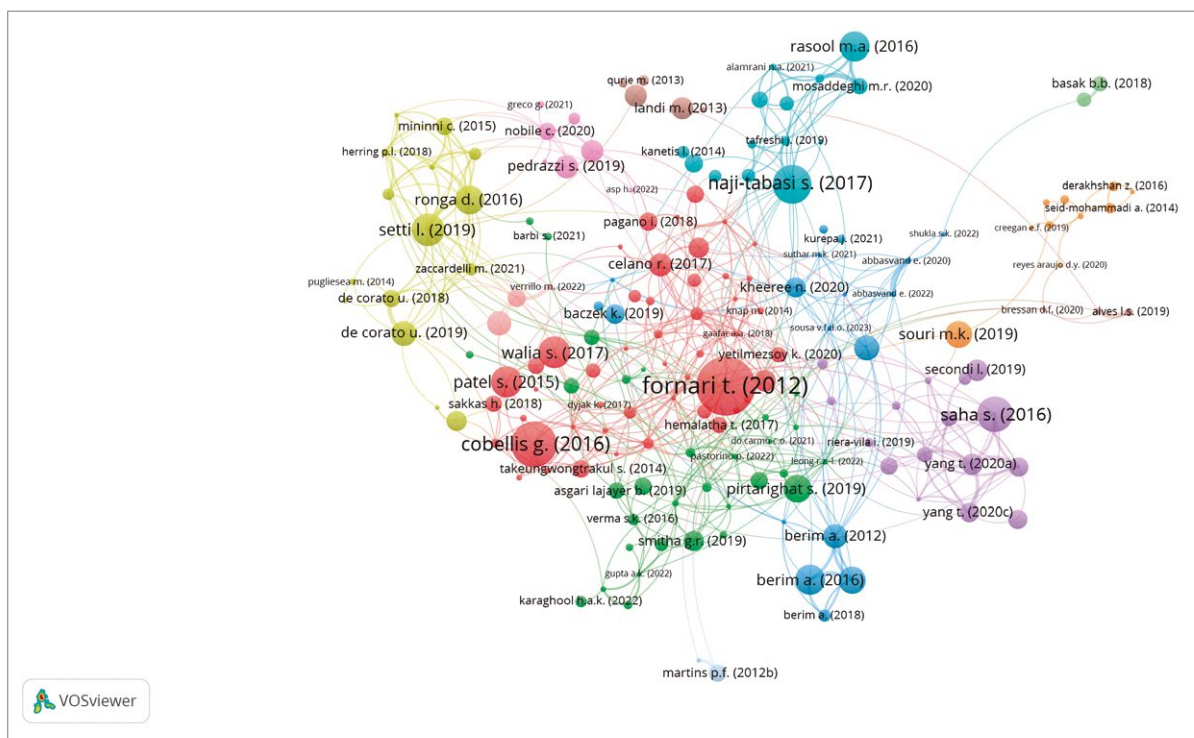


Figura 12. Red de acoplamiento bibliográfico. Clústeres de tendencias.

Fuente: Elaboración propia, a partir de datos de Scopus®, WoS® y Scielo®. Fecha de consulta noviembre de 2022. Software de procesamiento VOSviewer 1.6

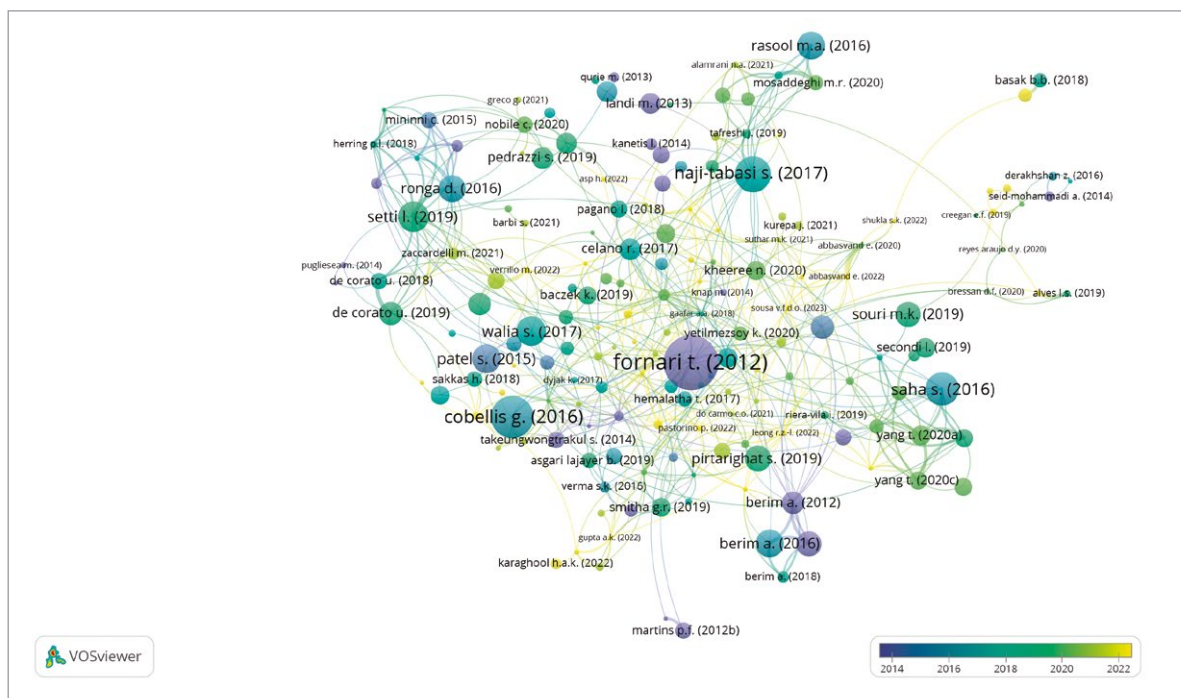


Figura 13. Red de acoplamiento bibliográfico. Frentes de investigación.

Fuente: Elaboración propia, a partir de datos de Scopus®, WoS® y Scielo®. Fecha de consulta noviembre de 2022. Software de procesamiento VOSviewer 1.6

Tendencias en investigación en usos de albahaca

El estudio de tendencias en investigaciones relacionadas con los usos de la albahaca se desarrolló a través del análisis de información recuperada de los motores de indexación de revistas de Scopus® (Elsevier), WoS® (Clarivate Analytics) y Scielo® (Scielo Citation Index).

Estrategia de búsqueda

La estrategia de búsqueda diseñada para la identificación y el análisis de tendencias de investigación en el aprovechamiento y uso de albahaca comprende un componente que refleja la consolidación exhaustiva de los nombres científicos y comunes de las principales variedades de albahaca (objeto de estudio). Otro componente incluye los términos más utilizados en las áreas de conocimiento de poscosecha, transformación, agregación de valor y valorización de productos agropecuarios (objeto de trabajo). También se incluyen restricciones de tiempo y tipo de publicación.

Ecuación 2. Tendencias científicas en usos de albahaca

((“albahaca” OR “albaca” OR “alhábega” OR “basílico” OR “ocimum basilicum” OR “basil” OR “great basil” OR “sweet basil” OR “genovese basil” OR “thai basil” OR “O. basilicum var. thrysiflora” OR “Mrs. Burns’ Lemon” OR “O. basilicum var. citriodora” OR “O. basilicum” OR “lemon basil” OR “O. × citriodorum” OR “African blue basil” OR “O. × kilimandscharicum” OR “Anise basil” OR “Licorice basil” OR “Persian basil” OR “O. basilicum ‘Liquorice’” OR “Cinnamon basil” OR “Ocimum basilicum ‘Cinnamon’” OR “Dark opal basil” OR “Ocimum basilicum ‘Dark Opal’” OR “Globe basil” OR “dwarf basil” OR “French basil” OR “Ocimum basilicum ‘Minimum’” OR “Lettuce leaf basil” OR “Ocimum basilicum ‘Crispum’” OR “Purple basil” OR “Ocimum basilicum ‘Purpurescens’” OR “Rubin basil” OR “ocimum basilicum ‘Rubin’” OR “Ocimum basilicum thrysifoli” OR “Ocimum basilicum × O. kilimandscharicum” OR “Ocimum basilicum × O. americanum” OR “Spice basil” OR “Ocimum basilicum × O. americanum” OR “holy basil” OR “Greek basil” OR “Ocimum basilicum var. minimum”) AND (“sulfide*” OR “thiolane-type sulfides” OR “polyphenol*” OR “flavonoid*” OR “quercetin” OR “bioactive compound*” OR “volatile compound*” OR “metabolit*” OR “secondary metabolit*” OR “antioxidant*” OR “phytochemical*” OR “nutrient*” OR “chemical composition” OR “add* value*” OR “quercetin” OR “nutraceutic*” OR “carotenoid*” OR “organosulphur*” OR “anthocyanin*” OR “kaempferol” OR “antibacterial” OR “anti-inflammatory” OR “fructo-oligosaccharid*” OR “oligosaccharid*” OR “flavor profile” OR “essential oil*” OR “alkaloid*” OR “aminoacid*” OR “postharvest*” OR “disease prevention” OR “food use*” OR “cosmetic use*” OR “pharmaceutical use*” OR “phytochemistry” OR “natural product*” OR “biomimicry” OR “bioinspired product*” OR “targeted metabolomic*” OR “non-targeted metabolomic*” OR “bioactive molecule*” OR “bioactiv*” OR “anti-inflammatory activit*” OR “antimicrobial activit*” OR “antifungal activit*” OR “antiviral activit*” OR “antioxidant activit*” OR “immunomodulatory activit*” OR “cytotoxic activit*” OR “antimutagenic activit*” OR “antiaging activit*” OR “biofunction*” OR “clinical stud*” OR “functional food”

OR "safety" OR "nutritional quality" OR "functional quality" OR "ethical quality" OR "food carbon footprint" OR "phenolic compound*" OR "phenolic acid*" OR "flavonoid*" OR "phytosterol*" OR "tocopherol*" OR "peptide* bioactiv*" OR "terpene*" OR "sesquiterpene*" OR "glucosinolat*" OR "pre-health" OR "health" OR "bio-enrichment" OR "healthy lifestyle" OR "quality of life" OR "cardiovascular risk" OR "differential quality" OR "consumption biomarker*" OR "recognition of food quality" OR "agri-food quality" OR "safety" OR "nutritional quality" OR "functional quality" OR "ethical quality" OR "value chain" OR "commerc*" OR "market*" OR "consumption" OR "use*" OR "export" OR "international trade" OR "socioeconomic*" OR "productive chain" OR "agrifood system*" OR "prodcutive system*" OR "food safety" OR "family farm*" OR "agribusiness" OR "global value chain" OR "local value chain" OR "human feed*" OR "market niche*" OR "value add*" OR "add* value" OR "food proccess*" OR "food transformation" OR "entrepreunership" OR "business model*" OR "green market" OR "organic market" OR "fair trade" OR "supply chain" OR "value-added chain" OR "product life cycle" OR linalol OR geraniol OR citral OR alcanfor OR eugenol OR timol OR estragol OR analgesic OR "biorefiner*" OR "natural product*" OR "fermentation" OR "metabolit*" OR "healing" OR "prebiotic*" OR "probiotic*" OR "functional propert*") AND PUBYEAR > 2011 AND (LIMIT-TO (DOCTYPE , "ar") OR LIMIT-TO (DOCTYPE , "cp") OR LIMIT-TO (DOCTYPE , "re"))

La ecuación se implementó en cada sistema de indexación en un campo de búsqueda específico: Scopus, TITLE-ABS-KEY; WoS, TOPIC, y Scielo, TOPIC.

La generación de conocimiento en el uso de albahaca durante los últimos diez años ha presentado una dinámica de crecimiento constante entre 2012 y 2018 (crecimiento y expectativas en la investigación) y un incremento acelerado entre 2019 y 2021 (desarrollo y consolidación del núcleo de conocimiento). Las publicaciones entre 2012 y 2022 han recibido en promedio más de 15 citaciones (figura 14).

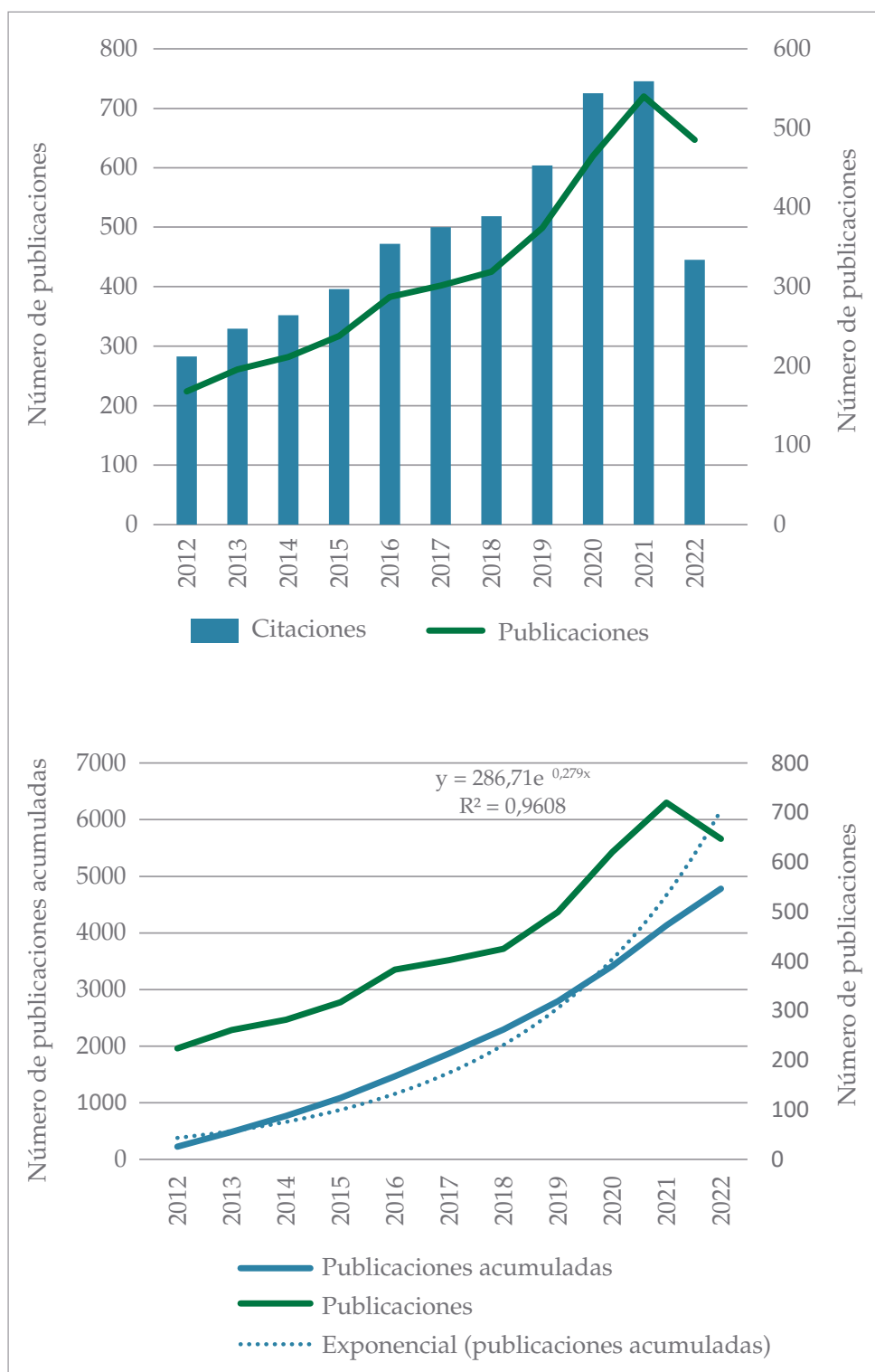


Figura 14. Dinámica de publicaciones en usos de la albahaca.

Fuente: Elaboración propia, a partir de datos de Scopus®, WoS® y Scielo®. Fecha de consulta octubre de 2022. Software de Análisis Excel®

La ley de crecimiento de la ciencia para la investigación en usos de albahaca presenta una tasa anual de incremento del 48,83 % (De Solla Price, 1976).

Las 10.383 publicaciones indexadas en los motores de búsqueda entre 2012 y 2022 se distribuyen en 1.733 fuentes de difusión, las cuales representan el núcleo de investigación en usos de albahaca. El núcleo está conformado por 18.106 investigadores que cuentan con un índice de colaboración de 6,42 (un investigador trabaja en promedio con seis coautores) y el número consolidado de palabras clave es de 1.171 (establecidas por los autores) y 2.714 (establecidas por los sistemas de indexación).

Referentes en investigación, autores, instituciones, países y fuentes de consulta en usos de albahaca

La identificación de referentes en investigación por medio del análisis de publicaciones científicas permite conocer investigadores, organizaciones, países líderes y principales fuentes de consulta para la divulgación de nuevo conocimiento y para la consulta de conocimiento de línea base. La figura 15 presenta tres variables (*Sankey plot*) que forman una visualización que permite interrelacionar palabras clave (tópicos más frecuentes), organizaciones (instituciones líderes en investigación) y países (referentes mundiales). En esta figura, se destacan como países referentes Italia, Irán, India, Brasil, Serbia, España, Turquía, Tailandia, Estados Unidos y Pakistán, y cada uno de estos cuenta con una institución líder en la investigación. Los temas generales de referencia en la investigación en usos de albahaca se concentran en aceites esenciales, actividad antioxidante, usos medicinales, actividad antimicrobiana y actividad antibacterial.

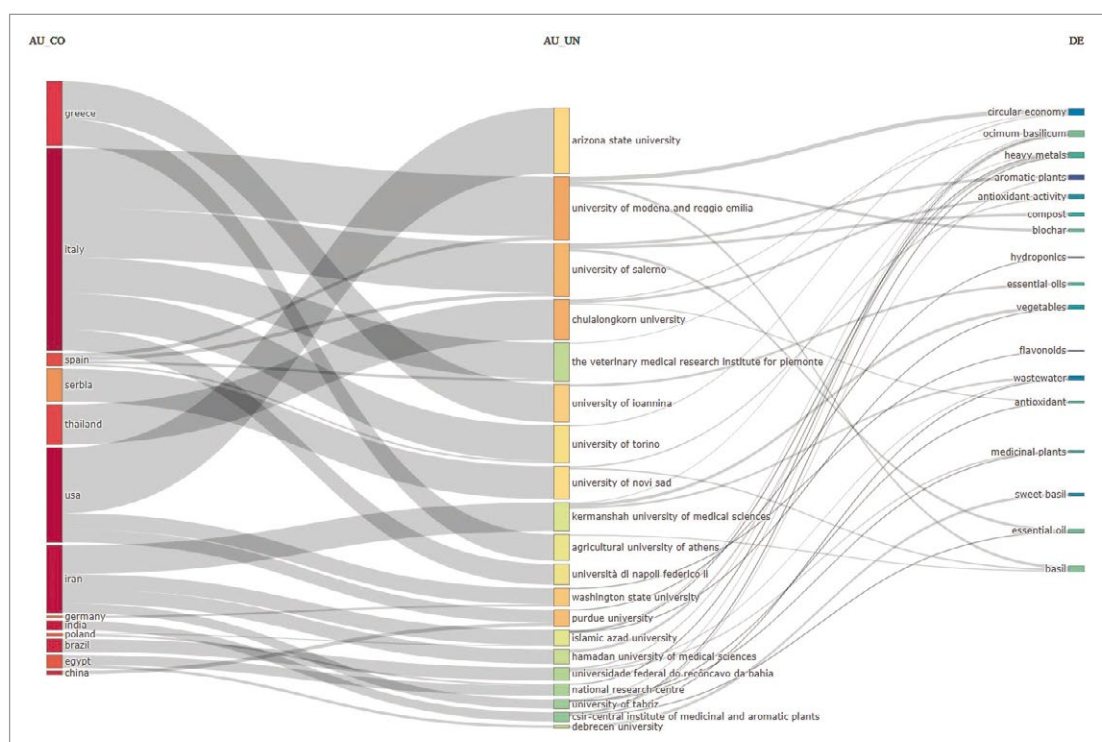


Figura 15. Gráfico Sankey. Países-instituciones-tópicos generales.

Fuente: Elaboración propia, a partir de datos de Scopus®, WoS® y Scielo®. Fecha de consulta noviembre de 2022. Software de procesamiento Bibliometrix 4.1.1

Los principales referentes mundiales en investigación en uso de albahaca se analizan a partir de los países que lideran la generación de conocimiento y las interacciones entre estos para el avance científico; de las organizaciones líderes (universidades, centros de investigación, empresas privadas, cooperativas de productores), que se especializan en áreas del conocimiento enfocadas en la albahaca es objeto de estudio (punto focal de la investigación) u objeto de trabajo (elemento que influye en otro objeto de estudio), y de los investigadores con mayor trayectoria y reconocimiento.

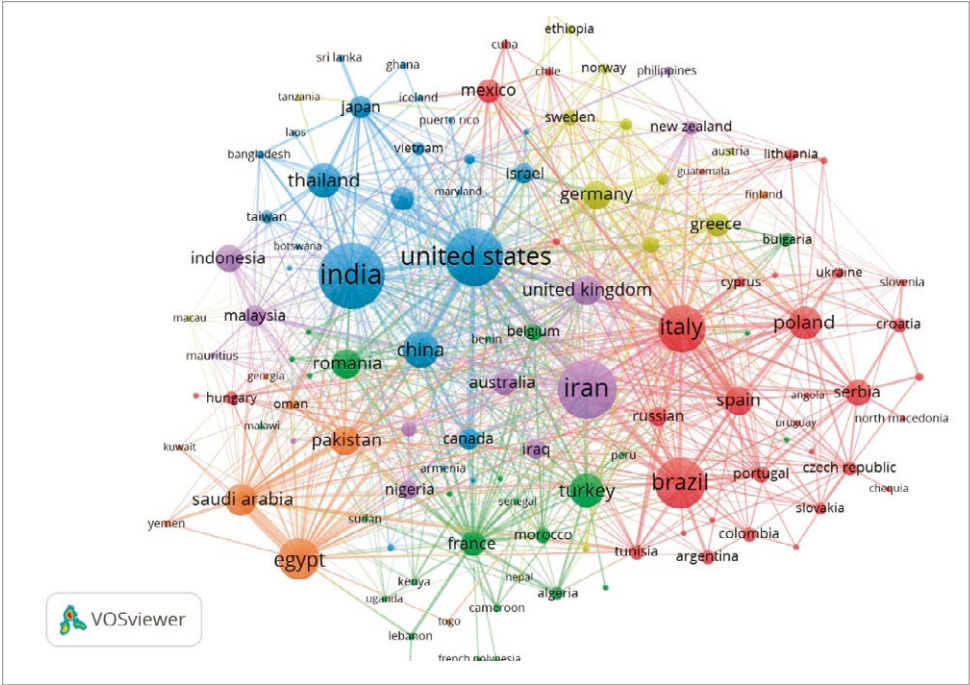
Con el resultado de estos análisis se busca responder a las siguientes preguntas de investigación a través de la cocitación, el acoplamiento bibliográfico y el análisis de contenido, por ejemplo, para identificar grupos de publicaciones, autores o revistas relacionadas (Van Eck & Waltman, 2017):

- Q1. ¿Cuáles son los canales más críticos e influyentes (instituciones, países, autores, revistas y artículos) en usos de albahaca en la literatura?
- Q2. Teniendo en cuenta la manera como se agrupan los usos de la albahaca en las publicaciones, ¿cuáles son las corrientes de investigación emergentes en los estudios de usos de albahaca?
- Q3. ¿Qué corrientes de investigación en usos de albahaca recibieron la máxima atención?

En la tabla 4, se evidencia que el tamaño de un clúster refleja la cantidad de publicaciones que pertenecen a este. Los grupos más grandes incluyen más publicaciones (Van Eck & Waltman, 2010). La distancia entre dos grupos indica aproximadamente la relación de los grupos en términos de citas. Los conglomerados que están ubicados cerca unos de otros tienden a estar estrechamente relacionados en cuanto a citación, mientras que los conglomerados que están más alejados entre sí suelen estar menos relacionados. Las líneas entre los grupos también reflejan la relación de estos con el grosor de una línea que representa el número de citas entre dos grupos. Los ejes horizontal y vertical no tienen un significado especial (Van Eck & Waltman, 2017).

Los análisis de países y organizaciones que se presentan en la tabla 4 se realizan teniendo en cuenta los niveles de coautoría, los cuales han sido computados por pesos fraccionados (*counting method = fractional counting*) para evitar sesgos ocasionados por subconjuntos numerosos de coautores de un mismo país u organización en un mismo documento. También se ha tomado la escala en función del número de trabajos, con el método de normalización Lin Long/modularity (Noack et al., 2007). En el caso del gráfico de países (figura 15), se incluyeron en la red de interacción 121 ítems sin limitar el número de documentos por país, y para la red de interacción de organizaciones se analizaron aquellas con al menos cinco documentos publicados. Asimismo, respecto al análisis de autores, en la observación se tuvo en cuenta el 1,5% de todos los autores, es decir, 268 autores, los cuales han publicado por lo menos cinco documentos en la ventana de tiempo analizada.

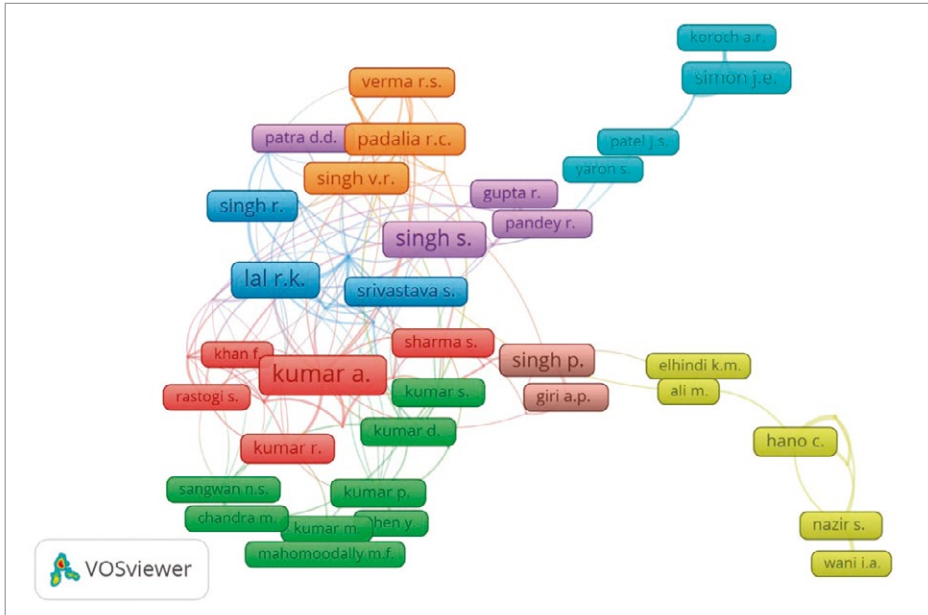
Tabla 4. Referentes mundiales de la investigación en usos de albahaca según número de publicaciones

Países líderes	Redes de colaboración
India (622-8108)*	
Irán (493-7649)*	
Estados Unidos (468-9530)*	
Brasil (357-4557)*	
Italia (314-6319)*	
Egipto (239-2617)*	
China (186-2777)*	
Tailandia (170-2483)*	
Turquía (162-2021)*	
Polonia (154-2583)*	
Arabia Saudita (149-1564)*	
Reino Unido (129-1735)*	
Romania (128-1577)*	
Pakistán (125-1576)*	
Alemania (119-1821)*	
España (119-3207)*	
Indonesia (103-362)*	
Serbia (98-1517)*	
Francia (89-2405)*	
Corea del Sur (84-1397)*	
Grecia (82-1795)*	

La red internacional de colaboración en investigación en aprovechamiento de albahaca está conformada por seis clústeres (grupos de trabajo). El primer clúster (rojo), liderado por Brasil, establece una red de cooperación con países latinos, entre ellos Colombia, y con países europeos como Italia, España, Polonia, Portugal y Serbia. El segundo clúster (azul), liderado por India, comprende una interacción entre Asia, Norteamérica y Medio Oriente, y relaciones de investigación entre China, Japón, Canadá, Vietnam y Estados Unidos. También se encuentra Perú, el cual, aunque tiene un número reducido de publicaciones, ha realizado esfuerzos de investigación que unen varios clústeres por medio de sus trabajos conjuntos con España, Corea del Sur y Francia. El tercer clúster (verde), liderado por Turquía, integra países de Europa, de Asia Central y de África Occidental. El cuarto clúster (morado), liderado por Irán, publica en colaboración con países asiáticos, africanos y europeos como Indonesia, Nigeria, Reino Unido y Malasia; además, en este clúster se encuentra Australia, el sexto país más grande del mundo. Con una productividad menor, el quinto clúster (amarillo) representa la colaboración de países europeos como Alemania e Inglaterra, integrados con países escandinavos y países africanos orientales como Etiopía. La posición que ocupa España muestra una característica interesante, pues además de formar parte del subsistema de colaboración europea, evidencia su colaboración activa con varios países latinoamericanos, principalmente con los hispanohablantes.

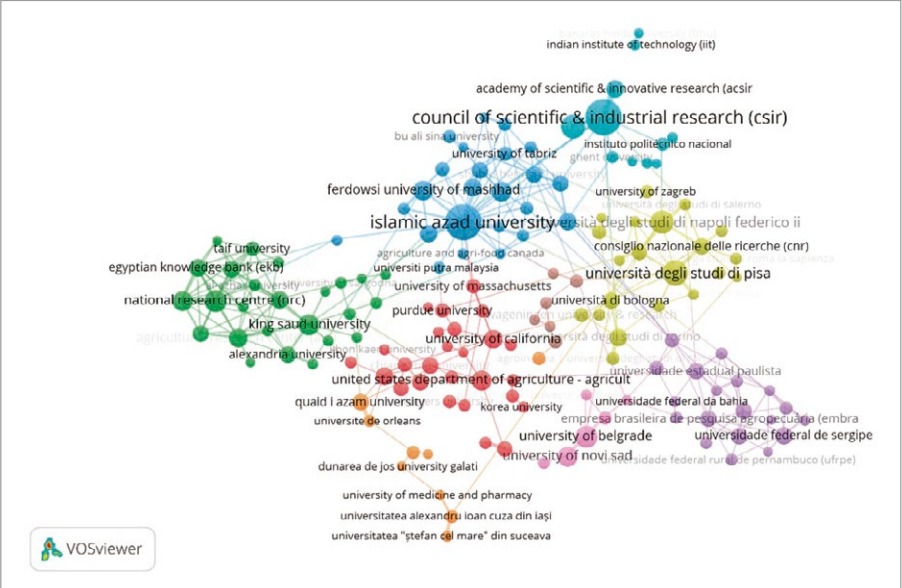
(Continúa)

(Continuación tabla 4)

Investigadores líderes	Redes de colaboración
Kumar, A. (28-314)* Rouphael, Y. (27-493)* Blank, A. F. (23-282)* Lal, R. K. (23-310)* Singh, S. (22-285)* Garibaldi, A. (21-323)* Gullino, M. L. (20-300)* Razavi, S. M. A. (20-596)* Chanotiya, C. S. (18-345)* Landi, M. (18-819)* Singh, P. (17-432)* Arrigoni-Blank, M. F. (16-137)* De Pascale, S. (15-475)*	 La red de colaboración entre autores permite identificar comunidades de práctica formales como grupos y redes de investigación basadas en coautoría, las cuales muestran académicos que comparten ideas intelectuales similares. Esta red está conformada por 18.106 autores, y de estos se incluye en la gráfica el 1,5 %, es decir, 268 autores que han publicado por lo menos cinco documentos en la ventana de tiempo analizada. Se destaca la red de colaboración (roja) liderada por Ajay Kumar de la División de Biotecnología del Central Institute of Medicinal and Aromatic Plants (CIMAP) en India (Rastogi et al., 2020), el cual tiene 28 publicaciones y ha sido citado en 314 documentos con 19 conexiones. Este autor ha realizado investigaciones acerca de la composición metabólica y la ruta de biosíntesis de fenilpropanoides para especies de <i>Ocimum</i> comunes que tienen un alto valor medicinal, a pesar de que se usan con frecuencia como ingredientes aromáticos y saborizantes. El CIMAP tiene una red dinámica de 37 laboratorios nacionales, 39 centros de divulgación, un complejo de innovación y tres unidades con presencia en toda la India. Este centro cubre un amplio espectro de ciencia y tecnología, desde oceanografía, geofísica, química, drogas, genómica, biotecnología y nanotecnología, hasta minería, aeronáutica, instrumentación, ingeniería ambiental y tecnologías de la información.

(Continúa)

(Continuación tabla 4)

Instituciones líderes	Redes de colaboración
Islamic Azad University, Irán (140-1497)	
Council of Scientific & Industrial Research (CSIR), India (147-2975)	
Università degli Studi di Pisa, Italia (65-1988)	
Indian Council of Agricultural Research (ICAR), India (59-569)	
University of California, Estados Unidos (33-1685)	
University of Massachusetts, Estados Unidos (20-1247)	
Ferdowsi University of Mashhad, Irán (40-993)	
Università Di Bologna, Italia (26-868)	
University of Belgrade, Serbia (47-818)	
Cairo University, Egipto (40-440)	
Agricultural Research Center (ARC), Egipto (34-447)	
King Saud University, Arabia Saudita (42-577)	
National Research Centre (NRC), Egipto (47-340)	

La red de colaboración científica principal para la investigación en uso de albahaca, establecida por la interacción institucional de organizaciones en un mismo país o entre países, está conformada por 147 instituciones divididas en 9 grupos de trabajo conformados por entre 26 y 6 instituciones. Se destaca la red de trabajo (azul) que está compuesta por 24 instituciones, en su mayoría de Irán e India, en la cual sobresale el liderazgo de Islamic Azad University, que es un sistema universitario privado con sede en Teherán, Irán; este se ubica a nivel mundial en el puesto 117 en cuanto a temas de ciencias agrícolas, según la clasificación de U.S. News & World Report de 2023. Es uno de los sistemas integrales más grandes de universidades, colegios y colegios comunitarios del mundo, con sucursales satélites en países como Afganistán, Emiratos Árabes Unidos, Líbano e Inglaterra. En sus investigaciones más recientes acerca de la albahaca, se encuentran los recubrimientos comestibles a base de semillas de albahaca (0,1 %, 0,3 % y 0,5 %) en el tratamiento poscosecha para mantener la calidad y seguridad de cultivos como el tomate. Con esto, se han mostrado aumentos en la retención de vitamina C, menor pérdida de peso, retraso significativo en cambios de color y ablandamiento acelerado, y prolongamiento de la capacidad de almacenamiento (Fallah et al., 2021). Esta red tiene conexión con los seis clústeres de los ocho restantes. Entre los enlaces destacados, se encuentra el CSIR de India, el cual tiene el mayor número de publicaciones (2953) y centra la mayoría de sus investigaciones, a través del laboratorio de bioinformática, en temas de modelado molecular, mejora o descubrimiento de fármacos y química computacional. El CSIR ha realizado investigaciones conjuntas con la Universidad de Teherán, la cual hace parte del clúster azul, y comparten investigaciones acerca de los efectos del bioenriquecimiento de cultivos de albahaca, el análisis de composición química de los suelos después de la cosecha de albahaca, entre otros. El CSIR viene trabajando en el desarrollo varietal de albahaca desde hace muchas décadas. Hay alrededor de 180 reservas genéticas disponibles para especies de *Ocimum*, como *O. africanum*, *O. gratissimum*, *O. americanum* L., *O. viride* Willd., *O. sanctum*, *O. africanum* Lour., *O. canum* Sims, *O. filamentosum* Forssk y *O. basilicum* L., en la división de Fitomejoramiento y Manejo de Recursos Genéticos de este instituto (Srivastava et al., 2022).

(Continúa)

(Continuación tabla 4)

Instituciones líderes emergentes	Red de evolución a lo largo del tiempo de la investigación
Tanta University, Egipto (12-98)	El mapa de superposición de organizaciones clave (<i>overlay</i>) permite constatar la evolución del interés de las organizaciones dentro del dominio de investigación de usos de albahaca, por año promedio de publicación. Con color morado y celeste se observan las instituciones que desarrollaron en promedio más investigaciones y que publicaron más artículos entre 2012 y 2017. Durante estos primeros años, la Università degli Studi di Pisa, la University of California y el CSIR fueron las organizaciones más predominantes. Con color turquesa y verde aparecen las organizaciones que más artículos en promedio publicaron durante 2018 y 2019, entre ellas están el CNR, la Islamic Azad University y la King Saud University. Con los colores verde claro y amarillo se muestran las organizaciones con más frecuencia de publicaciones entre 2019 y 2020, periodo durante el cual el ACSIR fue la institución más destacada en el desarrollo de investigaciones sobre usos de albahaca. Con color amarillo se presentan las instituciones más frecuentes después de 2020; es decir, las organizaciones con investigaciones más recientes acerca de los usos de la albahaca, entre las que están el CNR, la Université d'Orléans y la Universidade Federal de Minas Gerais. Este análisis revela la evolución en cuanto a organizaciones interesadas en desarrollar investigaciones sobre albahaca; además, brinda información acerca del cambio de las instituciones que lideren el estudio de tendencias sobre uso de albahaca, con el transcurso de los años, en concordancia con la realidad tecnológica y las necesidades del mercado o de los consumidores.
Universite de Orleans, Francia (13-246)	
Università degli Studi di Napoli Federico II, Italia (52-841)	
University of Agronomic Sciences and Veterinary Medicine of Bucharest, Rumania (18-104)	
Consiglio per la ricerca in agricoltura e l'analisi dell'economia agraria (CREA), Italia (23-324)	
Korea University, Corea del Sur (12-144)	
"Dunarea de Jos" University Galati, Rumania (10-35)	
Banaras Hindu University (BHU), India (10-77)	
Bu Ali Sina University, Irán (16-251)	
Academy of Scientific & Innovative Research (ACSIR), India (31-523)	

Nota: Método de conteo: fractional counting; atracción: 1; repulsión: -2.

*n.º de publicaciones, n.º de citas.

Fuente: Elaboración propia, a partir de datos de Scopus®, WoS® y Scielo®. Software de procesamiento VOSviewer 1.6.19

Fuente: Elaboración propia, a partir de datos de Scopus®, WoS® y Scielo®. Software de procesamiento Bibliometrix 4.1.1

- Capítulo II
Análisis de tendencias científicas en usos y agregación de valor de la albahaca y sus residuos

- *Scientia Horticulturae*: es una revista internacional con factor de impacto 4,342, la cual publica investigaciones relacionadas con los cultivos hortícolas. Los artículos de la revista hablan de la producción abierta o protegida de hortalizas, frutas, hongos comestibles y plantas ornamentales en condiciones templadas, subtropicales y tropicales. Se consideran artículos de áreas relacionadas, como bioquímica, micropropagación, edafología, fitomejoramiento, fisiología vegetal, fitopatología, etcétera, y en el ámbito de la revista se incluyen todos los cultivos hortícolas, pero no los cultivos especializados, como los cultivos medicinales o los forestales, como el bambú. El consejo editorial está compuesto por miembros de 25 países: China (12), Estados Unidos (7) y España (5).
- Nivel 2: conformado por 366 revistas indexadas, de las que se destacan:
 - *Insects*: es una revista de entomología de acceso abierto con factor de impacto 3,141, que publica revisiones, trabajos de investigación y comunicaciones relacionados con la biología, la fisiología y el comportamiento de insectos y artrópodos. El ámbito de esta revista incluye: entomología molecular, entomología aplicada, entomología sistemática, gestión de plagas, biología, fisiología, ecología y patología de los insectos, evolución de los insectos, interacción entre insectos y plantas, insectos y salud pública, insectos y medio ambiente; no obstante, no se limita solo a estas temáticas.
 - *International Journal of Molecular Sciences*: ofrece un foro avanzado para los estudios moleculares en biología y química, con énfasis en la biología molecular y la medicina molecular. En esta revista, las moléculas son el objeto de estudio, y entre esos estudios se encuentran: problemas teóricos fundamentales de gran interés en biología, química y medicina; avances técnicos experimentales de interés en biología, química y medicina, y aplicación de las teorías y tecnologías novedosas a estudios y cálculos experimentales específicos.
 - *International Journal of Pharma and Bio Sciences* (IJPBS): es una revista internacional que se publica trimestralmente. El objetivo de la IJPBS es publicar artículos de investigación y revisión en el campo de las ciencias farmacéuticas y biológicas. La revista pretende cubrir los últimos avances destacados en el campo de las ciencias farmacéuticas y biológicas para reforzar el avance de estas áreas, que no se limitan a descubrimiento de fármacos, desarrollo, estudios de preformulación, administración de fármacos y selección de dianas. La investigación también implica el uso de conocimientos científicos para mejorar la salud del progreso humano, incluidos productos biotecnológicos como genes, proteínas y vacunas, que comprenden todos los aspectos fundamentales de las ciencias biológicas básicas.
- Nivel 3: conformado por 1.291 revistas indexadas, de las que se destacan:
 - *Türk Tarım ve Ormancılık Dergisi/Turkish Journal of Agriculture and Forestry*: es una publicación electrónica semestral del Consejo de Investigación Científica y Tecnológica de Turquía (Tübitak). Publica artículos de investigación y de revisión sobre avances en agronomía, horticultura, fitomejoramiento, protección de las plantas, biología molecular y biotecnología de las plantas, edafología y nutrición de las plantas, bionergía y cultivos energéticos, irrigación, tecnologías agrícolas, ciencia y tecnología de los alimentos de origen vegetal, silvicultura y productos de la industria forestal.

- *Ukrainian Food Journal*: es una revista que publica trabajos de investigación en el campo de la ingeniería alimentaria, la química alimentaria y el envasado de alimentos. Esta revista es publicada por la Universidad Nacional de Tecnologías Alimentarias.
- *Ultrasonics Sonochemistry*: es una revista internacional líder dedicada a la publicación de artículos de investigación, principalmente sobre reacciones y reactores químicos inducidos por ondas ultrasónicas, es decir, sonoquímica. Además de centrarse en las reacciones químicas, esta revista valora las contribuciones relacionadas con eventos y procesos inducidos por cavitación (acústica o hidrodinámica), como la sonoluminiscencia y la transformación química/física/biológica de materiales.

Líneas de trabajo y tópicos clave en albahaca

Las palabras clave sintetizan los aspectos científicos y tecnológicos abordados durante la investigación y permiten, a través del análisis de coocurrencia de términos basado en datos de texto (Jalal, 2019), identificar líneas de trabajo y tópicos específicos. VOSviewer tiene sus propias técnicas de agrupación (Waltman et al., 2010). En la figura 17, se usa la técnica de agrupación Lin-Long y el análisis de coocurrencia se realiza con base en el método de conteo fraccionado usando VOSviewer; en este, la unidad de análisis es <keyword> (de autor y de indexación) de las publicaciones acerca del uso de albahaca, de 2010 a abril de 2022, para generar seis clústeres temáticos que abarcan 27.242 tópicos de investigación. De dichos tópicos, se muestran en la visualización 1.494 y 243.971 interacciones entre estos, calculados automáticamente a través de VOSviewer con base en el umbral de mínimo diez documentos para cada <keyword>. En la visualización que se presenta en la figura 17, cada grupo tiene un color que indica el subcampo obtenido del desglose de la literatura sobre usos de albahaca. Una interpretación aproximada de esa visualización es la siguiente.

- Clúster rojo, extractos y aceites esenciales (485 tópicos): este clúster comprende la interacción de aproximadamente 35 especies que incluyen el género *Ocimum* (Tirillini & Maggi, 2021) y la agregación de valor en la transformación a través de la extracción de aceites esenciales con fines alimenticios, farmacéuticos y cosméticos. Algunos estudios científicos recientes demostraron que el aceite de albahaca es un potente agente antiviral (Chiang et al., 2005), antioxidante (Jayasinghe et al., 2003), antiproliferativo (Manosroi et al., 2006) y antibacteriano (Hossain et al., 2010). También han sido reportadas otras actividades biológicas como antiinflamatoria, antiespasmódica, fungicida, sedante (Oliveira et al., 2009), analgésica y carminativa (Brnawi et al., 2018). En particular, a nivel químico, tiene efectos ansiolíticos producidos por el olor (Harada et al., 2018). Algunas de las líneas de investigación que se destacan para este clúster son bioquímica, ingeniería metabólica, transgénicos y cultivo de semillas de albahaca, junto con modificaciones anatómicas (Gurav et al., 2022), nanotecnología, agricultura sostenible y usos en la industria química (películas biodegradables, especialmente para el envasado de alimentos) (Thessrimuang & Prachayawarakorn, 2019). El extracto de hoja de *O. basilicum* se ha utilizado para preparar telas repelentes de mosquitos (Kantheti et al., 2020).
- Clúster verde, usos tradicionales y medicinales (408 tópicos): el uso de plantas medicinales en la medicina tradicional y complementaria para el tratamiento, el manejo o la prevención de diversas enfermedades es tan antiguo como el origen de la humanidad (Ekweogu et

al., 2020; Yuan et al., 2016). *Ocimum* es una de las plantas medicinales que la población ha usado tradicionalmente, y la cual contiene componentes de metabolitos secundarios como fenólicos, flavonoides, esteroides, terpenoides y alcaloides (Dharsono et al., 2022). Este clúster aborda los usos de los compuestos bioactivos extraídos de la albahaca, que incluyen fitoquímicos (ácido oleanólico, ácido cafeico, ácido elágico, epicatequina, ácido sinápico, ácido rosmarínico, ácido clorogénico, luteolina, apigenina, nepetoidina, xantomicro, nevadensina, salvigenina, ácido gálico, catequina, quercetina, rutina y kaempfero) y aceites esenciales (canfeno, β -cariofileno, α - y β -pineno, α -humuleno, sabineno, β -mirceno, limoneno, 1,8-cineol, trans- β -ocimeno, linalol, α - y δ -terpineol, eugenol, α -copaeno, β -elemeno, p-cimeno, timol y carvacrol) en el tratamiento de diversas enfermedades como la diabetes, el cáncer, la inflamación, la anemia, la diarrea, los dolores y las infecciones fúngicas y bacterianas. La eficacia de las especies que incluyen el género *Ocimum* puede atribuirse a las propiedades farmacológicas que se han demostrado, como antioxidantes, antiinflamatorias, anticancerígenas, hepatoprotectoras, antidiabéticas, antihipertensivas, antidiarreicas y antimicrobianas (Ugbogu et al., 2021). Sin embargo, se necesitan más experimentos en estudios clínicos con humanos para establecer dosis eficaces y seguras para el tratamiento de diversas enfermedades, por lo que se explica la cercanía entre este clúster y el clúster azul, en el cual algunos tópicos se relacionan con estudios controlados, pruebas en humanos y en animales.

- Clúster azul, funcionalidad anticancerígena (309 tópicos): en este clúster, se incluyen investigaciones sobre las propiedades funcionales de la albahaca, principalmente su contribución a las funciones metabólicas, por su contenido de aminoácidos, proteínas y enzimas. Se destaca el análisis de la actividad catalizadora en el organismo de la albahaca y sus componentes, el análisis molecular de la presencia de dichos componentes (en especial el glutatión) y el análisis de la acción antineoplásica (impiden el crecimiento de células cancerígenas).
- Clúster amarillo, funcionalidad antibacteriana (170 tópicos): en este clúster, se identifica un nicho especializado de trabajo en torno a la actividad potencial antibacteriana, antimicrobiana, antibacterial y antifúngica de los principales componentes de los aceites esenciales de albahaca dulce, metil chavicol, trimetoquinol, β -guaiano, acifileno, alizarina, naftaleno y (-) cariofileno, y contra algunas de las bacterias patógenas transmitidas por los alimentos representativas, como *B. cereus*, *B. subtilis*, *B. megaterium*, *S. aureus*, *L. monocytogenes*, *E. coli*, *S. dysenteriae*, *V. parahaemolyticus*, *V. mimicus*, *S. typhimurium*, entre otros. Las actividades antibacterianas han sido reportadas por autores como Deba et al. (2008), Hossain et al., (2010), Inouye et al. (2006), Sartoratto et al. (2004) y Saxena & Sharma (1999). Dentro de esta red se destacan otros usos de los aceites esenciales de albahaca, como fungicida, nematocida, larvicida, insecticida, tripanocida, etcétera (Bhavaya et al., 2021; Chowdhary et al., 2018; Singh et al., 2014), como potencial en el campo de fitorremediación para la eliminación de compuestos tóxicos, como pesticidas (Ramírez-Sandoval et al., 2011), colorantes orgánicos (Dada et al., 2020), petróleo crudo (Choden et al., 2021) y metales pesados del suelo (Lakshmanraj et al., 2009), y como facilitador de la biorremediación de metales pesados, como el cobre y el cromo.
- Clúster morado, factores de estudio y resultados (85 tópicos): este clúster muestra tópicos asociados a resultados de tratamientos con especies de albahaca; por ejemplo, efectividad clínica, metodologías de aplicación, incidencia en la mortalidad de agentes bacterianos, microbianos o infecciosos, factores de tiempo, factores de riesgo, validaciones, eficacia de

- Clúster naranja, funcionalidad insecticida (37 tópicos): teniendo en cuenta que la infección por bacterias es uno de los principales problemas de salud y a pesar de que los antibióticos comerciales siguen siendo uno de los tratamientos para superar estos problemas, los altos niveles de consumo de antibióticos generan resistencia a estos; por lo anterior, el uso de productos antibacterianos naturales es una posible solución a la infección por bacterias (Dharsono et al., 2022). Además, tanto en la industria alimentaria como en la farmacéutica existe una necesidad continua de encontrar agentes antimicrobianos nuevos y mejorados, debido a la creciente resistencia a los antibióticos y al aumento de demanda de los consumidores de productos naturales efectivos y seguros. Este clúster aborda tópicos de usos como repelente de insectos, pesticida, insecticida, fumigante y control biológico. Asimismo, se incluye los artículos que analizan las respuestas conductuales de *Aedes aegypti*, los dípteros, *Culex quinquefasciatus*, mosquitos, larvas, entre otros, frente a compuestos de la albahaca (Sathantriphop et al., 2014).

[illegible]

Fuente: Elaboración propia, a partir de datos de Scopus®, WoS® y Scielo®. Fecha de consulta noviembre de 2022. Software de procesamiento VOSviewer 1.6.19

El mapa de distribución temática permite categorizar los principales tópicos de investigación a partir de dos dimensiones: la dimensión relevancia (grado de centralidad), que establece la importancia relativa de cada tópico en el campo de investigación, y la dimensión desarrollo (grado de densidad), la cual establece el avance y la amplitud en los conocimientos generados en el campo de investigación. En la figura 19, se presenta el mapa temático para la investigación en usos de albahaca. La interacción de estas dos dimensiones conforma los siguientes cuatro cuadrantes de análisis:

- Temas motor (cuadrante superior derecha): en este cuadrante se ubican los tópicos con alto grado de desarrollo y alta relevancia en el campo de investigación.
- Temas base o transversales (cuadrante inferior derecha): en este cuadrante se encuentran los temas que, si bien cuentan con un alto grado de relevancia en el campo de investigación, tienen un grado de desarrollo que aún no es suficiente para ser un tema motor.
- Temas altamente especializados (cuadrante superior izquierda): en este cuadrante se concentran los temas que se han especializado y se convierten en nichos de trabajo, pero que aún no adquieren una relevancia alta en el campo de la investigación.
- Temas emergentes o decadentes (cuadrante inferior izquierda): en este cuadrante aparecen temas que empiezan a ganar espacio en el campo de investigación, como respuesta a necesidades globales o asuntos que ya han perdido interés en la comunidad científica.

Finalmente, el núcleo de conocimiento de la investigación en usos de albahaca se sintetiza en la figura 20, a través de un análisis de correspondencias múltiples (MCA) de las palabras clave incluidas en el conjunto de datos. La figura 20 presenta datos extensos con múltiples variables en un espacio de baja dimensión para formar un gráfico intuitivo bidimensional (o tridimensional), el cual utiliza la distancia plana para reflejar la similitud entre las palabras clave. Las palabras clave que se acercan al punto central indican que han recibido mucha atención en los últimos años (Xie et al., 2020).

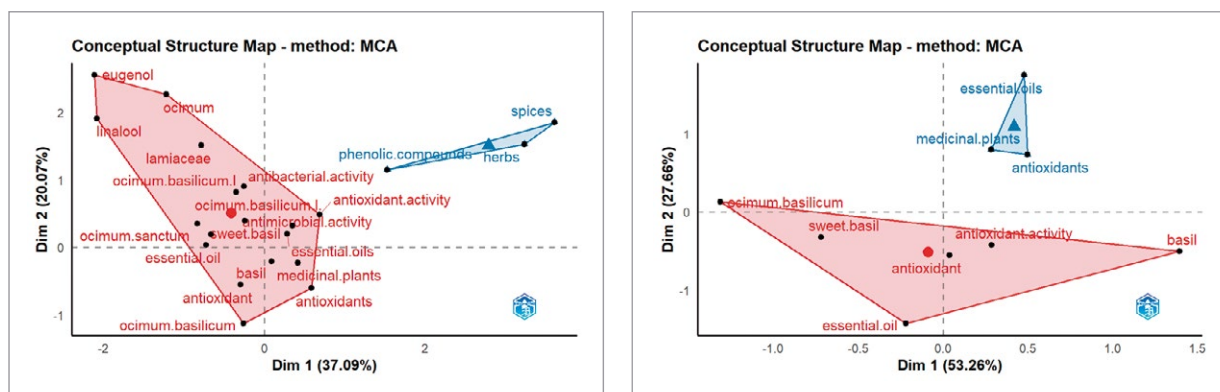


Figura 20. Núcleo de conocimiento de la investigación en albahaca.

Fuente: Elaboración propia, a partir de datos de Scopus®, WoS® y Scielo®. Fecha de consulta noviembre de 2022. Software de procesamiento Bibliometrix 4.1.1

El núcleo de conocimiento comprende dos nodos centrales que constituyen la línea de trabajo principal en usos de albahaca, la cual gira en torno a la actividad antioxidante (nodo rojo), y un nodo centrado en el uso de aceites esenciales para aplicaciones medicinales (nodo azul).

Documentos clave

Después de identificar el núcleo de conocimiento de la investigación en albahaca, el análisis de los principales documentos permite reconocer y contrastar las investigaciones con mayor visibilidad e importancia en la temática de estudio. Para esto, se analizan todas las citas recibidas por los documentos en la base de datos de Scopus, frente a las citas recibidas en el corpus específico de análisis. En la tabla 5, se presentan estos indicadores para los documentos referentes.

Tabla 5. Documentos clave en usos de la albahaca categorizados y priorizados por indicadores bibliométricos

Documento	DOI	Título	Año	Citaciones globales
Mills et al. (2014)	10.1016/j.jvs.2013.08.003	"The Society for Vascular Surgery Lower Extremity Threatened Limb Classification System: risk stratification based on wound, ischemia, and foot infection (WIfI)"	2014	675
Regnault-Roger et al. (2012)	10.1146/annurev-ento-120710-100554	"Essential oils in insect control: low-risk products in a high-stakes world"	2011	625
Petrovska (2012)	10.4103/0973-7847.95849	"Historical review of medicinal plants' usage"	2012	621
Pavela (2015)	10.1016/j.indcrop.2015.06.050	"Essential oils for the development of eco-friendly mosquito larvicides: A review"	2015	448
Landi et al. (2015)	10.1016/j.envexpbot.2015.05.012	"Multiple functional roles of anthocyanins in plant-environment interactions"	2015	310
Ghosh et al. (2013)	10.1016/j.ultsonch.2012.08.010	"Ultrasonic emulsification of food-grade nanoemulsion formulation and evaluation of its bactericidal activity"	2013	290
Rouphael et al. (2015)	10.1016/j.scienta.2015.09.002	"Arbuscular mycorrhizal fungi act as biostimulants in horticultural crops"	2015	272
Bonilla et al. (2012)	10.1016/j.foodhyd.2011.03.015	"Effect of essential oils and homogenization conditions on properties of chitosan-based films"	2012	250

(Continúa)

(Continuación tabla 5)

Documento	DOI	Título	Año	Citaciones globales
Etzeberria et al. (2012)	10.1517/14728222.2012.664134	"Antidiabetic effects of natural plant extracts via inhibition of carbohydrate hydrolysis enzymes with emphasis on pancreatic alpha amylase"	2012	228
Arfat et al. (2014)	10.1016/j.foodhyd.2014.04.023	"Properties and antimicrobial activity of fish protein isolate/fish skin gelatin film containing basil leaf essential oil and zinc oxide nanoparticles"	2014	219
Absul Salam et al. (2014)	10.1016/j.matlet.2014.05.033	"Green synthesis and characterization of zinc oxide nanoparticles from <i>Ocimum basilicum</i> L. var. purpurascens Benth.-Lamiaceae leaf extract"	2014	218
Chandra et al. (2014)	10.1155/2014/253875	"Assessment of total phenolic and flavonoid content, antioxidant properties, and yield of aeroponically and conventionally grown leafy vegetables and fruit crops: a comparative study"	2014	214
McDonagh et al. (2022)	10.1002/ejhf.2333	"2021 ESC Guidelines for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure: Developed by the Task Force for the diagnosis and treatment of acute and chronic heart failure of the European Society of Cardiology (ESC). With the special contribution of the Heart Failure Association (HFA) of the ESC"	2022	209
Fornari et al. (2012)	10.1016/j.chroma.2012.04.051	"Isolation of essential oil from different plants and herbs by supercritical fluid extraction"	2012	201
Salehi et al. (2018)	10.1002/ptr.6109	"Thymol, thyme, and other plant sources: Health and potential uses"	2018	200

(Continúa)

(Continuación tabla 5)

Documento	DOI	Título	Año	Citaciones globales
Checker et al. (2012)	10.1371/journal.pone.0031318	"Potent anti-inflammatory activity of ursolic acid, a triterpenoid antioxidant, is mediated through suppression of NF-κB, AP-1 and NF-AT"	2012	191
Weitzberg y Lundberg (2013)	10.1146/annurev-nutr-071812-161159	"Novel aspects of dietary nitrate and human health"	2013	183
Polat y Satıl (2012)	10.1016/j.jep.2011.12.004	"An ethnobotanical survey of medicinal plants in Edremit Gulf (Balıkesir-Turkey)"	2012	179
Liu et al. (2017)	10.3390/ijms18061283	"Antibacterial and antifungal activities of spices"	2017	175
Tissier (2012)	10.1111/j.1365-313X.2012.04913.x	"Glandular trichomes: what comes after expressed sequence tags?"	2012	165
Heidari y Golpayegani (2012)	10.1016/j.jssas.2011.09.001	"Effects of water stress and inoculation with plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) on antioxidant status and photosynthetic pigments in basil (<i>Ocimum basilicum</i> L.)"	2012	164
Mirhosseini y Amid (2012)	10.1016/j.foodres.2011.11.017	"A review study on chemical composition and molecular structure of newly plant gum exudates and seed gums"	2012	163
Sakkas y Papadopoulou (2017)	10.4014/jmb.1608.08024	"Antimicrobial activity of basil, oregano, and thyme essential oils"	2017	160
Christaki et al. (2012)	10.3390/agriculture2030228	"Aromatic plants as a source of bioactive compounds"	2012	158
Bantis et al. (2018)	10.1016/j.scienta.2018.02.058	"Current status and recent achievements in the field of horticulture with the use of light-emitting diodes (LEDs)"	2018	157

Fuente: Elaboración propia, a partir de datos de Scopus®, WoS® y Scielo®. Software de procesamiento Bibliometrix 4.1.1

La figura 21 muestra el estudio del número de referencias citadas anualmente, que permite analizar las raíces de tópicos de investigación clave. La técnica utilizada se conoce como *reference year publication spectroscopy* (RYPS), introducida por primera vez en 2014 con el objetivo de analizar la frecuencia con la cual las referencias son citadas en las publicaciones (azul) y su diferencia con la mediana en un periodo de cinco años (rojo). Los picos o crestas indican cambios en la dinámica del objeto de estudio asociados con referencias a documentos clave en el desarrollo de tópicos específicos (tabla 6).

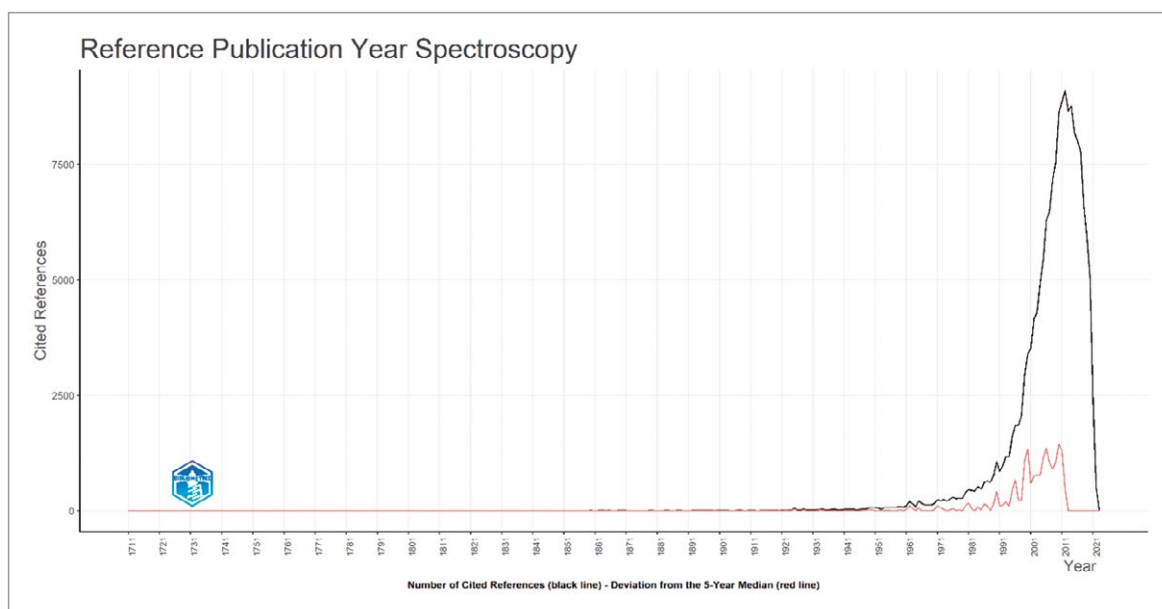


Figura 21. Espectroscopia de referencias para la investigación en usos de albahaca.

Fuente: Elaboración propia, a partir de datos de Scopus®, WoS® y Scielo®. Fecha de consulta noviembre de 2022. Software de procesamiento Bibliometrix 4.1.1

Tabla 6. Picos de actividad y publicaciones clave

Pico	Publicaciones	N.º de citaciones en el corpus
1990	Charles, D. J., & Simon, J. E. (1990). Comparison of extraction methods for the rapid determination of essential oil content and composition of basil. <i>Journal of the American Society for Horticultural Science</i>, 115(3), 458-462.	4
	Simon, J. E., Quinn, J., & Murray, R. G. (1990). Basil: a source of essential oils. <i>Advances in New Crops</i>, 1, 484-489.	4
	Sinha, G. K., & Gulati, B. C. (1990). Antibacterial and antifungal study of some essential oils and some of their constituents. <i>Indian Perfumer</i>, 34(2), 126-129.	4
1993	Werker, E., Putievsky, E., Ravid, U., Dudai, N., & Katzir, I. (1993). Glandular hairs and essential oil in developing leaves of <i>Ocimum basilicum</i> L. (Lamiaceae). <i>Annals of Botany</i>, 71(1), 43-50.	13

(Continúa)

(Continuación tabla 6)

Pico	Publicaciones	N.º de citaciones en el corpus
1995	• Brand-Williams, W., Cuvelier, M. E., & Berset, C. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. <i>LWT-Food science and Technology</i> , 28(1), 25-30.	5
	• Dixon, R. A., & Paiva, N. L. (1995). Stress-induced phenylpropanoid metabolism. <i>The Plant Cell</i> , 7(7), 1085.	5
	• Liu, J. (1995). Pharmacology of oleanolic acid and ursolic acid. <i>Journal of Ethnopharmacology</i> , 49(2), 57-68.	5
1996	• Marotti, M., Piccaglia, R., & Giovanelli, E. (1996). Differences in essential oil composition of basil (<i>Ocimum basilicum</i> L.) Italian cultivars related to morphological characteristics. <i>Journal of Agricultural and Food Chemistry</i> , 44(12), 3926-3929.	32
1999	• Hammer, K. A., Carson, C. F., & Riley, T. V. (1999). Antimicrobial activity of essential oils and other plant extracts. <i>Journal of Applied Microbiology</i> , 86(6), 985-990.	14
2000	• Vieira, R. F., & Simon, J. E. (2000). Chemical characterization of basil (<i>Ocimum</i> spp.) found in the markets and used in traditional medicine in Brazil. <i>Economic Botany</i> , 207-216.	15
2002	• Javanmardi, J., Khalighi, A., Kashi, A., Bais, H. P., & Vivanco, J. M. (2002). Chemical characterization of basil (<i>Ocimum basilicum</i> L.) found in local accessions and used in traditional medicines in Iran. <i>Journal of Agricultural and Food Chemistry</i> , 50(21), 5878-5883.	30
2006	• Telci, I., Bayram, E., Yilmaz, G., & Avcı, B. (2006). Variability in essential oil composition of Turkish basil (<i>Ocimum basilicum</i> L.). <i>Biochemical Systematics and Ecology</i> , 34(6), 489-497.	33
2008	Hussain, A. I., Anwar, F., Hussain Sherazi, S. T., & Przybylski, R. (2008). Chemical composition, antioxidant and antimicrobial activities of basil (<i>Ocimum basilicum</i>) essential oils depends on seasonal variations. <i>Food Chemistry</i> , 108(3), 986-995.	48
2010	Sgherri, C., Cecconami, S., Pinzino, C., Navari-Izzo, F., & Izzo, R. (2010). Levels of antioxidants and nutraceuticals in basil grown in hydroponics and soil. <i>Food Chemistry</i> , 123(2), 416-422.	19
2012	• Calín-Sánchez, Á., Lech, K., Szumny, A., Figiel, A., & Carbonell-Barrachina, Á. A. (2012). Volatile composition of sweet basil essential oil (<i>Ocimum basilicum</i> L.) as affected by drying method. <i>Food Research International</i> , 48(1), 217-225.	11

Fuente: Elaboración propia, a partir de datos de Scopus®, WoS® y Scielo®. Software de procesamiento Bibliometrix 4.1.1

Para este componente, no se analizaron frentes y las líneas de base de la investigación, ya que el principal interés es el uso y aprovechamiento de los residuos de cosecha y poscosecha.

Componentes de capacidades e investigación para la hoja de ruta de la albahaca

Los avances mundiales en investigación básica y aplicada de procesos para la agregación de valor en productos derivados de albahaca comprenden los ejes temáticos y tópicos desarrollados en este capítulo. A partir de las tendencias identificadas, se construye el estado actual de la línea base de capacidades para la cadena productiva de la albahaca y el de la oferta científica, los estadios futuros esperados en el corto, mediano y largo plazo, y los hitos o las victorias tempranas clave necesarias para poder alcanzar cada estadio.

Elementos de línea base de capacidades

Se identificaron como elementos de línea base relacionados con las capacidades de la cadena productiva de albahaca los siguientes factores:

- Cadena de plantas aromáticas, medicinales y condimentarias conformada y reconocida por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.
- Agenda de investigación con visión nacional y territorial de las necesidades de actividades de I+D+i de la cadena de plantas aromáticas, medicinales y condimentarias. De las 318 demandas, el 19% se relaciona con temas de poscosecha y transformación, y el 10% con temas de socioeconomía, mercadeo y desarrollo empresarial.
- Capacidad productiva nacional representada a 2021 en 218,5 ha, correspondientes a una producción de 991,45 t y un rendimiento promedio de 3,34t/ha.
- Capacidad científica representada en 40 grupos de investigación con experiencia en el sistema productivo de albahaca, 18 de estos tienen experiencia en poscosecha.
- 27 instituciones del ecosistema de innovación, 22 universidades, 3 centros de investigación, una empresa privada y un ente gubernamental.
- 33 proyectos de investigación disponibles en la plataforma Siembra y 14 en poscosecha.
- Centro de investigación AGROSAVIA, con una red de investigación en hortalizas y plantas aromáticas, y 15 investigadores con experiencia en albahaca.

Hitos y victorias tempranas requeridas en torno al fortalecimiento de capacidades

Para mantener y potenciar las capacidades actuales es necesario lograr hitos o victorias tempranas que faciliten llegar a un estado actual de capacidades. Los hitos clave son:

- Levantamiento de línea base de ofertas tecnológicas en cosecha, poscosecha y transformación para la cadena de valor de la albahaca.
- Conformación de clústeres regionales de trabajo.
- Análisis de capacidades de infraestructura tecnológica (infraestructura de agricultura protegida, unidades de procesamiento, plantas piloto, laboratorios especializados).

- Análisis de alianzas vigentes con centros de investigación y universidades internacionales con capacidades e interés en investigación en el aprovechamiento de residuos de cosecha y poscosecha, así como en excedentes de producción.
- Diseño de un parque tecnológico de investigación en residuos y excedentes de cultivos de plantas aromáticas, medicinales, condimentarias y afines, con énfasis en productos de valor agregado.

Factores habilitantes relacionados con los avances científicos en investigación básica y aplicada

Las capacidades científicas que facilitan la generación, la transferencia, el uso de nuevos conocimientos y, por extensión, el desarrollo de las tendencias o su participación activa en estas se convierten en factores habilitantes para el desarrollo de actividades de I+D+i. Se identificaron los siguientes factores:

- Se cuenta con una comunidad científica internacional (ecosistema de investigación), con experiencia, interés y capacidades en desarrollar actividades de I+D+i en torno al aprovechamiento de residuos de albahaca (299 publicaciones).
- 60 países en el mundo investigan el uso de residuos o excedentes; de estos países hay cinco de América Latina y el Caribe (Brasil, México, Argentina, Colombia y Perú).
- 423 instituciones desarrollan investigaciones académicas y científicas, de las cuales 51 son de América Latina y el Caribe.
- 137 investigadores con experiencia en el campo de interés.
- 204 revistas científicas.
- Seis ejes de investigación (tendencias generales) en compuestos de interés para la agregación de valor, agregación de valor a la biomasa residual, medición de la calidad de los residuos, beneficios para las funciones metabólicas, calidad e inocuidad desde y hacia el cultivo y funcionalidad antimicrobiana.

Hitos y victorias tempranas requeridas en torno al desarrollo de investigación básica y aplicada

Para poder afrontar, generar y participar en las tendencias de investigación básica y aplicada se identifican como prioritarios los siguientes hitos:

- Hacer un mapeo de los proyectos de investigación, tesis de investigación y resultados de investigación disponibles en informes finales, sobre el uso de la albahaca para productos de valor agregado o el diseño de tecnologías de extracción de aceites esenciales y cuantificación de compuestos bioactivos.
- Desarrollar un balance tecnológico con los actores de la cadena de valor ubicados en el eslabón de transformación, para determinar la brecha tecnológica actual con respecto a las tendencias de investigación referenciadas.
- Identificar ofertas tecnológicas disponibles en el corto plazo, enfocadas en el uso de la biomasa residual.

- Establecer las cantidades promedio de biomasa residual disponibles para investigación en laboratorio, escala banco y escala piloto.
- Identificar actores clave para el desarrollo de consorcios de investigación.

Estructura de capacidades y avances científicos

A partir de los resultados presentados en este capítulo, se desarrollan los componentes estructurales para la hoja de ruta de la albahaca relacionados con capacidades y avances científicos (figura 22).

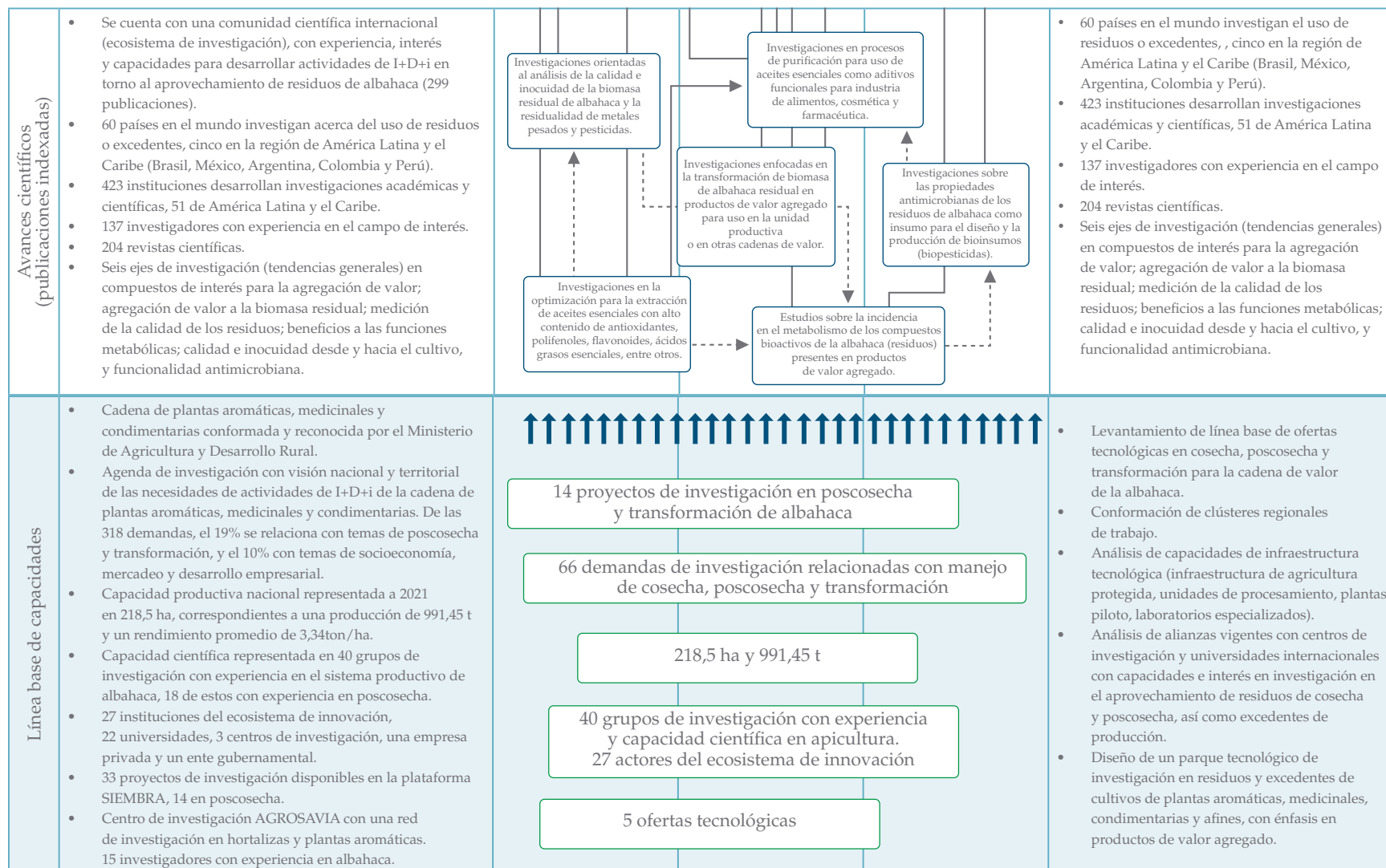


Figura 22. Capa de capacidades y capa de avances científicos.

Fuente: Elaboración propia





Capítulo III

Análisis de tendencias tecnológicas en usos y agregación de valor de la albahaca y sus residuos

El aprovechamiento de residuos derivados de la producción primaria en poscosecha de albahaca es una alternativa llamativa para agricultores y comercializadores colombianos. Así, a través de esta búsqueda tecnológica, es importante identificar y contrarrestar tecnologías compiladas en las diferentes oficinas de propiedad intelectual en el mundo, considerando productos y técnicas protegidas mediante propiedad intelectual, como las patentes, los diseños industriales, los modelos de utilidad, entre otros.

En el alcance del análisis de tendencias tecnológicas se busca consolidar conocimientos, técnicas y metodologías divulgadas en el estado del arte, con el fin de evaluar medios para el desarrollo y posible uso de los derivados de la producción primaria en poscosecha de albahaca. En este aspecto, la mayor cantidad de patentes se encuentra relacionada con el uso de aceite de la albahaca con fines alimenticios, cosméticos, farmacéuticos y de uso agrícola. Este capítulo se enfoca en retar, contrastar y analizar los resultados propuestos para el aprovechamiento de la albahaca y sus residuos de cosecha y poscosecha. En este sentido, los resultados son insumo para delimitar el análisis de otros componentes.

Estrategia de búsqueda

La tabla 7 presenta las palabras clave asociadas al tema principal de búsqueda, las cuales se empearon en las ecuaciones de búsqueda en las bases de datos de propiedad intelectual seleccionadas.

Tabla 7. Palabras clave

Palabras clave	
Albahaca	<i>Darkopal basil</i>
<i>Ocimum basilicum</i>	<i>Ocimum basilicum' darkopal'</i>
<i>Basil</i>	<i>Globe basil</i>
<i>Great basil</i>	<i>Dwarf basil</i>
<i>Sweet basil</i>	<i>French basil</i>
<i>Genovese basil</i>	<i>Ocimum basilicum' minimum'</i>
<i>Thai Basil</i>	<i>Lettuceleaf basil</i>

(Continúa)

(Continuación tabla 7)

Palabras clave	
<i>O. Basilicum</i> var. <i>thyrsiflora</i>	<i>Ocimum basilicum</i> 'crispum'
Mrs. Burns' lemon	Purple Basil
<i>O. Basilicum</i> var. <i>citrioda</i>	<i>Ocimum basilicum</i> 'purpurescens'
<i>O. basilicum</i>	Rubin basil
Lemon basil	<i>Ocimum basilicum</i> 'rubin'
<i>O. x citriodum</i>	<i>Ocimum basilicum</i> 'thyrsifoli'
African blue basil	Holy basil
Persian basil	Greek basil
Anise basil	Spice basil
Licice basil	Cinnamon basil

Fuente: Elaboración propia

En la búsqueda de patentes, se tuvieron en cuenta los problemas técnicos relacionados con el manejo de subproductos en el cultivo de albahaca, el procesamiento de residuos derivados de las cosechas de esta aromática y las propiedades nutricionales, químicas y físicas que brindan. Asimismo, se relacionaron los códigos de clasificación internacional que se muestran en la tabla 8, para poder filtrar de manera más consistente los resultados de búsqueda.

Tabla 8. Códigos de clasificación internacional relacionados

Código	Descripción
A61K 9/00	Medicinal preparations characterised by special physical form
A61K 45/06	Mixtures of active ingredients without chemical characterisation, e.g., antiphlogistics and cardiaca
A61K 38/00	Medicinal preparations containing peptides (peptides containing beta-lactam rings A61K 31/00; cyclic dipeptides not having in their molecule any other peptide link than those which form their ring, e.g. piperazine-2,5-diones, A61K 31/00; ergoline-based peptides A61K 31/48; containing macromolecular compounds having statistically distributed amino acid units A61K 31/74; medicinal preparations containing antigens or antibodies A61K 39/00; medicinal preparations characterised by the non-active ingredients, e.g. peptides as drug carriers, A61K 47/00)
A23B7/022 D	Dehydrating; Subsequent reconstitution with addition of chemicals before or during drying, e.g., semi-moist products
A23L27/12	Natural spices, flavouring agents or condiments; Extracts thereof from fruit, e.g., essential oils
A23L2/38	Other non-alcoholic beverages
A23L27/14	Dried spices
A01H5/12	Leaves
F26B5/048	Drying solid materials or objects by processes not involving the application of heat by evaporation or sublimation of moisture under reduced pressure, e.g., in a vacuum in combination with heat developed by electro-magnetic means, e.g., microwave energy

Fuente: Elaboración propia, a partir de Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI, s. p.)

Indicadores de patentamiento

En la figura 23, se identifica la tendencia en publicaciones por año, teniendo en cuenta el rango entre 2000 y 2023. Se evidencia que las publicaciones se han concentrado en los años 2014, 2015 y 2016. Asimismo, vale la pena señalar que para los últimos cinco años se ha visto un decrecimiento en las solicitudes realizadas de patentamiento.

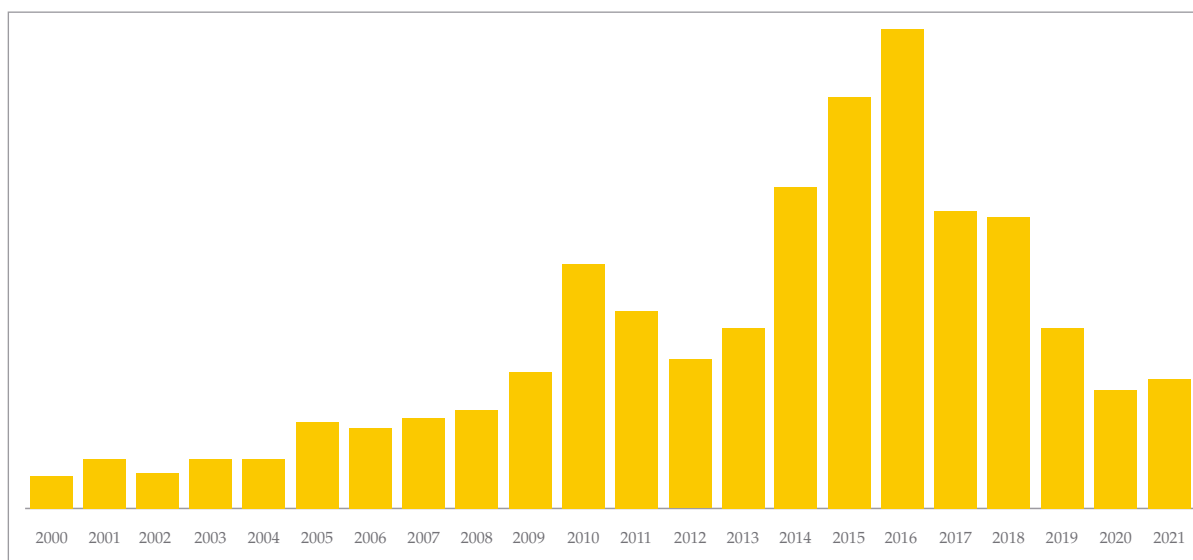


Figura 23. Tendencia de publicaciones.

Fuente: Elaboración propia

Países líderes

A partir de los resultados analizados, se puede observar que la temática de estudio se ha desarrollado en varios países, con resultados predominantes en las solicitudes de patente de China, Rusia y Estados Unidos. El número de solicitudes de patente en estos países está relacionado con la producción de este producto; por ejemplo, China, se considera el principal país exportador según los datos suministrados en 2021 y Estados Unidos cuenta con una alta demanda para atender este producto, ya que es el principal importador. Además de lo anterior, en los países latinoamericanos se identifican tecnologías desarrolladas en Brasil y Argentina (figura 24).

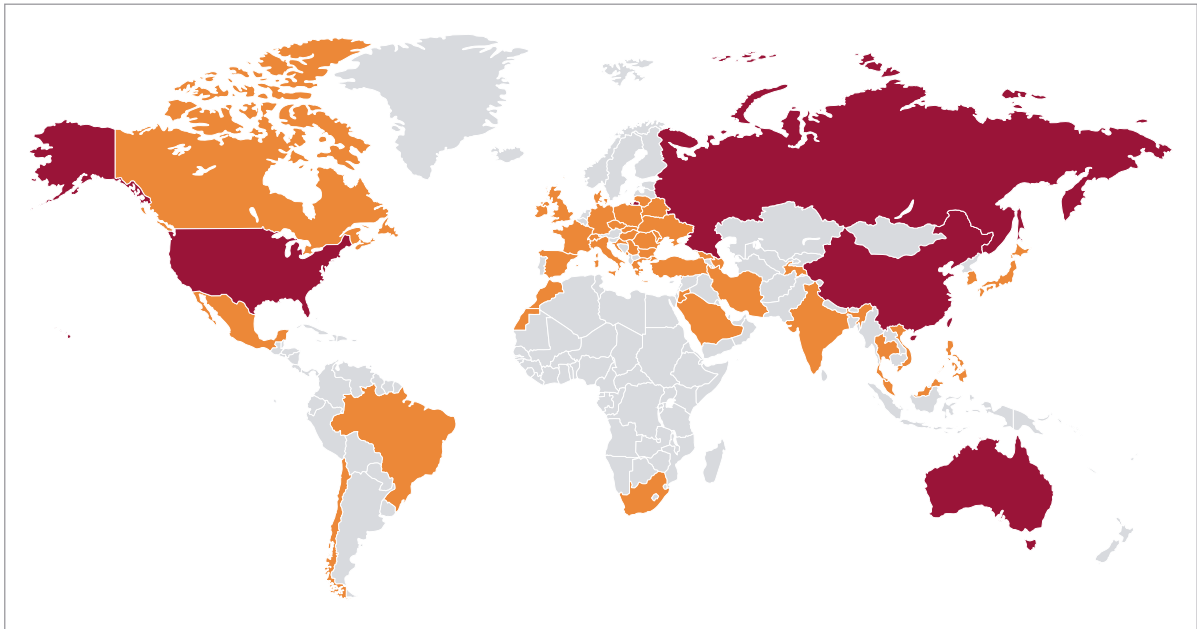


Figura 24. Densidad por países.
Fuente: Elaboración propia

Análisis por organizaciones

Es necesario identificar las diferentes organizaciones que encabezan las solicitudes de patente que se han encargado del desarrollo y la investigación de este campo del conocimiento. Así, como se puede observar en la figura 25, en primer lugar, con 11 solicitudes de patente se encuentra la empresa privada de investigación científica y fabricación de biomasa Xyleco Inc., la cual durante el periodo 2000-2005 presentó un gran número de patentes de diferentes campos técnicos asociados con el aprovechamiento de subproductos vegetales.



Figura 25. Principales aplicantes de solicitudes de patente.
Fuente: Elaboración propia

Respecto a los diferentes inventores, vale la pena señalar a Medoff Marshall, que ha presentado 25 solicitudes de patente y basa sus estudios en el uso y el desarrollo de polímeros, y el procesamiento de biomasa y químicos. De las familias de patentes mencionadas en la tabla 8, en varias oficinas no se ha decidido la concesión o la negación de dichas solicitudes (figura 26).



Figura 26. Principales inventores de solicitudes de patente.
Fuente: Elaboración propia

Problemas de la técnica

En la revisión de campos técnicos y de los problemas por resolver, en los cuales se han soportado las solicitudes de patente que se analizan en el presente trabajo, se encontró que varios de estos buscan dar un correcto manejo al desecho de cantidades considerables de albahaca, al uso de materiales que son deseables para futuros productos, a los problemas de nutrición y los problemas asociados a técnicas en las poscosechas de los subproductos (figura 27).

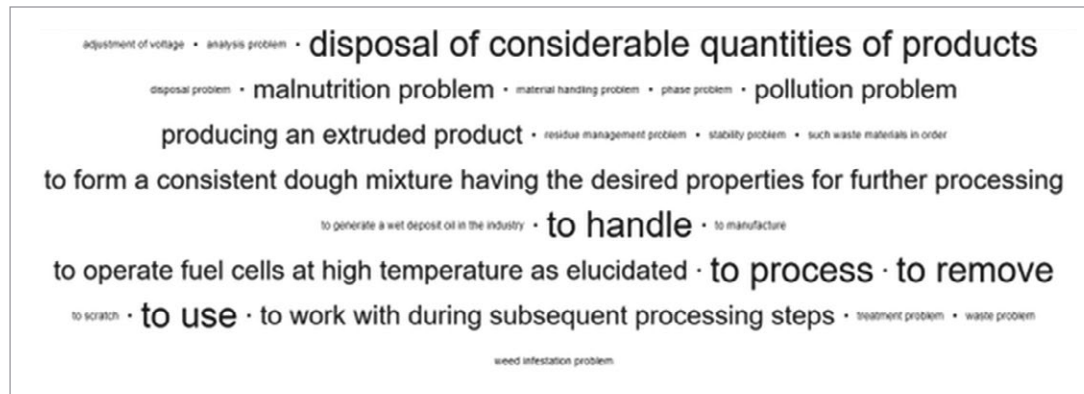


Figura 27. Concurrencia de tópicos clave.
Fuente: Elaboración propia

En la figura 28, se pueden apreciar los tópicos clave en los cuales se han desarrollado las solicitudes de patente.

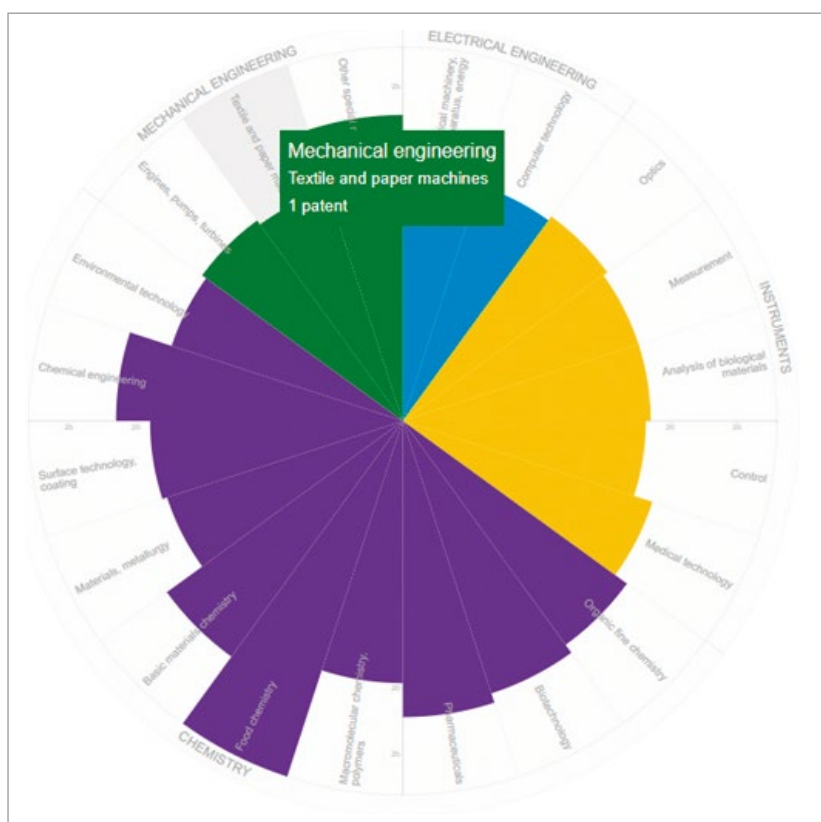


Figura 28. Tópicos clave en los que se han desarrollado las solicitudes de patente.

Fuente: Elaboración propia

Tendencias tecnológicas

Con el fin de conocer las tecnologías y los productos derivados de los subproductos de albahaca, se segmentaron las solicitudes de patente en función de la industria que los aprovechó. En este caso, vale la pena mencionar que se muestran ejemplos de unas patentes que son relevantes y que han sido presentadas y concedidas, en la mayoría de casos, en varias regiones del mundo.

Ahora bien, en la información recopilada se evidencia que el uso del aceite de albahaca y otros extractos obtenidos como subproductos son los principales componentes para la generación de estas invenciones con fines alimenticios, cosméticos, farmacéuticos y agrícolas; también se puede encontrar el aprovechamiento de semillas de albahaca.

Fabricación de alimentos

En esta sección, se describen las tendencias tecnológicas relacionadas con la fabricación de alimentos.

Alimentos para animales

La albahaca se conoce popularmente por el uso en productos alimenticios de primera categoría para consumo humano; no obstante, algunas de las patentes que se encontraron en esta búsqueda corresponden al uso de residuos de hojas de albahaca que no cumplen con las especificaciones de calidad para el mercado y las cuales se busca aprovechar. Algunas de estas patentes están relacionadas con la obtención de patés de carne y vegetales, y con el hecho de que esos residuos presentan un alto contenido de vitaminas, macro y microelementos, y compuestos aminoácidos, como lo que describe la patente rusa RU2468613C2.

Un ejemplo de patente que tiene que ver con este campo técnico se muestra en la tabla 9.

Tabla 9. Patente CN103621831B

El alimento para cerdos de cerdo verde de una especie de apetito corto que contiene albahaca sagrada	
Información bibliográfica	CN103621831B
	Concedida
La presente invención se relaciona con el campo técnico de la ganadería, se relaciona específicamente con el alimento para cerdos de cerdo verde de una especie de apetito corto que contiene albahaca santa. Se le atribuye a la albahaca la obtención de una mezcla grasosa que previene y trata enfermedades que ayudan a la digestión, y que tiene un olor aromático único que puede mejorar la falta de apetito.	

Fuente: Fengtai County Gudian Township Lijie Farms (2016)

Alimentos nutritivos para humanos

Se ha identificado recientemente que las semillas de albahaca son una buena fuente de ácidos grasos y que cuentan con propiedades antioxidantes y antiinflamatorias. Además, son una gran fuente de minerales y favorecen la salud intestinal, por lo que algunas patentes utilizan este ingrediente en la obtención de alimentos nutritivos; por ejemplo, el caso de la patente china CN103749625A, que describe una mezcla para pastel de semillas de albahaca y almendras.

Las técnicas que se han aplicado para la obtención de alimentos nutritivos se describen en la tabla 10.

Tabla 10. Patente KR101737574B1

Procedimiento para preparar barras nutritivas que contienen semillas de albahaca o semillas de chía de textura blanda y las barras nutritivas preparadas a partir de estas	
Información bibliográfica	KR101737574B1
	Concedida
El método que se usó para esta invención es ventajoso porque comprende un sobrenadante nutricional que contiene más del 40 % del peso de la barra nutricional de las semillas de albahaca anormales o los quitosidos; además, incluye granos secos, frutas secas, nueces, etcétera, y mantiene una textura suave y húmeda durante el periodo de distribución. Los cambios en el aspecto, la textura y la textura de la barra nutritiva, debido a la higroscopicidad de la pasta de dientes, pueden usarse para fabricar un baricida o una barra nutritiva de quitosano.	

Fuente: Park et al. (2017)

Fabricación de bebidas

En la obtención de bebidas, se encuentran algunos ejemplos como el mencionado en la patente china CN102960798A, la cual describe una bebida de semillas de albahaca sin azúcar que comprende entre 15% y 30% de jugo de bardana, 1% y 15% de semilla de albahaca, 0,5% y 3% de jugo de limón, 1% y 15% de jugo de goji, y 15% y 90% de agua mineral. En este caso, se hace hincapié en que la semilla de albahaca tiene un efecto de reducción de azúcar. Un ejemplo de patente relacionada con este campo técnico se detalla en la tabla 11.

Tabla 11. Patente CN105368675A

Vino de frutas de semilla de albahaca y método de preparación para el cuidado de la salud	
Información bibliográfica	CN105368675A
	Negada
Esta invención se refiere al vino de frutas para el cuidado de la salud de semilla de albahaca y su método de preparación, y pertenece al campo técnico de las bebidas para el cuidado de la salud. El vino de frutas para el cuidado de la salud con semillas de albahaca se prepara con 25-60 partes de semillas de albahaca, 10-15 partes de longan, 8-12 partes de <i>Amomi fructus</i> y 8-12 partes de <i>Codonopsis pilosula</i> .	

Fuente: Xu (2016)

Perfumería y cosméticos

Teniendo en cuenta el campo técnico cosmético y de fragancias, es importante mencionar que el aceite de albahaca, de acuerdo con varias investigaciones, tiene efectos que permiten la disminución de la inflamación, la eliminación de la corrosión y la generación de músculo cuando actúa sobre la piel humana. Además, tiene un efecto rápido y de alta tasa de curación,

por lo que algunas patentes han mostrado el uso de este componente en leches limpiadoras faciales antiacné que contienen aceite de albahaca (CN106389178A), la pomada de albahaca para el tratamiento de escaldaduras (CN102755500A). Otras patentes diseñan productos como la sal de baño a partir del aceite de albahaca y clavo (CN102755500A).

También se puede ver relacionado el uso de extracto de semilla, el cual se describe en la patente CN105219555A, en la obtención de un jabón sanitario antirresfriado que brinda mejoras para la inmunidad corporal, ayuda al blanqueamiento de la piel, a producción de fragancias, a la eliminación de manchas, esterilización y alivio de la picazón. Un ejemplo más detallado de patentes en este campo técnico se describe en las tablas 12 y 13.

Tabla 12. Patente WO2018021777A1

Composición para aliviar la irritación y la inflamación de la piel causadas por el polvo fino, que contiene como principio activo una mezcla de extractos de albahaca morada, menta, <i>Canadensis</i> y <i>Azadirachta indica</i>	
Información bibliográfica	WO2018021777A1
	En tramite
La presente invención se refiere a una preparación para la piel de uso externo, que ayuda a aliviar la inflamación de la piel y que contiene una mezcla de extractos naturales como ingrediente activo. De acuerdo con la presente invención, una composición de preparación para la piel de uso externo, que contiene como ingredientes activos una mezcla de extractos de albahaca santa, <i>Mentha canadensis</i> y <i>Azadirachta indica</i> , inhibe la expresión de citocinas inflamatorias (IL-6, IL-8), causada por el polvo fino. De esta manera, alivia la irritación e inflamación de la piel causadas por el polvo fino. Esta composición se puede aplicar también para prevenir y aliviar el acné, el enrojecimiento y la dermatitis.	

Fuente: Cosmax Inc. y Seoul National University R&DB Foundation (2018)

Tabla 13. Patente CN106389257A

Aceite de albahaca con agua nutritiva para la eliminación del acné y método de preparación	
Información bibliográfica	CN106389257A
	En tramite
Esta invención describe un agua nutritiva que contiene aceite de albahaca para la eliminación del acné y el método para su preparación. El aceite de albahaca, que contiene agua nutritiva para eliminar el acné, comprende materias primas de fase A de micosa, 1,2-propilenglicol, glicerina y agua desionizada; materias primas de fase B de extractos de semen coicis y glicirricinato de dipotasio, y materias primas de fase C de polisorbato -20, 1,2-pentanodiol, caprilato de glicerol y aceite de albahaca.	

Fuente: Hainan Medical College et al. (2017)

Uso farmacéutico y medicinal

En importante mencionar las ventajas de los subproductos de la albahaca con fines medicinales. Aunque no se detalla en esta vigilancia tecnológica su uso como ingrediente en varios medicamentos para el tratamiento del aparato digestivo, sí se trae a consideración el empleo de la albahaca de forma externa para lavar heridas. Además, su rápida capacidad de cicatrización se ha tenido en cuenta en el desarrollo de apósitos para heridas; también se le atribuye propiedades antibacterianas. Esta solicitud se describe con más detalle en la tabla 14.

Tabla 14. Patente CN115645602A

Apósito para heridas de hidrogel de nanopartículas de núcleo-envoltura de aceite esencial de albahaca y método de preparación de este	
Información bibliográfica	CN115645602A
	En tramite
La invención describe un apósito para heridas de hidrogel de nanopartículas de núcleo cubierto de aceite esencial de albahaca y su método de preparación. El aceite esencial de albahaca se utiliza como agente bacteriostático; asimismo, es bueno en biocompatibilidad, seguro, eficiente y respetuoso con el medio ambiente. La zeína se dispone fuera del aceite esencial de albahaca, de modo que se reduce la volatilidad del aceite esencial de esta planta. En el proceso bacteriostático, la zeína se puede degradar con el paso del tiempo. Las partículas de aceite esencial de albahaca se liberan lentamente y se logra un efecto de liberación controlada, que contribuye a la estabilidad y al tiempo de acción combinado del aceite esencial de albahaca y el fármaco bacteriano; esto evita la generación de resistencia. Este aceite puede matar bacterias de manera segura y eficiente en cierto tiempo, no produce resistencia bacteriana a los medicamentos y el efecto puede ser continuo.	

Fuente: University of Xi'an Architecture & Technology (2023)

Uso en agricultura

En esta sección, se describen las tendencias tecnológicas relacionadas con el uso de la albahaca para el sector agrícola.

Insecticidas

En el estado del arte, se encuentran algunas patentes que usan subproductos de albahaca en la preparación de una composición para el control de la enfermedad del pulgón de los árboles jóvenes de *Koelreuteria paniculata* (CN106577884A). Otro ejemplo de insecticida es el que presenta la patente CN106490039A, el cual es un insecticida biológico para paisajismo urbano. Este se prepara a partir de ingredientes eficaces de corteza, *cinnamomi*, menta, albahaca dulce, hinojo, tabaco, *Pinellia ternate*, *Radix sophorae flavescentis*, espesante, emulsionante y agua.

El efecto técnico asociado al aceite de albahaca presenta ventajas; por ejemplo, es renovable, degradable, seguro y respetuoso con el medio ambiente para repeler mosquitos. En la discusión de patentes, se ha buscado solucionar el problema técnico sobre la fácil volatilización del

ingrediente del aceite esencial, por lo cual aún queda cabida a la obtención de más solicitudes que solucionen este problema. Dos ejemplos de patentes relacionadas con este campo técnico se detallan en las tablas 15 y 16.

Tabla 15. Patente KR20150149567A

Composición insecticida que contiene extractos de plantas como ingredientes activos	
Información bibliográfica	KR20150149567A
	Concedida
La presente invención se refiere a una composición insecticida que contiene un extracto vegetal como ingrediente activo. Es una composición insecticida que contiene un extracto vegetal que tiene actividad insecticida contra plagas que incluyen lepidópteros, dípteros, tisanópteros y arácnidos como ingrediente activo. La composición insecticida de la presente invención comprende 0,3-10 % en peso de al menos un extracto de planta seleccionado del grupo, que consiste en aceite de albahaca, aceite de yema de clavo, aceite de lavanda, aceite de romero, aceite de tomillo blanco, aceite de semilla de algodón, aceite de eucalipto de limón, aceite de menta, aceite de mejorana, aceite de canola, aceite de orégano, aceite de corteza de canela y extracto de sófora. La composición de la presente invención es ecológica y se obtiene a partir de ingredientes naturales; además, no provoca daños químicos y tiene un excelente efecto insecticida, por lo que se utiliza como agente de control de plagas.	

Fuente: Nari So Co. Ltd et al. (2017)

Tabla 16. Patente CN105766901B

Píldoras de goteo de liberación sostenida para repeler mosquitos y método de preparación	
Información bibliográfica	CN105766901B
	Concedida
La invención se refiere a pastillas con goteo de liberación sostenida para repeler mosquitos y un método de preparación. El sustrato varía de 1:1 a 1:8, y la combinación de aceites esenciales se prepara a partir de aceite esencial de eucalipto <i>citriodora</i>, aceite esencial de albahaca dulce, aceite de vainilla, aceite esencial de jazmín, entre otros. El método de preparación consiste en derretir el aceite esencial de eucalipto, la albahaca se añade al aceite esencial dulce, así como el aceite de vainilla, el aceite esencial de jazmín y el sinergista, y se agitan los materiales para que queden uniformes. La mezcla se agrega a la matriz fundida y se agita para que sea uniforme, y se mantiene la temperatura constante.	

Fuente: Ningbo Dayang Technology Co. Ltd. (2019)

Fertilizantes

La patente CN110724009A describe un fertilizante resistente a plagas y enfermedades, el cual se produce a partir de plantas naturales y tiene como ingredientes: 1-0,3 partes de *Gentiana scabra* Bunge, 0,1-0,5 partes de caléndula, 0,1-0,7 partes de menta *pannyroyal*, 0,3-1,2 partes de romero, 0,2 -1,2 partes de albahaca , 0,2-1 parte de salvia, 0,1-0,2 partes de *kigwort flower Picrorhiza rhizome*, 20-35 partes de tallos de maíz, 20-30 partes de granos de destilería, 5-10 partes de residuos de yuca y 5-20 partes de residuos de semilla de algodón.

Un ejemplo de patentes relacionadas con este campo técnico se detalla en las tablas 17 y 18.

Tabla 17. Patente CN105367298

Fertilizante biológico compuesto de quitina y método de preparación	
Información bibliográfica	CN105367298
	En trámite
La invención proporciona un fertilizante biológico compuesto de quitina, el cual comprende un material sólido, un material líquido y una preparación microbiana. El material sólido se prepara a partir de 45-56 partes de polvo de caparazón de cangrejo, 20-38 partes de estiércol de pato fermentado, 8-11 partes de citrato de calcio, 2-7 partes de sulfato de manganeso, 2-7 partes de ácido bórico, 3-5 partes de ramita de <i>Cassia auriculata</i> en polvo, 0,1-0,22 partes de proteína de soja en polvo, 3-6 partes de alfalfa en polvo, 10-15 partes de albahaca y 8-13 partes de residuos de aginomoto.	

Fuente: Shandong Jiatai Agricultural Science and Technology Development Co. Ltd. Et al. (2016)

Tabla 18. Patente CN105085059A

Fertilizante orgánico de fermentación microbiana y su método de preparación	
Información bibliográfica	CN105085059A
	Rechazada
La invención proporciona un fertilizante orgánico de fermentación microbiana, el cual se prepara a partir de las siguientes materias primas en partes y por peso: 2-3 partes de polvo de fermentación, 1-4 partes de líquido de fermentación, 80-100 partes de harina de soja, 40-50 partes de granos de destilería, 30-40 partes de lodo de estanque, 10-12 partes de tóner negro, 6-8 partes de <i>Merremia yunnanensis</i> (Courch.etGagnep.) R.C.Fang, 5-6 partes de uroctea, 3-4 partes de hojas y frutos fétidos de <i>viburnum</i> , 2-4 partes de hojas de singhara nut, 6-8 partes de albahaca semillas, 1-2 partes de acebo de dientes finos y 4-7 partes de hoja de acebo peludo.	

Fuente: Lyu (2015)

Pigmentos naturales y usos artesanales

La albahaca es una fuente de pigmentos naturales, por lo que se han encontrado patentes que relacionan este tipo de ventajas y con esto elaborar productos para teñir textiles. Un ejemplo de lo anterior se encuentra resumido en la patente que se muestra en la tabla 19.

Tabla 19. Patente US8697429B2

Procedimiento de teñido de un producto textil utilizando extracto de neem y albahaca santa	
Información bibliográfica	US8697429B2
	Concedida
Esta patente proporciona un proceso de preparación de prendas y productos textiles naturales utilizando fibras, hilos y telas naturales. El proceso consiste en tratar los productos textiles naturales con tintes naturales convertidos en partículas de tamaño micro y nano. El producto textil también se trata con bioenzimas e ingredientes naturales en todas las etapas. También se proporciona un proceso de elaboración de prendas utilizando neem (<i>Azadirachta indica</i>) y albahaca santa (<i>Ocimum sanctum</i> o tulsi).	

Fuente: Sachdev et al. (2014)

Patentes relacionadas con el aprovechamiento de extractos de albahaca

En la actualidad, se ha demostrado que el extracto de albahaca tiene una amplia gama de aplicaciones para diferentes industrias como la alimentaria, la farmacéutica y la cosmética, y se está convirtiendo en planta de gran interés en investigaciones y en el desarrollo de nuevos productos. Algunas patentes mencionan el uso del extracto de albahaca en la elaboración de alimentos funcionales y suplementos dietéticos, debido a su capacidad de reducir la inflamación y combatir patógenos. Además, el extracto se ha utilizado como conservante natural en la industria alimentaria, ya que se ha demostrado que tiene actividad antimicrobiana contra una variada gama de bacterias y hongos.

Algunas investigaciones han demostrado que el extracto de albahaca ayuda a inhibir el crecimiento de bacterias y otros microorganismos. Algunos investigadores señalan que las propiedades antimicrobianas de este extracto podrían atribuirse a su alto contenido de compuestos fenólicos, los cuales han demostrado tener una fuerte actividad antibacteriana. También se ha usado en productos de limpieza. En la figura 29, se observa que no son muchos los países que han presentado solicitudes de patente relacionadas en este tema, solo China, Japón, Taiwán, Estados Unidos, Francia y Polonia; además, de las patentes encontradas, el 65 % de estas se han presentado entre 2017 y 2022. En 2022 se han presentado ocho patentes.

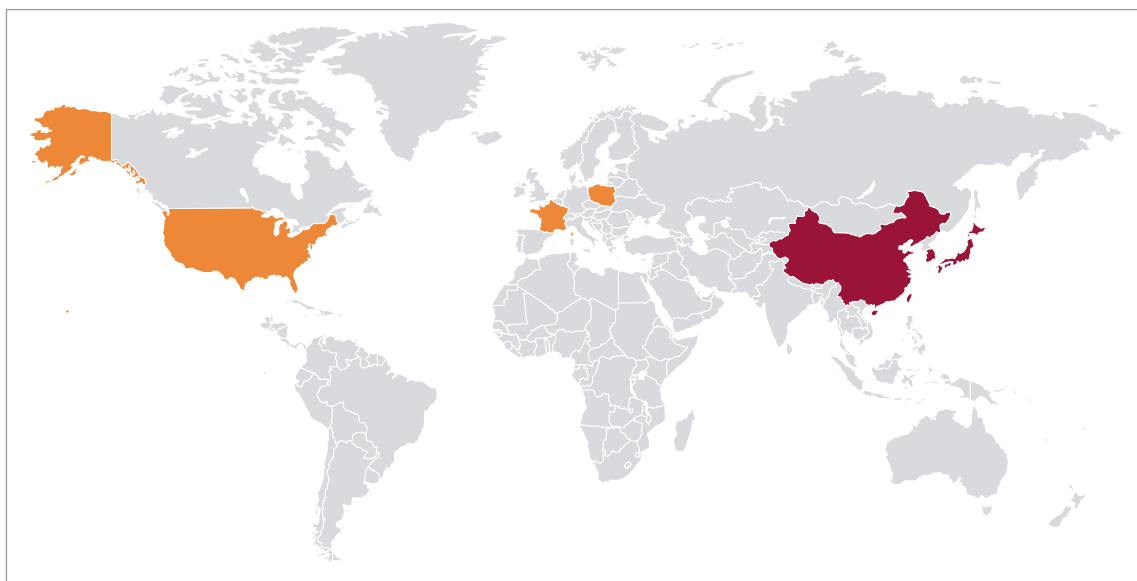


Figura 29. Distribución demográfica de solicitudes de patentes relacionadas con extractos de albahaca.

Fuente: Elaboración propia

Al extracto de albahaca se le han dado diferentes usos; por ejemplo, la patente “Propósito de los extractos de albahaca dulce” (CN108434047B) menciona diferentes usos de los extractos de albahaca dulce, como ingrediente activo para preparar cosméticos para blanquear la piel o eliminar bebidas y para preparar medicamentos que inhiben la actividad de tirosinasa o la generación de melanina.

En la industria cosmética, el extracto de albahaca es muy utilizado debido a las propiedades que tiene para el cuidado de la piel, como antiinflamatorio y antioxidante, lo que lo convierte en un ingrediente potencialmente útil en productos para el cuidado de la piel. Las patentes encontradas muestran cómo este ingrediente puede usarse en formulaciones de cremas, lociones, geles y tónicos, como se muestra en la tabla 20.

Tabla 20. Patente WO2022157457A1

Extracto de albahaca morada y composiciones cosméticas o dermatológicas que lo contengan	
Información bibliográfica	WO2022157457A1
	En trámite
Esta patente hace referencia al extracto de albahaca morada, en particular de <i>Ocimum sanctum</i> , y a su método de preparación. La invención se refiere a este extracto como una composición cosmética, farmacéutica o dermatológica; asimismo, menciona su aporte a la prevención o tratamiento de trastornos o enfermedades de la piel, las membranas mucosas o los anexos de la piel. También sirve para prevenir trastornos vasculares o para sus tratamientos. Finalmente, se refiere a un método de cuidado cosmético de la piel, anejos cutáneos o mucosas, con el propósito de mejorar su estado o aspecto, cuyo método consiste en administrar tal composición o tal extracto.	

Fuente: Leclerc-Bienfait y Bredif (2022).

Otros ejemplos de patentes que usan el extracto de albahaca se centran en las propiedades antioxidantes que tiene esta hierba aromática, y cómo la presencia de compuestos como el ácido rosmarinico, el eugenol, el ácido cafeico y el ácido clorogénico permiten la neutralización de los radicales libres y los convierten en moléculas estables e inofensivas. En la tabla 21, se presenta una patente que ha buscado solucionar el problema técnico de eliminar el mal sabor derivado de los antioxidantes naturales y que da la posibilidad de generar mayor valor a los alimentos.

Tabla 21. Patente JP5138004B2

Composición antioxidante	
Información bibliográfica	JP5138004B2
	Concedida
Proporcionar un agente que tenga un efecto antioxidante comparable con el del tocoferol o incluso superior a este y que, además, muestre un sabor u olor desagradable reducido inherente a los agentes antioxidantes. Solución: se proporciona una composición antioxidante que contiene: 1) albahaca japonesa: extraer la fracción soluble en aceite proporcionada por la extracción con alcohol bencílico y extracto de albahaca japonesa (este contiene ≤ 1 % en peso de aceite esencial de albahaca japonesa) y 2) al menos uno de los siguientes compuestos: tocoferol, ésteres de ácido ascórbico, β -caroteno y licopeno, y aceites animales y vegetales que contienen la composición antioxidante.	

Fuente: Hiramoto et al. (2011)

Para la alimentación de mascotas, el extracto de albahaca se usa a menudo como conservante natural, debido a su capacidad para prevenir el deterioro de los alimentos por oxidación. Asimismo, para mejorar la digestión y el sistema inmunológico de las mascotas. Algunas publicaciones señalan que se debe moderar la cantidad de este aditivo, ya que puede ser tóxico (tabla 22).

Tabla 22. Patente CN103918935B

Aditivo para alimentos para mascotas	
Información bibliográfica	CN103918935B
	Concedida
La invención divulga un aditivo para alimentos para mascotas, que comprende los siguientes componentes en partes y en peso: 20-60 partes de quitosano, 15-35 partes de polvo de iones de calcio, 1-5 partes de coenzima, 2-10 partes de tosendanina, 2-10 partes de extracto de corteza de sauce blanco, 3-15 partes de extracto de yuca, 3-15 partes de extracto de corteza de alcoroquillo de amur, 5-25 partes de hipericina, 5-25 partes de extracto de albahaca y 1-5 partes de proteínas animales. Este aditivo proporciona una fórmula funcional para el cuidado de la salud, que contiene elementos minerales y agentes biológicos; asimismo, tiene características naturales sanas y puras gracias al uso de una compatibilidad razonable de elementos minerales ionizados y componentes de extracción biológica. Esto no causa ningún efecto secundario o riesgo de enfermedad para una mascota.	

Fuente: Wang y Zhang (2016)

Algunas patentes más recientes han mostrado cómo el extracto de albahaca puede ayudar a la eliminación, disminución o inhibición de bacterias gram-positivas y gram-negativas. Se tienen algunas solicitudes de patentes relacionadas con el uso terapéutico del extracto de albahaca en humanos; no obstante, también se ha abordado la posibilidad de que en este se encuentren bacterias que afectan cultivos, en este caso, de peces, como la *Edwardsiella*. Esta bacteria causa la enfermedad de los surcos o enfermedad de necrosis de la cabeza en los peces, que puede ser mortal si no se trata. Un ejemplo de esto se muestra en la tabla 23.

Tabla 23. Patente CN112741115B

Extracto vegetal compuesto para inhibir <i>Edwardsiella</i> tarda en ambientes acuáticos, así como método de preparación y aplicación del extracto vegetal compuesto	
Información bibliográfica	CN112741115B
	Concedida
La invención pertenece al campo técnico de los agentes bacteriostáticos para ambientes acuáticos y divulga un extracto vegetal compuesto para inhibir <i>Edwardsiella</i> en un ambiente acuático. El extracto vegetal compuesto se prepara principalmente con los siguientes componentes en porcentaje de masa: 55%-65% de extracto de hoja fresca de <i>Emilia sonchifolia</i>, 26%-35% de extracto de verdolaga y 12%-18% de extracto de tallo de albahaca. Este extracto tiene un efecto de inhibición efectivo en la reproducción anormal de <i>Edwardsiella</i>.	

Fuente: Zhang y Li (2021)

Tecnologías para la obtención de subproductos

En esta sección se presenta una serie de patentes que enseñan métodos para la extracción de subproductos de albahaca y que varían de acuerdo con los tipos de solvente o las operaciones unitarias que se realizan. Algunos ejemplos señalan técnicas como la destilación al vapor para extraer el aceite esencial de las hojas de albahaca, la extracción con disolventes, la extracción con CO₂ supercrítico o la extracción con prensado en frío (tabla 24).

Tabla 24. Códigos de clasificación internacional relacionados

Título	Número de publicación	Resumen
"Extraction method of basil seed crude polysaccharides"	CN107629138A	The invention relates to the field of plant extraction, in particular to an extraction method of basil seed crude polysaccharides. According to the extraction method, basil seeds are beaten into pulp, by means of combination of high-temperature ultrasonic extraction and enzyme extraction, plant cell walls can be damaged, release of polysaccharides in cells is facilitated, and dissolution rate of the polysaccharides is increased. By means of combination of high-temperature ultrasonic extraction and enzyme extraction, the plant cell walls can be damaged, release of the polysaccharides in the cells is facilitated, and the dissolution rate of the polysaccharides is increased.
"Extraction method of basil plant volatile oil"	CN103060096A	The invention discloses an extraction method of basil plant volatile oil, which comprises the following steps: by adopting a distillation process, putting fresh basil complete flower and leaf or refrigerated basil complete flower and leaf and other raw materials into an extractor, adding a right amount of purified water, and starting heating and boiling, wherein basil volatile oil is taken out by steam, and the steam containing volatile oil enters a cooling unit to be cooled into an oil-water mixture; and separating the basil plant volatile oil from water according to different specific gravities and insolubility of oil and water.
"Method for extracting effective constituents from holy basil"	CN103421611A CN103421611B	The invention relates to a method for extracting effective constituents from holy basil. Newly collected holy basil is used as raw materials, and water-soluble effective constituent extractive and essential oil part extractive are obtained through aging treatment, enzymolysis, resin adsorption, holy basil log smoke curing and essential oil extraction through supercritical fluid. An ancient folk technology and a modern leading-edge process are organically bonded in the method, the extracted effective constituents are free of residual solvents, aroma components are not damaged, the effective constituents are completely extracted, and extraction yield is high.

(Continúa)

Título	Número de publicación	Resumen
"Method for refining sweet basil herb extract"	CN101961376A	The invention provides a method for refining sweet basil herb extract, which mainly comprises the following steps of: cutting sweet basil herb into segments of about 1 to 2cm, refluxing or performing ultrasonic extraction by using distilled water in an amount which is 8 to 10 times the sweet basil herb or 60 to 95 percent ethanol, recovering the solvent to obtain liquid extract, dispersing the liquid extract with water, extracting by using petroleum ether, chloroform, ethyl acetate and isobutanol sequentially, and recovering the solvents to obtain the ethyl acetate or isobutanol extract of the sweet basil herb; or directly putting the sweet basil herb medicinal material into a continuous heating reflux extractor, extracting by using the petroleum ether [...] Abstract
"Method for extracting natural vegetable gum from basil seeds"	CN114989320A	The invention provides a method for extracting natural vegetable gum from basil seeds, and relates to the technical field of natural vegetable gum extraction, and the method specifically comprises the following steps: cleaning and impurity removal: cleaning a basil seed raw material, and finely selecting and removing stones by using a specific gravity stoning machine to obtain a clean material; the water temperature is adjusted, the clean materials are soaked for 0.3-2 h, and then stirring or ultrasonic extraction is conducted for 0.5-2 h; mechanical extraction: the basil seeds are slowly poured into a normal juice machine, a glue solution is collected at an outlet of the normal juice machine, the seeds are collected at a waste residue outlet, the collected seeds are repeatedly poured into the normal juice machine to be extracted again, and the collected glue solution is a basil seed coarse glue solution; degummed seed treatment: the degummed seeds are dried or dried in the sun and used for extracting grease or serving as feed; and basil seed crude gum treatment: carrying out drying treatment on the prepared basil seed crude gum solution to prepare the basil seed gum.
"An extracting method of basil seed volatile oil and an antitumor application of the volatile oil"	CN106047492A	The invention relates to an extracting method of basil seed volatile oil and an antitumor application of the volatile oil. The method includes drying basil seeds in the shade, crushing, sieving with a sieve having a size of 40 meshes, spaying the sieved powder with a bio-enzyme-dissolved buffer solution the mass of which is 0.6 time of the mass of the raw material, sealing, fermenting at 45-55 DGE C for 2-3 days, subjecting the fermented raw material to microwave-ultrasonic extraction for 1-3 h, filtering, concentrating a filtrate to obtain a concentrate liquid, and subjecting the concentrate liquid to steps of extraction with an organic solvent, drying with anhydrous sodium sulfate, vacuum concentration, and the like to obtain the volatile oil.

(Continúa)

(Continuación tabla 24)

Título	Número de publicación	Resumen
“Extraction method, especially of polyphenolic compounds and iodine, from the herb of basil and/or summer savory”	PL437511A1	The invention solves the problem of the method of extraction, especially of polyphenolic compounds and iodine from the herb of basil and/or savory. The method consists in flooding the dried and crushed herb of basil and/or garden savory with a solvent and leaving it for two weeks. For maceration, herb of basil and/or garden savory from plants subjected to biofortification with potassium iodate KIO_3 , dosed by foliar and/or soil application in the amount of 2 - 5 kgJ/ha for 1 - 2 weeks is used. before the 1st and 2nd harvest when the plants are in the early flowering period. Ethanol with a concentration of 40-70% is used as a solvent.

Fuente: Elaboración propia

Patentes presentadas en Colombia

Para el caso de Colombia, a través de la Superintendencia de Industria y Comercio, se encontró una patente concedida, la cual relaciona el uso de subproductos de albahaca.

La solicitud NC2019/0014132, titulada “Composición desinfectante y antimicrobiana que comprende extractos hidroalcohólicos de *Thymus vulgaris*, *Eucalyptus globulus*, *Ocimum basilicum*, *Lavandula officinalis*, *Citrus grandis* y *Citrus lemon* y el método de preparación”. En términos generales, esta invención se refiere a una composición desinfectante y antimicrobiana que comprende un extracto de *Ocimum basilicum* L., *Thymus vulgaris*, *Eucalyptus globulus* y *Lavandula officinalis*, la cual inhibe significativamente el crecimiento de las bacterias *Klebsiella pneumoniae* y *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Candida albicans*, *Aspergillus niger*, entre otras. Esta patente fue concedida el 31 de marzo de 2023 y el solicitante fue la Universidad Santiago de Cali.

Componentes de desarrollo tecnológico para la hoja de ruta de la albahaca

Los ejes temáticos y tópicos desarrollados en este capítulo incluyen los avances mundiales en desarrollo tecnológico de productos y procesos derivados de actividades de poscosecha y transformación de la albahaca. A partir de las tendencias identificadas, se construyó el estado actual de la oferta de tecnologías, los estadios futuros en el corto, mediano y largo plazo, y los hitos o las victorias tempranas clave necesarias para poder alcanzar cada estadio.

Factores habilitantes relacionados con los avances en desarrollo tecnológico

La oferta de tecnologías (desde una perspectiva de acceso, disponibilidad y alineación con el contexto de adopción, uso y adaptación) que facilitan la construcción de ventajas comparativas y competitivas a través de la inversión en activos de I+D+i permite determinar la oferta potencial de productos y servicios de base tecnológica que pueden introducirse en mercados objetivo. Para el caso de la cadena productiva de albahaca, se identificaron los siguientes factores tecnológicos clave:

- Patentes de invención con un pico de actividad entre 2014 y 2017, lo que implica que los desarrollos clave estarán disponibles para usarse en los próximos dos años.
- Dinámica de patentes en decrecimiento, lo que implica un incremento en la aparición de productos tecnológicos en diferentes nichos de mercado.
- Focalización de la capacidad de desarrollo tecnológico en el sudeste asiático, Europa, Rusia, China, Estados Unidos y Australia. La capacidad local se encuentra en países como México, Brasil y Chile.
- Desarrollo tecnológico enfocado en el uso y aprovechamiento de biomasa residual, tanto en equipos como en procesos.
- Cinco ejes de desarrollo tecnológico: 1) diseño de alimentos en los que la biomasa residual de albahaca genera valor agregado nutricional para animales (piensos y ensilajes), para alimentación humana (barras nutricionales) y para bebidas hidratantes o funcionales (aditivos o compuestos bioactivos; 2) productos cosméticos como perfumes y líquidos para la piel con afecciones dérmicas; 3) productos farmacéuticos para la cicatrización y el tratamiento de afecciones gastrointestinales; 4) uso como principio activo o coadyuvante en pesticidas y fertilizantes de base biológica, y 5) uso como pigmento natural para la industria textil.

Hitos y victorias tempranas requeridas en torno al desarrollo de investigación básica y aplicada

Para poder afrontar, generar, transferir, usar, adaptar y adoptar tecnologías y servicios tecnológicos soportados en las tendencias de investigación básica y aplicada (desarrollo tecnológico basado en evidencias), son fundamentales los siguientes hitos:

- Análisis de brechas tecnológicas locales, nacionales e internacionales frente al licenciamiento de tecnologías asociadas a los cinco nichos de desarrollo tecnológico identificados.
- Balances tecnológicos a nivel nacional para el desarrollo o la adopción de tecnologías para el procesamiento de biomasa residual con alto contenido de compuestos bioactivos.
- Interacción con grupos de investigación de ciencias básicas y aplicadas con experiencia y capacidad en sectores cosméticos y farmacéuticos.
- Licenciamiento de patentes en el uso de biomasa residual para la extracción de compuestos bioactivos.

Factores habilitantes relacionados con productos tecnológicos

Para el caso específico de la cadena productiva de albahaca, se identificaron los siguientes factores tecnológicos clave para el desarrollo de productos:

- Normatividad y reglamentación de seguridad alimentaria y nutricional enfocada en residualidad de agroquímicos, metales pesados, entre otros, y asociada al uso de biomasa residual.
- Inventario actualizado de unidades productivas y sus indicadores de productividad a lo largo de la cadena de valor (inventario de excedentes de cosecha y biomasa residual de cosecha y poscosecha).
- Propiedades terapéuticas relacionadas con el consumo de extractos de plantas aromáticas y sus funciones como antimicrobial, antifúngico, antioxidante, antirradiación, hepatoprotector, quimioprotector, antiinflamatorio, quimiopreventivo, entre otros.
- Diversificación en el uso de materias primas de origen vegetal para el desarrollo de productos de valor agregado en los sectores y las industrias de alimentos, bioinsumos, cosméticos, farmacéutica y textiles.
- Infraestructura en escala de laboratorios, bancos y plantas pilotos para el desarrollo de innovaciones tecnológicas entre TRL 1-6.
- Marco político de ciencia, tecnología e innovación, que promueve las articulaciones de triple y cuádruple hélice, desde esquemas como ecosistemas de innovación, clústeres, parques tecnológicos, sistemas regionales de innovación, incubadoras tecnológicas, emprendimientos de base tecnológica, entre otros.

Hitos y victorias tempranas requeridas en torno a los productos tecnológicos

Para poder generar, transferir, usar, adaptar y adoptar productos y servicios tecnológicos, son necesarios los siguientes hitos:

- Análisis de capacidades científicas y tecnológicas en la cadena para el desarrollo de un programa de investigación y el desarrollo tecnológico de valorización integral de residuos de albahaca.
- Análisis de oportunidades de transferencia y adopción de tecnologías disponibles para el desarrollo de productos de alto valor agregado (misiones tecnológicas).
- Establecimiento de un programa local y regional de agroindustrias y empresas de base tecnológica, enfocado en la conformación de la cadena de valor de residuos y excedentes de albahaca que integre cadenas de valor.
- Misiones tecnológicas, comerciales y ruedas de negocio relacionadas con los nichos de mercado en productos e innovaciones en plantas aromáticas, medicinales, condimentarias y afines.

Estructura de desarrollo tecnológico y productos tecnológicos

A partir de los resultados presentados en este capítulo, se elaboraron los componentes estructurales para la hoja de ruta de la albahaca relacionados con el desarrollo tecnológico y la conformación de productos tecnológicos para la cadena de valor en albahaca (figura 30).

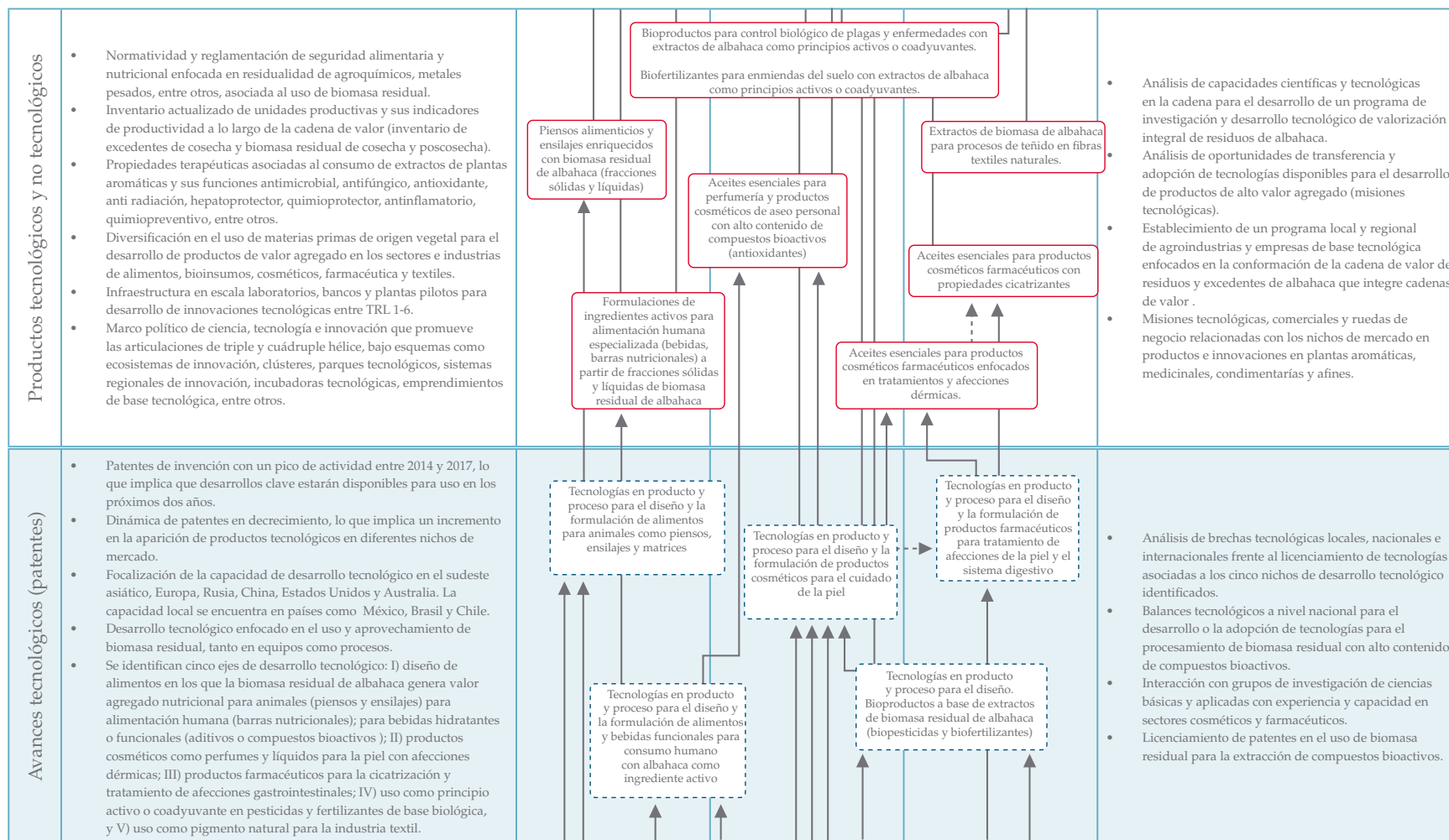


Figura 30. Capa de avances tecnológicos y productos tecnológicos y no tecnológicos.

Fuente: Elaboración propia



En este capítulo, se analiza el entorno comercial y el potencial cliente que adoptaría y se beneficiaría de las tecnologías y los resultados obtenidos en el presente proyecto. El objetivo es identificar la evolución y las novedades del cliente y los clientes del cliente, del mercado, las cadenas productivas, los canales de distribución, los productos y servicios ofrecidos, los precios de mercado, los aliados comerciales, los competidores y sus diferentes dinámicas. En este sentido, los resultados son insumo para delimitar el análisis de otros componentes.

La partida arancelaria 121190 para comercialización de albahaca comprende: vegetales, partes de vegetales, incluso semillas y frutos, utilizados principalmente en perfumería, farmacia o para fines insecticidas, fungicidas o similares, frescos, refrigerados, congelados o secos, incluso cortados, triturados o pulverizados (se excluyen raíces de ginseng, hoja de coca, paja de adormidera, efedra y corteza de cereza africana).

De esta manera, se presentan a continuación las tendencias comerciales de albahaca como un ingrediente en productos especializados.

Comercio internacional

Las exportaciones mundiales de albahaca de 2012 a 2021 muestran una tendencia fluctuante, un volumen promedio anual de 665.074 toneladas y el 2 % de crecimiento; en ese periodo, 2013 es el año que registró el mayor volumen exportado, pues llegó a 741.649 toneladas, seguido de 2019 con 708.298 toneladas. Durante este tiempo hubo decrecimiento en el volumen exportado en 2014, 2015, 2016, 2020 y 2021 (figura 31).

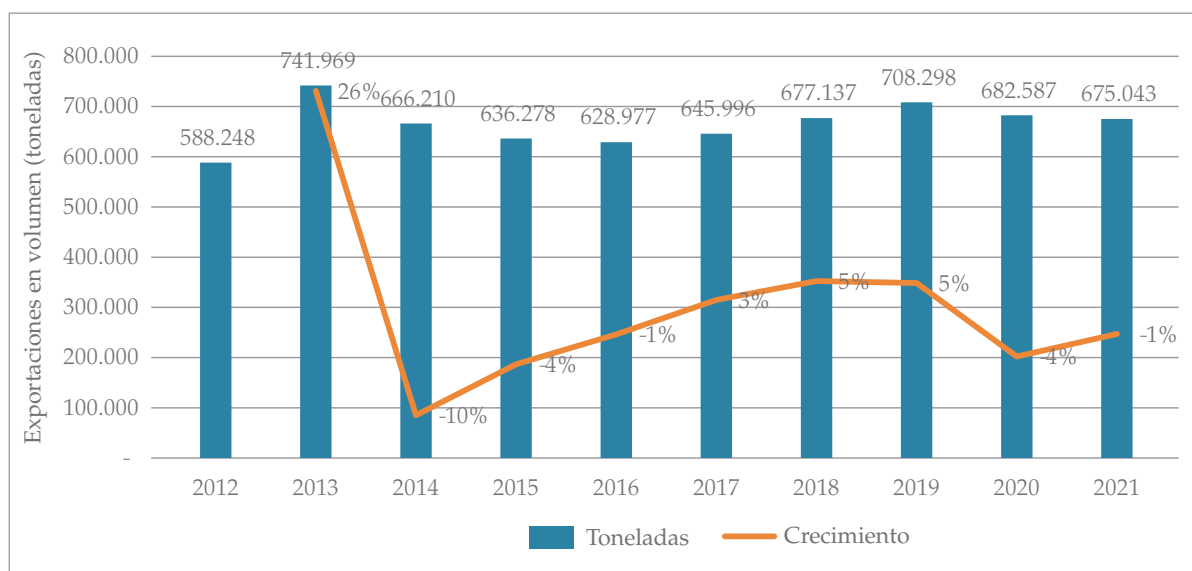


Figura 31. Exportaciones mundiales de albahaca en fresco.

Fuente: Elaboración propia

De los países que participan en las exportaciones, China ha sido el principal exportador mundial de albahaca, ya que participó con el 24 % de las exportaciones en el periodo 2012-2021; sin embargo, estas han disminuido: el crecimiento promedio anual de 2012 a 2021 fue del -4% (tendencia negativa). La comparación entre los volúmenes de 2012 vs. 2021 reflejan una disminución del 35% (figura 32). Por su parte, India ha aumentado sus exportaciones de albahaca, pues en 2012 exportaba 74.914 toneladas y en 2021 alcanzó 116.390 toneladas, lo que representa un crecimiento del 55%, y el crecimiento promedio anual de 2012 a 2021 fue del 6%. Egipto es el tercer país exportador que presenta un crecimiento importante en las exportaciones hasta 2019, año en el que exportó 61.250 toneladas; sin embargo, en 2020 ese número de toneladas decreció un 66% frente a 2019 y 2021. En 2021, exportó 24.804 toneladas, lo cual muestra una leve recuperación.

Los países exportadores donde se observa un comportamiento estable y en crecimiento son Alemania, Marruecos y Polonia, y los países que presentan disminución en sus exportaciones son China, Egipto, México y Kazajstán. Colombia ocupa el puesto 21 en el *ranking* mundial, según el volumen exportado, con el 1,1 % de dicho volumen.

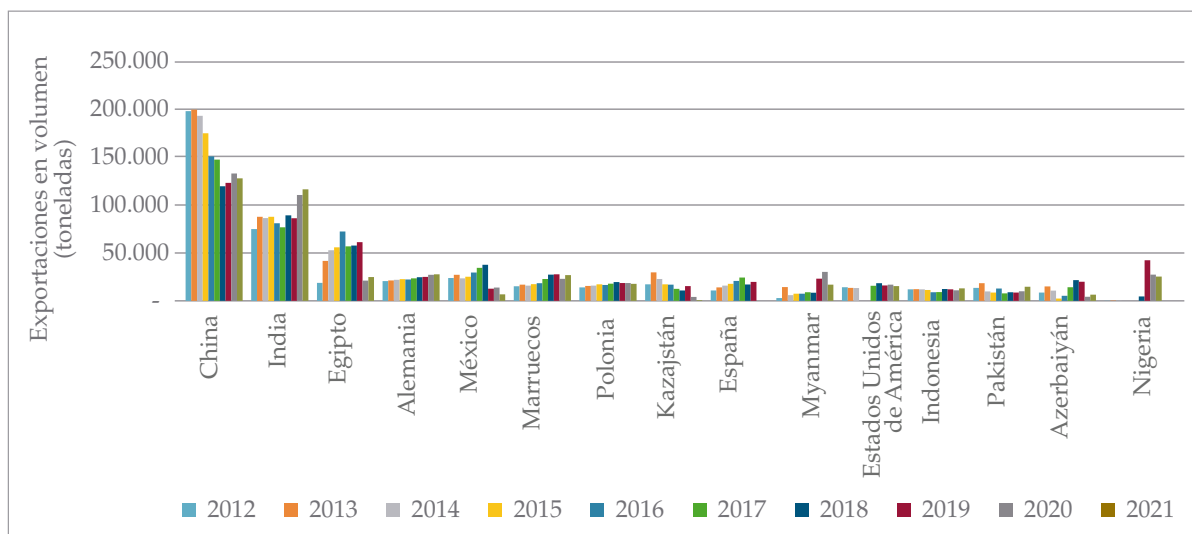


Figura 32. Principales países exportadores de albahaca en fresco.

Fuente: Elaboración propia, a partir de Trade Map (2023)

En 2021, a nivel mundial, se importaron 798.246 toneladas, por un valor de 3.438.471 dólares (figura 33). El crecimiento promedio anual en el periodo 2012-2021 fue del 6 % en volumen y del 9 % en valor, lo que muestra una tendencia fluctuante, pero con posibilidades de crecimiento. De esta manera, al comparar el volumen importado en el mundo en 2012 y en 2021, se observa un incremento del 27 % en este último.

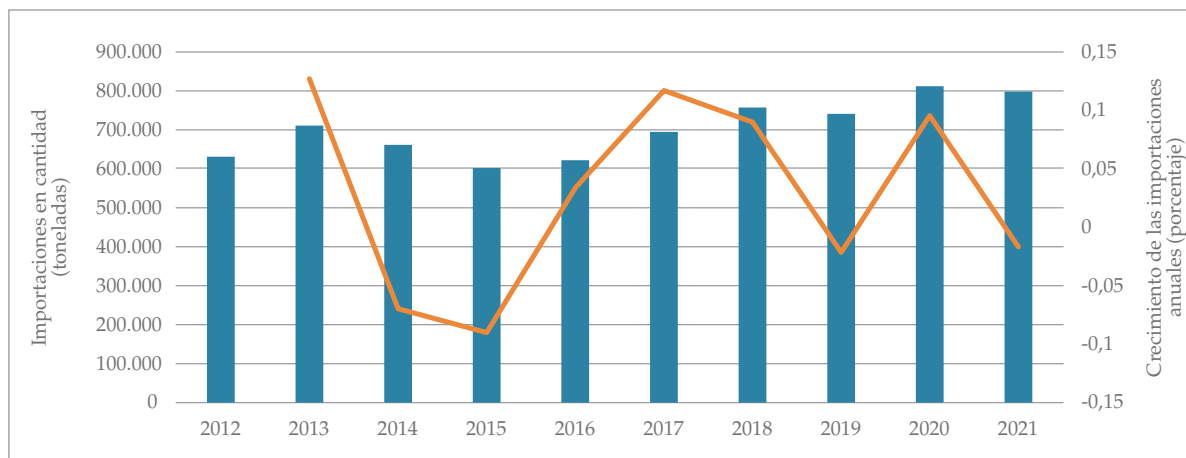


Figura 33. Importaciones mundiales de albahaca en fresco.

Fuente: Elaboración propia, a partir de Trade Map (2023)

De los países importadores, Estados Unidos es el principal importador a nivel mundial, pues en 2021 importó el 12 % del volumen, seguido de China con el 10 %, India con 9 %, Alemania con el 9 %, Trinidad y Tobago con el 6 % y Japón con el 4 % (figura 34). En 2015 y 2016 Estados Unidos no presentó ningún registro de importaciones, pero sí muestra una tendencia al crecimiento.

Por su parte, Alemania presenta una tendencia creciente en las importaciones, ya que en promedio estas crecen anualmente un 4 %, lo que significa una participación más estable. China, aunque su participación es importante, también evidencia una alta fluctuación en los volúmenes importados, mientras que India incrementa las importaciones de manera sostenida.

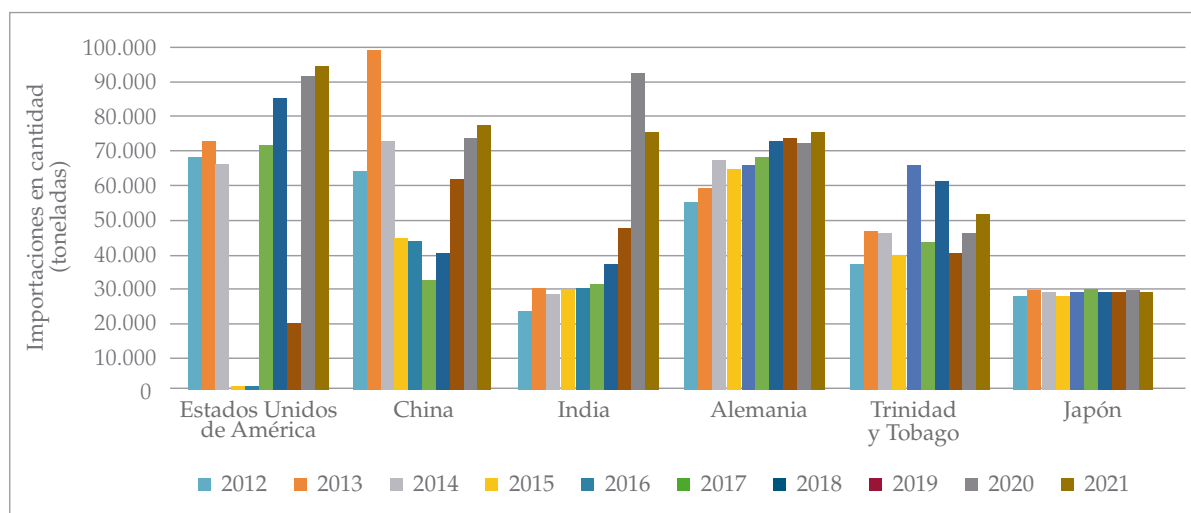


Figura 34. Principales países importadores de albahaca en fresco.

Fuente: Elaboración propia, a partir de información consultada en Trade Map

Colombia, aunque tiene una participación del 0,2 %, tiende al crecimiento. Al comparar las importaciones de 2021 con las de 2012, se encuentra un aumento del 169 % en el volumen importado. El origen del volumen importado en 2021 fue Egipto (35 %), India (30 %) y España (12 %); sin embargo, al revisar las cifras acumuladas del volumen importado por Colombia desde 2012 hasta 2021, se observa que India ha sido el principal proveedor (29 %), seguido de Egipto (24 %), España (13 %) y Perú (8 %). Colombia ocupa el puesto 51 en el *ranking* mundial del volumen importado.

Comercio nacional

En Colombia, para la comercialización de albahaca se utiliza la partida arancelaria 1211909000, la cual comprende las demás plantas y partes de plantas, semillas y frutos de las especies utilizadas principalmente en perfumería, en medicina o como insecticidas, parasiticidas o similares, frescos o secos, cuyo comportamiento se presenta a continuación.

En Colombia, las exportaciones de esta partida arancelaria registran un crecimiento promedio anual desde 2015 hasta 2021, en volumen del 9 % y en valor del 8 %. Se destaca que desde 2015 los volúmenes exportados mostraron una tendencia al crecimiento, y 2019 presentó un mayor volumen exportado, con 9.639.876 kilogramos; sin embargo, en 2020 este volumen cayó a 7.819.226 kilogramos, pero en 2021 se recuperó y llegó a 8.935.920 kilogramos. Al comparar el volumen exportado en 2021 con el de 2015, se observó un incremento del 61 % en volumen y del 51 % en valor (tabla 25).

Tabla 25. Exportaciones en volumen y valor 2015-2021

Año	Kilogramos	Crecimiento %	Valor FOB (\$USD)	Crecimiento %
2015	5.552.071		22.220.918	
2016	6.633.992	19	25.589.865	15
2017	8.007.598	21	30.160.668	18
2018	8.288.248	4	32.166.348	7
2019	9.639.876	16	34.732.724	8
2020	7.819.226	-19	29.481.791	-15
2021	8.935.920	14	33.607.396	14
Crecimiento promedio anual	7.839.562	9	29.708.530	8

Fuente: Elaboración propia, a partir de Legiscomex (2023)

El destino de las exportaciones de albahaca desde Colombia muestra que el principal socio comercial es Estados Unidos, país que recibió el 85 % del volumen exportado en 2021. A Bélgica se exporta un menor volumen (5 %), así como a Canadá (7 %). Panamá y Aruba reciben menos del 0,5 % del volumen exportado por parte de Colombia en 2021 (figura 35).

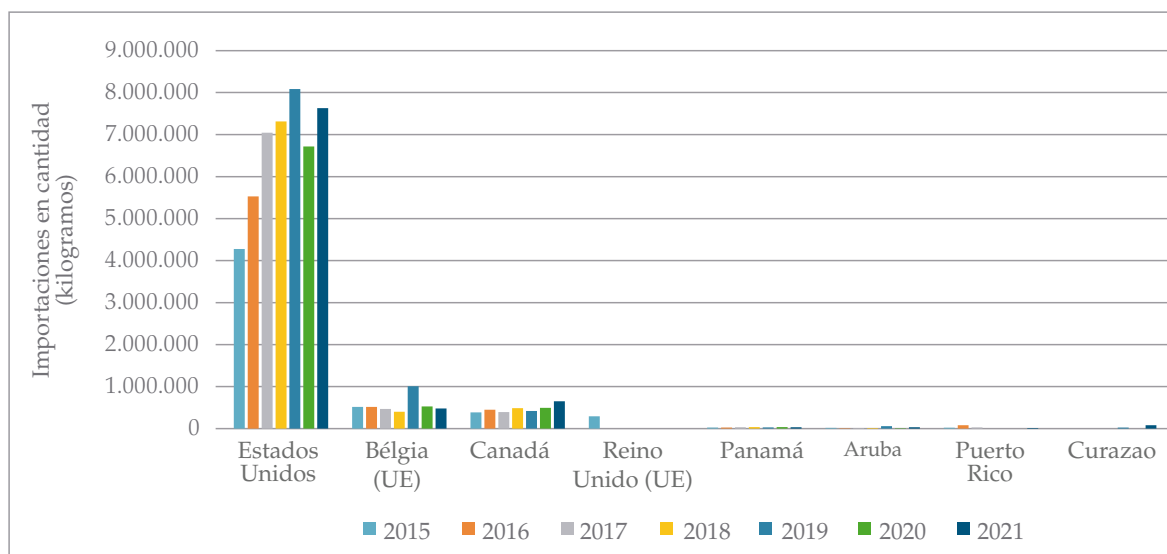


Figura 35. Destino de las exportaciones de Colombia.

Fuente: Elaboración propia, a partir de Legiscomex (2023)

En 2021, 110 empresas realizaron las exportaciones de esta partida arancelaria, de las cuales solo 22 exportaron el 80 % del volumen reportado por Legiscomex. Estas empresas se ubican en diferentes departamentos del país, y se destacan empresas como Agroaromas, que participa con el 14 % del volumen exportado, seguido de Eshkol Premium con el 7 %, La Corsaria con el 6 %, Sucroal con el 5 %, Country Fresh con el 5 %, Comercializadora Josacar con el 5 % y Bioherbs con el 5 % (tabla 26).

Tabla 26. Empresas exportadoras en 2021

Empresa	Ubicación	Volumen kg	Participación %
Agroaromas S. A. S.	Bogotá	1.246.335	14
Eshkol Premium S. A. S	La Ceja, Antioquia	658.781	7
La Corsaria S. A. S.	Bogotá	511.419	6
Sucroal S. A.	Palmira, Valle del Cauca	480.018	5
Country Fresh S. A. S.	Bogotá	472.770	5
Comercializadora Josacar S. A. S.	Bogotá	446.832	5
Bioherbs CI S. A. S.	Cajicá, Cundinamarca	408.202	5
Agrifresh S. A., Sociedad de Comercialización Internacional	Cota, Cundinamarca	355.718	4
Sagra S. A. S.	Bogotá	327.569	4
Plantar de Colombia Limitada	Bogotá	324.643	4
Nalpiherbs S. A. S.	Bogotá	315.612	4
Colfood Trade S. A. S	Rionegro, Antioquia	187.869	2
C&G Aromatics S. A. S.	Flandes, Tolima	171.909	2
National Herbs S. A. S.	Bogotá	158.308	2
Clean Herbs, sociedad por acciones simplificada	Mosquera, Cundinamarca	158.082	2
Santad Herbs Fresh S. A. S.	Bogotá	153.872	2
The Fresh Way S. A. S	Medellín, Antioquia	150.788	2
Jack Herbs S. A. S.	Espinal, Tolima	145.094	2
Ocampo Hincapié Jaime Iván	Honda, Tolima	141.715	2
Gourmet Greens S. A. S	Bogotá	135.671	2
Clover center S. A. S.	Facatativá, Cundinamarca	111.853	1
Bionature S. A. S	Bogotá	109.624	1
Otras 88 empresas		1.763.237	20
Total		8.935.920	100

Fuente: Elaboración propia, a partir de Legiscomex (2023)

Después de revisar en la web las empresas que se muestran en la tabla 26, se identifican algunas empresas que tienen albahaca en su portafolio, como Sagra S. A. S., Country Fresh S. A. S., Agrifresh S. A., La Corsaria S. A. S., Comercializadora Josacar S. A. S., Bioherbs CI S. A. S., C&G Aromatics, The Fresh Way S. A. S., Jack Herbs S. A. S.

Respecto al origen de las exportaciones colombianas por departamento en 2021, Cundinamarca fue responsable del 49% del volumen exportado en dicho año; Bogotá, del 31%; Antioquia, del 8%; Valle del Cauca, del 6%; Tolima, del 4%, y Atlántico, del 1%. El promedio anual del precio unitario FOB (USD) por kilogramo durante el periodo 2015-2020 fue de 20 dólares y el crecimiento

fue del 268 %. Este último se presentó por el alto precio unitario de 2021, el cual fue de \$78,2 dólares por kilogramo, el más alto de todo el periodo analizado. Al revisar en detalle este resultado, se encontraron ocho registros de exportaciones durante el segundo semestre, cuyo precio unitario por kilogramo fue desde \$441 dólares hasta 120.911 dólares por kilogramo, razón por la cual se incrementa el precio unitario promedio de 2021. Al quitar estos ocho registros, el precio unitario promedio queda en \$5,4 dólares, que estaría cerca del precio promedio de los años anteriores; el segundo precio más alto se presentó en 2016, con \$29 dólares.

En 2021, Colombia importó 1.228,1 toneladas de albahaca. Esta cifra muestra que, frente a 2015, el volumen importado de albahaca se duplicó en el país (figura 36). Así, el crecimiento 2021 vs. 2015 fue de un 95 % al año y se importaban 630 toneladas. Respecto al crecimiento promedio anual entre 2015 y 2021, este fue del 13 %.



Figura 36. Volumen (kg) importado.
Fuente: Elaboración propia, a partir de Legiscomex (2023)

El valor FOB en dólares de las importaciones colombianas de albahaca en 2021 fue de 4.308.850, con un incremento del 31 % frente al año anterior; en el periodo 2015-2021, el crecimiento promedio anual fue del 11 %. Cabe mencionar que este crecimiento es impactado por el alto crecimiento de 2020 y 2021 (tabla 27).

Tabla 27. Importaciones de albahaca 2015-2021

Año	Kilogramos	Crecimiento %	Valor FOB (\$USD)	Crecimiento %
2015	630.673		2.516.758	
2016	653.449	4	2.316.136	-8
2017	587.651	-10	2.472.160	7
2018	733.139	25	2.807.471	14

(Continúa)

(Continuación tabla 27)

Año	Kilogramos	Crecimiento %	Valor FOB (\$USD)	Crecimiento %
2019	778.465	6	2.451.377	-13
2020	1.065.582	37	3.299.634	35
2021	1.228.148	15	4.308.850	31
Crecimiento promedio anual	841.072	13	2.881.769	11

Fuente: Elaboración propia, a partir de Legiscomex (2023)

En 2021, India participó con el 36 % del volumen importado; Egipto, con el 34 %; España, con el 14 %, y Alemania, con el 4 %. Estos cuatro países concentraron el 88 % del volumen que se importó en Colombia de albahaca. La tendencia de crecimiento en importaciones para ese mismo año fue positiva, especialmente en India, Egipto y España. En cuanto a los países latinoamericanos, se observan importaciones desde Chile —las cuales disminuyeron en 2021—, Ecuador y Perú; en estos dos países se presentaron importaciones intermitentes y con bajo volumen. En 2021, fueron 75 empresas las responsables de las importaciones de albahaca, y de estas 12 importaron el 85 % del volumen durante ese año (tabla 28).

Tabla 28. Empresas importadoras en 2021

Empresa	Ubicación	Volumen kg	Participación %
Conplants S. A. S.	Cali, Valle del Cauca	277.695	23%
Inali Zona Franca S. A. S.	Puerto Tejada, Cauca	245.735	20%
Agrícola Himalaya S. A.	Yumbo, Valle del Cauca	115.525	9%
Congrupo S. A.	Cota, Cundinamarca	83.170	7%
Juan Carlos Sisniegas Cayetano	Cali, Valle del Cauca	57.991	5%
Hierbas y Plantas Tropicales S. A. S.	Envigado, Antioquia	49.674	4%
Vitalys Company S. A. S.	Cali, Valle del Cauca	46.355	4%
Mesa Hermanos y Cia. S. A. S.	Bogotá	45.435	4%
Productos Naturales Mundo de Oro S. A. S.	Bogotá	43.642	4%
Sisniegas Cayetano Juan Carlos	Cali, Valle del Cauca	33.260	3%
Mesa Hermanos y Cia. S. A. S.	Bogotá	22.685	2%
Impornatural S. A. S.	Bogotá	17.500	1%
Otras 63 empresas		189.482	15%
Total		1.228.148	100%

Fuente: Elaboración propia, a partir de Legiscomex (2023)

La participación de las importaciones por departamento muestra en 2021 que el 47% del volumen se dirigió al departamento del Valle del Cauca; el 23%, a Bogotá; el 19%, al Cauca; el 5,8%, a Antioquia; el 3,1%, a Cundinamarca; el 1,1%, al Atlántico; el 0,3%, a Nariño; el 0,3%, a Bolívar; el 0,2%, a Caldas, y el 0,02%, a Boyacá.

El promedio anual del precio FOB (USD) por kilogramo de las importaciones, durante el periodo 2015-2020, fue de 178 dólares, con un crecimiento del 153%.

Preparaciones para salsas y salsas preparadas, condimentos y sazónadores, compuestos

En esta sección, se presentan las tendencias comerciales de albahaca como ingrediente en productos alimenticios condimentarios comercializados desde la partida arancelaria 210390.

Comercio internacional

Según Trade Map (2023), en 2021 se exportaron 12.795.519 toneladas, por un valor de 13.645.517 miles de dólares (figura 37).

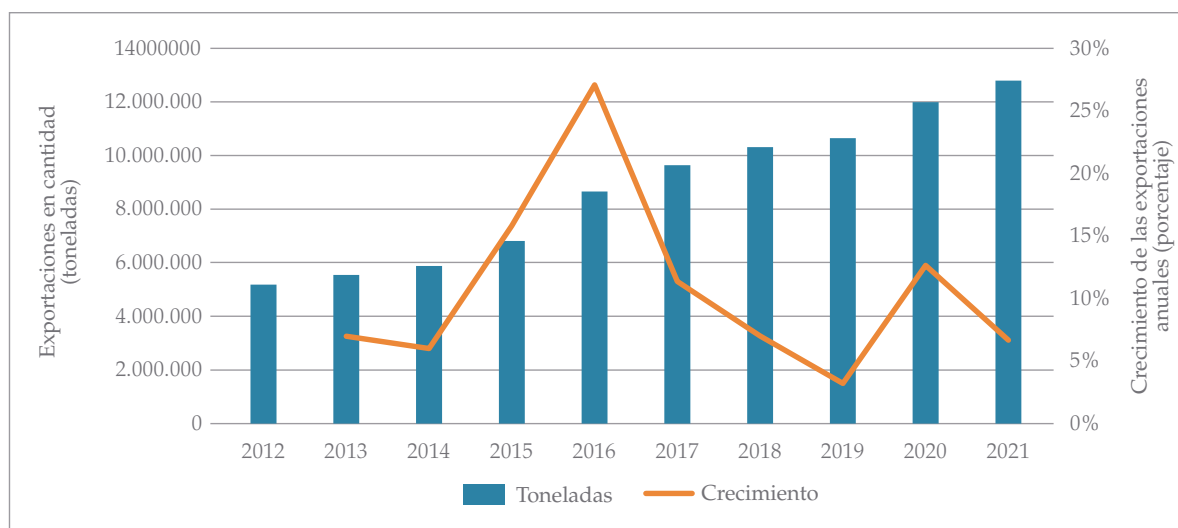


Figura 37. Exportaciones mundiales de preparaciones de albahaca.

Fuente: Elaboración propia, a partir de Trade Map (2023)

Es importante destacar que la base de datos muestra que Trinidad y Tobago es el primer exportador, con una participación del 63% del volumen exportado (8.061.993 toneladas) en 2021 (figura 38) sin embargo, al revisar las exportaciones en valor, el país ocupó el puesto 39, con exportaciones de 47.486 dólares.

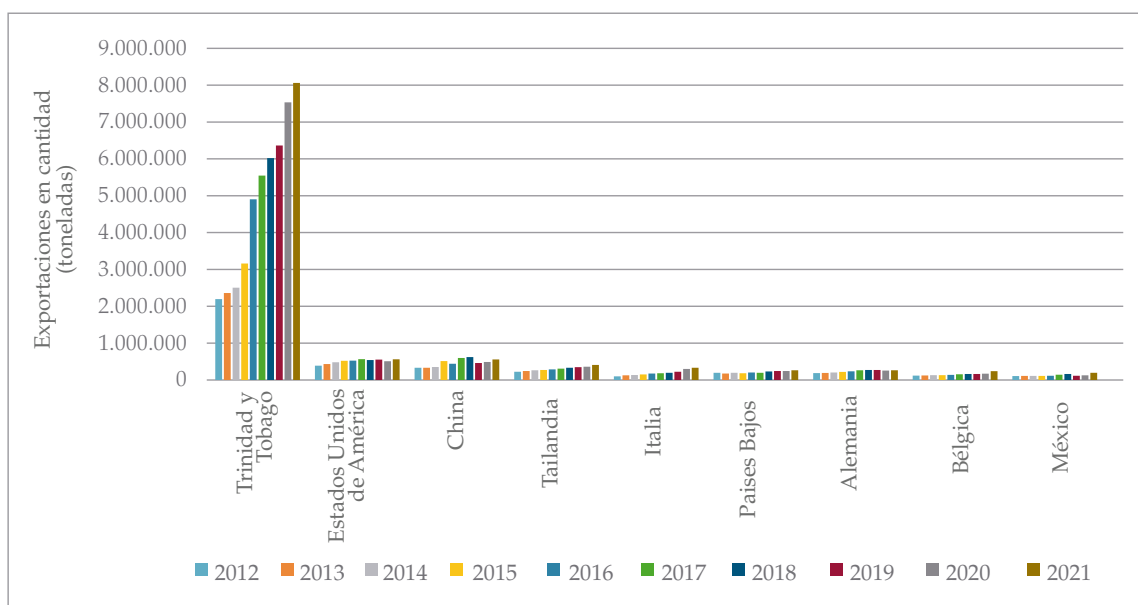


Figura 38. Principales países exportadores en cantidad de preparaciones de albahaca.

Fuente: Elaboración propia, a partir de Trade Map (2023)

Respecto a las exportaciones mundiales en valor, el primer lugar lo ocupa China, que en 2021 tuvo una participación del 11 % (1.866.749 miles de dólares), seguido de Estados Unidos con el 11 % (1.472.985 miles de dólares); el comportamiento de las exportaciones de China tiene una tendencia creciente, y en 2021 tuvo el mayor valor exportado (figura 39). Si se analizan las cifras anuales desde 2012 hasta 2021, se encuentra que Estados Unidos fue el país que ocupó el primer lugar y que mantuvo un crecimiento constante en sus exportaciones en esta partida arancelaria. Es de anotar que Colombia ocupó el puesto 61 en este *ranking* de las exportaciones en 2021, tanto en volumen como en valor; participó con el 0,04 % del volumen exportado a nivel mundial.

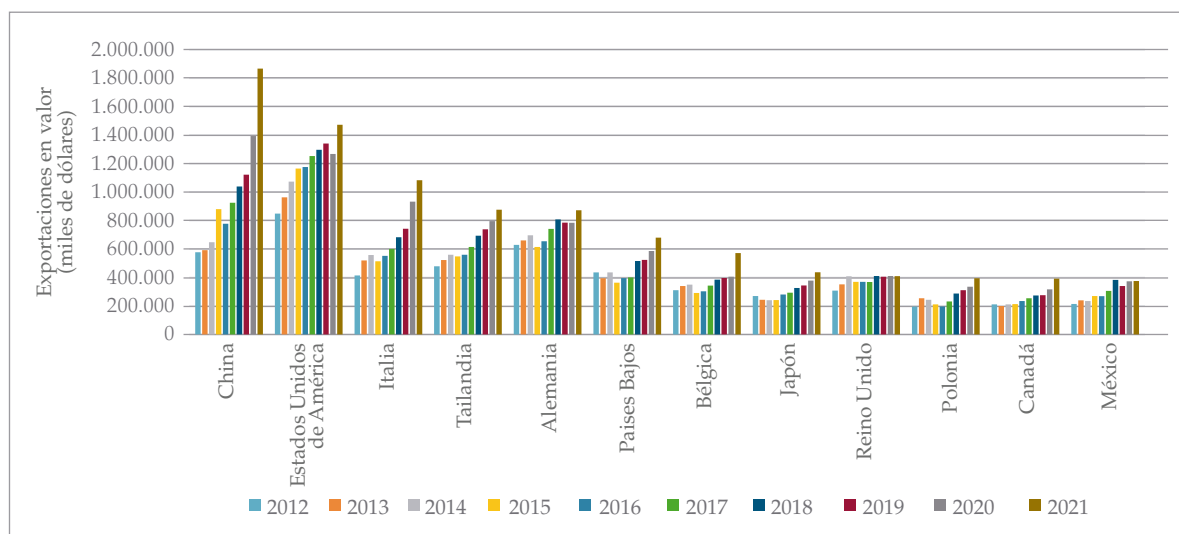


Figura 39. Principales países exportadores en valor de preparaciones de albahaca.

Fuente: Elaboración propia, a partir de Trade Map (2023)

Trade Map reporta que en 2021 se importaron en el mundo 7.336.248 toneladas de preparaciones para salsas y salsas preparadas, por valor de 12.284.138 dólares. El crecimiento fue fluctuante, pues tuvo un incremento promedio anual de 2012 a 2021 en volumen del 3 % y en valor del 6 % (figura 40).

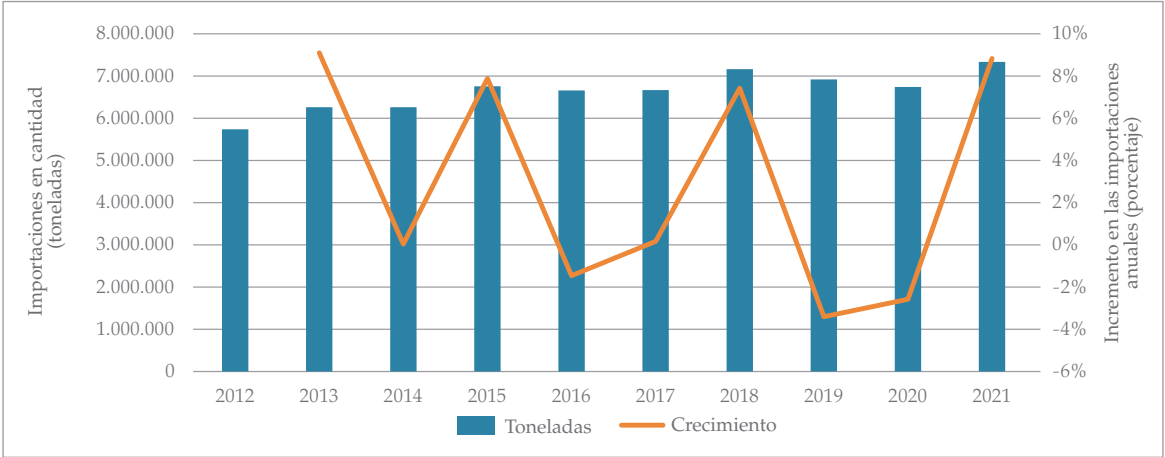


Figura 40. Importaciones en cantidad de preparaciones de albahaca.
Fuente: Elaboración propia, a partir de Trade Map (2023)

En cuanto a los países importadores, Trinidad y Tobago es el principal importador mundial, el cual en 2021 participó con el 39 % del volumen importado, con 2.831.009 toneladas; sin embargo, la tendencia de crecimiento es negativa para este país, y el crecimiento promedio anual en el periodo estudiado es del 0,04 % (figura 41). Estados Unidos es el segundo importador mundial, ya que en 2021 participó con el 10 % del volumen importado, con 708.905 toneladas; con estas cifras mostró una tendencia de crecimiento positiva, con un 8 % de crecimiento promedio anual durante el periodo analizado.

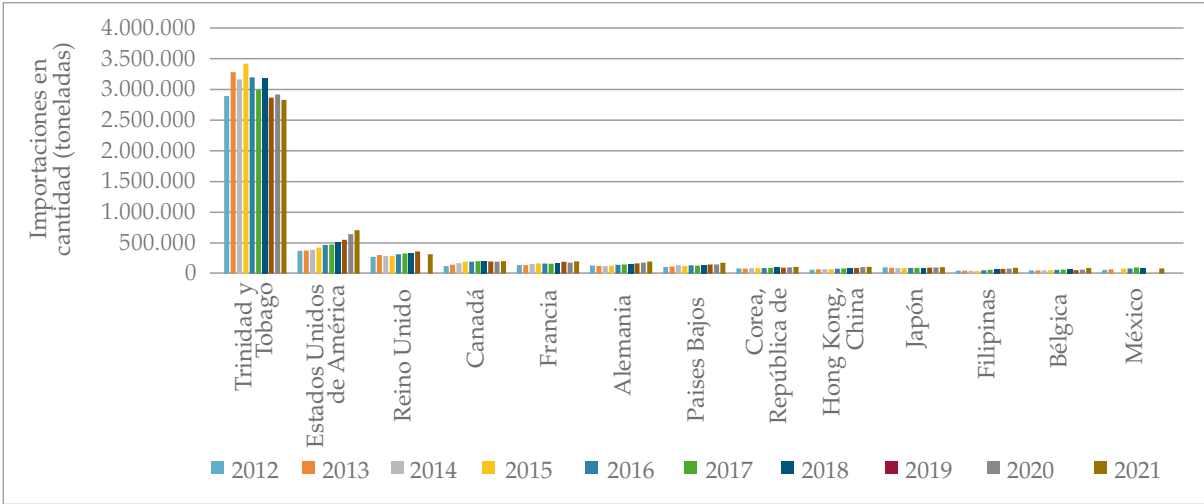


Figura 41. Principales países importadores en volumen de preparaciones de albahaca.
Fuente: Elaboración propia, a partir de Trade Map (2023)

Las importaciones en valor muestran que el principal importador mundial es Estados Unidos, el cual en 2021 participó con el 13%, seguido por Reino Unido con el 6%, Canadá, Alemania y Francia con el 5%, y Países Bajos con el 4% (figura 42). Colombia ocupa el puesto 61 en el *ranking* mundial de volumen importado.

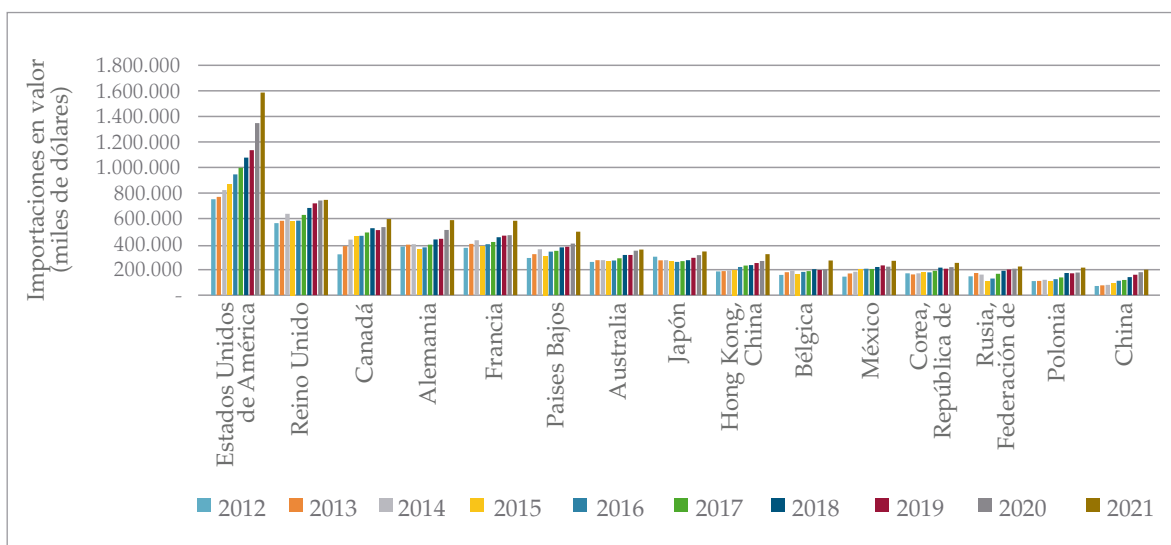


Figura 42. Principales países importadores en valor de preparaciones de albahaca.

Fuente: Elaboración propia, a partir de Trade Map (2023)

Comercio nacional

Colombia exportó 4.225.664 kilogramos en 2021, por un valor de 11.963.976 dólares. La tendencia de las exportaciones en esta partida arancelaria es positiva, con un crecimiento promedio de 2015 a 2021 del 32 % en el volumen y del 29 % en el valor, especialmente por el comportamiento de 2020 y 2021, cuando se duplicó el volumen exportado (tabla 29).

Tabla 29. Exportaciones en volumen y valor de 2015 a 2021

Año	Kilogramos	Crecimiento %	Valor FOB (\$USD)	Crecimiento %
2015	932.531		2.863.985	
2016	1.289.149	38	3.224.989	13
2017	1.292.601	0	3.306.246	3
2018	1.559.821	21	3.961.385	20
2019	1.604.630	3	4.661.642	18
2020	3.123.077	95	8.698.990	87
2021	4.225.664	35	11.963.976	38
Promedio anual	2.003.925	32	5.525.888	29

Fuente: Elaboración propia, a partir de Legiscomex (2023)

El principal destino de las exportaciones colombianas es Estados Unidos, con un crecimiento promedio anual del 119% en el periodo 2015-2021, especialmente en 2020 y 2021, cuando los volúmenes se triplicaron frente a los años anteriores. El segundo país es Bélgica, que viene incrementando los volúmenes, y el tercero es Haití, que presenta fluctuaciones importantes con tendencia a disminuir los volúmenes (figura 43).

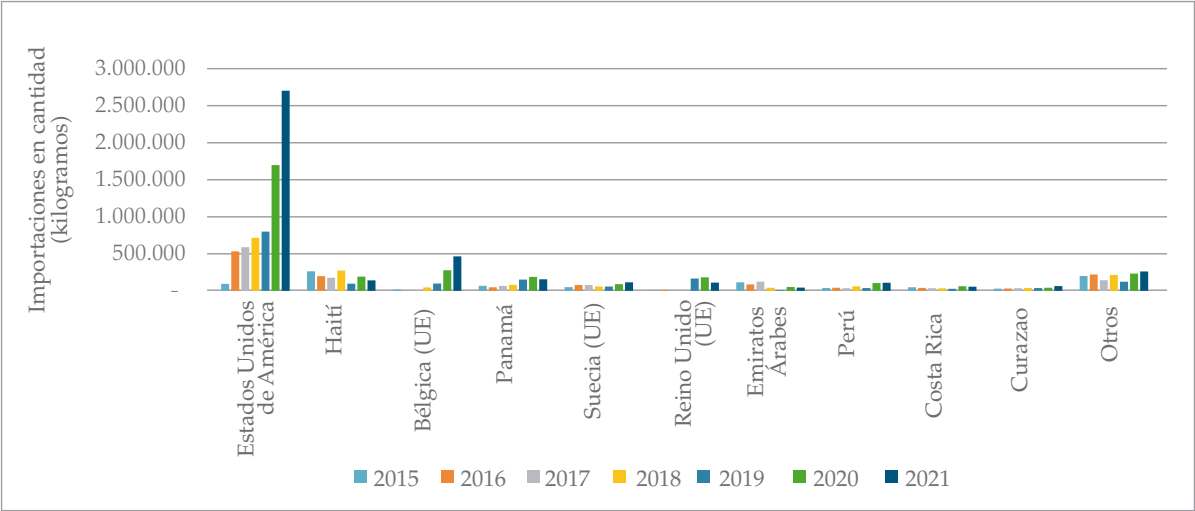


Figura 43. Destino de las exportaciones colombianas.

Fuente: Elaboración propia, a partir de Legiscomex (2023)

Las empresas que participaron en las exportaciones de la partida arancelaria en 2021 fueron 60; no obstante, el 88% del volumen exportado se concentró en tres empresas: QBCO, ubicada en Cali (58% del volumen exportado); Colombina, ubicada en Bogotá (19% del volumen exportado) y La Fábrica de la Felicidad, que se encuentra en Bogotá (11% del volumen exportado) (tabla 30).

Tabla 30. Empresas exportadoras en 2021

Empresa	Ubicación	Volumen kg	Participación %
Qbco S. A. S.	Cali	2.459.838	58
Colombina S. A.	Bogotá	785.314	19
La Fábrica de la Felicidad S. A. S.	Bogotá	456.691	11
C.I. Importex S. A.	Bogotá	182.004	4
Griffith Foods S. A. S.	Bogotá	93.668	2
Productos Base Cook S. A. S.	Cartagena	40.216	1
Compañía Nacional de Levaduras Levapan S. A.	Medellín	26.902	1
Frigorífico de la Costa S. A. S	Barranquilla	21.999	1
Otros		159.032	4
Total		4.225.664	100

Fuente: Elaboración propia, a partir de Legiscomex (2023)

El 60 % del volumen exportado en 2021 tuvo como origen el Valle del Cauca, donde está ubicada la principal empresa exportadora de la partida arancelaria; el 36 % fue para Bogotá y el 2 %, para Antioquia. El promedio anual del precio unitario FOB (\$USD) por kilogramo exportado entre 2015 y 2021 fue de 10 dólares, con un crecimiento de -0,13 %. Al revisar el precio promedio anual, se observó una alta fluctuación; aunque hasta 2017 se tenía una tendencia al crecimiento, desde 2018 hasta 2020 descendió de manera considerable. Para 2021, se presentó una recuperación, pero no se consiguieron los mismos precios de 2017.

En 2021, Colombia importó 3.665.212 kilogramos, por un valor de 11.538.953 dólares, y el crecimiento promedio de 2015 a 2021 fue del 6 % en el volumen y del 7 % en el valor (tabla 31).

Tabla 31. Volumen y valor de las importaciones entre 2015 y 2021

Año	Kilogramos	Crecimiento %	Valor FOB (\$USD)	Crecimiento %
2015	2.742.453		7.968.258	
2016	2.532.444	-8	7.106.705	-11
2017	2.800.390	11	8.117.767	14
2018	3.242.492	16	9.633.493	19
2019	3.576.346	10	10.368.313	8
2020	3.017.992	-16	9.581.569	-8
2021	3.665.212	21	11.538.953	20
Promedio anual	3.082.476	6	9.187.865	7

Fuente: Elaboración propia, a partir de Legiscomex (2023)

El principal origen de las importaciones es Estados Unidos; en 2021 llegaron a Colombia desde este país 1.678.585 kilogramos, que representa el 46 % del volumen importado en el país durante ese año. Vale la pena mencionar que el comportamiento de las importaciones que provienen de Estados Unidos presenta fluctuaciones marcadas y el crecimiento promedio anual de 2015 a 2021 es de -0,4 %.

En 2021, Legiscomex reportó 118 empresas que realizaron importaciones de esta partida arancelaria; sin embargo, solo 13 representan el 72 % del volumen importado ese año. PriceSmart Colombia S. A. S. es el primer importador, con el 24 % del volumen importado, seguido de Koba Colombia con el 10 % y Visdecol con el 9 %. Estas empresas se encuentran en Bogotá, Antioquia y Atlántico, principalmente (tabla 32).

En 2021, las importaciones tuvieron como destino Bogotá, con el 64 % del volumen, seguida de Antioquia con el 27 %, Atlántico con el 4 %, Cundinamarca con el 3 % y Valle del Cauca con el 1 %. El precio unitario valor FOB de las importaciones entre 2015 y 2021 fue de 4,3 dólares promedio anual, con un crecimiento del 0,8 %. La tendencia del precio fluctuó, aunque en 2020 y 2021 se recuperó.

Tabla 32. Empresas importadoras en 2021

Razón social	Ubicación	Kilogramos	Participación %
PriceSmart Colombia S. A. S.	Bogotá	882.381	24
Koba Colombia S. A. S.	Bogotá	352.416	10
Visdecol S. A. S.	Antioquia	314.890	9
Best Choice y Cia. S. A. S.	Bogotá	260.596	7
Atlantic FS S. A. S.	Antioquia	148.888	4
Good Price Corporation S. A. S.	Antioquia	113.696	3
E. Quatro S. A. S.	Atlántico	101.941	3
Francorp S. A. S.	Antioquia	94.408	3
Arcos Dorados Colombia S. A. S.	Bogotá	89.864	2
Unilever Andina Colombia Ltda.	Bogotá	89.610	2
Hico Fish S. A. S.	Bogotá	84.635	2
CI Iblu, sociedad por acciones simplificada	Antioquia	68.314	2
Cencosud Colombia S. A. - Martín Patricio Walkre	Bogotá	55.208	2
Otros		1.008.364	27,51
Total		3.665.212	100

Fuente: Elaboración propia, a partir de Legiscomex (2023)

Preparaciones alimenticias, no contempladas en otra parte

En esta sección, se presentan las tendencias comerciales de albahaca como ingrediente en productos alimenticios variados que se comercializan a través de la partida arancelaria 210690.

Comercio internacional

En 2021, se exportaron en el mundo 10.507.398 toneladas de preparaciones alimenticias, no contempladas en otra parte, por un valor de 53.100.243 dólares. Singapur fue el país responsable del 16% de este volumen; Alemania, del 7%; Tailandia, del 7%; Estados Unidos, del 7%, y Países Bajos, del 6% (Trade Map, 2023).

El crecimiento promedio anual durante el periodo 2014-2021 fue del 6%, tanto en volumen como en valor, aunque en 2015 se observó una disminución del volumen exportado. Los años siguientes presentaron un crecimiento sostenido, hasta llegar a 10.507.398 toneladas exportadas en 2021 (figura 44).

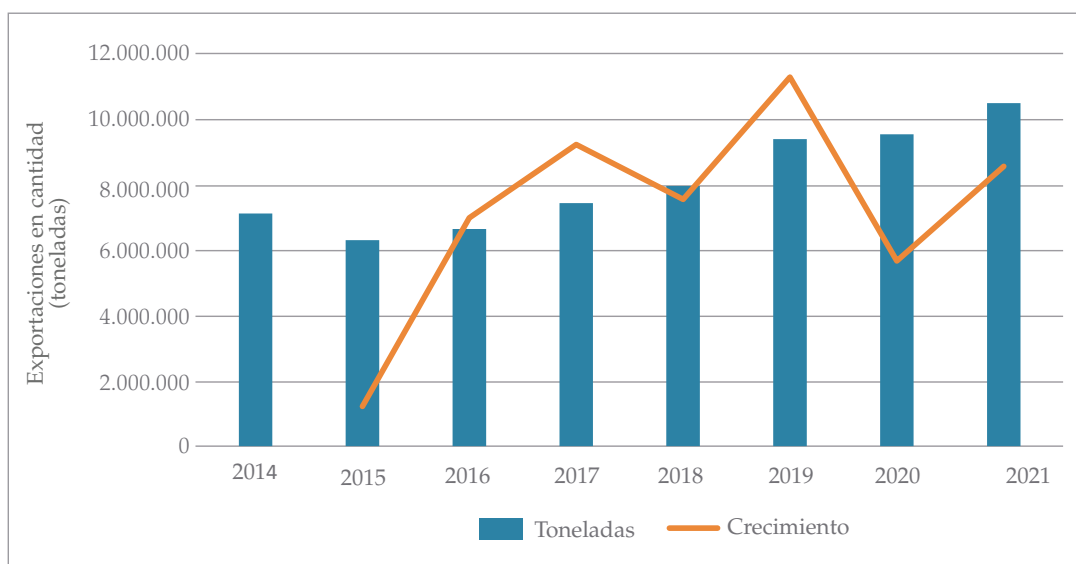


Figura 44. Exportaciones de otras preparaciones de albahaca (toneladas).

Fuente: Elaboración propia, a partir de Trade Map (2023)

En los últimos tres años, el principal exportador de esta partida arancelaria ha sido Singapur, el cual en 2018 y 2019 aumentó su volumen exportado en un 169% y un 344%, respectivamente. Alemania ha sido el segundo país exportador, con un comportamiento estable con tendencia leve al crecimiento, y Tailandia, el tercer exportador; aunque en este último en 2019 creció un 20% el volumen exportado, en 2020 y 2021 se presentó un decrecimiento del -7% y del -2%, respectivamente. Estados Unidos exportó 702.804 toneladas en 2021, con lo cual mostró un comportamiento fluctuante, y de 2015 y 2016 no se registran exportaciones. Para 2017, 2018 y 2019, este país mantuvo un crecimiento sostenido, aunque en 2020 decreció un -18%; sin embargo, en 2021 se recuperó y logró un incremento del 30% en sus exportaciones frente a 2020.

En cuanto a los países de Latinoamérica, en 2021, Brasil fue el país que ocupó la mejor posición, con el puesto 28, y exportó 71.474 toneladas; después está Guatemala, que exportó 64.659 y ocupó el puesto 32, seguido de México con 40.160 toneladas exportadas y el puesto 37 en el *ranking* mundial de ese año. Colombia ocupó el puesto 52 en el *ranking* de los países exportadores, con 18.573 toneladas exportadas en 2021, según registros de Trade Map (2023) (figura 45).

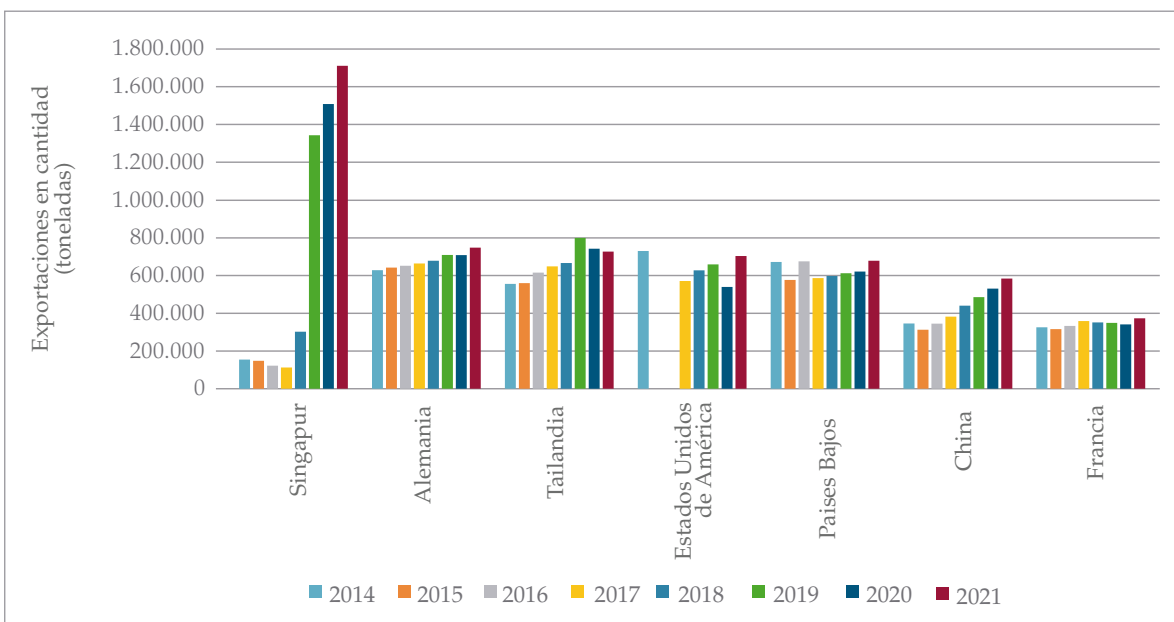


Figura 45. Principales países exportadores en volumen de otras preparaciones de albahaca.

Fuente: Elaboración propia, a partir de Trade Map (2023)

En 2021, se importaron en el mundo 9.298.141 toneladas de preparaciones alimenticias, no contempladas en otra parte, por un valor de 55.347.887 dólares. Estados Unidos fue el responsable del 15% de este volumen; Alemania, del 5%; Países Bajos, del 4%; Japón, del 4%; China, del 4%, y Francia, del 4%.

El crecimiento promedio anual durante el periodo 2014-2021 fue del 6%, aunque desde 2019 el crecimiento fue leve y el volumen importado anual desde 2018 superó las cifras históricas, y en 2021 se pasó la barrera de los nueve millones de toneladas (figura 46).

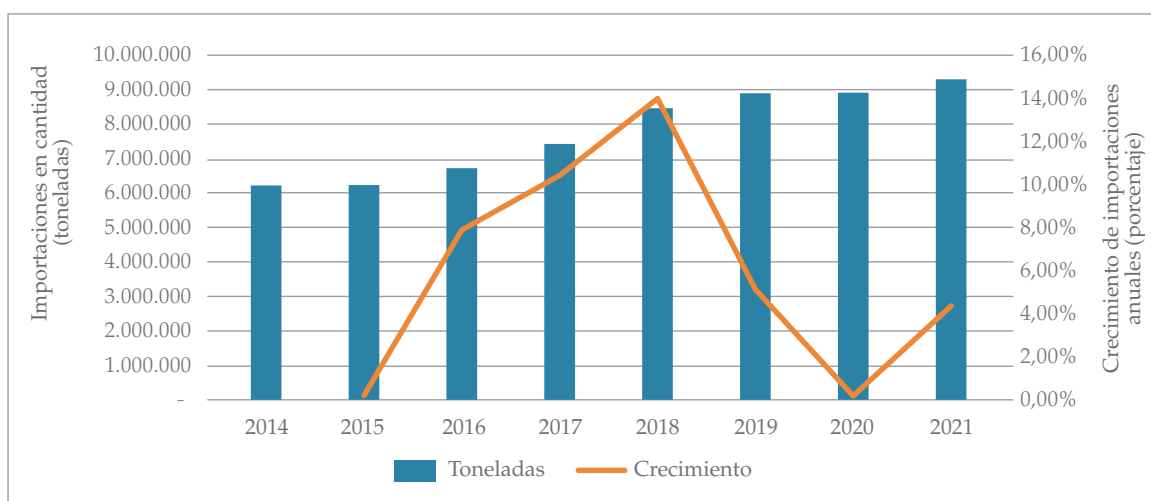


Figura 46. Importaciones de otras preparaciones de albahaca (toneladas).

Fuente: Elaboración propia, a partir de Trade Map (2023)

El principal país importador de esta partida arancelaria es Estados Unidos que, aunque en 2015 y 2016 no registró importaciones, en 2017 importó 471.901 toneladas; no obstante, en 2018 importó 1.034.480 toneladas, que representan un 119% del crecimiento frente al año anterior. Después, durante 2019 y 2020, mantuvo un crecimiento leve, pero en 2021 presentó un crecimiento del 26 % frente al año anterior (figura 47).

Alemania es el segundo país importador de esta partida arancelaria, ya que participó con el 5 % del volumen que se importó en el mundo en 2021; su crecimiento se ha mantenido constante en la actualidad. Por su parte, Países Bajos y Japón participaron cada uno con el 4 % del volumen y se mantienen hoy en día en crecimiento. China es el país que mayor crecimiento muestra durante el periodo analizado.

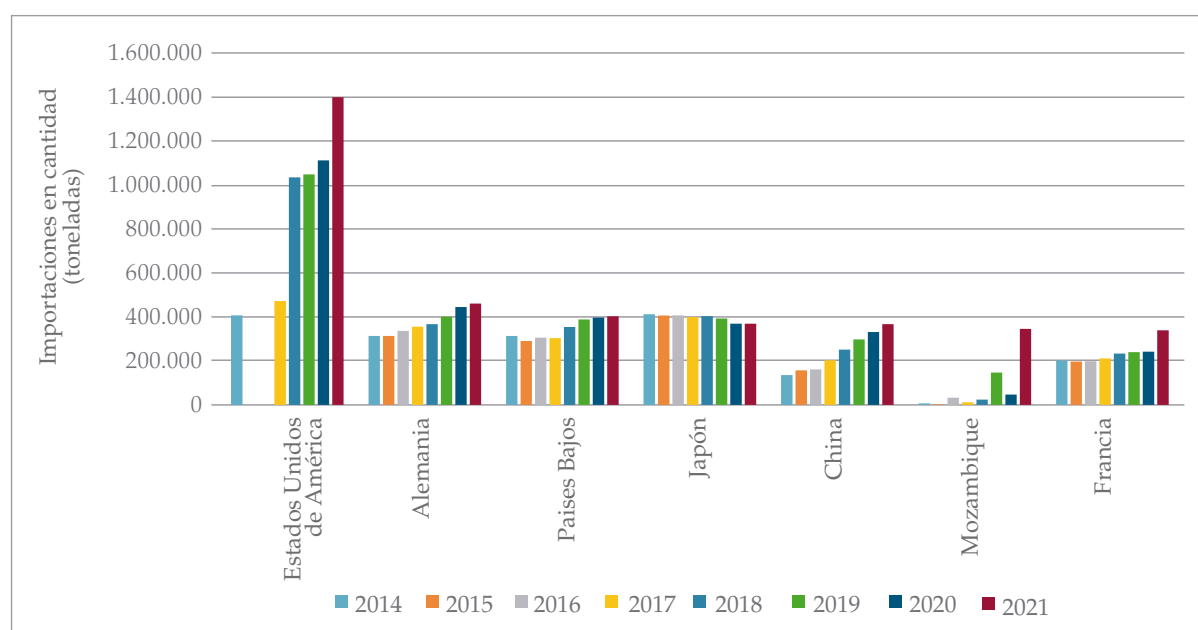


Figura 47. Principales países importadores en volumen de otras preparaciones de albahaca.

Fuente: Elaboración propia, a partir de Trade Map (2023)

Los países de Latinoamérica que tienen mejor participación en las importaciones de esta partida arancelaria son Brasil, que importó 47.767 toneladas en 2021 y ocupó el puesto 40; Chile, con 42.305 toneladas y el puesto 42; Guatemala, con 35.982 toneladas y en el puesto 48, y Colombia con 35.100 toneladas y en el puesto 49.

Comercio nacional

En Colombia, la partida arancelaria 210690 cuenta con 21 subpartidas arancelarias específicas, de las cuales solo se identifican cuatro subpartidas que podrían estar relacionadas con la albahaca, debido a que son “Complementos alimenticios, que [contienen] exclusivamente mezclas o extractos de plantas, partes de plantas, semillas o frutos, con vitaminas, minerales u otras sustancias”, así como “Complementos alimenticios, que [contienen] exclusivamente

mezclas o extractos de plantas, partes de plantas, semillas o frutos” (Organización Mundial del Comercio, 2024, s. p.), o preparaciones compuestas, cuyo grado alcohólico volumétrico es inferior o igual al 0,5% del volumen, para la elaboración de bebidas presentadas en envases acondicionados para la venta al por menor. En 2021, se registraron en Legiscomex 4.924.666 kilogramos exportados desde Colombia, los cuales representan el 26 % del volumen total de exportaciones, bajo la partida arancelaria 210690.

Desde 2015 hasta 2021 se observa que las exportaciones colombianas de este grupo de subpartida arancelaria fluctúan; por ejemplo, en 2016 hubo un crecimiento importante del 30%, pero entre 2017 y 2020 estos crecimientos fueron negativos. Sin embargo, en 2021 se volvió a dar un crecimiento del 47% frente 2020. Esto evidencia un crecimiento promedio del 9% durante este periodo, con un volumen promedio anual de 3.707.209 kilogramos exportados. El valor FOB de estas exportaciones promedio anual fue de 16.805.177 dólares, con un crecimiento promedio anual del 8%. Se destaca que en 2021 el crecimiento fue del 45% y en 2021, del 42 % (tabla 33).

Tabla 33. Exportaciones colombianas en volumen (kg) y valor FOB (\$USD)

Año	Kilogramos	Crecimiento %	Valor FOB (\$USD)	Crecimiento %
2015	3.204.621		18.128.516	
2016	4.155.275	30%	19.295.925	6%
2017	3.578.593	-14%	16.363.395	-15%
2018	3.335.994	-7%	12.438.874	-24%
2019	3.397.464	2%	11.406.808	-8%
2020	3.353.850	-1%	16.537.925	45%
2021	4.924.666	47%	23.464.792	42%
Promedio anual	3.707.209	9%	16.805.177	8%

Fuente: Elaboración propia, a partir de Legiscomex (2023)

Los principales países destino de las exportaciones de esta partida arancelaria son: Honduras, que en 2021 participó con el 25% del volumen exportado, seguido de Guatemala con el 21 % y Nicaragua con 20 %. Se observa que los principales destinos de exportación son países de Centroamérica, Perú y Estados Unidos. En 2021, las exportaciones las realizaron 69 empresas que exportaron 4.924.666 kilogramos. Proexcar S. A. S. exporto el 60 % del volumen, seguida de Quala S. A. S. con el 23 % del volumen (tabla 34).

Las exportaciones de esta partida arancelaria tienen como origen principal al departamento de Antioquia, desde donde se exportó el 65 % del volumen, y después está Bogotá con el 25 % del volumen. El comportamiento del precio unitario fluctúa considerablemente. En 2016, hubo un crecimiento del 88 % frente al año anterior; sin embargo, en 2017 este crecimiento fue negativo, con un -42 % frente al año anterior. Desde 2018 se empezó un proceso de recuperación y en 2020 se obtuvo el mayor precio unitario: 35,8 dólares por kilo. Así, entre 2015 y 2021 el promedio del precio por kilo fue de 21 dólares.

Tabla 34. Empresas exportadoras en 2021

Empresa	Ubicación	Volumen kg	Participación %
Proexcar S. A. S.	Medellín	2.945.420	60
Quala S. A.	Bogotá	1.111.377	23
CI Procaps S. A.	Barranquilla	232.516	5
CI Macroexport Gutiérrez y Ramírez S. A. S.	Cúcuta	187.901	4
Compañía Nacional de Chocolates S. A. S.	Medellín	124.804	3
Agrícola Himalaya S. A.	Yumbo	68.582	1
Industria Colombiana de Café S. A. S.	Medellín	58.373	1
Compañía Internacional Agrofrut S. A. S.	La Estrella, Antioquia	51.652	1
Otros		144.042	3
Total		4.924.666	100

Fuente: Elaboración propia, a partir de Legiscomex (2023)

Las importaciones colombianas en 2021 fueron de 10.568.335 kilogramos, por un valor de 103.681.152 dólares. El comportamiento en el crecimiento, tanto en volumen como en valor, es fluctuante; de esta manera, se observa que en este periodo el crecimiento promedio anual fue de -2% y en valor, del 2%. Este crecimiento se vio afectado por el comportamiento del volumen importado en 2019 y 2020, y del valor durante 2018, 2019 y 2020 (tabla 35).

Tabla 35. Importaciones colombianas 2015-2021

Año	Kilogramos	Crecimiento %	Valor FOB (\$USD)	Crecimiento %
2015	13.712.316		104.305.552	
2016	14.990.100	9	126.205.736	21
2017	17.309.471	15	144.834.702	15
2018	18.711.552	8	138.579.173	-4
2019	13.920.286	-26	134.522.250	-3
2020	9.743.432	-30	92.249.827	-31
2021	10.568.335	8	103.681.152	12
Promedio anual	14.136.499	-2	120.625.485	2

Fuente: Elaboración propia, a partir de Legiscomex (2023)

El principal origen de las importaciones de esta partida arancelaria es Brasil. Desde este país ingresó el 50 % del volumen importado a Colombia en 2021, seguido de Estados Unidos con el 23 %. Históricamente, estos dos países ha sido el origen principal de las importaciones, aunque también existen fluctuaciones importantes y una tendencia a la disminución en el caso de los volúmenes que se importan desde Estados Unidos.

Legiscomex reporta que en 2021 las importaciones fueron realizadas por 108 empresas, las cuales, en su mayoría, importan pequeños volúmenes; no obstante, Coca Cola importó el 25 % de ese volumen, mientras que Aje Colombia importó el 5 %; Quala, el 4 %; Ingredientes y Productos Funcionales S. A. S., el 2 %; Essentials, el 2 %; Distribuidora de Vinos y Licores S. A. S., el 2 %, y PricesMart Colombia S. A. S., el 2 %.

Dentro de esta partida arancelaria se comercializan diversos productos que contengan mezclas o partes de plantas, frutos o semillas, y preparaciones compuestas para elaborar bebidas. La lista de empresas responsables de estas importaciones es diversa, pero entre ellas están las que se dedican a elaborar gaseosas, chicles y dulces mentolados tipo Halls (tabla 36). Asimismo, se observan diferentes empresas que manejan suplementos alimenticios, como HLF Colombia Ltda. con su marca Herbalife, 4life Research Colombia LLC con su marca 4life, Amway Colombia, Gano Excel S. A., Nu Skin Colombia Inc., Teoma Colombia S. A. S., entre otras. Estas son marcas que manejan diferentes líneas de producto, especialmente suplementos dietarios, vitaminas y cosméticos. Aunque no se identifica algún producto a base de albahaca, sería importante conocer si están manejando la albahaca como materia prima en alguno de sus productos.

Tabla 36. Empresas importadoras

Empresa	Ubicación	Volumen kg	Participación %
Cocacola Bebidas de Colombia S. A.		5.299.830	25
Aje Colombia S. A.	Funza	1.128.177	5
Quala S. A.	Bogotá	807.710	4
Ingredientes y Productos Funcionales S. A. S.	Itagui	497.466	2
Essentiall S. A. S.	Itagui	472.584	2
Distribuidora de Vinos y Licores S. A. S.	Medellín	346.680	2
PricesMart Colombia S. A. S.	Bogotá	323.084	2
HLF Colombia Ltda.	Bogotá	290.744	1
Pepsi Cola Colombia Ltda.	Bogotá	234.720	1
Mondelez Colombia S. A. S.	Cali	230.192	1
Sanuteam S. A. S.	Bogotá	96.134	0,5
Ultra Compact Colombia S. A. S.	Bogotá	94.392	0,4
Gastronomia Italiana en Colombia S. A. S.	Bogotá	94.120	0,4
Danisco Colombia Ltda.	Bogotá	89.225	0,4
Mundo Organico S. A.	Cota	86.509	0,4
Comercializadora Liu Fenping Colombia S. A. S.	Cota	56.173	0,3
Nu Skin Colombia Inc.	Bogotá	51.804	0,2

(Continúa)

(Continuación tabla 36)

Empresa	Ubicación	Volumen kg	Participación %
Amay Colombia	Bogotá	36.402	0,2
Gano Excel S. A.	Bogotá	35.750	0,2
Bebidas y Alimentos de Urabá S. A.	Carepa	30.922	0,1
Cafego S. A. S.	Bogotá	29.789	0,1
4life Research Colombia LLC	Bogotá	20.256	0,1
Rosmi S. A. S.	Cota	17.387	0,1
Unilever Andina Colombia Ltda.	Bogotá	11.940	0,1
Forever Living Products Colombia Ltda.	Bogotá	11.807	0,1
Bhip Global Colombia S. A. S.	Pereira	11.481	0,1
Latam Tinvestments S. A. S.	Bogotá	10.510	0,0
Teoma Colombia S. A. S.	Bogotá	9.552	0,0
Procaps S. A.	Barranquilla	8.040	0,0
Dxn Colombia S. A. S.	Bogotá	7.158	0,0
Nuproxa Colombia S. A. S.	Bogotá	7.150	0,0
Velez Imports Trading S. A. S.	Cali	6.648	0,0
Morenos S. A. S.	Bogotá	6.262	0,0
Otros		10.676.072	51
Total		21.136.669	100

Fuente: Elaboración propia, a partir de Legiscomex (2023)

Aceites esenciales, contemplados en la partida arancelaria 330129

Los aceites esenciales son concentraciones oleosas extraídas directamente de la naturaleza desde las flores, las semillas, las hojas e incluso las raíces y los frutos, lo que los hace únicos en composición natural, aroma y beneficios para la cosmética o para la medicina alternativa.

Comercio internacional

En 2021, se exportaron en el mundo 64.415 toneladas de aceites esenciales por valor de 2.506.134 dólares. China fue el responsable del 25 % de este volumen; Estados Unidos, del 17%; Madagascar, del 7%; Francia, del 6 %, e Indonesia, del 6 %. El crecimiento promedio anual durante el periodo 2012-2021 fue del 4 % con algunas fluctuaciones; 2015 y 2020 son los años que registraron mayor volumen exportado con 66.111 t y 68.059 t, respectivamente (figura 48).

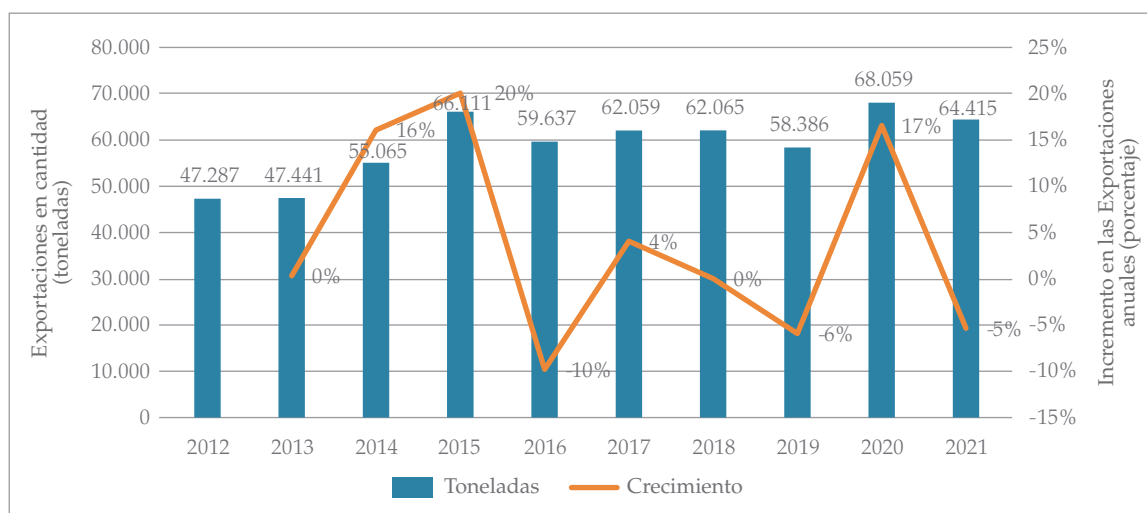


Figura 48. Exportaciones en cantidad de aceites esenciales de albahaca.

Fuente: Elaboración propia, a partir de Trade Map (2023)

El principal país exportador fue China, el cual durante entre 2012 y 2021 participó con el 32 % del volumen exportado en ese periodo, y en 2021 exportó 15.908 t. Es de resaltar que desde 2016 este país ha presentado una disminución a la mitad del volumen exportado en 2015 de esta partida arancelaria, y no ha mostrado una recuperación (figura 49). El segundo lugar lo ocupa Estados Unidos, con el 13 % del volumen exportado en el periodo 2012-2021, y en 2021 exportó 10.852 t. Colombia ocupó el puesto 64 en el *ranking* mundial según el volumen exportado y participó con el 0,03 % del volumen en 2021.

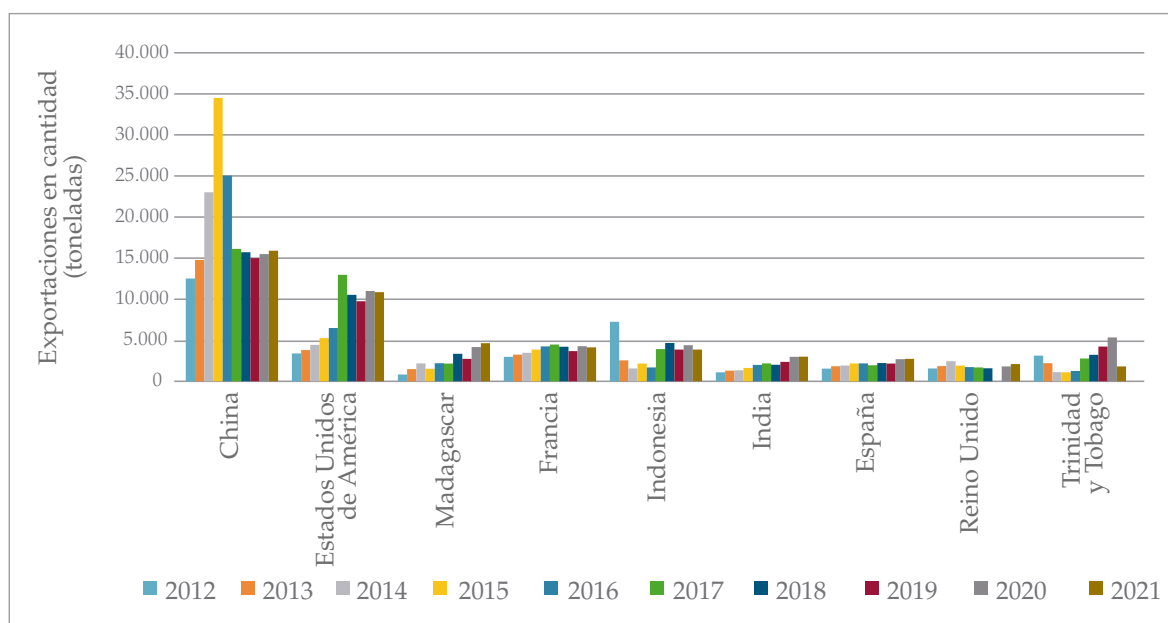


Figura 49. Principales países exportadores en cantidad de aceites esenciales de albahaca.

Fuente: Elaboración propia, a partir de Trade Map (2023)

En 2021, se importaron 137.424 toneladas de aceites esenciales por valor de 2.690.531 dólares. De este volumen, el 29 % lo importó Trinidad y Tobago; el 20 %, Burkina Faso; el 10 %, Estados Unidos, y el 5 %, Indonesia (figura 50). Durante el periodo 2012-2021, el crecimiento promedio anual fue del 8 %, y 2021 es el año con un mayor registro de volumen. La tendencia de las importaciones es creciente en la actualidad.

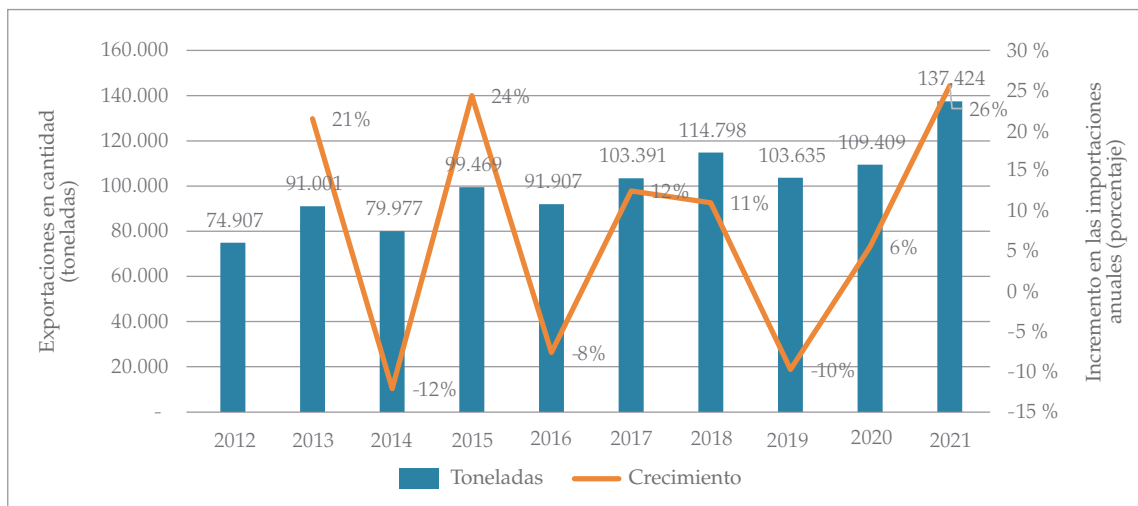


Figura 50. Importaciones en cantidad de aceites esenciales de albahaca

Fuente: Elaboración propia, a partir de Trade Map (2023)

El principal país importador de esta partida arancelaria fue Trinidad y Tobago, el cual participó con el 39 % del volumen acumulado importado desde 2012 hasta 2021; este país tuvo un comportamiento fluctuante, pero en crecimiento. Le sigue Estados Unidos, que participó con el 10 % de volumen importado en el mismo periodo a nivel mundial y con una tendencia de crecimiento positivo (figura 51).

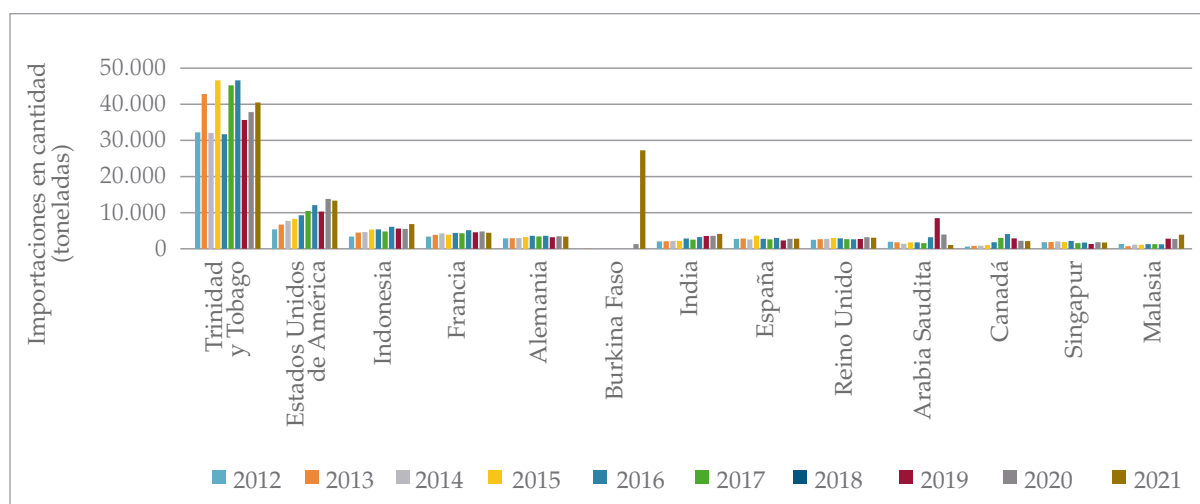


Figura 51. Principales países importadores en cantidad de aceites esenciales de albahaca.

Fuente: Elaboración propia, a partir de Trade Map (2023)

Comercio nacional

La partida arancelaria 3301299000, “Los demás aceites esenciales, excepto los agrios”, es la que se usa en Colombia para la comercialización de aceite esencial de albahaca. A continuación, se presenta su comportamiento comercial en Colombia. Las exportaciones colombianas de estos aceites esenciales están en crecimiento: en cuanto al volumen, se tiene un incremento promedio anual del 104 % y del 50 % en el valor. En 2021, se exportaron 20.539 kilogramos, mientras que en 2015 se exportaron 2.312 kilogramos, que representan un 788 % de crecimiento, si se compara el volumen exportado en 2021 frente al volumen exportado en 2015 (tabla 37).

Tabla 37. Exportaciones colombianas en volumen y valor durante 2015-2021

Año	Kilogramos	Crecimiento %	Valor FOB (\$USD)	Crecimiento %
2015	2.312		41.200	
2016	723	-69	63.417	54
2017	1.305	81	36.308	-43
2018	2.894	122	93.499	158
2019	4.501	56	111.148	19
2020	3.705	-18	119.396	7
2021	20.539	454	247.876	108
Promedio anual	5.140	104	101.835	50

Fuente: Elaboración propia, a partir de Legiscomex (2023)

El destino de las exportaciones colombianas en 2021 fue el siguiente: el 54 % del volumen fue hacia Panamá; el 20 %, hacia Venezuela; el 11 %, hacia México; el 6 %, hacia Curazao, y el 5 %, hacia Estados Unidos. Es de anotar que en los años anteriores los volúmenes exportados fueron menores.

Como lo registra Legiscomex (2023), en 2021 fueron 16 las empresas que exportaron estos aceites (tabla 23); Asubell exportó el 54 % del volumen, seguida de Lluch Essence con el 15 % y de Unigerer de Colombia con el 10 % del volumen. Estas empresas representan el 81 % del volumen exportado, y el restante lo exportaron principalmente otras siete empresas.

De acuerdo con Legiscomex, el precio unitario FOB (\$USD) por kilogramo de los demás aceites esenciales, excepto los agrios (comercializados bajo la partida arancelaria 3301299000), muestra una tendencia altamente fluctuante, y se evidencia que el precio más alto se tuvo en 2015, un precio unitario que no se ha registrado nuevamente. Después de analizar las cifras, se encontró que el precio unitario promedio anual de 2015 a 2021 fue de 236 dólares, con un crecimiento promedio del -88 %.

Las importaciones colombianas en 2021 fueron de 213.621 kilogramos, por un valor de 7.623.172 dólares (tabla 38). La tendencia muestra que en el periodo 2015-2021 hubo un crecimiento anual promedio del 13 % en el volumen y del 11 % en el valor. Al comparar el volumen importado en 2021 (213.621 kg) vs. el volumen importado en 2015 (102.635 kg), se encontró que el crecimiento fue del 108 %.

Tabla 38. Importaciones en volumen y valor en el periodo 2015-2021

Año	Kilogramos	Crecimiento %	Valor FOB (\$USD)	Crecimiento %
2015	102.635		4.182.197	
2016	121.910	19	4.587.189	10
2017	152.682	25	5.485.534	20
2018	160.479	5	5.673.681	3
2019	183.923	15	6.252.869	10
2020	180.566	-2	6.396.682	2
2021	213.621	18	7.623.172	19
Promedio anual	159.402	13	5.743.046	11

Fuente: Elaboración propia, a partir de Legiscomex (2023)

Respecto al origen de las importaciones, el 39 % del volumen que ingresó a Colombia en 2021 provino de India; el 16 %, de Estados Unidos; el 12 %, de Indonesia; el 8 %, de Argentina; el 7 %, de China; el 6 %, de Francia, y el 3 %, de México. Se destaca el crecimiento de las importaciones desde India, las cuales muestran que hubo un crecimiento promedio anual del 28 % en el periodo analizado, y del 296 % al comparar el volumen importado en 2021 con el de 2015.

Las empresas importadoras de aceites esenciales en Colombia son 13, y en 2021 fueron las responsables del 87 % del volumen importado. Estas se ubican principalmente en Bogotá (tabla 39).

Tabla 39. Empresas importadoras en Colombia en 2021

Razon social	Ubicación	Kilogramos	Participación %	Valor FOB (\$USD)	Participación %
Promotora de Innovación en Biotecnología S. A. S.	Bogota	47.231	22	766.380	10
Lluch Essence S. A. S.	Bogotá	21.210	10	234.206	3
Doterra Colombia LLC Sucursal	Bogotá	15.587	7	993.352	13
Symrise Ltda.	Bogotá	14.085	7	1.063.115	14
Firmenich S. A.	Bogotá	11.864	6	779.472	10
Dubreuil Pierre Louis	Bogotá	10.793	5	245.723	3

(Continúa)

(Continuación tabla 39)

Razon social	Ubicación	Kilogramos	Participación %	Valor FOB (\$USD)	Participación %
Swissjust Latinoamerica S. A., sucursal Colombia	Bogotá	15.959	7	908.631	12
Lucta Grancolombiana S. A. S.	Cundinamarca	8.592	4	336.858	4
Angel S. Group S. A. S.	Bogotá	9.052	4	109.342	1
Aditivos y Quimicos S. A. S.	Antioquia	8.000	4	165.780	2
Griffith Foods S. A. S.	Antioquia	7.515	4	155.215	2
Swissjust Latinoamerica S. A. S.	Bogotá	8.399	4	410.236	5
Laboratorios Cofarma S. A.	Atlántico	8.125	4	142.289	2
Otras		27.208	13	1.312.575	17
Total		213.621	100	7.623.172	100

Fuente: Elaboración propia, a partir de Legiscomex (2023)

Es importante mencionar que el 52 % del volumen importado en 2021 llegó a Bogotá y el 22 %, a Bucaramanga; las demás ciudades recibieron volúmenes más pequeños. La base de datos de Legiscomex reporta que en el periodo 2015-2021 los precios promedio anual llegaron a la cifra más baja en 2018, y se evidencia que al comparar el precio unitario de 2021 con el de 2015, este disminuyó un -34 %.

Componentes de mercado y nichos de comercialización para la hoja de ruta de la albahaca

El desarrollo de productos tecnológicos basados en investigación básica y aplicada permite atender mercados establecidos, generar nuevos mercados o diversificar la demanda de los mercados actuales. A partir de las tendencias comerciales identificadas, se construyó el estado actual de los nichos de mercado, los estadios futuros esperados en el corto, mediano y largo plazo, y los hitos o las victorias tempranas clave necesarias para poder alcanzar cada estadio.

Factores habilitantes relacionados con los avances en desarrollo tecnológico

Las dinámicas de comercio asociadas a la albahaca y a los productos que la usan como ingrediente o compuesto activo facilitan la clasificación y categorización de nichos de mercado actuales, potenciales y deseados. Para el caso específico de la cadena productiva de albahaca, se identificaron los siguientes factores comerciales clave:

- Cinco canales de comercialización específicos en el marco del sistema armonizado de aranceles, enfocados en producto en fresco, refrigerado, seco, aceite esencial y complemento alimentario (salsas, preparaciones alimentarias).
- Dinámicas de crecimiento favorable en los nichos de productos e insumos funcionales.
- Nicho especializado en el comercio de especies vegetales para uso en sectores de bioinsumos, cosméticos y farmacéuticos. Crecimiento del 12 % de la participación de Colombia en las exportaciones con empresas como Agroaromas, Eshkol Premium, La Corsaria, Sucroal, Country Fresh, Comercializadora Josacar y Bioherbs.
- Oportunidad para la reducción de importaciones a partir del uso de residuos de albahaca.
- Crecimiento de los mercados de exportaciones de preparaciones alimenticias con albahaca como ingrediente.
- Capacidad productiva nacional de 16 empresas que producen y comercializan productos hechos con albahaca.
- Capacidad de distribución de productos de albahaca con 20 empresas comercializadoras especializadas.
- Seis productos reconocidos de albahaca como condimento.
- Cuatro productos de albahaca como infusiones herbales.
- Doce productos de albahaca como salsas y vinagretas.
- Cuatro productos de aceites de mesa.
- Tres productos de bebidas con albahaca.
- Dos productos lácteos con albahaca.
- Dos productos tipo *snacks*.
- Doce aceites esenciales.
- Tres suplementos alimenticios.
- Dos productos cosméticos.

Hitos y victorias tempranas requeridas en torno al desarrollo de investigación básica y aplicada

Para afrontar las dinámicas de la oferta y demanda de cada nicho de mercado, se identificaron los siguientes hitos:

- Estudios de mercado en los niveles local y regional sobre la industria de alimentos para animales.
- Integración vertical y horizontal de los actores de la cadena productiva de albahaca y las cadenas pecuarias para el desarrollo de programas de investigación en piensos y matrices alimentarias a base de albahaca.
- Estudios de mercado en los niveles local y regional sobre la industria de cosméticos a base de ingredientes naturales y medicamentos homeopáticos y alternativos con base en aceites esenciales.
- Análisis locales de trazabilidad por residuos de pesticidas, metales pesados, micotoxinas, alérgenos y alcaloides en la biomasa residual de las fases de cosecha y poscosecha de albahaca.

- *Benchmarking* político-normativo para los principales países productores, exportadores e importadores de productos de albahaca, enfocado en temas de residualidad, trazabilidad, barreras comerciales, entre otros.
- Establecer esquemas de trabajo conjunto entre centros de investigación, universidades, asociaciones de productores y tomadores de decisiones para el desarrollo de programas de desarrollo en bioeconomía de las plantas aromáticas, medicinales, condimentarias y afines (con énfasis en albahaca).

Estructura de nichos de mercado

A partir de los resultados presentados en este capítulo, se desarrollan los componentes estructurales para la hoja de ruta de la albahaca relacionados los nichos de mercado para la cadena de valor en albahaca (figura 52).

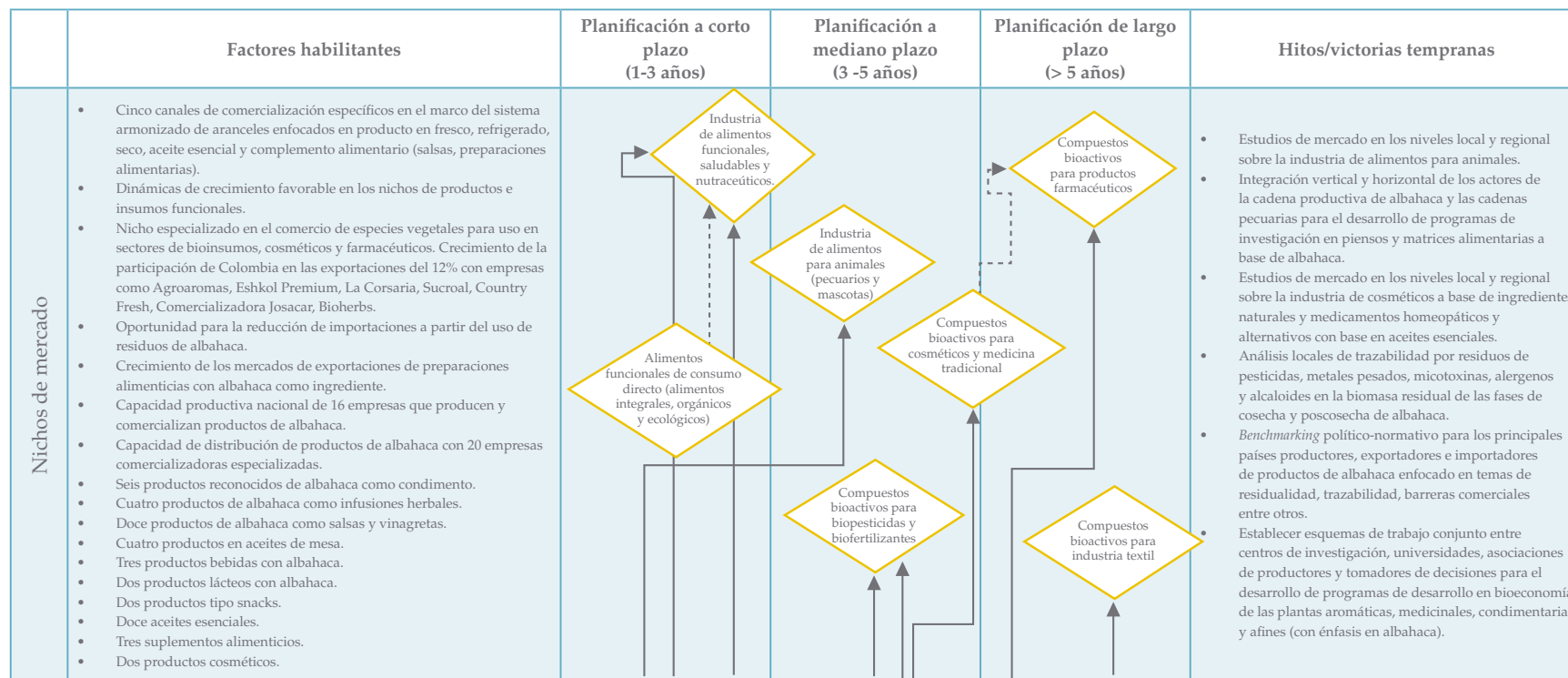


Figura 52. Capa de nichos de mercado.

Fuente: Elaboración propia





Capítulo V

Hoja de ruta estratégica para el aprovechamiento de residuos de cosecha y poscosecha de cultivos de albahaca

La hoja de ruta para el aprovechamiento de la albahaca y sus residuos comprende cinco capas de interacción, las cuales relacionan, desde la línea de base de capacidades, los avances en investigación científica básica y en investigación científica aplicada, los productos tecnológicos que se podrían desarrollar y los nichos de mercado que podrían ser sujetos de una demanda o de atención de demandas preexistentes.

La hoja de ruta contempla para cada una de las cinco capas una entrada de insumos por capa, que se denomina “factores habilitantes”. Dichos factores son aspectos clave del estado actual de cada capa, que facilitan el desarrollo de acciones en el corto, mediano y largo plazo. El eje central de la hoja de ruta establece para cada capa los elementos que se van a considerar para el desarrollo de corto, mediano y largo plazo. Los flujos de interacción intracapa establecen relaciones de interacción entre componentes de una misma capa (productos tecnológicos complementarios, líneas de investigación afines, etcétera); los flujos de interacción intercapa, las posibles rutas de *market pull* y *technology push*. La columna final establece los hitos o las victorias tempranas de la implementación del *roadmap*.

Línea base de capacidades

Esta capa comprende la capacidad científica y tecnológica actual del país (disponible en fuentes de información sectorial), relacionada con ofertas tecnológicas disponibles para ser vinculadas de manera efectiva con los actores de la cadena nacional y las cadenas regionales, los proyectos de investigación y sus resultados parciales y finales, los grupos de investigación que desarrollan actividades en el sistema productivo de albahaca, las entidades de prestación de servicios de extensión y asistencia técnica agropecuaria, los instrumentos de política de CT&I para la cadena, en especial las agendas de investigación, y la capacidad productiva en términos de áreas cultivadas y producción.

Avances mundiales en I+D: artículos científicos

Los avances mundiales en I+D para la investigación en albahaca comprenden los ejes temáticos y tópicos desarrollados en el capítulo II.

Avances mundiales en innovación: patentes

Los avances mundiales en desarrollo tecnológico de productos y procesos para la agregación de valor en productos derivados de albahaca comprenden los ejes temáticos y tópicos desarrollados en el capítulo III.

Potenciales productos por desarrollar (tecnológicos y no tecnológicos)

Los potenciales productos tecnológicos y no tecnológicos para desarrollar son propuestos en función de las tendencias científicas y tecnológicas. Representan alternativas de trabajo para la cadena, por lo que pueden complementarse, ajustarse, eliminarse o reordenarse, acorde con la percepción y visión común de los actores. Estos productos se proponen en función de los mercados identificados.

Nichos de mercado

Los nichos de mercado establecen un segmento de comercio para los productos de albahaca, en función de los usos identificados en la literatura científica y en los documentos de estudios y tendencias de mercado de productos a base de albahaca. Los nichos no se establecen de manera específica en la hoja de ruta, países o empresas, ya que esto comprende ejercicios posteriores de inteligencia de mercados que pueden desarrollarse en conjunto con los actores de la cadena.

Itinerario de ruta estratégico para usos de albahaca y sus residuos

En la figura 53, se muestra la primera versión del itinerario de ruta (*technological roadmapping*) para la cadena productiva de la albahaca.

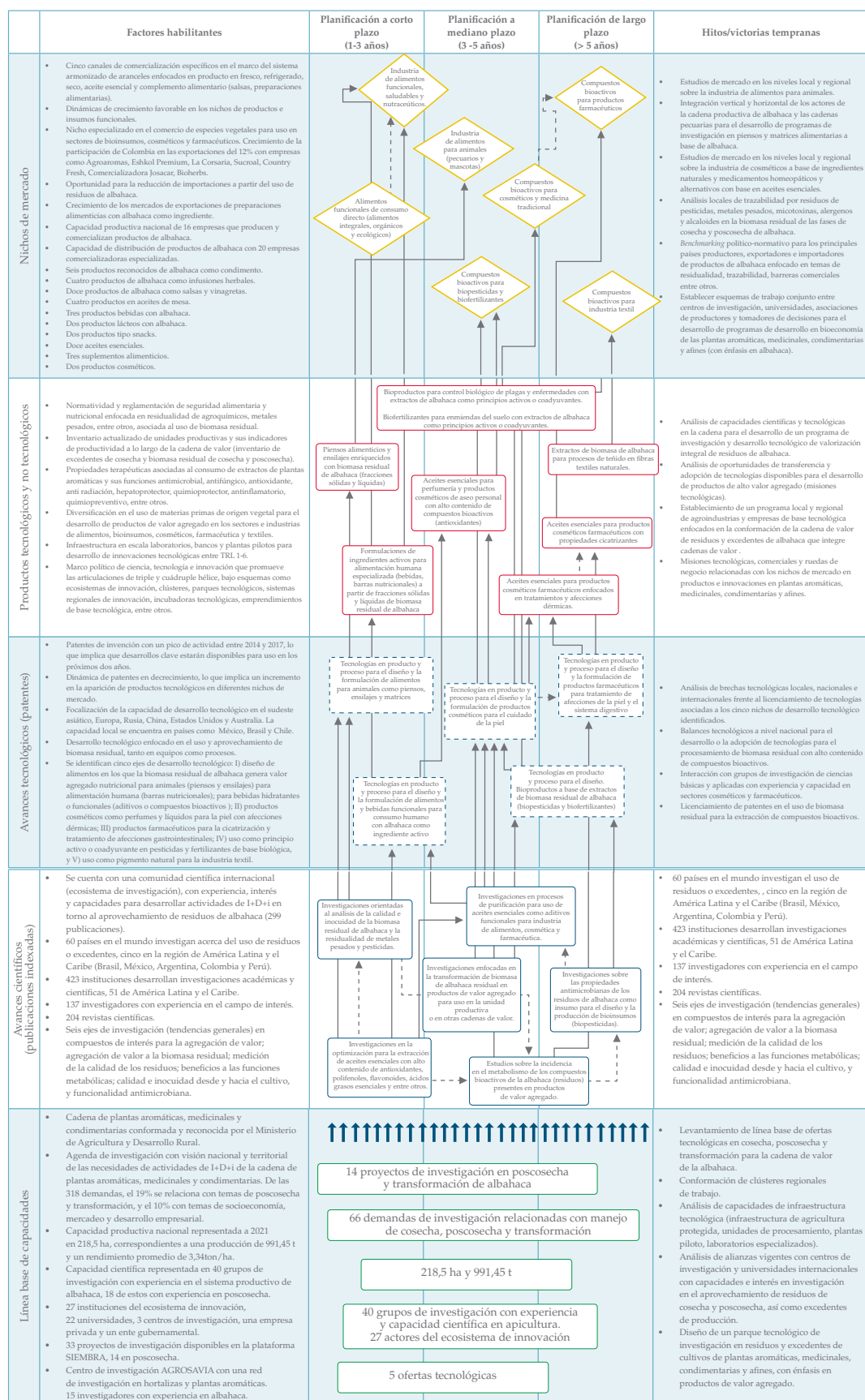


Figura 53. Hoja de ruta estratégica para usos de albahaca y sus residuos.

Fuente: Elaboración propia.



DESECHO

DESECHO

DESECHO

DESECHO

DESECHO

DESECHO

DESECHO

Perspectivas de las tendencias comerciales

En esta sección, se presentan las perspectivas en torno a las tendencias comerciales, las cuales abarcan las dinámicas de comercio exterior, así como la especialización en nichos de mercado.

Sobre las exportaciones

El comportamiento de las exportaciones mundiales de las partidas arancelarias que se analizaron en esta investigación muestra que el mayor volumen se concentra en las salsas y preparaciones de salsas, seguido de las preparaciones alimenticias no contempladas en otra parte y de las hortalizas frescas, que no superan el 20 % del volumen exportado por las categorías anteriores.

El mayor volumen exportado desde Colombia en el periodo analizado se concentra en las demás plantas y partes de plantas, semillas y frutos de las especies utilizadas principalmente en perfumería, en medicina o como insecticidas, parasiticidas o similares. Estos productos pueden ser frescos, refrigerados, congelados o secos, incluso cortados, triturados o pulverizados (a través de la partida arancelaria 121190), y sus exportaciones registran un crecimiento promedio anual desde 2015 hasta 2021 en volumen del 9 % y en valor del 8 %. En 2021, Colombia ocupó el puesto 21 como exportador de esta partida arancelaria.

Aunque las otras partidas mueven un menor volumen, es evidente que la tendencia de las exportaciones de las hortalizas frescas (por medio de la partida arancelaria 070900) de Colombia está en pleno crecimiento (30 % promedio anual en volumen); no obstante, se evidencia un deterioro del precio unitario FOB por kilogramo, cuyo crecimiento promedio anual fue del -4 %.

Las preparaciones para salsas y salsas preparadas presentan un incremento importante en el volumen exportado, con un crecimiento promedio anual entre 2015 y 2021 del 32 % en el volumen, mientras que el precio promedio anual valor unitario FOB \$USD por kilogramo creció un -0,13 %. Es importante destacar que el destino principal de estas preparaciones es Estados Unidos.

En cuanto a las preparaciones alimenticias no contempladas en otra parte y los aceites esenciales, su crecimiento promedio anual es del 6 % y 4 %, respectivamente. El principal exportador de dichas preparaciones es Singapur y de aceites esenciales son China y Estados Unidos. Para

Colombia, los volúmenes exportados de aceites esenciales son aún pequeños; sin embargo, las exportaciones de esta partida arancelaria están en pleno crecimiento, con un incremento promedio anual del 104 % en volumen y del 50 % en valor. Al respecto, es necesario mencionar el preocupante descenso del precio unitario por kilogramo FOB (\$USD), que en 2015 fue de 660 dólares y en 2021, de \$437 dólares.

Sobre las importaciones

Las importaciones mundiales de hortalizas frescas crecen un 7 % promedio anual, cifra que contrasta con el comportamiento de las importaciones colombianas, las cuales decrecen un -8 %,. Esto se debe principalmente al decrecimiento de 2020, cuando las importaciones bajaron un 80 % en comparación con 2019. Los países importadores son Estados Unidos, Emiratos Árabes, Francia, Alemania y Canadá. Por su lado, Colombia está exportando hacia Estados Unidos, Curazao, Canadá y Aruba, principalmente.

Las importaciones mundiales de las demás plantas y partes de plantas, semillas y frutos de las especies utilizadas en perfumería y medicina o como insecticidas, parasiticidas o similares, ya sea frescas, refrigeradas, congeladas o secas, incluso cortados, trituradas o pulverizadas, crecen un 6 % promedio anual; Estados Unidos es el principal importador, el cual importa desde Egipto, México, Colombia y Alemania. En ese sentido, el 85 % del volumen exportado por Colombia tiene como destino Estados Unidos, Bélgica y Canadá. Estados Unidos tiene partida arancelaria específica para importar albahaca: 1211909240 “*Basil, fresh or dried, whether or not cut, crushed or powdered*”, con registros desde 2017 en la base de datos Trade Map.

Las importaciones mundiales de las salsas y preparaciones de salsas registran una tendencia fluctuante, con un creciendo del 3 % promedio anual; Estados Unidos y Trinidad y Tobago son los principales importadores. En el caso de Colombia, el 64 % del volumen exportado tiene como destino Estados Unidos, cuya tendencia es al alto crecimiento.

Asimismo, las preparaciones alimenticias no contempladas en otra parte crecen un 6 % promedio anual, y Estados Unidos, Alemania, Países Bajos, Japón, China y Francia son los principales importadores mundiales de los productos de esta categoría. Por su parte, Colombia dirige sus exportaciones a países cercanos como Honduras, Guatemala, Nicaragua, El Salvador, Ecuador, Perú, República Dominicana, Costa Rica, Panamá y Estados Unidos. A partir de esta información, se encontró una oportunidad de explorar nuevos mercados en los países importadores a nivel mundial.

Las importaciones mundiales de aceites esenciales crecen un 4 % promedio anual, y los principales países exportadores son China, Estados Unidos, Madagascar, Francia e Indonesia. Colombia dirige sus exportaciones hacia Panamá, Venezuela, México, Curazao y Estados Unidos, lo que significa que el país solo está atendiendo uno de los principales importadores de aceites esenciales, como es Estados Unidos.

Sobre las empresas colombianas

Según la base de datos Legiscomex (2023), existen 51 empresas responsables de las exportaciones de hortalizas frescas, de las cuales once son responsables del 70 % del volumen exportado, y de estas solo seis ofrecen albahaca en su portafolio de productos: Sagra S. A. S., Country Fresh S. A. S., Agrifresh S. A., La Corsaria S. A. S., Suaga Organic Herbs S. A. S., Spring Herbs S. A. S. Respecto a las importaciones de esta partida arancelaria, solo existe registro de una empresa que importa por esta partida, pero no maneja albahaca en su portafolio, sino solo productos amazónicos.

En cuanto a la comercialización por la partida arancelaria “vegetales, partes de vegetales [...]” en 2021, las exportaciones las realizaron 110 empresas, pero solo 22 de estas exportaron el 80 % del volumen reportado por Legiscomex. De estas 22, nueve registran albahaca en su portafolio: Sagra S. A. S., Country Fresh S. A. S., Agrifresh S. A., La Corsaria S. A. S., Comercializadora Josacar S. A. S., Bioherbs CI S. A. S., C&G Aromatics, The Fresh Way S. A. S., Jack Herbs S. A. S. Las importaciones las realizaron 75 empresas, pero solo 12 importaron el 85 % del volumen en 2021. En este grupo, se identificaron cuatro empresas que ofrecen albahaca en su portafolio de producto, dos de ellas tienen marca posicionada en el mercado y las otras dos atienden el mercado de materias primas para la industria alimentaria, farmacéutica, cosmética y veterinaria; por lo tanto, ofrecen albahaca como materia prima. Estas empresas son: Conplants S. A. S., Inali zona Franca S. A. S., Agrícola Himalaya S. A., con su marca Hindú, y Congrup, con su marca Jaibel.

En relación con las salsas y salsas preparadas, las empresas que participaron en las exportaciones de la partida arancelaria en 2021 fueron 60; no obstante, el 88 % del volumen exportado se concentró en tres empresas, pero ninguna de estas registra algún producto que contenga albahaca. Respecto a las empresas importadoras, 118 realizaron importaciones de esta partida arancelaria en ese mismo año, de las cuales 13 concentran el 72 % del volumen importado en 2021, aunque muchas de estas son minoristas como PriceSmart Colombia S. A. S., Caba Colombia con su marca Tiendas D1 y Cencosud con sus tiendas Jumbo. Cabe mencionar que no se conoce específicamente el tipo de salsa que importan y a pesar de que venden salsa pesto importada, se desconoce si es importada por ellos o por algún proveedor. Las demás empresas que registran importaciones de salsas no tienen en su portafolio alguna salsa que contenga albahaca.

El portafolio de salsas es amplio, pero el número de salsas que contienen albahaca es limitado, y la salsa pesto es la única que contiene albahaca en sus ingredientes.

En la partida arancelaria “preparaciones alimenticias, n. c. o. p.”, 69 empresas, en 2021, fueron las responsables de las exportaciones de esta partida, pero solo dos de ellas concentraron el 83 % del volumen exportado ese año. Al analizar las páginas web de las empresas no se encontró algún producto que especifique que contiene albahaca; solo Agrícola Himalaya S. A. produce infusión de albahaca. Este grupo de empresas es muy diverso, están las que suministran insumos para la industria de alimentos, pero también las que producen diferentes alimentos

como té e infusiones, y varios laboratorios que elaboran productos funcionales, naturales o farmacéuticos. No obstante, estos productos no dan información acerca de la materia prima utilizada, sino del principio activo; por lo tanto, no se identifica si alguno de estos contiene albahaca. Esto sucede también con las empresas importadoras que, en este caso, fueron 108 las que importaron productos por esta partida arancelaria, pero no se identifica si alguna importó albahaca.

En “aceites esenciales, desterpenados”, en 2021 fueron 16 las empresas que exportaron estos aceites, pero el 80 % del volumen exportado les corresponde a tres empresas. De estas, solo la empresa española Lluch Essence tiene en su portafolio tres referencias de aceite de albahaca: Basil Oleoresin, Basil India Oil, Basil Egypt (Linalool) Oil. Respecto a las importaciones, fueron 13 las empresas importadoras de aceites esenciales en Colombia, responsables del 87 % del volumen importado en 2021; sin embargo, Doterra Colombia es la que ofrece aceite de albahaca en su portafolio.

Es necesario destacar que muchas de las empresas que participan en este negocio son empresas globales que tienen oficina en Colombia, y su portafolio de productos es amplio y diverso; además, manejan categorías como fragancias, aromas, aditivos e ingredientes para la industria de alimentos, de farmacéuticos, cosméticos, entre otros, para consumo humano o animal. Sin embargo, no se encontró algún producto que contenga albahaca.

Al realizar la búsqueda de productos a base de albahaca en Google, se identificaron 16 empresas que elaboran estos productos en diferentes categorías y existen 17 webs que comercializan productos de albahaca y cinco cadenas de supermercados que ofrecen productos de albahaca.

Sobre los productos

En la revisión que se hizo en internet para identificar productos comercializados, se encontraron algunos dentro de las categorías especie/condimentos, aromáticas, salsas y vinagretas, aceites de mesa y aceites esenciales.

Las marcas de la categoría especies/condimentos muestran que el precio por gramo aumenta en la medida que se agrega valor mediante procesamiento; por ejemplo, la albahaca en escamas o el salero con albahaca con sello orgánico, o por la presentación del empaque. Dentro de los productos identificados hay algunos importados de la India y Estados Unidos, y se observa una marcada diferencia de precios que no necesariamente está asociada a sellos de calidad.

Las marcas que producen aromáticas de albahaca de origen colombiano no sustentan sellos de calidad y utilizan la misma presentación de producto, con escasa diferenciación entre las tres marcas, pero alta diferencia de precios. De esta manera, se encontró que la aromática de Tisanas Angel es 5 % más costosa que la de Organic India, que tiene sello orgánico y empaque de aluminio, lo que brinda mayor protección al producto. De igual forma, si se compara el precio de Tisanas Angel con el de Jaibel, este es un 129 % más alto y frente a Tisanas Hindu, un 251 % más costoso.

En salsas y vinagretas, se observa que el empaque más utilizado es el frasco de vidrio. Respecto al origen de las salsas, cuatro marcas son importadas de Italia, dos de Estados Unidos, dos no tienen información y tres provienen de Colombia. En cuanto al tipo de salsa, la que tiene mayor presencia es la salsa pesto, seguida de salsa de tomate Cherry y de vinagretas con albahaca.

En la categoría de salsas, seis marcas ofrecen salsa pesto, las cuales provienen principalmente de Italia y una de Estados Unidos; ninguna sustenta sello orgánico. También se encontraron dos salsas de tomate Cherry y albahaca, ambas empacadas en botellas de vidrio, de la marca TAEQ, que es un 26 % más económica que las marcas importadas. De igual forma, se registraron dos vinagretas de origen colombiano, una de ellas maneja botella de plástico y el precio es un 18 % más económico que el de la vinagreta Xirrus. En aceites de mesa, se encontraron dos aceites extra virgen de oliva: uno marca Pomona, que pertenece a almacenes Éxito y cuyo origen es desconocido, y otro de origen italiano, cuya diferencia de precio es del 216 %, más alto que el del aceite Pomona. El aceite extra virgen de ajonjolí es el que ofrece un precio intermedio. Asimismo, se encontró un aceite virgen de aguacate nacional que es un 30 % más costoso que el aceite de oliva importado. Se identifican cinco aceites esenciales de origen estadounidense, indio y búlgaro, los cuales tienen certificación orgánica y precios muy parecidos. Es de destacar que en la línea de alimentos hay bebidas como cervezas o jugos, productos lácteos y *snacks*. En suplementos/cápsulas y vitaminas, cuyo origen es Estados Unidos e India, se encuentran cápsulas de albahaca santa; una de las marcas que las producen cuenta con certificación orgánica y dos de estas dicen que el producto es apto para vegetarianos. Los productos de cuidado personal como champú y jabón son importados desde España. No se identificaron marcas colombianas en esta categoría.

Perspectivas de las tendencias tecnológicas

El desarrollo tecnológico enfocado en el aprovechamiento de excedentes de producción de cultivos de albahaca, tanto en las fases de cosecha, como de poscosecha, permite la diversificación de los modelos de negocio de productores de albahaca en fresco y de productos agroindustriales como deshidratados, aceites esenciales y extractos. A partir del análisis de tendencias tecnológicas, se pudo establecer que los avances en investigación básica y aplicada han facilitado el desarrollo de tecnologías (en producto y proceso) para fortalecer la inserción de productos de valor agregado en mercados tradicionales, como la industria de alimentos; asimismo, la diversificación de alternativas para sectores de talla mundial como los cosméticos basados en productos naturales y la industria farmacéutica biobasada; la reintroducción como insumos al sector agroindustrial (en sintonía con las megatendencias de economía circular y bioeconomía), y el incentivo para potenciar con conocimiento científico los saberes tradicionales relacionados con usos artesanales y ancestrales.

Perspectiva en torno a la fabricación de alimentos

La industria de alimentos es uno de los sectores que más protege los activos de conocimiento a través de patentes, especialmente por su impacto en megatendencias como la seguridad alimentaria, la calidad e inocuidad de alimentos y, más recientemente, en temáticas como una sola salud y un solo bienestar (*one health and one welfare*). Para el caso de la albahaca, se evidencia que su función como especia (para usos condimentarios) está migrando como producto de uso directo hacia un uso como ingrediente en preparaciones cárnicas y de vegetales, por ejemplo, embutidos y encurtidos, respectivamente.

De igual manera, el empleo de la hoja como principal producto primario sujeto de transformación y agregación de valor se está acompañado del uso de la semilla como ingrediente activo de mezclas de frutos secos, principalmente por sus propiedades funcionales digestivas; asimismo, como ingrediente en bebidas alternativas de productos tradicionales, como néctares y carbonatadas.

Perspectiva en torno a la fabricación de cosméticos

El sector cosmético o de belleza ha comenzado a usar recursos de la naturaleza para el diseño de soluciones biobasadas o para la potenciación de cosméticos de línea tradicional a través de la inclusión de ingredientes activos de origen natural. La inclusión de estos principios activos o el diseño de cosméticos netamente basados en ingredientes naturales responde a la tendencia de buscar beneficios para la salud y la nutrición a partir de productos de uso diario. Lo anterior se ve reflejado en las líneas de productos de cosmética-médica, cuya promesa de valor es potenciar de manera saludable la belleza, contribuir a la prevención de enfermedades cutáneas, propender a la inmunidad corporal a través de la piel y servir como coadyuvante en tratamientos dermatológicos.

En esta línea de negocio, es clave seguir propiciando acciones en investigación básica y aplicada sobre los usos potenciales de metabolitos secundarios y terciarios de la albahaca y otras plantas aromáticas, principalmente, a través de la bioprospección.

Perspectiva en torno a la fabricación de farmacéuticos

La medicina homeopática y la farmacéutica natural (conocida comúnmente como naturista) han tenido una transición hacia una medicina biológica que integre los conocimientos científicos de la medicina y farmacopea alopática con los conocimientos ancestrales y la farmacopea homeopática. Esto se ve reflejado en los avances respecto al uso de la albahaca como coadyuvante en trastornos del aparato digestivo, así como en el empleo de formulaciones tópicas para la cicatrización de heridas en la piel. Asimismo, los ejercicios de bioprospección hacia usos médicos podrían contribuir a la exploración de usos potenciales de la albahaca, desde la funcionalidad de moléculas de interés.

Perspectiva en torno a la fabricación de insumos para la agricultura y la agroindustria

Uno de los elementos clave relacionados con el aprovechamiento de residuos, subproductos, coproductos y excedentes de material, durante cualquier proceso de transformación, es la capacidad de alistamiento, transformación y reintroducción de estos al ciclo productivo del cual se originaron o su inserción en otro ciclo productivo.

Para las cadenas productivas agropecuarias (agrícolas, pecuarias, acuícolas, forestales y agroindustriales), el hecho de migrar a modelos productivos basados en principios de economía circular y bioeconomías representa una oportunidad de impacto en sus cifras de productividad y sostenibilidad. Para el sistema productivo de albahaca, sus excedentes de cosecha y poscosecha son un insumo de alto valor para la formulación de bioproductos de control biológico (biopesticidas). Esta tendencia del diseño y desarrollo de biopesticidas a partir de compuestos naturales ha migrado de la inclusión del aceite esencial a la extracción del componente bioactivo con las propiedades de repelencia. Otros bioproductos a base de residuos de albahaca son los biofertilizantes que coadyuvan a fortalecer las características del suelo y su microfauna, facilitar el ciclaje de nutrientes y promover la fijación de nitrógeno.

Perspectiva en torno a usos tradicionales

El conocimiento tradicional, ancestral o no científico se considera un aspecto fundamental para la construcción de miradas transdisciplinarias a las problemáticas del contexto actual, a través de su interacción con el conocimiento científico. Estas interacciones se dan desde métodos, metodologías y modelos de la apropiación social del conocimiento, en especial aquellos afines a la investigación participativa, la ciencia ciudadana y la ciencia comunitaria.

Para el caso de la diversificación o potenciación de usos de la albahaca y sus residuos, sus usos tradicionales como pigmento natural para la tinción de textiles son una oportunidad para reemplazar materias primas de coloración originadas en procesos de síntesis química, así como la innovación en procesos de tinción no solo de fibras naturales, sino también sintéticas.

Perspectivas de las tendencias científicas

La continuidad en los procesos de investigación y desarrollo para el aprovechamiento y los usos sostenibles de la biodiversidad garantiza la provisión de insumos, procesos, productos y servicios relacionados con la conservación, el aprovechamiento y la agregación de valor, que potencian las megatendencias de soluciones basadas o inspiradas en la naturaleza y la innovación para la naturaleza. Para el caso de las plantas aromáticas, medicinales, condimentarias y afines, como la albahaca, los procesos de ciencia, tecnología e innovación para la diversificación de sus usos (incluyendo sus residuos) buscan robustecer líneas de trabajo tradicionales, potenciar la consolidación en líneas de trabajo diferenciales y promover la exploración de líneas de trabajo disruptivas.

Perspectiva para las líneas tradicionales

La investigación de línea tradicional respecto a la albahaca se ha enfocado en la extracción de aceites esenciales con fines alimenticios, farmacéuticos y cosméticos, principalmente, con el diseño de equipos de extracción orientados al rendimiento y la eficiencia desde una mirada productiva. Sin embargo, los avances de investigación en biotecnología han permitido potenciar la extracción de aceites con el objetivo de garantizar la biodisponibilidad de compuestos con propiedades antioxidantes, de captura de radicales libres, antimicrobiales y organolépticas (atenuación o potenciación de sabores y olores).

Estos aceites esenciales enriquecidos se convierten no solo en un producto final de consumo directo, sino también en un insumo de alto valor agregado para el diseño de bioproductos con contenidos diferenciales de flavonoides, polifenoles, aminoácidos y antocianina. En consecuencia, es importante promover el diseño de procesos de extracción a través de tecnologías de biosíntesis, fluidos supercríticos, microondas, entre otros. Un punto de convergencia es el uso de la nanotecnología para procesos de encapsulación.

Finalmente, se destaca que la diversificación de esta línea tradicional de uso de la albahaca comprende los siguientes ejes de trabajo por sectores:

- Alimentario: piensos alimentarios para animales que contribuyan a la modificación del rumen en la generación de gases de efecto invernadero, y piensos alimentarios que ayuden a modificar características organolépticas.
- Transversal: recuperación de compuestos bioactivos en las aguas del proceso de extracción de aceites esenciales.
- Farmacéuticos: uso del aceite esencial en medicamentos especializados para el tratamiento de afecciones relacionadas con sedación, inflamación, infección, afecciones del hígado, diabetes, hipertensión y cáncer.
- Cosméticos: contribución al desarrollo de las líneas de cosmética funcional basada en principios activos.

Perspectiva para las líneas diferenciales

Las líneas diferenciales de investigación comprenden los frentes de investigación actuales para los usos de albahaca y sus residuos. Algunos de estos usos se alinean con la bioeconomía circular, al ser transformados y reintroducidos en otros sistemas agropecuarios a manera de enmiendas orgánicas del suelo, de ingrediente complementario de ensilajes en la finca, etcétera; otros, con el diseño de procesos de purificación de los residuos y sus extractos (nanofiltración, bio-movilizadores selectivos, coagulación, floculación entre otras) para garantizar la calidad e inocuidad de estos para emplearlos en cosmética y farmacéutica. Asimismo, se evidencia como línea de trabajo paralela a la agregación de valor a los extractos de albahaca el análisis de trazabilidad en la presencia y persistencia de pululantes como metales pesados y moléculas de pesticidas de síntesis química. Por su parte, el uso de extractos de aceite esencial presenta aplicaciones como coadyuvante en el diseño de películas comestibles para alimentos en fresco (barreras funcionales).

Perspectiva para las líneas exploratorias

Las principales líneas de trabajo exploratorias que se identificaron en esta investigación son una oportunidad para trabajos relacionados con la frontera del conocimiento, las interacciones con otras áreas del conocimiento y la diversificación de las líneas de negocio de los actores de la cadena de plantas aromáticas con énfasis en la albahaca. Estas líneas son:

- Diseño de telas con actividad repelente para mosquitos, que ayuda a prevenir la transmisión de enfermedades a través de dichos vectores.
- Mapeo de compuestos bioactivos y usos para tratamiento de enfermedades (rutas de bioprospección).
- Investigación en acciones antineoplásicas (preventivas, mitigativas y paliativas frente al cáncer).
- Funcionalidad antifúngica frente a patógenos alimentarios.
- Fitorremediación de suelos y aguas para la eliminación de metales pesados, moléculas de pesticidas, colorantes y derrames de crudo.
- Aprovechamiento de la semilla para extracción de compuestos bioactivos.
- Bioinsumos sinérgicos que combinen extractos naturales y microorganismos.





Referencias

- Aria, M., & Cuccurullo, C. (2017). bibliometrix: An R-tool for comprehensive science mapping analysis. *Journal of Informetrics*, 11(4), 959-975. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2017.08.007>
- Bartol, T., Budimir, G., Juznic, P., & Stopar, K. (2016). Mapping and classification of agriculture in Web of Science: other subject categories and research fields may benefit. *Scientometrics*, 109(2), 979-996. <https://doi.org/10.1007/s11192-016-2071-6>
- Berim, A., & Gang, D. R. (2013). The roles of a flavone-6-hydroxylase and 7-o-demethylation in the flavone biosynthetic network of sweet basil. *Journal of Biological Chemistry*, 288(3), 1795-1805. <https://doi.org/10.1074/jbc.M112.420448>
- Berim, A., & Gang, D. R. (2016). Methoxylated flavones: occurrence, importance, biosynthesis. *Phytochemistry Reviews*, 15(3), 363-390. <https://doi.org/10.1007/s11101-015-9426-0>
- Berim, A., Hyatt, D. C., & Gang, D. R. (2012). A Set of Regioselective O-Methyltransferases Gives Rise to the Complex Pattern of Methoxylated Flavones in Sweet Basil. *Plant Physiology*, 160(2), 1052-1069. <https://doi.org/10.1104/pp.112.204164>
- Bhavya, M. L., Obulaxmi, S., & Devi, S. S. (2021). Efficacy of *Ocimum tenuiflorum* essential oil as grain protectant against coleopteran beetle, infesting stored pulses. *Journal of Food Science and Technology*, 58(4), 1611-1616. <https://doi.org/10.1007/s13197-020-04871-y>
- Boyack, K. W., & Klavans, R. (2010). Co-citation analysis, bibliographic coupling, and direct citation: Which citation approach represents the research front most accurately? *Journal of the American Society for Information Science and Technology*, 61(12), 2389-2404. <https://doi.org/10.1002/asi.21419>
- Brnawi, W. I., Hettiarachchy, N. S., Horax, R., Kumar-Phillips, G., Seo, H. S., & Marcy, J. (2018). Comparison of Cinnamon Essential Oils from Leaf and Bark with Respect to Antimicrobial Activity and Sensory Acceptability in Strawberry Shake. *Journal of Food Science*, 83(2), 475-480. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.14041>
- Burducea, M., Lobiuc, A., Asandulesa, M., Zaltariov, M.-F., Burducea, I., Popescu, S. M., & Zheljazkov, V. D. (2019). Effects of sewage sludge amendments on the growth and physiology of sweet basil. *Agronomy*, 9(9), 548. <https://doi.org/10.3390/agronomy9090548>
- Castellanos Domínguez, O. F., Fúquene Montañez, A. M., & Ramírez Martínez, D. C. (2011). *Análisis de tendencias: de la información hacia la innovación*. Universidad Nacional de Colombia.
- Celano, R., Piccinelli, A. L., Pagano, I., Roscigno, G., Campone, L., De Falco, E., Russo, M., & Rastrelli, L. (2017). Oil distillation wastewaters from aromatic herbs as new natural source of antioxidant compounds. *Food Research International*, 99(1), 298-307. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.05.036>

- Chiang, L. C., Ng, L. T., Cheng, P. W., Chiang, W., & Lin, C. C. (2005). Antiviral activities of extracts and selected pure constituents of *Ocimum basilicum*. *Clinical and Experimental Pharmacology and Physiology*, 32(10), 811-816. <https://doi.org/10.1111/j.1440-1681.2005.04270.x>
- Choden, D., Pokethitiyook, P., Poolpak, T., & Kruatrachue, M. (2021). Phytoremediation of soil co-contaminated with zinc and crude oil using *Ocimum gratissimum* (L.) in association with *Pseudomonas putida* MU02. *International Journal of Phytoremediation*, 23(2), 181-189. <https://doi.org/10.1080/15226514.2020.1803205>
- Choo, C. W. (2001). Environmental scanning as information seeking and organizational knowing. *Information Research*, 7(1).
- Chowdhary, K., Kumar, A., Sharma, S., Pathak, R., & Jangir, M. (2018). *Ocimum* sp.: Source of biorational pesticides. *Industrial Crops and Products*, 122, 686-701. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2018.05.068>
- Cobellis, G., Trbalza-Marinucci, M., & Yu, Z. (2016). Critical evaluation of essential oils as rumen modifiers in ruminant nutrition: A review. *Science of the Total Environment*, 545-546, 556-568. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.12.103>
- Cosmax Inc., & Seoul National University R&DB Foundation. (2018). *Composition for alleviating skin irritation and skin inflammation caused by fine dust, containing, as active ingredient, mixture of holy basil, Mentha canadensis, and Azadirachta indica extracts* (Publication n.º WO2018021777A1). World Intellectual Property Organization.
- Dada, A. O., Adekola, F. A., Odebunmi, E. O., Dada, F. E., Bello, O. M., Akinyemi, B. A., Bello, O. S., & Umukoro, O. G. (2020). Sustainable and low-cost *Ocimum gratissimum* for biosorption of indigo carmine dye: kinetics, isotherm, and thermodynamic studies. *International Journal of Phytoremediation*, 22(14), 1524-1537. <https://doi.org/10.1080/15226514.2020.1785389>
- Daim, T. U., Oliver, T., & Phaal, R. (Eds.). (2018). *Technology roadmapping. Vol. 2: World Scientific Series in R&D Management*. World Scientific Publishing. <https://doi.org/10.1142/10859>
- De Corato, U., Salimbeni, R., & De Pretis, A. (2018). Suppression of soil-borne pathogens in container media amended with on-farm composted agro-bioenergy wastes and residues under glasshouse condition. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 125(2), 213-226. <https://doi.org/10.1007/s41348-017-0133-5>
- De Solla Price, D. (1976). A general theory of bibliometric and other cumulative advantage processes. *Journal of the American Society for Information Science*, 27(5), 292-306. <https://doi.org/10.1002/asi.4630270505>
- Deba, F., Xuan, T. D., Yasuda, M., & Tawata, S. (2008). Chemical composition and antioxidant, antibacterial and antifungal activities of the essential oils from *Bidens pilosa* Linn. var. *Radiata*. *Food Control*, 19(4), 346-352. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2007.04.011>
- Dharsono, H. D. A., Putri, S. A., Kurnia, D., Dudi, D., & Satari, M. H. (2022). *Ocimum* Species: A Review on Chemical Constituents and Antibacterial Activity. *Molecules*, 27(19), 6350. <https://doi.org/10.3390/molecules27196350>
- Ekweogu, C. N., Ude, V. C., Nwankpa, P., Emmanuel, O., & Ugbogu, E. A. (2020). Ameliorative effect of aqueous leaf extract of *Solanum aethiopicum* on phenylhydrazine-induced anaemia and toxicity in rats. *Toxicological Research*, 36(3), 227-238. <https://doi.org/10.1007/s43188-019-00021-5>

- Elsokkary, I. H., & Aboukila, A. F. (2020). Beneficial additive values of wastewater irrigation of two aromatic plants grown in low fertile soil. *Water Science*, 34(1), 132-142. <https://doi.org/10.1080/11104929.2020.1801144>
- Fallah, Z. P., Motamedzadegan, A., Haghighi, M. M., Latifi, Z., & Khesht, S. G. (2021). Comparing the Effect of Arabic, Basil Seed and *Salvia macrosiphon* Gums-Based Coatings on the Shelf-Life of Tomatoes. *Preventive Nutrition and Food Science*, 26(4), 469-475. <https://doi.org/10.3746/pnf.2021.26.4.469>
- Fengtai County Gudian Township Lijie Farms. (2016). *Ocimum-americanum-containing appetite-stimulating green pork feed* (Publication n.º CN103621831B). China National Intellectual Property Administration.
- Flórez-Martínez, D. H., Contreras-Pedraza, C. A., Escobar-Parra, S., & Rodríguez-Cortina, J. (2023). Key Drivers for Non-Centrifugal Sugar Cane Research, Technological Development, and Market Linkage: A Technological Roadmap Approach for Colombia. *Sugar Tech*, 25(2), 373-385. <https://doi.org/10.1007/s12355-022-01200-9>
- Flórez-Martínez, D. H., Contreras-Pedraza, C. A., & Rodríguez, J. (2021). A systematic analysis of non-centrifugal sugar cane processing: Research and new trends. *Trends in Food Science and Technology*, 107, 415-428. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2020.11.011>
- Flórez-Martínez, D.-H., Morales Castañeda, A., & Uribe-Galvis, C. P. (2020). Bioeconomía cómo megatendencia de investigación en el sector agropecuario: Perspectivas desde un análisis de paisajes científicos. En *Proceedings of the LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education and Technology*. <https://doi.org/10.18687/LACCEI2020.1.1.14>
- Flórez-Martínez, D. H., Rodríguez-Cortina, J., Chavez-Oliveros, L. F., Aguilera-Arango, G. A., & Morales-Castañeda, A. (2024). Current trends and prospects in quinoa research: An approach for strategic knowledge areas. *Food Science and Nutrition*, 12(3), 1479-1501. <https://doi.org/10.1002/fsn3.3891>
- Fornari, T., Vicente, G., Vázquez, E., García-Risco, M. R., & Reglero, G. (2012). Isolation of essential oil from different plants and herbs by supercritical fluid extraction. *Journal of Chromatography A*, 1250, 34-48. <https://doi.org/10.1016/j.chroma.2012.04.051>
- Gurav, T. P., Dholakia, B. B., & Giri, A. P. (2022). A glance at the chemodiversity of *Ocimum* species: Trends, implications, and strategies for the quality and yield improvement of essential oil. *Phytochemistry Reviews* 21(3), 879-913. <https://doi.org/10.1007/s11101-021-09767-z>
- Hainan Medical College, Lai, W., Zhang, J., Qin, Z., & Li, H. (2017). *Basil oil contained acne-removal nourishing water and preparation method thereof* (Publication n.º CN106389257A). Chinese National Intellectual Property Administration.
- Harada, H., Kashiwadani, H., Kanmura, Y., & Kuwaki, T. (2018). Linalool odor-induced anxiolytic effects in mice. *Frontiers in Behavioral Neuroscience*, 12. <https://doi.org/10.3389/fnbeh.2018.00241>
- Hiramoto, T., Saiki, K., Hirose, E., & Fukaya, S. (2011). *Antioxidative composition* (JP2011017002A). Japan Patent Office.
- Hossain, M. A., Kabir, M. J., Salehuddin, S. M., Mizanur Rahman, S. M., Das, A. K., Singha, S. K., Alam, M. K., & Rahman, A. (2010). Antibacterial properties of essential oils and methanol extracts of sweet basil *Ocimum basilicum* occurring in Bangladesh. *Pharmaceutical Biology*, 48(5), 504-511. <https://doi.org/10.3109/13880200903190977>

- Inouye, S., Uchida, K., Takizawa, T., Yamaguchi, H., & Abe, S. (2006). Evaluation of the effect of terpenoid quinones on Trichophyton mentagrophytes by solution and vapor contact. *Journal of Infection and Chemotherapy*, 12(2), 100-104. <https://doi.org/10.1007/s10156-005-0427-6>
- Jalal, S. K. (2019). Co-authorship and co-occurrences analysis using BibliometrixR package: a case study of India and Bangladesh. *Annals of Library and Information Studies*, 66, 57-64.
- Jayasinghe, C., Goto, N., Aoki, T., & Wada, S. (2003). Phenolics composition and antioxidant activity of sweet basil (*Ocimum basilicum* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51(15), 4442-4449. <https://doi.org/10.1021/jf034269o>
- Kantheti, P., Rajitha, I., & Padma, A. (2020). Development of Eco-friendly mosquito repellent printed textiles with synthesized *Ocimum basilicum* leaf dye extract. *International Journal of Mosquito Research*, 7(4), 31-38.
- Kheeree, N., Sangtanoo, P., Srimongkol, P., Saisavoey, T., Reamtong, O., Choowongkamon, K., & Karnchanat, A. (2020). ACE inhibitory peptides derived from de-fatted lemon basil seeds: Optimization, purification, identification, structure-activity relationship and molecular docking analysis. *Food & Function*, 11(9), 8161-8178. <https://doi.org/10.1039/d0fo01240h>
- Lakshmanraj, L., Gurusamy, A., Gobinath, M. B., & Chandramohan, R. (2009). Studies on the biosorption of hexavalent chromium from aqueous solutions by using boiled mucilaginous seeds of *Ocimum americanum*. *Journal of Hazardous Materials*, 169(1-3), 1141-1145. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2009.03.022>
- Leclerc-Bienfait, S., & Bredif, S. (2022). *Extract of top growth of holy basil, and cosmetic or dermatological compositions containing same* (WO2022157457A1). World Intellectual Property Organization.
- Legiscomex. (2023). *Análisis de mercados internacionales*. <https://www.legiscomex.com>
- Leydesdorff, L., & Milojević, S. (2015). Scientometrics. En J. D. Wright (Ed.), *International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences* (2.º ed., pp. 322-327). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-097086-8.85030-8>
- Lyu, L. (2015). *Microbial fermentation organic fertilizer and preparation method thereof* (Publication n.º CN105085059A). State Intellectual Property Office of China. <https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/054566497/publication/CN105085059A?q=CN105085059A>
- Magara, G., Prearo, M., Vercelli, C., Barbero, R., Micera, M., Botto, A., Caimi, C., Caldaroni, B., Berteà, C. M., Mannino, G., Barceló, D., Renzi, M., Gasco, L., Re, G., Dondo, A., Elia, A. C., & Pastorino, P. (2022). Modulation of Antioxidant Defense in Farmed Rainbow Trout (*Oncorhynchus mykiss*) Fed with a Diet Supplemented by the Waste Derived from the Supercritical Fluid Extraction of Basil (*Ocimum basilicum*). *Antioxidants*, 11(2), 415. <https://doi.org/10.3390/antiox11020415>
- Mahmoud, E., Starowicz, M., Ciska, E., Topolska, J., & Farouk, A. (2022). Determination of volatiles, antioxidant activity, and polyphenol content in the postharvest waste of *Ocimum basilicum* L. *Food Chemistry*, 375, 131692. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.131692>
- Mahmoudi, H., Marzouki, M., M'Rabet, Y., Mezni, M., Ait Ouazzou, A., & Hosni, K. (2020). Enzyme pretreatment improves the recovery of bioactive phytochemicals from sweet basil (*Ocimum basilicum* L.) leaves and their hydrodistilled residue by-products, and potentiates their biological activities. *Arabian Journal of Chemistry*, 13(8), 6451-6460. <https://doi.org/10.1016/j.arabjc.2020.06.003>

- Manosroi, J., Dhumtanom, P., & Manosroi, A. (2006). Anti-proliferative activity of essential oil extracted from Thai medicinal plants on KB and P388 cell lines. *Cancer Letters*, 235(1), 114-120. <https://doi.org/10.1016/j.canlet.2005.04.021>
- Marx, W., Bornmann, L., Barth, A., & Leydesdorff, L. (2014). Detecting the historical roots of research fields by reference publication year spectroscopy (RPyS). *Journal of the Association for Information Science and Technology*, 65(4), 751-764. <https://doi.org/10.1002/asi.23089>
- Mazov, N. A., Gureev, V. N., & Glinskikh, V. N. (2020). The Methodological Basis of Defining Research Trends and Fronts. *Scientific and Technical Information Processing*, 47(4), 221-231. <https://doi.org/10.3103/S0147688220040036>
- Mosaddeghi, M. R., Pajoum Shariati, F., Vaziri Yazdi, S. A., & Nabi Bidhendi, G. (2020). Application of response surface methodology (RSM) for optimizing coagulation process of paper recycling wastewater using *Ocimum basilicum*. *Environmental Technology*, 41(1), 100-108. <https://doi.org/10.1080/09593330.2018.1491637>
- Naji-Tabasi, S., & Razavi, S. M. A. (2017). Functional properties and applications of basil seed gum: An overview. *Food Hydrocolloids*, 73, 313-325. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2017.07.007>
- Nari So Co. Ltd., Kim, S. I., Kim, Y. H., & Kim, M. J. (2017). *Insecticide composition containing plant extracts as active ingredients* (Publication n.º KR101813078B1). Korean Intellectual Property Office.
- Ningbo Dayang Technology Co. Ltd., Xu, X., Zheng, J., & Hu, R. (2019). A kind of mosquito repellent sustained-release dropping pill and preparation method (Publication n.º CN105766901B). State Intellectual Property Office of China.
- Noack, S., Wahl, A., Qeli, E., & Wiechert, W. (2007). Visualizing regulatory interactions in metabolic networks. *BMC Biology*, 5, 46. <https://doi.org/10.1186/1741-7007-5-46>
- Oliveira, J. S., Porto, L. A., Estevam, C. S., Siqueira, R. S., Alves, P. B., Niculau, E. S., Blank, A. F., Almeida, R. N., Marchioro, M., & Quintans-Júnior, L. (2009). Phytochemical screening and anticonvulsant property of *Ocimum basilicum* leaf essential oil. *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas*, 8(3), 195-202.
- Organización Mundial de la Propiedad Intelectual [OMPI]. (s. f.). *International Patent Classification (IPC) - Scheme*. <https://ipcpub.wipo.int/?notion=scheme&version=20250101&symbol=none&menulang=en&lang=en&viewmode=f&fipccpc=no&showdeleted=yes&indexes=no&headings=yes¬es=yes&direction=o2n&initial=A&cwid=none&tree=no&searchmode=smart>
- Organización Mundial del Comercio. (2024). *Partida arancelarias para comercio internacional*. En *Base de datos de aranceles de la OMC*. <https://www.wto.org/>
- Pane, C., Spaccini, R., Caputo, M., De Falco, E., & Zaccardelli, M. (2022). Multi-Parameter Characterization of Disease-Suppressive Bio-composts from Aromatic Plant Residues Evaluated for Garden Cress (*Lepidium sativum* L.) Cultivation. *Horticulturae*, 8(7), 632. <https://doi.org/10.3390/horticulturae8070632>
- Park, G. J., Kang, J. I., Kim, T. S., Lee, S. Y., Yeo, I. H., Nam, S. W., Yoon, K. H., & Choi, H. P. (2017). *Method to prepare nutrition bars containing basil seeds or chia seeds with a soft texture and the nutrition bars prepared therefrom* (Publication n.º KR101737574B1). Korean Intellectual Property Office.

- Patel, S. (2015). Plant essential oils and allied volatile fractions as multifunctional additives in meat and fish-based food products: a review. *Food Additives and Contaminants - Part A: Chemistry, Analysis, Control, Exposure and Risk Assessment*, 32(7), 1049-1064. <https://doi.org/10.1080/19440049.2015.1040081>
- Phaal, R., Farrukh, C. J. P., & Probert, D. R. (2004). Technology roadmapping - A planning framework for evolution and revolution. *Technological Forecasting and Social Change*, 71(1-2), 5-26. [https://doi.org/10.1016/S0040-1625\(03\)00072-6](https://doi.org/10.1016/S0040-1625(03)00072-6)
- Phaal, R., & Muller, G. (2009). An architectural framework for roadmapping: Towards visual strategy. *Technological Forecasting and Social Change*, 76(1), 39-49. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2008.03.018>
- Pirtarighat, S., Ghannadnia, M., & Baghshahi, S. (2019). Biosynthesis of silver nanoparticles using *Ocimum basilicum* cultured under controlled conditions for bactericidal application. *Materials Science and Engineering: C*, 98, 250-255. <https://doi.org/10.1016/j.msec.2018.12.090>
- Ramírez-Sandoval, M., Melchor-Partida, G. N., Muñoz-Hernández, S., Girón-Pérez, M. I., Rojas-García, A. E., Medina-Díaz, I. M., Robledo-Marengo, M. L., & Velázquez-Fernandez, J. B. (2011). Phytoremediatory effect and growth of two species of *Ocimum* in endosulfan polluted soil. *Journal of Hazardous Materials*, 192(1), 388-392. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2011.05.041>
- Rastogi, S., Shah, S., Kumar, R., Kumar, A., & Shasany, A. K. (2020). Comparative temporal metabolomics studies to investigate interspecies variation in three *Ocimum* species. *Scientific Reports*, 10(1), 5234. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-61957-5>
- Rather, I. A., Awasthi, P., Mahajan, V., Bedi, Y. S., Vishwakarma, R. A., & Gandhi, S. G. (2015). Molecular cloning and functional characterization of an antifungal PR-5 protein from *Ocimum basilicum*. *Gene*, 558(1), 143-151. <https://doi.org/10.1016/j.gene.2014.12.055>
- Ronga, D., Pane, C., Zaccardelli, M., & Pecchioni, N. (2016). Use of Spent Coffee Ground Compost in Peat-Based Growing Media for the Production of Basil and Tomato Potting Plants. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 47(3), 356-368. <https://doi.org/10.1080/00103624.2015.1122803>
- Sachdev, R. R., & Advantage Nature, a Unit of Advantage Television Pvt Ltd. (2014). *Method for dyeing a textile product using Neem and Holy Basil extract* (Publication n.º US8697429B2). United States Patent and Trademark Office.
- Saha, S., Monroe, A., & Day, M. R. (2016). Growth, yield, plant quality and nutrition of basil (*Ocimum basilicum* L.) under soilless agricultural systems. *Annals of Agricultural Sciences*, 61(2), 181-186. <https://doi.org/10.1016/j.aos.2016.10.001>
- Santa Soriano, A., Lorenzo Álvarez, C., & Torres Valdés, R. M. (2018). Bibliometric analysis to identify an emerging research area: Public Relations Intelligence—a challenge to strengthen technological observatories in the network society. *Scientometrics*, 115(3), 1591-1614. <https://doi.org/10.1007/s11192-018-2651-8>
- Santacruz-Castro, A. M., Moreno-Rodríguez, J. M., Santana-Medina, J. J., & Florez-Martínez, D. H. (2022). Servicios tecnológicos de laboratorio para el sector agropecuario Colombiano: un análisis científico de los paisajes. *Ciencia, Ambiente y Clima*, 5(1), 113-131. <https://doi.org/10.22206/cac.2022.v5i1.pp113-131>

- Sartoratto, A., Machado, A. L. M., Delarmelina, C., Figueira, G. M., Duarte, M. C. T., & Rehder, V. L. G. (2004). Composition and antimicrobial activity of essential oils from aromatic plants used in Brazil. *Brazilian Journal of Microbiology*, 35(4). <https://doi.org/10.1590/S1517-83822004000300001>
- Sathantriphop, S., White, S. A., Achee, N. L., Sanguanpong, U., & Chareonviriyaphap, T. (2014). Behavioral responses of *Aedes aegypti*, *Aedes albopictus*, *Culex quinquefasciatus*, and *Anopheles minimus* against various synthetic and natural repellent compounds. *Journal of Vector Ecology*, 39(2), 328-339. <https://doi.org/10.1111/jvec.12108>
- Saxena, V. K., & Sharma, R. N. (1999). Antimicrobial activity of the essential oil of *Toddalia asiatica*. *Fitoterapia*, 70(1), 64-66. [https://doi.org/10.1016/S0367-326X\(98\)00002-1](https://doi.org/10.1016/S0367-326X(98)00002-1)
- Setti, L., Francia, E., Pulvirenti, A., Gigliano, S., Zaccardelli, M., Pane, C., Caradonia, F., Bortolini, S., Maistrello, L., & Ronga, D. (2019). Use of black soldier fly (*Hermetia illucens* (L.), Diptera: Stratiomyidae) larvae processing residue in peat-based growing media. *Waste Management*, 95, 278-288. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2019.06.017>
- Shandong Jiatai Agricultural Science and Technology Development Co. Ltd., Li, P., Wen, J., & Lu, H. (2016). *Compound chitin biological fertilizer and preparation method thereof* (Publication n.º CN105367298A). State Intellectual Property Office of China. <https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/054566497/publication/CN105367298A?q=CN105367298A>
- Singh, P., Jayaramaiah, R. H., Sarate, P., Thulasiram, H. V., Kulkarni, M. J., & Giri, A. P. (2014). Insecticidal potential of defense metabolites from *Ocimum kilimandscharicum* against *Helicoverpa armigera*. *PLoS ONE*, 9(8), e104377. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0104377>
- Singh, V., Kaur, K., Kaur, S., Shri, R., Singh, T. G., & Singh, M. (2022). Trimethoxyflavones from *Ocimum basilicum* L. leaves improve long term memory in mice by modulating multiple pathways. *Journal of Ethnopharmacology*, 295, 115438. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2022.115438>
- Srivastava, S., Lal, R. K., Yadav, K., Pant, Y., Bawitlung, L., Kumar, P., Mishra, A., Gupta, P., Pal, A., Rout, P. K., & Chanotiya, C. S. (2022). Chemical composition of phenylpropanoid rich chemotypes of *Ocimum basilicum* L. and their antimicrobial activities. *Industrial Crops and Products*, 183, 114978. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2022.114978>
- Tafreshi, J., & Fashandi, H. (2019). Environmentally Friendly modification of polysulfone ultrafiltration membrane using organic plant-derived nanoparticles prepared from basil seed gum (BSG) and Ar/O₂ low-pressure plasma. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 7(4), 103245. <https://doi.org/10.1016/j.jece.2019.103245>
- Thessrimuang, N., & Prachayawarakorn, J. (2019). Development, modification and characterization of new biodegradable film from basil seed (*Ocimum basilicum* L.) mucilage. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 99(12), 5508-5515. <https://doi.org/10.1002/jsfa.9812>
- Tirillini, B., & Maggi, F. (2021). Volatile organic compounds of the glandular trichomes of *Ocimum basilicum* and artifacts during the distillation of the leaves. *Applied Sciences*, 11(16), 7312. <https://doi.org/10.3390/app11167312>
- Trade Map. (2023). *Trade statistics for international business development int.*
- Ugbogu, O. C., Emmanuel, O., Agi, G. O., Ibe, C., Ekweogu, C. N., Ude, V. C., Uche, M. E., Nnanna, R. O., & Ugbogu, E. A. (2021). A review on the traditional uses, phytochemistry, and pharmacological activities of clove basil (*Ocimum gratissimum* L.). *Heliyon*, 7(11), e08404. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e08404>

- Upham, S. P., & Small, H. (2010). Emerging research fronts in science and technology: Patterns of new knowledge development. *Scientometrics*, 83(1), 15-38. <https://doi.org/10.1007/s11192-009-0051-9>
- University of Xi'an Architecture & Technology, Xu, M., Zhang, L., Zhong, L., & Liu, H. (2023). *Basil essential oil core-shell nanoparticle hydrogel wound dressing and preparation method thereof* (Publication n.º CN115645602A). Chinese National Intellectual Property Administration.
- Van Eck, N. J., & Waltman, L. (2010). Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. *Scientometrics*, 84, 523-538. <https://doi.org/10.1007/s11192-009-0146-3>
- Van Eck, N. J., & Waltman, L. (2017). Citation-based clustering of publications using CitNetExplorer and VOSviewer. *Scientometrics*, 111(2), 1053-1070. <https://doi.org/10.1007/s11192-017-2300-7>
- Wang, Y., & Zhang, L. (2016). *A kind of pet food additive* (Patente n.º CN103918935B). Oficina Estatal de Propiedad Intelectual de China.
- Walia, S., Saha, S., Tripathi, V., & Sharma, K. K. (2017). Phytochemical biopesticides: some recent developments. *Phytochemistry Reviews*, 16(5), 989-1007. <https://doi.org/10.1007/s11101-017-9512-6>
- Waltman, L., Van Eck, N. J., & Noyons, E. C. M. (2010). A unified approach to mapping and clustering of bibliometric networks. *Journal of Informetrics*, 4(4), 629-635. <https://doi.org/10.1016/j.joi.2010.07.002>
- Xie, H., Zhang, Y., Wu, Z., & Lv, T. (2020). A bibliometric analysis on land degradation: Current status, development, and future directions. *Land*, 9(1), 28. <https://doi.org/10.3390/LAND9010028>
- Xu, Q. (2016). *Basil seed health-care fruit wine and preparation method thereof* (Publication n.º CN105368675A). China National Intellectual Property Administration
- Yang, T., & Kim, H.-J. (2020a). Characterizing nutrient composition and concentration in tomato-, basil-, and lettuce-based aquaponic and hydroponic systems. *Water* 12(5), 1259. <https://doi.org/10.3390/W12051259>
- Yang, T., & Kim, H.-J. (2020b). Comparisons of nitrogen and phosphorus mass balance for tomato-, basil-, and lettuce-based aquaponic and hydroponic systems. *Journal of Cleaner Production*, 274, 122619. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122619>
- Yang, T., & Kim, H.-J. (2020c). Effects of hydraulic loading rate on spatial and temporal water quality characteristics and crop growth and yield in aquaponic systems. *Horticulturae*, 6(1), 9. <https://doi.org/10.3390/horticulturae6010009>
- Yuan, H., Ma, Q., Ye, L., & Piao, G. (2016). The traditional medicine and modern medicine from natural products. *Molecules*, 21(5), 559. <https://doi.org/10.3390/molecules21050559>
- Zaccardelli, M., Roscigno, G., Pane, C., Celano, G., Di Matteo, M., Mainente, M., Vuotto, A., Mencherini, T., Esposito, T., Vitti, A., & De Falco, E. (2021). Essential oils and quality composts sourced by recycling vegetable residues from the aromatic plant supply chain. *Industrial Crops and Products*, 162, 113255. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2021.113255>
- Zhang, Y., & Li, M. (2021). *Composite plant extract for inhibiting Edwardsiella tarda* (Patente n.º CN112741115B). Oficina Estatal de Propiedad Intelectual de China.





Anexo. Diseño metodológico detallado

En este anexo, se presentan aspectos específicos del diseño metodológico descrito en el capítulo I y la manera como se implementó para los análisis de tendencias tecnológicas, científicas y comerciales. De igual manera, se muestra el abordaje metodológico del análisis integral de la hoja de ruta.

Elementos metodológicos específicos para el análisis de tendencias científicas

- **Entradas:** alcance del proyecto (objeto de estudio y objeto de trabajo), descripción de las actividades científico-técnicas por desarrollar, descripción de las expectativas del ejercicio, descripción de los resultados del proyecto (conocimiento y ofertas tecnológicas).
- **Proceso:** implementación de la metodología de inteligencia científica diseñada por el Departamento de Inteligencia, en conjunto con los expertos técnicos del proyecto.
- **Salidas:** documento de análisis que comprende el estado actual y las tendencias en investigación relacionadas con los objetos de estudio y el trabajo del proyecto.
- **Retroalimentaciones:** genera insumos para perfilar la metodología y el análisis del componente de vigilancia e inteligencia tecnológica, así como la integración de elementos científicos y elementos de mercado.
- **Herramientas:** VOSViewer, CiteNetExplorer, SciMat, VantagePoint, WizdomAI y Bibliometrix.
- **Recursos de información:** Scopus-Sciendirect, Scielo, Google Scholar, Dimensions.
- **Tiempo estimado:** de dos a tres meses.

La metodología de vigilancia e inteligencia científica comprende cuatro etapas secuenciales.

- Fase 1. Implementación de la estrategia de búsqueda: esta fase comprende el diseño de la ecuación de estructura implementada en los motores de búsqueda con los que cuenta la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA), como la base de Scopus. La ecuación comprende palabras clave identificadas por los investigadores del proyecto. Los registros vinculados a la ecuación se recuperaron para conformar la base de datos o el corpus. El corpus de Scopus se descarga en *.bib y *.txt para que pueda analizarse con la herramienta Bibliometrix, y *.csv para analizarse con VOSviewer.

- Fase 2. Indicadores cuantitativos de Bibliometrix: Biblioshiny es la interfaz web de Bibliometrix, una herramienta diseñada en lenguaje R. La herramienta comprende cinco categorías de análisis, de las cuales se utilizaron tres: análisis de datos, análisis conceptual y análisis social. Cada uno de estos niveles comprende diferentes indicadores, mediciones estadísticas y representaciones visuales.
- Fase 3. Paisajes científicos en VOSviewer: VOSviewer es un software poderoso y versátil que desarrolla visualizaciones analíticas de indicadores bibliométricos, cuantitativos y paisajes basados en algoritmos estadísticos y matemáticos. Para este estudio, se desarrollarán tres tipos de análisis de visualización: coocurrencia de palabras clave y textos clave, coautoría de autores y países, y análisis de citación de documentos.
- Fase 4. Metaanálisis: este análisis tiene como base el método de análisis cualitativo de contenidos, el cual busca identificar elementos específicos de textos seleccionados del corpus de metadatos; además, puede realizarse en herramientas licenciadas o libres.

Elementos metodológicos específicos para el análisis de tendencias tecnológicas

- **Entradas:** alcance del proyecto (objeto de estudio y objeto de trabajo), descripción de las actividades científico-técnicas por desarrollar, descripción de las expectativas del ejercicio y descripción de los resultados que se van a obtener en el proyecto (ofertas tecnológicas).
- **Proceso:** implementación de la metodología de inteligencia tecnológica diseñada por el Departamento de Propiedad Intelectual, en conjunto con los expertos técnicos del proyecto.
- **Salidas:** documento de análisis que comprenden el estado de la técnica actual en materia de tendencias de desarrollo, tecnologías competidoras, limitantes, oportunidades y horizontes de innovación de los objetos de estudio y trabajo del proyecto.
- **Retroalimentaciones:** genera insumos para perfilar la metodología y el análisis del componente de vigilancia e inteligencia científica en tópicos clave, así como la identificación de potenciales empresas y productos competidores sujetos de análisis en el componente de vigilancia e inteligencia comercial.
- **Herramientas:** VantagePoint, VOSviewer.
- **Recursos de información:** Patent Inspiration, Patentscope, Espacenet.

La metodología de vigilancia e inteligencia tecnológica comprende cuatro fases secuenciales:

- Fase 1. Implementación de la estrategia de búsqueda: esta fase comprende el diseño de la ecuación de estructura implementada en los motores de búsqueda con los que cuenta AGROSAVIA, como Patent Inspiration, Patentscope y Spacenet. La ecuación comprende palabras clave identificadas por los investigadores del proyecto. Los registros vinculados a la ecuación se recuperaron para conformar la base de datos o el corpus. Adicionalmente, se recuperaron metadatos de indicadores y análisis predeterminados de herramientas como Patent Inspiration.

- Fase 2. Indicadores de actividad: a través de los metadatos generales y predeterminados se construyen indicadores de actividad relacionados con el comportamiento de la dinámica de patentes asociadas al tema de estudio.
- Fase 3. Indicadores temáticos: Patent Inspiration es una herramienta web especializada en el análisis de patentes, la cual permite generar análisis de coocurrencia y de interacción, y mapas tecnológicos a partir de los metadatos. La herramienta contribuye a identificar aspectos clave como valor agregado, ecuación de valor, entre otros.
- Fase 4. Análisis detallado: en este, se analizan de manera específica patentes, diseños industriales y modelos de utilidad, que se consideren competidores de las tecnologías o los procesos contemplados como salidas del proyecto.

Elementos metodológicos específicos para el análisis de tendencias comerciales

- **Entradas:** alcance del proyecto (objeto de estudio y objeto de trabajo), descripción de las actividades científico-técnicas por desarrollar, descripción de las expectativas del ejercicio y descripción de los resultados del proyecto (ofertas tecnológicas).
- **Proceso:** implementación de la metodología de inteligencia comercial diseñada por el Departamento de Mercadeo de Tecnología, Productos y Servicios, en conjunto con los expertos técnicos del proyecto.
- **Salidas:** documento de análisis que comprende las dinámicas del mercado, los competidores, los productos competidores y sustitutos, los relacionados y afines con las tecnologías por desarrollar en el proyecto.
- **Retroalimentaciones:** generan insumos para perfilar la metodología y el análisis del componente de vigilancia e inteligencia científica y tecnológica en tópicos clave.
- **Herramientas:** Microsoft Excel 365®.
- **Recursos de información:** Legiscomex, EMIS, Trade Map, Google products.

La metodología de vigilancia e inteligencia comercial comprende cuatro fases secuenciales:

- Fase 1. Implementación de la estrategia de búsqueda: esta fase comprende la selección de los recursos de información secundaria asociados al producto albahaca y productos manufacturados realizados a partir de este como ingrediente activo (por ejemplo, bioproductos, cosméticos, farmacéuticos, alimenticios, entre otros).
- Fase 2. Indicadores de actividad: a través de la información recuperada se construyen indicadores relacionados con el área, la producción, el rendimiento y la distribución de zonas de producción en el país. Dinámica de comercio exterior, importaciones y exportaciones, tarifas arancelarias, principales clientes y proveedores. También se identifican competidores.
- Fase 3. Indicadores de análisis de la balanza comercial: establecer la posición competitiva de Colombia en el mercado de albahaca en fresco y en productos derivados.
- Fase 4. Productos competidores: identificar y analizar productos competidores y sustitutos.

El análisis de este estudio se enfocó en el comportamiento de las exportaciones e importaciones. Se identificaron las partidas arancelarias del sistema armonizado por el cual se comercializan los productos a base de albahaca. En la revisión, se identifican cinco partidas arancelarias para albahaca fresca, refrigerada y seca, como complemento alimentario y aceite esencial.

Elementos metodológicos específicos para la construcción y el análisis de la hoja de ruta estratégica

El análisis de tendencias científicas, tecnológicas y comerciales en usos de residuos de albahaca permitió establecer la relación entre los requerimientos del mercado, las dinámicas de consumo, la creación y desaparición de nichos de mercado, la apertura de alianzas de comercio bilateral y las demandas conexas de sectores afines a la agricultura y a la alimentación, con las tendencias de investigación básica, aplicada y adaptativa, que comprenden la generación de nuevo conocimiento, tecnologías, productos y procesos, los cuales pueden generar una necesidad en un público objetivo. La interacción de estos dos flujos de información y conocimiento se expresa a través de dos categorías de flujos:

- **Flujos de conocimiento - *technology push*:** el flujo de conocimiento de empuje tecnológico implica que, a través de la investigación básica en problemas científicos y tecnológicos, se genere la necesidad de profundizar en investigación aplicada acerca de la generación de soluciones tecnológicas a problemas que aún no cuentan con una demanda definida. Desarrollar la solución comprende la creación de la necesidad, y esto da apertura a un nicho de mercado (oferta orienta la demanda).
- **Flujos de conocimiento - *market pull*:** el flujo de conocimiento de jalonamiento del mercado busca, a través de las necesidades establecidas por los mercados y los actores relacionados (por ejemplo, consumidores, productores, comercializadores, transformadores, etcétera), crear la necesidad de construir agendas de investigación que orienten la ideación, formulación y ejecución de proyectos de investigación, así como la obtención de resultados que puedan transformarse en soluciones tecnológicas y no tecnológicas; asimismo, la comercialización como respuesta a la demanda (la demanda orienta la oferta).







Terminó de diseñarse
en diciembre de 2024
Bogotá, D. C., Colombia



Corporación colombiana de investigación agropecuaria

Los estudios de inteligencia y vigilancia estratégica para la investigación, desarrollo e innovación (I+D+i) analizan tendencias, retos y oportunidades en aspectos científicos, tecnológicos, socioeconómicos y ambientales. Este enfoque fue aplicado en el proyecto sobre el sistema productivo de albahaca (*Ocimum basilicum* L.) para el Departamento del Tolima, que busca cerrar brechas en manejo agronómico, poscosecha e inocuidad. La albahaca, con usos culinarios, medicinales y en industrias cosmética y farmacéutica, tiene potencial económico mediante la transformación de residuos y subproductos.

Esta investigación, basada en metodologías de inteligencia estratégica, comprende seis hitos clave. El primero detalla el diseño metodológico, integrando vigilancia, cienciometría y mapeo de tendencias. El segundo identifica tendencias científicas mediante análisis bibliométricos y cienciométricos. El tercero analiza desarrollos tecnológicos protegidos por patentes en áreas clave como alimentos, cosmética y agroindustria. El cuarto explora dinámicas comerciales globales y locales, y propone rutas de mercado innovadoras. En el quinto, se desarrolla una hoja de ruta para valorizar la albahaca y sus excedentes, alineando iniciativas de I+D+i con objetivos de mercado. Finalmente, el sexto ofrece perspectivas de futuro para la cadena productiva de albahaca desde las tendencias analizadas.

Esta publicación aporta herramientas para fortalecer la cadena de valor de la albahaca y fomenta sostenibilidad, innovación y competitividad en el sector agrícola colombiano.



BAC

BIBLIOTECA AGROPECUARIA DE COLOMBIA

CORREO: **bac@agrosavia.co**

TELÉFONO: **(57 1) 422 73 00 EXT. 1257 o 1274**

www.agrosavia.co

**Distribución gratuita
Prohibida su venta**