

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.

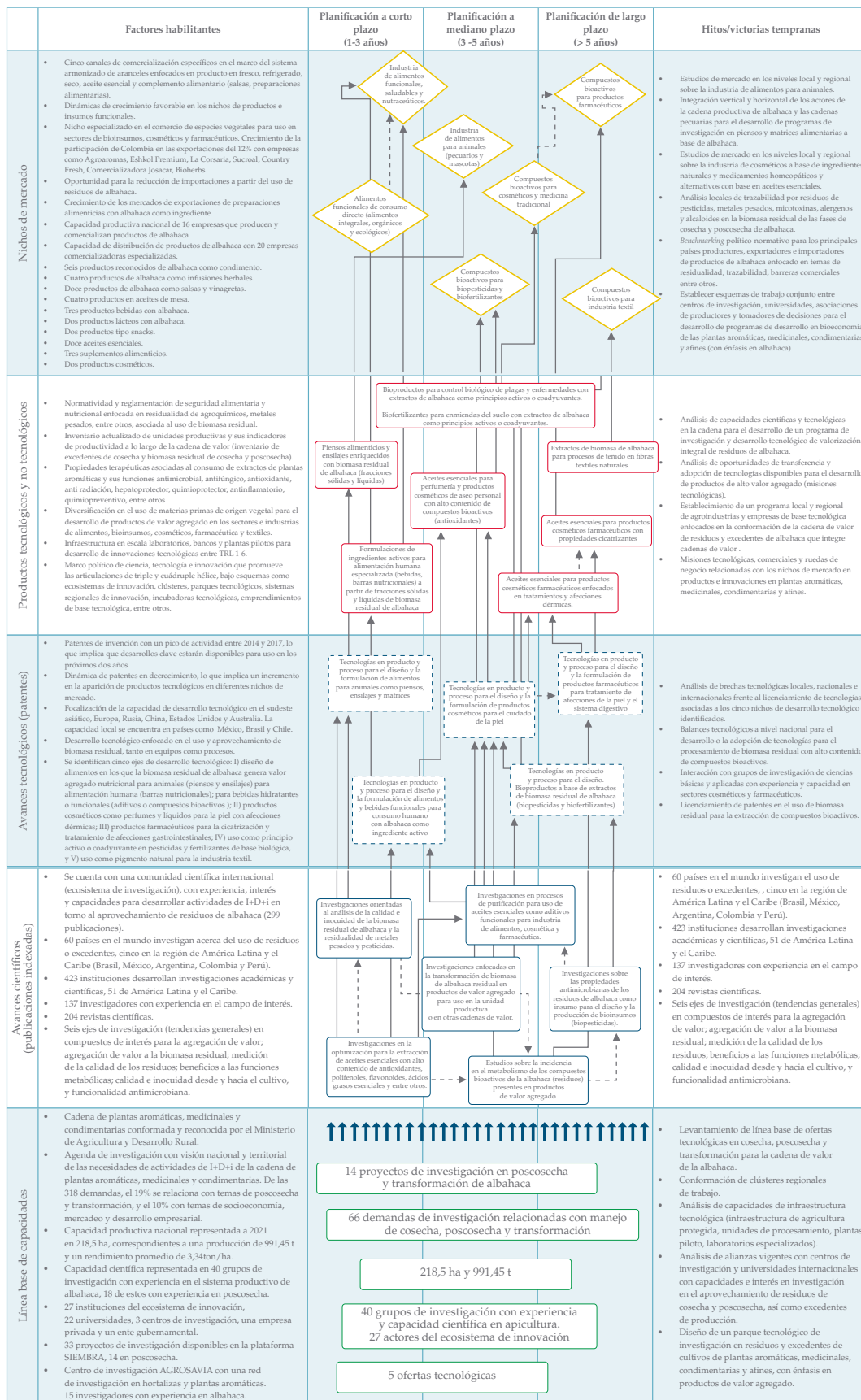


Figura 53. Hoja de ruta estratégica para usos de albahaca y sus residuos.

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.



