





Título de la obra

Oportunidades de transformación

Técnica

Ilustración digital con tableta, pincel en textura de carboncillo

Autora

Laura Stefanny López Cortés (Sstefcore)



@sstefcore



Stefanny López

- Capítulo VIII -

Oportunidades de transformación de frutos de *Capsicum* en Colombia

Maira Alejandra Vega Muñoz, Rafael Chamorro, Esteban Castaño Llanos, Juan Camilo Henao-Rojas, Guillermo León Montoya Peláez, Ana Lía Restrepo

Los frutos de Capsicum sp. fueron quizás los más utilizados durante mucho tiempo como ingrediente dietético en la antigua civilización de México y el norte de América del Sur. Los chiles se usaban para aumentar la ingesta de alimentos, a través del aumento de la salivación, el picor y el rubor en la boca debido a su efecto fuerte y estimulante.

Govindarajan & Sathyanarayana (1991)

El capítulo analiza el mercado global y nacional de *Capsicum* spp., destacando su potencial agroindustrial y comercial como materia prima estratégica para las industrias alimentaria, nutracéutica y farmacológica. A nivel mundial, la producción de fruto fresco alcanzó 38,31 millones de toneladas en 2023, con Asia como líder predominante, mientras que América mantiene una participación menor, lo que representa una oportunidad estratégica para Colombia. En Colombia, la producción

supera las 100.000 toneladas y se concentra en departamentos como Antioquia y Valle del Cauca, consolidando una base para la exportación de ají seco y productos transformados. Este capítulo examina las dinámicas de comercio internacional, los valores unitarios diferenciados y nichos de alto valor, así como cinco categorías de uso: fruto fresco, procesados, especias, ornamentales y extractos industriales como oleorresinas y capsaicinoides. Se resaltan innovaciones en alimentos funcionales y el potencial farmacológico de la capsaicina, junto con el caso empresarial de Hugo Restrepo y Cía., que evidencia la articulación exitosa entre ciencia e industria. Se concluye que la transformación agroindustrial, el aprovechamiento integral de subproductos y el fortalecimiento del fitomejoramiento son claves para aumentar competitividad, mitigar efectos del cambio climático y posicionar la agrobiodiversidad colombiana en mercados de alto valor agregado.



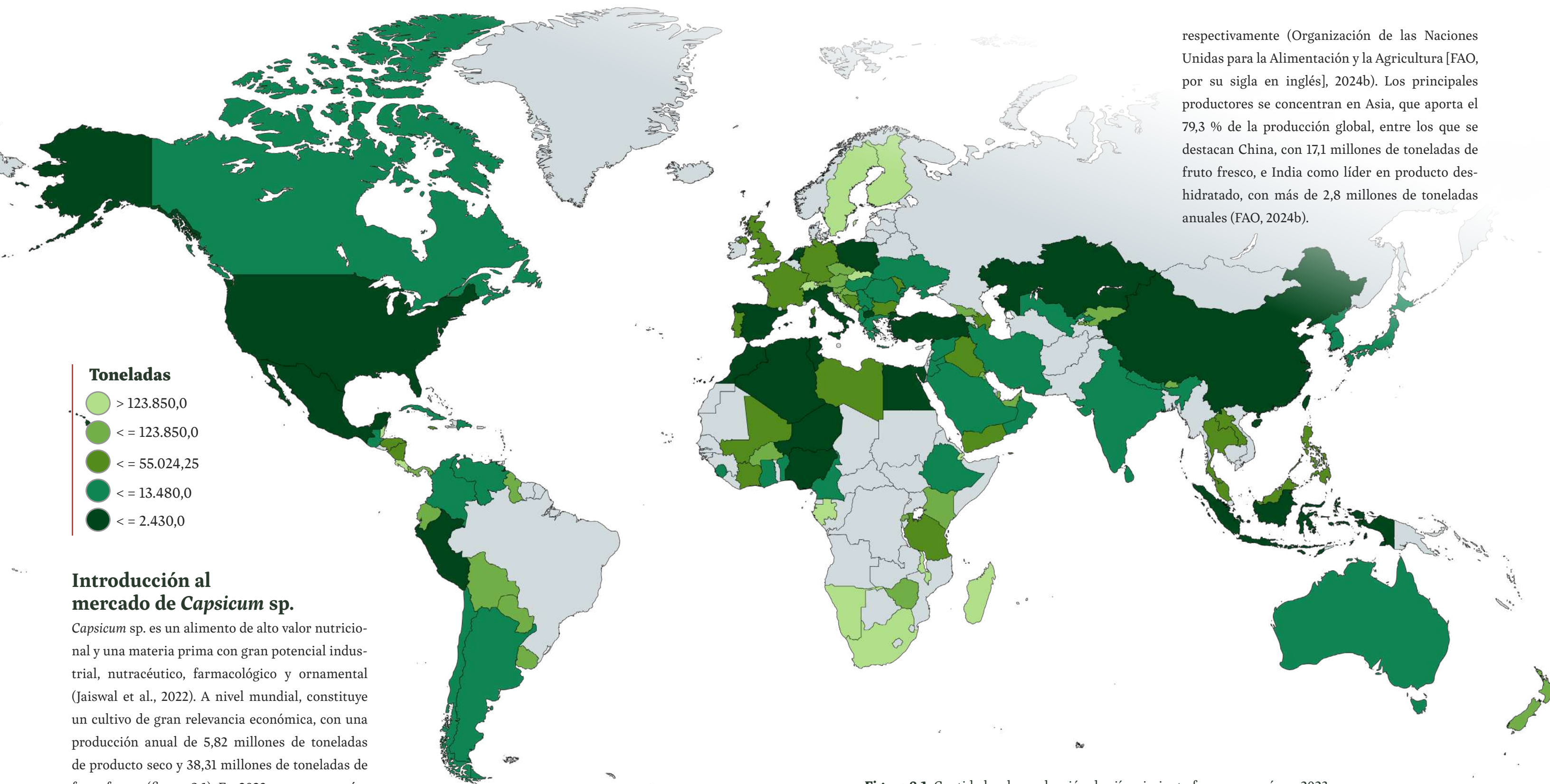


Figura 8.1. Cantidades de producción de ají y pimiento fresco por país en 2023.

Fuente: Elaboración propia con base en FAO (2024b)

En cuanto al comercio internacional, el ají se distribuye por todos los continentes. Los principales importadores de producto deshidratado son Estados Unidos, China y Tailandia (figura 8.2), y en cuanto a fruto fresco son Estados Unidos, Alemania y Reino Unido (FAO, 2024a). Aunque es la especia más consumida del mundo, su producción y su consumo se concentran en pocos países, lo que genera un mercado dominado por los mismos actores (figura 8.3). Sin embargo, existen excepciones notables, como Estados Unidos, destacado importador, y Perú, importante exportador en América del Sur (FAO, 2024a; Xavier & Pérez-Gálvez, 2016). El comercio mundial también refleja diferencias en el valor unitario (tabla 8.1), entre las que se destacan los casos de India y Alemania, por sus altos precios de importación (International Trade Centre, 2025).

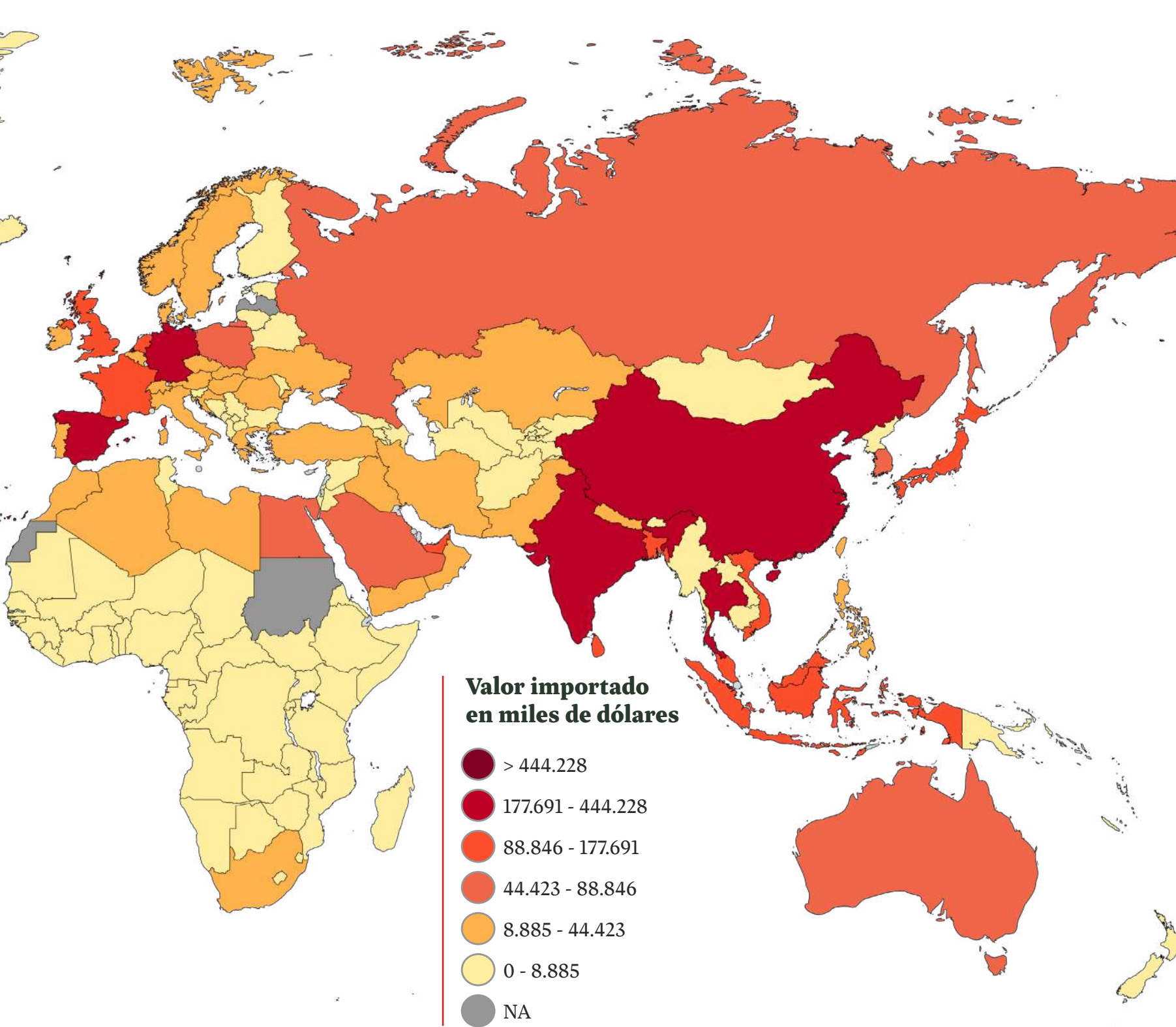


Figura 8.2. Países importadores de frutos del género *Capsicum* (secos, triturados o pulverizados) en 2023.

Fuente: Elaboración propia con base en International Trade Centre (2025)

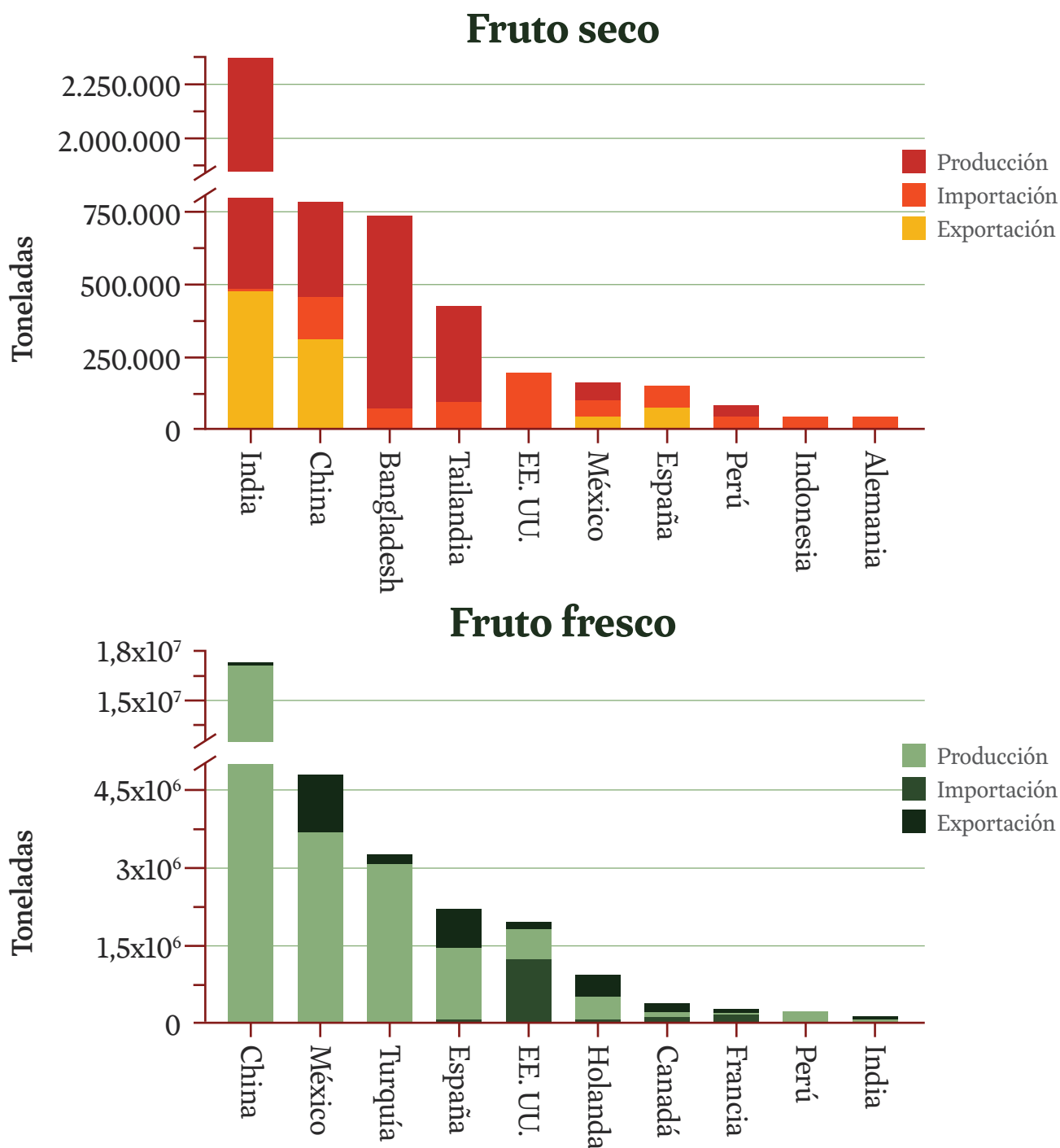


Figura 8.3. Principales países en la producción, importación y exportación de ají y pimientos secos y frescos.

Fuente: Elaboración propia con base en FAO (2024a, 2024b)

Tabla 8.1. Valores en dólares para los principales países importadores de frutos del género *Capsicum* (secos, triturados o pulverizados) en 2023

Importadores	Valor importado en 2023 (miles de USD)	Valor unitario (USD/ unidad)
Estados Unidos	888.458	3.413
China	436.115	2.839
Tailandia	260.938	2.862
Alemania	198.704	4.475
India	178.377	4.387

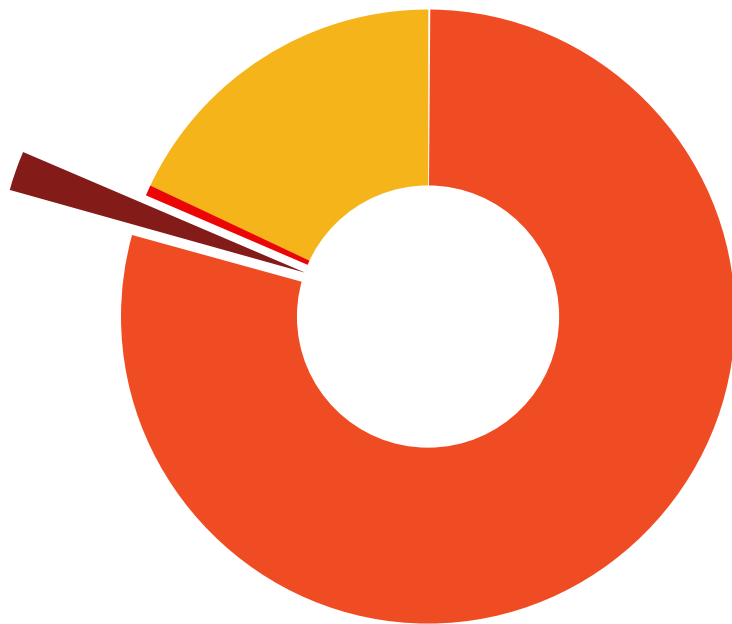
Fuente: Elaboración propia con base en International Trade Centre (2025)

Por su parte, la producción del continente americano mantiene una participación limitada en el mercado global, con apenas 14,2 y 2,1 % del consumo total, y se representa en las categorías de fruto fresco y deshidratado, respectivamente (figura 8.4). Esta baja participación contrasta con las favorables condiciones agroclimáticas de la región, que podrían potenciar la expansión del cultivo y fortalecer su competitividad en los mercados internacionales.



Foto: Esteban Castaño Llanos

Fruto seco



0,56 % Europa 79,32 % Asia
18,03 % África 2,09 % Américas

Fruto fresco



66,00 % Asia 10,48 % África
9,11 % Europa 0,26 % Oceanía
14,15 % Américas

Figura 8.4. Producción de frutos de ají y pimientos frescos y secos de América en el contexto global en 2023.

Fuente: Elaboración propia con base en FAO (2024b)

En este contexto, Colombia ha mostrado un desarrollo sostenido. En 2020, los ingresos del mercado de ají y pimientos alcanzaron los USD 748.239 (Ministerio de Agricultura, 2021). Para 2023, el cultivo se extendió a 238 municipios de 28 departamentos, siendo los más productivos Antioquia, Valle del Cauca, Magdalena, Bolívar, Santander y Norte de Santander, que en conjun-

to aportaron el 80,7 % de la producción nacional (figura 8.5). Ese mismo año, la producción total alcanzó 101.324 toneladas en 8.284 hectáreas, con exportaciones de 3.036,91 toneladas de ají seco y 135,58 toneladas de ají fresco, aunque también se registraron importaciones de 634,07 toneladas de ají seco, triturado o pulverizado (Agronet, 2024; FAO, 2024a, 2024b).

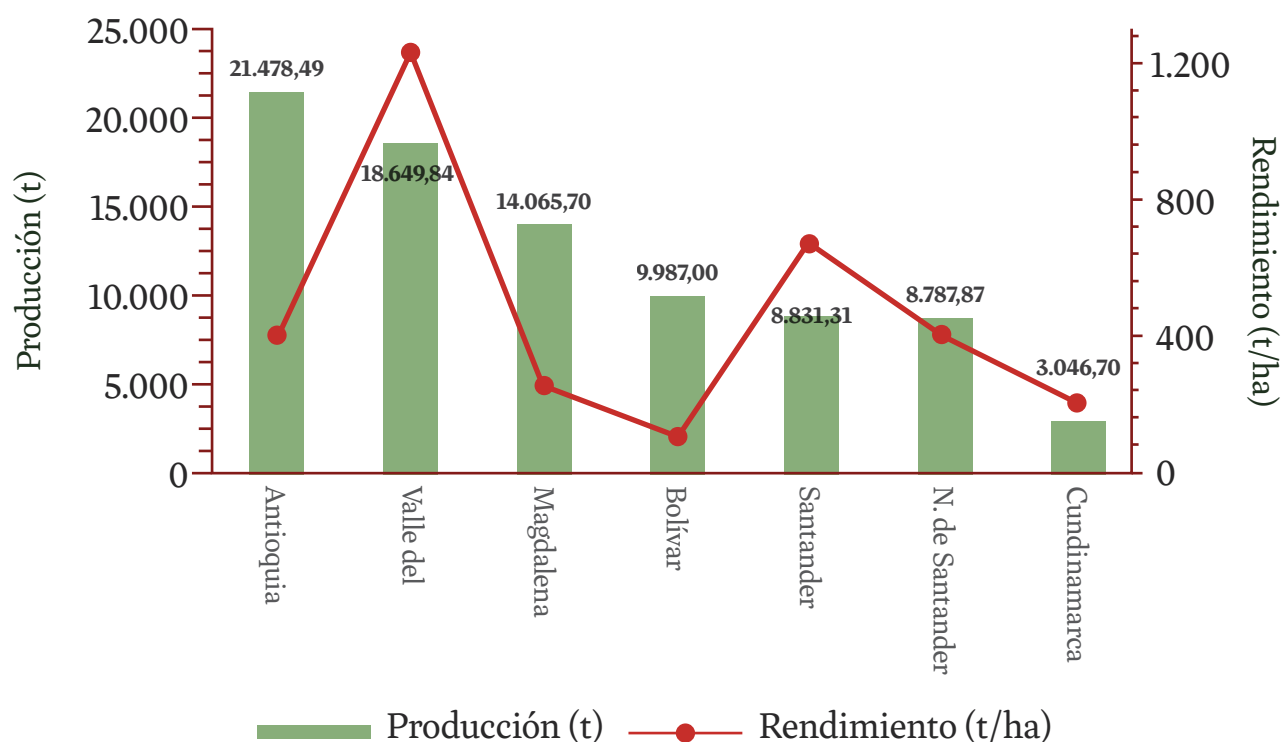


Figura 8.5. Departamentos con mayor producción y rendimiento de *Capsicum* en Colombia en 2023.

Fuente: Elaboración propia con base en Agronet (2024)

A pesar de requerir importaciones, el país ha consolidado una base sólida para la producción de ají seco gracias a los procesos de deshidratación, que preservan las propiedades del fruto y facilitan su almacenamiento, transporte y exportación (Liu et al., 2024). Esta ventaja, sumada a la diversidad genética de Colombia, permiten ofrecer ajís con características únicas que atraen a los compradores internacionales (Valero & Ordoñez, 2020). En el ámbito interno, el consumo aparente en 2021 fue de 33.243 toneladas, con un consumo per cápita de 0,6 kg y un precio de referencia de \$6.500. Este comportamiento, junto con los 350.000 empleos generados en el sector hortícola, demuestra el po-

tencial de crecimiento del mercado nacional (Ortiz Flórez, 2023). En síntesis, Colombia presenta un mercado con alto potencial para satisfacer la demanda nacional e internacional; no obstante, enfrenta desafíos asociados al cambio climático, que afecta la estabilidad productiva y genera pérdidas significativas (Baba et al., 2020). Por otra parte, la creciente presión global por alimentos y la demanda de productos con valor agregado impulsan el avance del fitomejoramiento en *Capsicum*, enfocado en perfeccionar características hortícolas y bioquímicas, así como en el desarrollo de bioproductos derivados del fruto (Tripodi et al., 2021; Srivastava & Mangal, 2019; Tripodi & Kumar, 2019).

Utilidades del fruto

El mercado de *Capsicum* se divide en cinco categorías principales (tabla 8.2): fruto fresco (verde, rojo o multicolor); fruto procesado (salsas, pastas y encurtidos); fruto seco y en polvo (como especia); extractos industriales (oleorresinas, carotenoi-

des y capsaicinoides), y variedades ornamentales (Poulos, 1994). Su dinámica comercial depende en gran medida de las preferencias regionales respecto al picante, y del desarrollo de productos con valor agregado (Srivastava & Mangal, 2019).

Tabla 8.2. Mercados del *Capsicum* y sus características de calidad del fruto

Tipo de mercado	Rasgos de calidad
Productos frescos (verde, rojo, amarillo).	Color, pungencia, forma, tamaño, sabor, espesor del exocarpio.
Procesamiento en fresco (salsa, pasta, enlatado, encurtido).	Color, pungencia, sabor, espesor del pericarpio.
Espicias secas (en polvo, fruto entero).	Color, pungencia, sabor, longitud, materia seca, bajo contenido de fibra cruda.
Oleorresina	Aceite con color o pungencia.
Ornamental de plantas y frutos.	Diversidad de colores, tamaño, porte bajo.

Fuente: Elaboración propia con base en Mohan Rao y Anilkumar (2020)

Los frutos de *Capsicum* se clasifican en ajís picantes y pimentones dulces. En los ajís se valoran el tamaño medio, alta pungencia, color rojo brillante, pocas semillas, pericarpio delgado y buena adherencia del cáliz, atributos que elevan su precio. Su clasificación depende del contenido de capsaicinoides: suaves (60-133 µg/g), medios (134-1.333), picantes (1.333-6.600) y extra picantes (> 6.600) (Jalgaonkar et al., 2024). En los pimentones, se prefieren frutos grandes, de forma cuadrada, con pericarpio grueso, colores brillantes (verde, rojo, amarillo o naranja) y alto contenido de antioxidantes y vitaminas (Srivastava & Mangal, 2019).

Para el fruto seco, se busca bajo contenido de humedad ($< 10\%$), pericarpio delgado y alto contenido de sólidos, que faciliten el secado y mantengan buena apariencia, además de un fácil desprendimiento del pedúnculo, ideal para exportación (Jalgaonkar et al., 2024; Srivastava & Mangal, 2019).

En el segmento del pimiento ornamental, su cultivo se realiza con fines decorativos o para jardines de especias y plantas aromáticas. Su valor radica en atributos estéticos y agronómicos, como el follaje contrastante; frutos de colores intensos y variados; rápido crecimiento; precocidad; tolerancia al calor y la sequía, y alto rendimiento por planta. Además, se aprecian su facilidad de propagación, tamaño compacto y diversidad de formas, factores determinantes para consumidores y comercializadores (Ramalho do Rêgo et al., 2018).

A pesar del crecimiento del mercado de *Capsicum* en sus diversas formas, incluidos los pimientos ornamentales, el sector enfrenta pérdidas del 5 al 30 % de la producción total, incluyendo subproductos y frutos descartados durante el procesamiento industrial (Baenas et al., 2019). Sin embargo, estos residuos, como cáscaras, tallos, semillas, pulpa y hasta frutos, representan una fuente valiosa para obtener productos de alto valor agregado, como oleorresinas y otros derivados con aplicaciones farmacéuticas e industriales.

Así mismo, la valorización de los subproductos de *Capsicum* abre oportunidades para reducir pérdidas y fomentar la sostenibilidad en la cadena productiva. En este sentido, Colombia ha avanzado mediante el procesamiento del fruto fresco, con el fin de generar productos de valor agregado, como salsas, encurtidos y mezclas innovadoras, elaboradas por marcas como Codi, ¡Ay, María!, El Robledal, Cocina Intuitiva y Sunny and Tasty (Guerrero, 2024). Estas iniciativas evidencian la capacidad del país para transformar el fruto en productos competitivos, para contrarrestar así las pérdidas en la cadena comercial y fortalecer su presencia en los mercados nacional e internacional.

Algunas variedades de interés en el mercado internacional sembradas en Colombia

En este apartado, se detallan las variedades de mayor impacto en la cadena productiva actual, destacando sus atributos morfológicos y su procedencia taxonómica:

» **Habanero:** perteneciente a *Capsicum chinense*, es una de las variedades más picantes del mundo (figura 8.6). Destaca por su aroma a frutas maduras y su sabor picante afrutado. Muy popular en México, Centroamérica y el Caribe, es ideal para salsas, aderezos y pasabocas intensos (Hugo Restrepo y Cía., 2021).





Figura 8.6. Aspecto del ají habanero.

Fotos: Hugo Restrepo y Cía.

» **Jalapeño:** variedad de *Capsicum annuum* con pungencia media y aroma característico (figura 8.7). Originario de Xalapa (México), es uno de los ajís



Figura 8.7. Aspecto del ají jalapeño.

Fotos: Hugo Restrepo y Cía.

» **Cayena:** también llamada pimienta de cayena, pertenece a *C. annuum* (figura 8.8). Es un arbusto de hasta un metro de altura que produce frutos alargados de unos quince



más reconocidos globalmente, por su versatilidad en la gastronomía y amplia aceptación en distintos mercados alimentarios (Hugo Restrepo y Cía., 2021).



centímetros, que se emplean deshidratados y molidos, con el fin de obtener la conocida pimienta cayena, muy valorada como especia (Hugo Restrepo y Cía., 2021).



Figura 8.8. Aspecto del ají cayena.

Fotos: Hugo Restrepo y Cía.

Algo más que salsa: formulaciones o productos comerciales

El aprovechamiento de *Capsicum* va más allá de las categorías tradicionales, impulsado por tendencias emergentes como la biotecnología y los procesos de extracción avanzada, que permiten desarrollar productos con alto valor nutracéutico, farmacológico e industrial. Empresas innovadoras están adoptando estas tecnologías para optimizar la producción y diversificar sus mercados.

La versatilidad del género se refleja en su incorporación a productos como jaleas, gomitas, chocolates, pasabocas, cervezas artesanales, aceites, vinagres aromatizados y salsas con combinaciones únicas (Ri-

beiro et al., 2019). En el sector cervecero, por ejemplo, destacan creaciones internacionales como Habanero Sculpin, Teotihuacan, Mexican Cake o Fatali Four, que incorporan chiles frescos o secos, lo que evidencia su potencial para la innovación en alimentos y bebidas (Generación M / Bloomberg, 2019).

En el ámbito farmacológico, *Capsicum* se utiliza por sus propiedades analgésicas y moduladoras de procesos biológicos (tablas 8.3 y 8.4), de manera que se consolida como una prometedora alternativa natural para el desarrollo de formulaciones terapéuticas.



Tabla 8.3. Algunas formulaciones o productos comerciales a base de *Capsicum* con uso analgésico

Nombre	Ingrediente	Usos	Administración	Referencia
Parche de calor CVS	Ají (<i>C. annuum</i>).	Alivio temporal de dolores musculares y de las articulaciones: distensiones, artritis, dolor de espalda leve, hematomas y esguinces.	Parche de uso tópico, se aplica en el área afectada de 3 a 4 veces al día sin exceder las 8 h de uso.	CVS.com (s. f.), Yuca (2022).
Qutenza 179 mg (parche cutáneo).	Capsaicina.	Indicado para el tratamiento del dolor neuropático periférico en adultos, solo o en combinación con otros medicamentos para el tratamiento del dolor.	Uso cutáneo; aplicar en piel intacta, no irritada y seca, en zonas más dolorosas (utilizando un máximo de 4 parches) entre 30 y 60 min (prescripción médica) con repetición cada 90 días si el dolor persiste.	Pérez de la Fuente y Cárcamo Hermoso (2021).
Hysan Deguo Porous <i>Capsicum</i> (yeso).	Ají (<i>C. annuum</i>).	Se utiliza para aliviar temporalmente dolores menores de músculos y articulaciones relacionados con esguinces, artritis, hematomas, dolores de espalda simples y distensiones.	Uso de forma tópica.	FDA.report (s. f.), Yuca, 2022).
SinolM (aerosol nasal).	Ají (<i>C. annuum</i>).	Proporciona un alivio rápido del dolor de cabeza y migraña, así como de dolor tensional, premenstrual, menstrual y sinusal.	Se debe agitar el frasco antes de cada uso. Se rocía una o dos veces en cada fosa nasal y se inhala profundamente hasta la cavidad nasal. Si el dolor de cabeza es intenso, se puede utilizar dos o tres veces según las indicaciones.	Walmart (s. f.-b), Yuca (2022).
Producto en desarrollo: CNTX-4975 (inyección intraarticular).	Capsaicina.	Indicado para el tratamiento de osteoartritis (OA) crónica, de moderada a grave; dolor de rodilla asociado, y dolor asociado con el neuroma de Morton.	Inyección de 0,5 mg o 1,0 mg; estudiado como una inyección única o administrado cada 6 meses.	Campbell et al. (2021), Zhang et al. (2021).
Extra Strength Balm (ungüento).	Extracto de ají.	Alivio específico, duradero y estimulante para dolores y molestias, desde dolor de cuello hasta artritis, esguinces y hematomas.	Aplicar sobre la zona dolorosa y masajear hasta absorción.	Saje Natural Wellness (s. f.).
Pastillas sin azúcar Fisherman’s Friend.	Pimiento (<i>C. annuum</i>).	Alivio a corto plazo de la congestión nasal, el dolor de garganta y la tos.	Una pastilla cada 2 horas según sea necesario.	Walmart (s. f.-a).

Fuente: Elaboración propia con base en DrugBank (s. f.).

Tabla 8.4. Actividades biológicas de *Capsicum*

Actividades	Modelos	Compuesto bioactivo
Efecto antimicrobiano.	<i>Micrococcus</i> sp. (20 mm), <i>Bacillus</i> (10 mm), <i>Escherichia coli</i> (17 mm), <i>Pseudomonas</i> sp. (16 mm) y <i>Citrobacter</i> sp. (15 mm).	Capsaicina.
	<i>Salmonella typhimurium</i> y <i>Pseudomonas aeruginosa</i> .	Capsaicina.
	<i>Staphylococcus aureus</i> UFPEDA02, <i>Enterococcus faecalis</i> ATCC6057, <i>Bacillus subtilis</i> UFPEDA 86 y bacterias Gram negativas (<i>E. coli</i> ATCC25922, <i>Klebsiella pneumoniae</i> ATCC29665, <i>P. aeruginosa</i> UFPEDA416) y una cepa de levadura (<i>Candida albicans</i> UFPEDA 1007).	CAY-1 saponina.
	<i>Saccharomyces cerevisiae</i> , <i>Candida albicans</i> , <i>Candida parapsilosis</i> , <i>Candida tropicalis</i> , <i>Pichia membranifaciens</i> , <i>Kluyveromyces marxianus</i> , <i>Candida guilliermondii</i> , <i>Aspergillus flavus</i> y <i>Aspergillus niger</i> .	Péptido obtenido de semillas <i>Capsicum frutescens</i> .
Efecto antivírico.	Virus de herpes cutáneo en conejillo de indias.	Capsaicina.
Efectos insecticidas, antihelmínticos y larvicidas.	Mosquitos <i>Aedes aegypti</i> .	Extracto de <i>C. frutescens</i> .
	Cercaria de <i>Schistosoma mansoni</i> .	Extractos de hojas de <i>C. annum</i> .
Propiedades antiinflamatorias.	Inflamación de la pata trasera de rata inducida por inyecciones subplantares de albúmina de huevo fresca (0,5 ml/kg).	Extracto de acetato de etilo de <i>C. frutescens</i> .
Efectos cardiovasculares	Perros anestesiados con inyecciones intravenosas.	Capsaicina.
Propiedades antitrombóticas y vasodilatadoras	Conejos con una dieta rica en colesterol (1 %) y ají (1 %).	Ají.

Fuente: Elaboración propia con base en Batiha et al. (2020)

Además de su uso en alimentos y formulaciones farmacéuticas, el aprovechamiento de *Capsicum* se extiende a la obtención de subproductos de alto valor, entre los que destaca la oleorresina. Este extracto se obtiene mediante procesos con solventes orgánicos o tecnologías avanzadas, como ultrasonido, microondas y fluidos supercríticos, que mejoran la concentración de compuestos bioactivos (Bae et al., 2012). Sin

embargo, su implementación en países como Colombia enfrenta desafíos por los altos costos y los requerimientos tecnológicos (Melgar-Lallanne et al., 2017). A pesar de ello, la oleorresina mantiene una alta demanda internacional, especialmente en la industria, en la que se emplea como colorante, saborizante y en diversos productos procesados, incluso gases antidisturbios (Feiner, 2006; Pejchal, 2020).

Una historia del picante en el Valle del Cauca y Colombia: Hugo Restrepo y Cía., más de 45 años apostando por el agro colombiano

Hugo Restrepo y Cía. es una empresa familiar del Valle del Cauca, fundada en 1976 y con sede principal en Yumbo, que ha expandido sus operaciones hasta Perú. Se especializa en la producción y comercialización de pastas y productos deshidratados de ají, orientados principalmente a la industria alimentaria nacional e internacional. Sus mercados más importantes incluyen Estados Unidos, Europa, Medio Oriente y Colombia, con un 98 % de su producción destinada a la exportación. Entre las variedades procesadas destacan jalapeño, cayena, habanero y tabasco, las cuales son formuladas en distintas presentaciones, según los requerimientos del cliente (Hugo Restrepo y Cía., 2021).

La empresa mantiene un firme compromiso con la investigación, el desarrollo y la sostenibilidad, con miras a mejorar la eficiencia productiva, fomentar la innovación mediante productos no tradicionales y diversi-

ficar su portafolio con materias primas derivadas del ají, para generar además un impacto social positivo en las zonas de cultivo. Estas acciones se integran en una estrategia orientada a la protección ambiental y la mitigación del cambio climático (Hugo Restrepo y Cía., 2021). En este marco, la compañía se ha consolidado como un aliado clave en la articulación academia-empresa, participando en iniciativas del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación en favor del fortalecimiento de la bioeconomía del país. Por esta razón, ha sido un aliado estratégico en el estudio del Banco de Germoplasma Vegetal para la Alimentación y la Agricultura de la Nación Colombiana.

Modelo de negocio

El modelo de negocio de la compañía Hugo Restrepo y Cía. se fundamenta en la firma de contratos agrícolas con pequeñas asociaciones o agricultores tanto



en Colombia como en Perú. Mediante estos acuerdos, se establece una relación estrecha con los agricultores, en la cual se fija un precio por kilogramo para la totalidad de las cosechas. Además, la compañía proporciona las semillas y ofrece un acompañamiento técnico detallado, todo con el fin de satisfacer las necesidades específicas de cada plantación y asegurar que se cumplan las exigencias de calidad y las demandas del mercado (Hugo Restrepo y Cía., 2021).

En dicho escenario, para 2024 la compañía contaba con 99 agricultores contratados y 250 hectáreas sembradas en 6 regiones de Colombia, lo que impacta económicamente a unas 300 familias y a cerca de 1.200 personas (Hugo Restrepo y Cía., 2021).

Origen y consolidación empresarial de Hugo Restrepo y Cía.

La empresa Hugo Restrepo y Cía. fue fundada por Hugo Restrepo Ramírez, economista egresado de la Universidad Nacional de Colombia y especializado en Finanzas en la Universidad de Stanford (Estados Unidos). Su trayectoria académica y profesional incluyó cargos como rector de la Universidad del Valle 1971, vicepresidente financiero de la Corporación Financiera del Valle y miembro de la junta directiva de Andesat, empresa promotora del sistema satelital andino (Hugo Restrepo y Cía., 2021).

A partir de su experiencia en el sector agrícola y financiero, identificó el potencial productivo del cultivo de ají en Colombia, lo que condujo a la crea-

ción de Hugo Restrepo y Cía. y Capsicum Andino (Hugo Restrepo y Cía., 2021). En más de cuatro décadas, la compañía evolucionó de un proyecto de evaluación agrícola desarrollado en el Valle del Cauca, en colaboración con McIlhenny Co., hacia un modelo empresarial orientado a la sostenibilidad, basado en la optimización de prácticas agrícolas, el fortalecimiento del conocimiento técnico de los productores y la integración del cultivo de *Capsicum* en estrategias de desarrollo rural sostenible.

Estrategias empresariales y adaptación al mercado de *Capsicum*

El éxito empresarial de Hugo Restrepo y Cía. se fundamenta en cinco ejes estratégicos: i) la selección de variedades adaptadas al mercado y a las condiciones agroclimáticas locales; ii) la implementación de prácticas agrícolas sostenibles y tecnológicamente avanzadas, como la agricultura de precisión; iii) la diversificación de canales de comercialización y exportación hacia mercados de alta demanda; iv) el establecimiento de alianzas estratégicas con instituciones académicas, gubernamentales y productivas para fortalecer la innovación y el acceso a nuevos mercados, y v) la actualización continua frente a tendencias de consumo y regulaciones internacionales, con énfasis en la producción sostenible y el cumplimiento de estándares de calidad.

En conjunto, estas estrategias han permitido a la empresa consolidar un modelo de negocio sostenible, competitivo y alineado con las dinámicas globales del sector agroindustrial del *Capsicum*.



Reflexión

Las oportunidades de transformación de la materia prima del *Capsicum* son bastante amplias, de acuerdo con lo expuesto hasta este punto. Los casos de éxito cobran una especial relevancia al servir de ejemplo para la agroindustria, en la cual se pueden difuminar las estrategias de negocio que carecen de un factor diferenciador. Por lo anterior, es vital unir los diferentes eslabones de la cadena de producción primaria, pasando por la transformación y culminando con la comercialización.

Foto: Oscar Alfonso Loaiza-Loaiza

Referencias

- Agronet. (2024). *Base agrícola EVA de 2019 a 2023 [archivo Excel]. Reporte: evaluaciones agropecuarias - EVA y Anuario Estadístico del Sector Agropecuario*. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR). <https://www.agronet.gov.co/estadistica/Paginas/home.aspx?cod=59>
- Baba, V. Y., Powell, A. F., Ivamoto-Suzuki, S. T., Pereira, L. F. P., Vanzela, A. L. L., Giacomini, R. M., Strickler, S. R., Mueller, L. A., Rodrigues, R., & Gonçalves, L. S. A. (2020). Capsidiol-related genes are highly expressed in response to *Colletotrichum scovillei* during *Capsicum annuum* fruit development stages. *Scientific Reports*, 10(1), 12048. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-68949-5>
- Bae, H., Jayaprakasha, G. K., Jifon, J., & Patil, B. S. (2012). Variation of antioxidant activity and the levels of bioactive compounds in lipophilic and hydrophilic extracts from hot pepper (*Capsicum* spp.) cultivars. *Food Chemistry*, 134(4), 1912-1918. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2012.03.108>
- Baenas, N., Belović, M., Ilic, N., Moreno, D. A., & García-Viguera, C. (2019). Industrial use of pepper (*Capsicum annuum* L.) derived products: technological benefits and biological advantages. *Food Chemistry*, 274, 872-885. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2018.09.047>
- Batiha, G. E. S., Alqahtani, A., Ojo, O. A., Shaheen, H. M., Wasef, L., Elzeiny, M., Ismail, M., Shalaby, M., Murata, T., Zaragoza-Bastida, A., Rivero-Pérez, N., Beshbishy, A. M., Kasozi, K. I., Jeandet, P., & Hetta, H. F. (2020). Biological properties, bioactive constituents, and pharmacokinetics of some *Capsicum* spp. and capsaicinoids. *International Journal of Molecular Sciences*, 21(15), 5179. <https://doi.org/10.3390/IJMS21155179>
- Campbell, J. N., Stevens, R., Hanson, P., Connolly, J., Meske, D. S., Chung, M. K., & Lascelles, B. D. X. (2021). Injectable Capsaicin for the management of pain due to osteoarthritis. *Molecules*, 26(4), 778. <https://doi.org/10.3390/MOLECULES26040778>
- Dailymed. (s. f.). *CVS Health Capsicum Treatment Medicated Heat Patch, Large*. <https://dailymed.nlm.nih.gov/dailymed/fda/fdaDrugXsl.cfm?setid=74758792-aa41-4e89-97c9-8a801ab2dd9a>
- DrugBank. (s. f.). *Capsicum*. DrugBank. <https://go.drugbank.com/drugs/DB10897>
- El Mostrador. (2019, mayo 2). *La nueva tendencia mundial en cervezas artesanales: elaboradas con ají*. <https://www.elmostrador.cl/generacion-m/2019/05/02/la-nueva-tendencia-mundial-en-cervezas-artesanales-elaboradas-con-aji/>
- FDA.report. (s. f.). *Hysan Deguo Porous Capsicum-capsicum plaster*. <https://fda.report/DailyMed/e8eda611-1b22-4d1b-81e5-12afe3607777>
- Feiner, G. (2006). *Meat products handbook: practical science and technology*. Woodhead. https://ibf.iuh.edu.vn/wp-content/uploads/2020/04/G.-Feiner-Meat-Products-Handbook_-Practical-Science-and-Technology-Woodhead-Publishing-in-Food-Science-Technology-and-Nutrition-2006.pdf
- Govindarajan, V. S., & Sathyanarayana, M. N. (1991). *Capsicum* - production, technology, chemistry, and quality. Part V. Impact on physiology, pharmacology, nutrition, and metabolism; structure, pungency, pain, and desensitization sequences. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 29(6), 435-474. <https://doi.org/10.1080/10408399109527536>

- Guerrero, D. (2024, enero 26). *Ajíes colombianos, la industria del dulce picor*. 7 Canibales. <https://www.7canibales.com/despensa/ajies-colombianos-la-industria-del-dulce-picor/>
- Hugo Restrepo y Cía. (2021). *Hugo Restrepo: ají en pasta como ingrediente para la industria alimentaria*. <https://hugorestrepo.com/>
- International Trade Centre. (2025). *Lista de los países importadores para el producto seleccionado en 2023: Producto 0904 - Pimienta del género “Piper”; frutos de los géneros “Capsicum” o “Pimenta”, secos, triturados o pulverizados*. https://www.trademap.org/Country_SelProduct.aspx?nvpm=3%7c%7c%7c%7c%7c0904%7c%7c%-7c4%7c1%7c1%7c1%7c1%7c1%7c2%7c3%7c1%7c1
- Jaiswal, V., Rawoof, A., Gahlaut, V., Ahmad, I., Chhakekar, S. S., Dubey, M., & Ramchiary, N. (2022). Integrated analysis of DNA methylation, transcriptome, and global metabolites in interspecific heterotic *Capsicum* F1 hybrid. *IScience*, 25(11), 105318. <https://doi.org/10.1016/J.ISCI.2022.105318>
- Jalgaonkar, K., Mahawar, M. K., Girijal, S., & Hp, G. (2024). Post-harvest profile, processing and value addition of dried red chillies (*Capsicum annum* L.). *Journal of Food Science and Technology*, 61(2), 201-219. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38196718/>
- Liu, M., Hu, L., Deng, N., Cai, Y., Li, H., Zhang, B., & Wang, J. (2024). Effects of different hot-air drying methods on the dynamic changes in color, nutrient and aroma quality of three chili pepper (*Capsicum annum* L.) varieties. *Food Chemistry*, 10(22), 101262. <https://doi.org/10.1016/J.FOCHX.2024.101262>
- Melgar-Lalanne, G., Hernández-Álvarez, A. J., Jiménez-Fernández, M., & Azuara, E. (2017). Oleoresins from *Capsicum* spp.: extraction methods and bioactivity. *Food and Bioprocess Technology*, 10(1), 51-76. <https://doi.org/10.1007/S11947-016-1793-Z>
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural [MADR]. (2021). *El gobierno nacional logró que Colombia exporte pimentones y ají a Estados Unidos*. <https://www.minagricultura.gov.co/noticias/Paginas/El-Gobierno-Nacional-logr%C3%B3-que-Colombia-exporte-pimentones-y-aj%C3%AD-a-Estados-Unidos%E2%80%8B.aspx>
- Mohan Rao, A., & Anilkumar, C. (2020). Conventional and contemporary approaches to enhance efficiency in breeding chilli/hot pepper. *Accelerated Plant Breeding*, 2, 223-269. <https://ouci.dntb.gov.ua/en/works/1D0E5vZl/>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO]. (2024a). *Faostat: Datos de comercio de cultivos y productos de ganadería*. <https://www.fao.org/faostat/es/#data/TCL>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO]. (2024b). *Faostat: Datos de producción de cultivos y productos de ganadería*. <https://www.fao.org/faostat/es/#data/QCL>
- Ortiz Florez, S. A. (2023, enero). *Contexto de cadena: hortalizas - Ají*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA). <https://repository.agrosavia.co/server/api/core/bitstreams/ad18855a-d8df-47dd-9781-02422ae91343/content>
- Pejchal, J. (2020). Riot control agents. En R. C. Gupta (Ed.), *Handbook of toxicology of chemical warfare agents* (pp. 171-196). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-819090-6.00012-X>
- Pérez de la Fuente, T., & Cárcamo Hermoso, C. (2021). El parche de capsaicina: una nueva herramienta para el tratamiento del dolor neuropático tras cirugía mamaria. *Revista de Senología y Patología Mamaria*, 34(4), 244-246. <https://doi.org/10.1016/J.SENOL.2020.05.009>

- Poulos, J. (1994). Pepper breeding (*Capsicum* spp.): achievements, challenges and possibilities. *Plant Breed*, 64, 143-155. <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/full/10.5555/19941603579>
- Ramvalho do Rêgo, E., Monteiro do Rêgo, M., & Do Rêgo, E. R. (2018). *Ornamental pepper*. En Van Huylenbroeck, J. (Eds.), *Ornamental Crops. Handbook of Plant Breeding* (Vol. 11, pp. 529-565). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-90698-0_22
- Ribeiro, C., Reifschneider, F., Carvalho, S., Bianchetti, L., & Buso, G. (2019). Embrapa's *Capsicum* breeding program - Looking back... into the Future. *Crop Breeding, Genetics and Genomics*, 2(1), e200001. <https://doi.org/10.20900/CBGG20200001>
- Saje Natural Wellness. (s. f.). *Extra strength balm warming. Pain relief ointment*. <https://www.saje.com/en-io/products/extra-strength-warming-balm>
- Srivastava, A., & Mangal, M. (2019). *Capsicum breeding: history and development*. En N. Ramchiary, & C. Kole (Eds.), *The capsicum genome: compendium of plant genomes* (pp. 25-55). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-97217-6_3
- Tripodi, P., & Kumar, S. (2019). *The Capsicum crop: an introduction*. En N. Ramchiary, & C. Kole (Eds.), *The Capsicum genome: compendium of plant genomes* (pp. 1-8). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-97217-6_1
- Tripodi, P., Rabanus-Wallace, M. T., Barchi, L., Kale, S., Esposito, S., Acquadro, A., Schafleitner, R., Van Zonneveld, M., Prohens, J., Diez, M. J., Börner, A., Salinier, J., Caromel, B., Bovy, A., Boyaci, F., Pasev, G., Brandt, R., Himmelbach, A., Portis, E., ... Stein, N. (2021). Global range expansion history of pepper (*Capsicum* spp.) revealed by over 10,000 genebank accessions. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 118(34), e2104315118. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34400501/>
- Valero, E., & Ordóñez, J. G. (2020). *Diagnóstico de la competitividad del mercado del ají en Colombia* [Tesis de pregrado, Colegio de Estudios Superiores de Administración]. Repositorio CESA. <https://repository.cesa.edu.co/server/api/core/bitstreams/29e610cc-8f5e-4b6e-b257-c011a2d7d905/content>
- Walmart. (s. f.-a). *Fisherman's Friend sugar free cherry menthol cough suppressant lozenges, 40 count*. <https://www.walmart.com/ip/Fisherman-s-Friend-Sugar-Free-Cherry-Menthol-Cough-Suppressant-Lozenges-40-Count/101907157>
- Walmart. (s. f.-b). *Sinol - Sinol-M All-Natural Allergy/Sinus Nasal Spray with MucoAd - 15 ml*. <https://www.walmart.com/ip/Sinol-Sinol-M-All-Natural-Allergy-Sinus-Nasal-Spray-with-MucoAd-15-ml/27230130>
- Xavier, A. A. O., & Pérez-Gálvez, A. (2016). Peppers and Chilies. En B. Caballero, P. M. Finglas, & F. Toldrá (Eds.), *Encyclopedia of food and health* (pp. 301-306). <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-384947-2.00533-X>
- Yuca, H. (2022). *Capsicum annuum* L. En M. İlhan, T. Belwal, G. Dereli, & F. Tuğçe (Eds.), *Novel drug targets with traditional herbal medicines: scientific and clinical evidence* (pp. 95-108). Springer. https://tewaharoa.victoria.ac.nz/discovery/fulldisplay?docid=alma99181136569702386&context=L&vid=64VUW_INST:VUWNUI&lang=en&adaptor=Local%20Search%20Engine
- Zhang, R., Muzzio, K., & Dragic Luciani, L. (2021). Analgesics of the future: novel capsaicin formulation CNTX-4975. *Practical Management of Pain*, 21(4). <https://www.medcentral.com/meds/novel-capsaicin-formulation-cntx-4975>