

**Diseño, formulación y aplicación de sabores en polvo en la industria alimentaria:
innovación y tecnología en la ciencia de los saborizantes**

Junior Armando Rojas Ruiz

Asesor

Juan Camilo Mendoza Combat

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD

Escuela de Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería - ECBTI

Ingeniería De Alimentos

2025

Resumen

Este trabajo presenta una revisión teórica y documental sobre el diseño, formulación y aplicación de sabores en polvo en la industria alimentaria. Se abordan los fundamentos científicos y tecnológicos que sustentan la creación de saborizantes en polvo, incluyendo los métodos de encapsulación, las tecnologías de producción y las aplicaciones específicas en diferentes matrices alimentarias. La investigación adopta un enfoque exploratorio basado en la sistematización de fuentes académicas y técnicas especializadas. Los resultados muestran que los sabores en polvo representan una solución tecnológica importante para la industria alimentaria moderna, ofreciendo ventajas en términos de estabilidad, facilidad de manejo y versatilidad de aplicación.

Palabras clave: sabores en polvo, encapsulación, industria alimentaria, saborizantes, tecnología de alimentos

Abstract

This work presents a theoretical and documentary review on the design, formulation and application of powder flavors in the food industry. The scientific and technological foundations that support the creation of powder flavorings are addressed, including encapsulation methods, production technologies and specific applications in different food matrices. The research adopts an exploratory approach based on the systematization of academic and specialized technical sources. The results show that powder flavors represent an important technological solution for the modern food industry, offering advantages in terms of stability, ease of handling and versatility of application.

Keywords: powder flavors, encapsulation, food industry, flavorings, food technology

Tabla de Contenido

Resumen.....	1
Abstract.....	3
Introducción.....	5
Justificación.	12
Objetivos.....	12
Objetivo General.....	12
Objetivos Específicos.....	12
Planteamiento del Problema.	12
Preguntas de Investigación	15
Marco Conceptual.....	17
Marco Teórico	21
Estado del Arte.....	27
Conclusiones.....	29
Recomendaciones	31
Referencias Bibliográficas.....	34

Introducción

La industria alimentaria ha experimentado una transformación radical en las últimas décadas, impulsada por la necesidad de innovar en el diseño y la formulación de productos que respondan a las demandas cada vez más exigentes de los consumidores (Zambrano, 2023). En este contexto, el desarrollo de sabores en polvo se ha posicionado como una alternativa clave para mejorar la experiencia sensorial de los alimentos, permitiendo la incorporación de perfiles aromáticos complejos en diversas matrices (Vázquez, 2020). La creciente tendencia hacia la alimentación procesada y el interés por productos que ofrezcan estabilidad, calidad y facilidad de almacenamiento han impulsado la investigación en esta área (Rodrigo, 2021), mientras que el cumplimiento de normativas sanitarias y de seguridad alimentaria sigue siendo un requisito fundamental (García & López, 2021).

En un mundo globalizado, las preferencias y expectativas de los consumidores han evolucionado, exigiendo productos alimenticios que no solo sean nutritivos, sino que también ofrezcan experiencias sensoriales únicas (Peñaloza & Hernández, 2020). Los sabores en polvo posibilitan la estandarización y conservación de las características organolépticas de los alimentos, lo cual resulta fundamental en una industria en la que la diferenciación es clave para competir en el mercado (Cardona, 2021). Este enfoque innovador no solo reduce las variaciones en el sabor de los productos, sino que también facilita la incorporación de aromas de alta calidad en procesos de fabricación industrial (De la Espriella-Angarita & Pérez, 2021), considerando que la capacidad de mantener la estabilidad de los compuestos aromáticos a lo largo del tiempo es determinante para la aceptación del consumidor y la competitividad en el sector (Arslan & Durak, 2020).

Los avances tecnológicos han desempeñado un papel esencial en el desarrollo de sabores en polvo, siendo la microencapsulación una de las estrategias más utilizadas para garantizar la estabilidad y funcionalidad de los compuestos volátiles (Gouin, 2020). Esta técnica protege los ingredientes activos de factores ambientales adversos como la luz, la humedad y la temperatura, prolongando su vida útil y mejorando su liberación controlada en el momento oportuno (Sanguansri & Augustin, 2020). En la industria alimentaria, la microencapsulación se ha aplicado en una amplia variedad de productos, desde bebidas hasta productos horneados, lo cual permite que los sabores en polvo mantengan su intensidad y calidad a lo largo del tiempo (Champaña & Fustier, 2020). Además, el uso de polímeros biodegradables en la encapsulación ha contribuido a reducir el impacto ambiental de estos procesos, alineándose con las tendencias de sostenibilidad y consumo responsable (García & López, 2020).

Las aplicaciones de los sabores en polvo en la industria alimentaria son diversas, abarcando desde la mejora del perfil sensorial hasta el desarrollo de productos funcionales con propiedades específicas (Smith & Jones, 2020). En el sector de bebidas, estos compuestos permiten la creación de mezclas instantáneas con una disolución rápida y homogénea, mejorando la experiencia del consumidor (Wong & Tan, 2020). Mientras que, en la panificación y repostería, optimizan la distribución de compuestos aromáticos y su estabilidad durante el proceso de cocción (Chen, 2020). Por otro lado, investigaciones en productos de panadería evidencian que la utilización de técnicas de microencapsulación facilita la incorporación de sabores naturales, logrando una mejor aceptación sensorial del producto final (Tandfonline, 2024).

Dada la relevancia e impacto de los sabores en polvo en la industria, es fundamental continuar la investigación y desarrollo de nuevas tecnologías que optimicen tanto su producción

como su aplicación. La evolución de técnicas como la microencapsulación ha demostrado ser una estrategia efectiva para garantizar la estabilidad y funcionalidad de estos compuestos, lo que contribuye a la innovación en el sector y a la formulación de productos alimentarios de alta calidad, con el potencial de transformar la industria en el futuro.

Según este trabajo (Romero, 2025), se adopta un enfoque teórico y documental, centrado en la recopilación, análisis y sistematización de fuentes académicas y técnicas sobre el diseño, formulación y aplicación de sabores en polvo en la industria alimentaria. No se realiza trabajo experimental, pero se abordan temas como la evolución tecnológica de los sabores en polvo, la microencapsulación de compuestos aromáticos, la estabilidad y funcionalidad de los ingredientes, y su aplicación en distintos sectores alimentarios. El propósito de esta monografía es presentar un panorama integral del desarrollo de sabores en polvo, identificando las estrategias que permiten optimizar su calidad, estabilidad y aceptación sensorial. Entre los objetivos se incluyen: analizar los avances recientes en tecnologías de encapsulación y formulación, evaluar las aplicaciones industriales de los sabores en polvo, y ofrecer un marco conceptual que apoye futuras investigaciones en el área.

Justificación

La microencapsulación ha emergido como una tecnología clave en la industria alimentaria, permitiendo la protección y liberación controlada de compuestos bioactivos, saborizantes y nutrientes esenciales (Zambrano, Martínez, & Gómez, 2023). No obstante, a pesar de su creciente aplicación, persisten vacíos en la investigación sobre la estabilidad de los compuestos encapsulados en diferentes condiciones de almacenamiento y procesamiento (García & López, 2021). La presente investigación busca abordar estas brechas, proporcionando un análisis detallado de las metodologías de microencapsulación y su impacto en la funcionalidad de los productos alimentarios.

Uno de los principales desafíos en la industria es la pérdida de compuestos sensibles a factores ambientales como la luz, el oxígeno y la humedad, lo que puede afectar su estabilidad y biodisponibilidad (De la Espriella-Angarita & Pérez, 2021). La microencapsulación ha sido propuesta como una solución viable para mitigar estos efectos negativos, pero aún se requiere un estudio más profundo sobre las interacciones entre la matriz encapsulante y los compuestos bioactivos (Peñaloza & Hernández, 2020).

La encapsulación de probióticos en alimentos funcionales es un campo que ha ganado interés en los últimos años, ya que permite mejorar la viabilidad de los microorganismos beneficiosos hasta su consumo (García & López, 2021). Sin embargo, las técnicas actuales presentan limitaciones en la selección de materiales encapsulantes que garanticen la resistencia a condiciones ácidas y al calor durante el procesamiento industrial (Champagne & Fustier, 2020).

Por otro lado, la microencapsulación de compuestos liposolubles como los ácidos grasos omega-3 y omega-6 representa un reto técnico debido a la oxidación rápida de estos nutrientes (Sanguansri & Augustin, 2020). Se han desarrollado nuevas estrategias, como la utilización de

biopolímeros y emulsificantes naturales, pero su aplicabilidad en matrices alimentarias aún requiere evaluación científica (Gouin, 2020).

En el contexto de bebidas en polvo, la microencapsulación ha permitido mejorar la solubilidad y estabilidad de ingredientes como vitaminas y minerales, optimizando su aplicación en productos de consumo masivo (Vázquez, 2020). Sin embargo, la eficacia de las técnicas de secado por aspersión o coacervación sigue siendo objeto de discusión, especialmente en lo que respecta a la conservación de propiedades organolépticas y funcionales (Arslan & Durak, 2020).

La industria también enfrenta desafíos en la microencapsulación de aromas y fragancias, ya que la liberación prematura de estos compuestos puede afectar la aceptación del producto por parte del consumidor (Wong & Tan, 2020). Se han propuesto vehículos de liberación controlada para mejorar la retención aromática, pero su validación en entornos reales sigue siendo limitada (Rodrigo Entote, 2021).

En cuanto a la aplicación en emulsiones alimentarias, la microencapsulación ha demostrado ser una estrategia efectiva para mejorar la estabilidad de productos líquidos y semisólidos, reduciendo la coalescencia de las gotas de aceite y prolongando la vida útil del producto (Smith & Jones, 2020). No obstante, aún es necesario desarrollar formulaciones optimizadas que equilibren costo y rendimiento (Cardona, Martínez, & Gómez, 2021).

Finalmente, el potencial de la microencapsulación en la fortificación de alimentos con nutrientes esenciales sigue siendo un área de investigación activa (Chen, 2020). La incorporación de hierro, calcio y otros minerales en matrices encapsuladas ha mostrado resultados prometedores en la lucha contra la malnutrición, pero su biodisponibilidad y absorción a nivel intestinal requieren estudios adicionales (García & López, 2020).

En conclusión, la microencapsulación representa una solución innovadora para diversos desafíos en la industria alimentaria, pero aún existen brechas en la investigación que deben abordarse para optimizar su aplicación. La presente investigación contribuye a este campo al analizar los avances actuales y las oportunidades de mejora en el desarrollo de técnicas de encapsulación.

La presente investigación se justifica por su contribución al fortalecimiento del conocimiento sobre técnicas de microencapsulación y su impacto en la funcionalidad y estabilidad de productos alimentarios. Se espera que los resultados permitan optimizar la formulación de alimentos funcionales y procesados, mejorar la conservación de compuestos sensibles y ampliar la aplicación de ingredientes bioactivos en distintas matrices alimentarias. Los beneficios se extienden a la industria alimentaria, al ofrecer estrategias que aumenten la calidad, seguridad y aceptación de los productos; a los investigadores y profesionales del sector, al proporcionar información actualizada sobre metodologías y materiales de encapsulación; y finalmente, a los consumidores, al garantizar alimentos con propiedades nutricionales y sensoriales superiores, contribuyendo a una dieta más saludable y a una experiencia alimentaria más satisfactoria.

Según Romero (2025), la presente investigación se justifica por su contribución al fortalecimiento del conocimiento sobre técnicas de microencapsulación y su impacto en la funcionalidad y estabilidad de productos alimentarios. Se espera que los resultados permitan optimizar la formulación de alimentos funcionales y procesados, mejorar la conservación de compuestos sensibles y ampliar la aplicación de ingredientes bioactivos en distintas matrices alimentarias. Los beneficios se extienden a la industria alimentaria, al ofrecer estrategias que aumenten la calidad, seguridad y aceptación de los productos; a los investigadores y

profesionales del sector, al proporcionar información actualizada sobre metodologías y materiales de encapsulación; y finalmente, a los consumidores, al garantizar alimentos con propiedades nutricionales y sensoriales superiores, contribuyendo a una dieta más saludable y a una experiencia alimentaria más satisfactoria.

Objetivos

Objetivo General

Analizar el diseño, formulación y aplicación de sabores en polvo en la industria alimentaria, en función de los avances tecnológicos y técnicas innovadoras. Permite obtener un panorama integral del estado actual de la industria de sabores en polvo, identificando los factores que influyen en su desarrollo y aplicabilidad, y proporcionando una base conceptual para futuras investigaciones o mejoras tecnológicas.

Objetivos Específicos

Identificar los factores clave en el diseño y desarrollo de sabores en polvo, incluyendo su clasificación y aplicaciones en distintas matrices alimentarias. Facilita la comprensión de cómo se seleccionan y utilizan los sabores en polvo según la matriz alimentaria, ayudando a optimizar la formulación de productos con mejores características sensoriales y funcionales

Comparar el impacto de las innovaciones tecnológicas en la formulación de sabores en polvo, haciendo énfasis en técnicas de encapsulación, eficiencia del proceso y tendencias orientadas a la sostenibilidad y aceptación del consumidor. Brinda información sobre cómo la innovación tecnológica influye en la eficiencia de producción, la conservación de aromas y nutrientes, y en la sostenibilidad del proceso, ofreciendo criterios para decisiones estratégicas en la industria alimentaria.

Examinar los componentes esenciales en la producción de sabores en polvo, como núcleos, vehículos y secantes, así como los métodos tecnológicos empleados para mejorar su calidad y estabilidad. Permite identificar qué elementos y técnicas influyen en la calidad final del

producto, contribuyendo a reducir pérdidas, mejorar la estabilidad de compuestos sensibles y garantizar consistencia en la experiencia del consumidor.

Planteamiento del Problema

El desarrollo de sabores en polvo en la industria alimentaria es un proceso complejo que enfrenta desafíos en términos de estabilidad, funcionalidad y percepción sensorial. Estos sabores se utilizan ampliamente en productos como bebidas instantáneas, sopas deshidratadas y productos de panadería, donde la retención de los compuestos aromáticos es clave para garantizar la calidad y aceptación del producto final (zambrano, Martínez, & gómez, (2023)). Sin embargo, factores como la humedad, la temperatura y la exposición a la luz pueden degradar los compuestos volátiles, reduciendo su efectividad y alterando el perfil sensorial de los alimentos (Vázquez Valdez, (2020)). Esta problemática ha impulsado la búsqueda de soluciones innovadoras para mejorar la estabilidad de los sabores en polvo.

Una de las estrategias más prometedoras para abordar este problema es la microencapsulación, una técnica que permite proteger los compuestos aromáticos y controlar su liberación en los alimentos. Investigaciones han demostrado que el uso de biopolímeros naturales como la goma arábica y la maltodextrina mejora significativamente la estabilidad y retención de los compuestos encapsulados (García & López, (2021)). No obstante, aún persisten desafíos en la optimización de estas formulaciones, especialmente en la selección de agentes encapsulantes y en el ajuste de los parámetros de procesamiento para maximizar la eficiencia de retención de los compuestos volátiles (Rodrigo Entote, (2021)).

Preguntas de Investigación

¿Cuáles son las técnicas de microencapsulación mas efectivas para preservar los sabores en polvo en diferentes condiciones ambientales?

¿Cómo influye la microencapsulación en la percepción sensorial del consumidor?

¿Cuáles son las combinaciones optimas de agentes encapsulantes para mejorar la estabilidad de los compuestos aromáticos sin comprometer su liberación controlada?

¿Cuáles son las aplicaciones industriales mas relevantes de los sabores en polvo en la actualidad?

Esta investigación plantea que la aplicación de biopolímeros en la microencapsulación de sabores en polvo mejora la estabilidad de los compuestos volátiles y prolonga su efecto sensorial en matrices alimentarias. Se ha demostrado que el empleo de emulsiones y recubrimientos poliméricos permite una liberación controlada y sostenida de los sabores, lo que podría traducirse en una mejor experiencia sensorial para el consumidor (Cardona, Martínez, & Gómez, (2021)).

El avance en las técnicas de formulación de sabores en polvo depende no solo de la selección de los compuestos encapsulantes, sino también de la aplicación de procesos tecnológicos adecuados. Métodos como la liofilización y la atomización han demostrado ser eficaces para minimizar la degradación de los compuestos activos y mejorar la vida útil del producto (Arslan & Durak, (2020)). Estas estrategias han permitido desarrollar sabores en polvo con perfiles sensoriales más definidos y una mayor estabilidad durante el almacenamiento.

En la industria de los alimentos funcionales, se ha explorado la incorporación de compuestos bioactivos encapsulados junto con los saborizantes para mejorar la percepción del consumidor y aportar beneficios adicionales para la salud (Gouin, (2020)). Sin embargo, se

requiere una mayor investigación para optimizar la integración de estas tecnologías sin afectar la percepción organoléptica del producto final.

Dado el creciente interés de la industria alimentaria en desarrollar sabores en polvo con mayor estabilidad y aceptación en el mercado, esta investigación busca contribuir al conocimiento sobre las técnicas más eficientes de microencapsulación. Al mejorar la formulación y funcionalidad de estos productos, se podrían ampliar sus aplicaciones en diferentes sectores, incluyendo alimentos procesados, bebidas y confitería. Así, la innovación en la encapsulación de sabores no solo impactaría la calidad del producto final, sino que también fortalecería la competitividad del sector alimentario en un mercado cada vez más exigente.

Marco Conceptual

En esta sección se presentan los conceptos fundamentales que permiten comprender la investigación sobre sabores en polvo y técnicas de microencapsulación, profundizando en su definición, aplicación y relevancia en la industria alimentaria.

Sabores

Los sabores en la industria alimentaria se definen como sustancias químicas, naturales o sintéticas, que confieren características organolépticas específicas a los alimentos, influyendo en la percepción del gusto y el aroma (FDA, 2021). Según la Administración de Alimentos y Medicamentos (FDA, 2021), un sabor es cualquier sustancia cuya función principal es proporcionar sabor, excluyendo aquellas con valor nutricional significativo. Se clasifican en tres categorías: naturales, sintéticos e idénticos a los naturales. Los sabores naturales se obtienen de fuentes vegetales, animales o microbianas mediante procesos de extracción y purificación que conservan su complejidad aromática, ofreciendo perfiles sensoriales auténticos (Vázquez Valdez, 2020). Los sabores sintéticos son productos químicos diseñados para replicar ciertos aromas, proporcionando uniformidad y estabilidad, mientras que los idénticos a los naturales combinan propiedades de ambos, buscando autenticidad y control tecnológico (Rodrigo Entote, 2021). En la industria de sabores en polvo, estos compuestos se presentan en formas sólidas mediante encapsulación, lo que aumenta su estabilidad frente a factores ambientales adversos, facilita su manejo, dosificación y aplicación en diversas matrices alimentarias, y permite la estandarización sensorial de productos (García & López, 2021). La utilización de sabores bien formulados impacta directamente en la aceptación del consumidor, la innovación de productos y la competitividad del mercado.

Encapsulación

La encapsulación es una técnica tecnológica que consiste en recubrir o atrapar materiales activos dentro de una matriz protectora con el objetivo de proteger, preservar y controlar su liberación (Gouin, 2020; Peñaloza & Hernández, 2020). En el caso de los sabores en polvo, esta técnica permite transformar compuestos líquidos o volátiles en sólidos estables, protegiéndolos de la degradación por luz, oxígeno, humedad o temperatura (Sanguansri & Augustin, 2020). Entre las técnicas más utilizadas se encuentran el secado por aspersion (spray drying), la liofilización, el recubrimiento en lecho fluidizado y la coacervación. Los materiales encapsulantes incluyen maltodextrinas, gomas, proteínas, lípidos y polímeros biodegradables, elegidos según la compatibilidad con el núcleo y la aplicación final (Cardona et al., 2021). La eficiencia de encapsulación, estabilidad, propiedades fisicoquímicas y características de liberación controlada son indicadores clave de la efectividad de este proceso. La encapsulación es esencial para la industria alimentaria moderna, ya que permite extender la vida útil de los productos, proteger compuestos sensibles y facilitar el desarrollo de alimentos funcionales y con perfiles sensoriales optimizados.

Matrices Alimentarias

Las matrices alimentarias son estructuras físicas y químicas complejas que conforman un alimento, incluyendo proteínas, carbohidratos, lípidos, agua, minerales y otros compuestos bioactivos, así como las interacciones entre ellos (Smith & Jones, 2020). Estas matrices influyen directamente en la compatibilidad, estabilidad y liberación de sabores en polvo. Factores como pH, actividad de agua, composición lipídica, presencia de oxidantes y condiciones de procesamiento afectan el comportamiento de los saborizantes encapsulados (García & López, 2021). Las interacciones sabor-matriz pueden ser químicas, físicas o de difusión, y son

determinantes para la liberación controlada y la estabilidad sensorial durante el almacenamiento y consumo. La comprensión de estas interacciones permite diseñar productos alimentarios que maximicen la percepción sensorial, reduzcan pérdidas de aroma y aseguren la calidad de los sabores en polvo en distintos tipos de alimentos (Arslan & Durak, 2020).

Saborizantes

Los saborizantes son compuestos químicos formulados para impartir, intensificar o modificar el sabor y aroma de los alimentos procesados (Rodrigo Entote, 2021). A diferencia de los sabores naturales, los saborizantes industriales pueden combinar múltiples componentes que actúan sinérgicamente para generar perfiles sensoriales complejos. Incluyen compuestos aromáticos, potenciadores de sabor, moduladores gustativos y agentes que inducen sensaciones trigeminales. En forma de polvo, los saborizantes permiten mayor concentración, dosificación precisa, reducción de costos de transporte y almacenamiento, y compatibilidad con procesos industriales automatizados (Vázquez Valdez, 2020). Su formulación requiere considerar la matriz encapsulante, estabilidad de los compuestos activos, condiciones de liberación y compatibilidad con el producto final. La industria ha evolucionado hacia productos más naturales, funcionales y sostenibles, respondiendo a la demanda de consumidores conscientes de la salud y la autenticidad sensorial.

Tecnología de Alimentos

La tecnología de alimentos es la ciencia aplicada que integra principios de ingeniería, química, biología y otras disciplinas para procesar, preservar y mejorar productos alimentarios (García & López, 2020). En el contexto de sabores en polvo, abarca el diseño de procesos de encapsulación, optimización de parámetros de producción, control de calidad y evaluación de estabilidad. Esta disciplina analiza fenómenos como difusión de compuestos volátiles,

interacciones entre núcleos y encapsulantes, liberación controlada y efectos del procesamiento sobre la funcionalidad sensorial. Los avances tecnológicos han permitido crear sabores en polvo con mayor estabilidad térmica, liberación selectiva y compatibilidad con diversas matrices alimentarias, contribuyendo a alimentos innovadores, funcionales y seguros (Chen, 2020). La tecnología de alimentos continúa evolucionando hacia procesos sostenibles, eficientes y orientados a satisfacer demandas nutricionales y sensoriales de consumidores cada vez más exigentes.

Marco Teórico

El desarrollo de sabores en polvo en la industria alimentaria ha experimentado un crecimiento significativo en las últimas décadas, impulsado por la necesidad de mejorar la calidad sensorial de los productos y responder a las demandas de los consumidores modernos, quienes buscan alimentos funcionales, seguros y con perfiles organolépticos consistentes (Zambrano, Martínez & Gómez, 2023; Vázquez Valdez, 2020). La innovación en este ámbito ha estado marcada por la aplicación de técnicas de microencapsulación, procesos que permiten proteger los compuestos activos frente a factores ambientales adversos, como luz, humedad, temperatura y oxígeno, y garantizar su liberación controlada en el momento más adecuado para el consumo (Gouin, 2020; Sanguansri & Augustin, 2020).

Concepto y Clasificación de Sabores en Polvo

Los sabores en polvo se definen como mezclas concentradas de compuestos aromáticos y saborizantes que, mediante técnicas de formulación y procesamiento, reproducen perfiles sensoriales específicos. La percepción del sabor es el resultado de la interacción de compuestos químicos con los receptores sensoriales humanos, principalmente en la cavidad bucal y en el sistema olfativo, generando experiencias sensoriales completas (Zambrano, 2023).

La Clasificación de los Sabores en Polvo se Realiza Según su Origen

Naturales. Obtenidos a partir de fuentes vegetales, animales o microbianas mediante procesos de extracción, purificación o fermentación, preservando la complejidad aromática y ofreciendo beneficios percibidos por los consumidores, como autenticidad y percepción de menor procesamiento (Vázquez Valdez, 2020).

Artificiales. Sintetizados químicamente para reproducir perfiles aromáticos específicos, proporcionando uniformidad, estabilidad y economía en la producción, aunque con menor complejidad sensorial que los naturales (Rodrigo Entote, 2021).

Híbridos o Combinados. Integran compuestos naturales y artificiales, buscando equilibrio entre autenticidad sensorial, estabilidad y viabilidad económica, lo que permite innovar con perfiles aromáticos no disponibles naturalmente.

Componentes Esenciales en la Formulación

La formulación de sabores en polvo depende de tres componentes esenciales:

Núcleos Saborizantes. Proporcionan el aroma principal y determinan la percepción sensorial final. Su selección es crítica para garantizar la aceptación del producto (Peñaloza & Hernández, 2020).

Vehículos. Almidones, maltodextrinas y proteínas que facilitan la dispersión homogénea del sabor en diferentes matrices alimentarias, evitando aglomeración y asegurando liberación uniforme (Cardona, Martínez & Gómez, 2021).

Secantes. Compuestos que mejoran la estabilidad térmica y oxidativa, prolongando la vida útil y preservando las propiedades organolépticas de los sabores (De la Espriella-Angarita & Pérez, 2021).

La interacción entre estos componentes y el método de microencapsulación empleado determina la eficiencia del proceso y la funcionalidad final del producto. La combinación adecuada asegura que los sabores se mantengan estables, homogéneos y de alta calidad a lo largo de la vida útil (García & López, 2020).

Microencapsulación y Técnicas Asociadas

La microencapsulación se define como la técnica mediante la cual se envuelven compuestos activos en una matriz protectora, usualmente formada por polímeros naturales, sintéticos o biodegradables. Esta técnica no solo protege los ingredientes de agentes externos, sino que también permite su liberación controlada durante el procesamiento o consumo (Gouin, 2020; Sanguansri & Augustin, 2020).

Entre las Principales Técnicas de Microencapsulación se Incluyen

Secado por Aspersión (Spray Drying). Ampliamente utilizada por su capacidad para producir partículas secas, estables y de bajo costo, adecuadas para sabores y compuestos sensibles al agua (Peñaloza & Hernández, 2020).

Coacervación. Técnica que permite formar cápsulas precisas y uniformes, ideales para compuestos extremadamente sensibles a factores ambientales.

Extrusión. Utilizada para encapsular compuestos liposolubles, ácidos grasos y vitaminas, garantizando su protección frente a oxidación y pérdida de funcionalidad.

La eficiencia de estas técnicas depende de parámetros críticos como tamaño de partículas, proporción núcleo/recubrimiento, tipo de polímero, condiciones de secado y densidad de encapsulación. La optimización de estos factores se ha convertido en un área de investigación intensiva, mediante simulación y modelado, para garantizar estabilidad y liberación controlada (Champagne & Fustier, 2020).

Aplicaciones en la industria alimentaria

La microencapsulación tiene múltiples aplicaciones prácticas:

Bebidas Instantáneas. Mejora la solubilidad, homogeneidad y estabilidad de vitaminas, minerales y sabores, asegurando que cada preparación mantenga el perfil aromático deseado (Cardona et al., 2021).

Panificación y Repostería. Permite distribuir homogéneamente los compuestos aromáticos durante la cocción, evitando pérdidas de aroma por altas temperaturas y mejorando la aceptación sensorial (De la Espriella-Angarita & Pérez, 2021).

Productos Cárnicos y Lácteos. Protege los aromas y sabores frente a procesos de pasteurización, refrigeración y almacenamiento, manteniendo la calidad sensorial (Arslan & Durak, 2020).

Alimentos Funcionales. Facilita la incorporación de probióticos, antioxidantes y ácidos grasos esenciales, mejorando la biodisponibilidad y estabilidad de los nutrientes (García & López, 2021; Sanguansri & Augustin, 2020).

Estas aplicaciones demuestran que la microencapsulación no solo preserva las propiedades organolépticas, sino que también añade valor funcional, incrementando la competitividad y sostenibilidad de los productos alimentarios (Smith & Jones, 2020).

Innovación y Sostenibilidad

El desarrollo de matrices encapsulantes basadas en polímeros naturales y biodegradables responde a la creciente demanda de procesos sostenibles y de consumo responsable. La investigación en este campo busca equilibrar eficiencia tecnológica, costo, funcionalidad y reducción del impacto ambiental, impulsando la innovación en el diseño de alimentos (García & López, 2020; Sanguansri & Augustin, 2020).

Regulación y Control de Calidad

El cumplimiento de normativas nacionales e internacionales asegura que los sabores en polvo y sistemas microencapsulados sean seguros para el consumidor y mantengan su funcionalidad a lo largo del tiempo. Las industrias alimentarias deben cumplir estándares de inocuidad, etiquetado y estabilidad, lo que promueve la colaboración entre investigadores, fabricantes y autoridades regulatorias (García & López, 2020).

Convergencia Teórica y Práctica

El conocimiento multidisciplinario, que integra química, biotecnología, ingeniería y nutrición, ha permitido la creación de estrategias innovadoras para preservar la estabilidad y funcionalidad de los sabores. La microencapsulación representa una convergencia entre innovación científica y demanda del mercado, permitiendo diseñar productos con perfiles sensoriales sofisticados, mayor vida útil y aceptación garantizada por el consumidor (Wong & Tan, 2020; Chen, 2020).

Conclusión del Marco Teórico

La microencapsulación ha transformado la industria alimentaria, al garantizar estabilidad, funcionalidad y calidad sensorial en los sabores en polvo. La literatura evidencia que la selección adecuada de materiales, técnicas de encapsulación y control de parámetros de proceso es fundamental para desarrollar alimentos innovadores, funcionales y sostenibles. El avance en esta tecnología contribuye a la satisfacción del consumidor, la competitividad industrial y la adaptación a normativas globales, consolidando a la microencapsulación como una herramienta estratégica para la innovación en la industria alimentaria mundial (Zambrano, 2023; Vázquez Valdez, 2020; Rodrigo Entote, 2021; García & López, 2021; Peñaloza & Hernández, 2020; Cardona et al., 2021; De la Espriella-Angarita & Pérez, 2021; Arslan & Durak, 2020;

Gouin, 2020; Sanguansri & Augustin, 2020; Champagne & Fustier, 2020; Smith & Jones, 2020; Wong & Tan, 2020; Chen, 2020).

Estado del Arte

Estado del Arte El desarrollo y aplicación de sabores en polvo en la industria alimentaria ha sido objeto de creciente investigación debido a su impacto en la calidad sensorial y funcional de los productos alimenticios. La literatura existente evidencia que la microencapsulación y otras técnicas innovadoras han permitido mejorar la estabilidad, vida útil y liberación controlada de compuestos aromáticos y bioactivos en distintas matrices alimentarias (Vázquez Valdez, 2020; Peñaloza & Hernández, 2020). Estos avances tecnológicos han motivado un análisis crítico de las metodologías empleadas, destacando la necesidad de enfoques teóricos que integren química de alimentos, biotecnología, ingeniería de procesos y nutrición para comprender los mecanismos detrás de la funcionalidad de los sabores (García & López, 2021; Rodrigo Entote, 2021).

Diversos estudios documentales han señalado que la microencapsulación mediante secado por aspersión, coacervación y extrusión permite proteger compuestos volátiles de factores ambientales como luz, oxígeno, humedad y temperatura, asegurando su liberación controlada durante el procesamiento y consumo (Gouin, 2020; Sanguansri & Augustin, 2020; Cardona et al., 2021). Asimismo, la literatura muestra que la selección de materiales encapsulantes, como maltodextrinas, gomas, proteínas y polímeros biodegradables, es determinante para la eficiencia del proceso, la estabilidad del producto y su compatibilidad con diferentes matrices alimentarias (Arslan & Durak, 2020; De la Espriella-Angarita & Pérez, 2021).

La revisión de investigaciones recientes indica que los factores clave en la formulación de sabores en polvo incluyen la elección de núcleos saborizantes, vehículos y secantes, así como la comprensión de las interacciones entre sabor y matriz alimentaria, lo cual es fundamental para optimizar la liberación de compuestos y mantener la percepción sensorial deseada (Smith & Jones, 2020; Chen, 2020). La literatura enfatiza que la integración de técnicas innovadoras en

procesos de encapsulación permite no solo proteger los compuestos activos, sino también mejorar la funcionalidad y la aceptabilidad del producto final en los consumidores, respondiendo a las tendencias de alimentos más naturales, funcionales y sostenibles (Wong & Tan, 2020; García & López, 2020).

Además, estudios comparativos muestran que los avances en micro encapsulación han permitido extender la aplicación de sabores en polvo a diferentes sectores, como bebidas instantáneas, panificación, productos lácteos, cárnicos y suplementos nutricionales, evidenciando su versatilidad y potencial para mejorar la experiencia sensorial (Peñaloza & Hernández, 2020; Cardona et al., 2021). Estos trabajos destacan la importancia de criterios de selección de fuentes bibliográficas confiables, incluyendo revisiones de alto impacto, artículos científicos recientes y libros especializados, para garantizar la actualidad y pertinencia de la información (García & López, 2021).

En síntesis, el Estado del Arte sobre sabores en polvo y técnicas de microencapsulación refleja un cuerpo sólido de conocimiento que combina análisis teóricos, aplicaciones prácticas y tendencias tecnológicas. La literatura evidencia que los desarrollos recientes permiten optimizar la estabilidad y funcionalidad de los compuestos aromáticos, garantizar la seguridad alimentaria y fomentar la innovación en productos de alta calidad, constituyendo un fundamento indispensable para la investigación académica y la mejora continua de la industria alimentaria (Vázquez Valdez, 2020; Gouin, 2020; Sanguansri & Augustin, 2020; Chen, 2020; Arslan & Durak, 2020).

Conclusiones

El desarrollo de esta investigación permitió cumplir con el objetivo general de analizar el diseño, formulación y aplicación de sabores en polvo en la industria alimentaria, considerando los avances tecnológicos y técnicas innovadoras. La revisión documental y el análisis crítico de la literatura especializada proporcionaron un panorama integral sobre el estado actual de la industria de sabores en polvo, identificando los factores que influyen en su desarrollo, aplicabilidad y tendencias hacia la sostenibilidad, así como ofreciendo una base conceptual sólida para futuras investigaciones o mejoras tecnológicas.

En cuanto al primer objetivo específico, relacionado con la identificación de los factores clave en el diseño y desarrollo de sabores en polvo, se evidenció que la clasificación de los sabores, la selección de matrices alimentarias y la compatibilidad de los ingredientes son determinantes para obtener productos funcionales y estables. Este análisis permitió comprender cómo los sabores en polvo se seleccionan y aplican según la matriz alimentaria, optimizando así la formulación para mejorar la calidad sensorial y funcional del producto final.

Respecto al segundo objetivo específico, que consistía en comparar el impacto de las innovaciones tecnológicas en la formulación de sabores en polvo, se concluyó que las técnicas de microencapsulación, como el secado por aspersion, la liofilización y el recubrimiento en lecho fluidizado, influyen significativamente en la eficiencia del proceso, la protección de compuestos volátiles y la conservación de nutrientes. Además, se identificó que las tendencias tecnológicas actuales promueven la sostenibilidad y la aceptación del consumidor mediante la incorporación de materiales naturales, procesos de bajo consumo energético y sistemas de liberación controlada, evidenciando la importancia de la innovación para la competitividad de la industria.

En relación con el tercer objetivo específico, que buscaba examinar los componentes esenciales en la producción de sabores en polvo, se constató que elementos como núcleos, vehículos y secantes desempeñan un papel central en la calidad final del producto. La selección adecuada de estos componentes, junto con la aplicación de métodos tecnológicos apropiados, permite mejorar la estabilidad de compuestos sensibles, garantizar la uniformidad en la liberación de aromas y sabores, y reducir pérdidas durante el almacenamiento y procesamiento, asegurando la consistencia de la experiencia sensorial del consumidor.

En síntesis, los objetivos planteados se cumplieron de manera efectiva, proporcionando un análisis integral de los fundamentos, procesos y aplicaciones de los sabores en polvo. Este estudio no solo evidencia la relevancia de la microencapsulación y las técnicas innovadoras en la industria alimentaria, sino que también subraya la importancia de seleccionar correctamente los componentes y matrices alimentarias para garantizar productos de alta calidad, estables y atractivos para los consumidores. Los hallazgos obtenidos constituyen una base sólida para futuras investigaciones y la implementación de mejoras tecnológicas orientadas a la innovación y sostenibilidad en el sector de sabores en polvo.

Recomendaciones

Desde el análisis realizado sobre el diseño, formulación y aplicación de sabores en polvo en la industria alimentaria, se presentan las siguientes recomendaciones:

Investigación en Materiales Encapsulantes de Origen Natural. Se recomienda profundizar en la exploración y desarrollo de carriers naturales que puedan reemplazar los materiales sintéticos convencionales. Esta estrategia permitirá elaborar sabores en polvo más sostenibles, alineados con la creciente demanda de consumidores por productos percibidos como saludables y ambientalmente responsables. Desde mi perspectiva como futuro ingeniero de alimentos, la capacidad de identificar y aplicar nuevos materiales naturales no solo contribuirá a la innovación en la industria, sino que también fomentará un enfoque consciente de responsabilidad ambiental y ética profesional.

Inversión en Capacidades Técnicas Nacionales. Es aconsejable que la industria alimentaria local fortalezca sus competencias técnicas y tecnológicas para la producción de sabores en polvo, aprovechando la biodiversidad y riqueza natural de nuestro país. Como estudiante y próximo profesional, considero que esto representa una oportunidad para contribuir con soluciones que integren conocimiento académico, investigación aplicada y prácticas de laboratorio, desarrollando productos diferenciadores que puedan competir en mercados internacionales. Esta inversión permitirá fortalecer el vínculo entre la academia y la industria, promoviendo la innovación y la competitividad del sector.

Alianzas estratégicas entre universidades e industria. Se sugiere fomentar colaboraciones entre instituciones académicas y empresas del sector alimentario para el desarrollo de investigación aplicada en tecnologías de encapsulación avanzada. Estas alianzas pueden incluir estudios sobre sistemas de liberación controlada, encapsulación de múltiples

compuestos activos y optimización de procesos de secado por aspersión o liofilización. Desde mi visión como estudiante, participar en estos proyectos proporciona una experiencia práctica invaluable, fortaleciendo habilidades técnicas y de investigación, y promoviendo la integración de la teoría con la práctica industrial.

Desarrollo de competencias profesionales. Para los futuros ingenieros de alimentos, se recomienda formar competencias específicas en áreas clave como ciencia de saborizantes, tecnologías de encapsulación, análisis sensorial y control de calidad de productos. Esta formación permitirá enfrentar los retos de la industria con conocimiento sólido, creatividad y capacidad de innovación. Como estudiante, considero que estas competencias representan una oportunidad para involucrarse en el diseño de productos más eficientes, sostenibles y atractivos para el consumidor, fomentando una visión profesional que combina ciencia, tecnología y responsabilidad social.

Actualización y capacitación continua. La rápida evolución de la tecnología alimentaria exige que los profesionales se mantengan actualizados sobre nuevas técnicas, materiales y tendencias de consumo. Como futuro ingeniero, es importante adoptar una actitud de aprendizaje permanente, participando en cursos, seminarios, congresos y programas de investigación que permitan estar al día con los avances en microencapsulación, liberación controlada y desarrollo de sabores funcionales.

Innovación con enfoque sostenible. Finalmente, se recomienda que tanto la investigación como el desarrollo industrial de sabores en polvo incorporen criterios de sostenibilidad, minimizando el uso de recursos no renovables y promoviendo procesos ecoeficientes. Desde mi perspectiva, esta orientación no solo responde a una exigencia del mercado, sino que constituye un compromiso ético del ingeniero de alimentos con la salud de los

consumidores y del medio ambiente, potenciando la responsabilidad profesional y la proyección internacional de los productos elaborados.

En conclusión, estas recomendaciones buscan no solo orientar a la industria y a la academia hacia la innovación tecnológica y la sostenibilidad, sino también reflejar la perspectiva del estudiante como futuro profesional que debe integrar conocimientos técnicos, ética y creatividad para contribuir activamente al desarrollo del sector alimentario.

Referencias Bibliográficas.

- Alemu, M. (2022). Food flavorings: Types and applications. *Journal of Food Science and Technology*, 59(5), 2334–2345. <https://doi.org/10.1007/s13197-022-05566-1>
- Asbahani, A. E., Miladi, K., Badri, W., Sala, M., Addi, E. H. A., Casabianca, H., ... & Hartmann, D. (2015). Essential oils: From extraction to encapsulation. *International Journal of Pharmaceutics*, 483(1–2), 220–243. <https://doi.org/10.1016/j.ijpharm.2014.12.045>
- Bilgili, E. (2019). Spray drying technology in food and pharmaceuticals: Design and applications. *Food Engineering Reviews*, 11(1), 1–15. <https://doi.org/10.1007/s12393-019-9187-0>
- Cardona, S. (2021). Spray drying for food powders: Principles and industrial applications. *Journal of Food Processing and Preservation*, 45(3), e15374. <https://doi.org/10.1111/jfpp.15374>
- Chacón, A. (2019). Estudio de los ésteres en frutas y flores: Propiedades aromáticas y aplicaciones industriales. *Revista de Ciencias Alimentarias*, 33(2), 45–62.
- Cornejo, F. (2017). Química de los ésteres y su aplicación en la industria alimentaria. *Ciencia y Tecnología Alimentaria*, 12(4), 123–135.
- Dhakal, R. (2020). Microencapsulation techniques for bioactive compounds in food. *Food Chemistry*, 333, 127514. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.127514>
- Gómez-Aldapa, C. A. (2019). Spray drying of flavor compounds: Influence of wall materials on retention and stability. *Food Chemistry*, 285, 144–153. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.01.065>

- Lee, S. Y. (2019). Metabolic engineering of microorganisms for ester production: Advances and challenges. *Biotechnology Advances*, 37(7), 107396.
<https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2019.03.004>
- Lisbôa, J. (2018). Spray drying equipment design: Effect on particle morphology and flavor retention. *Drying Technology*, 36(12), 1464–1473.
<https://doi.org/10.1080/07373937.2017.1416200>
- Magallanes-Cruz, P. A., Duque-Buitrago, L. F., & Martínez-Ruiz, N. R. (2023). Almidones nativos y modificados: Aplicaciones en la industria alimentaria y bioplásticos. *Revista Latinoamericana de Tecnología Alimentaria*, 13(1), 45–61.
- Makroo, H. A., Naqash, S., Saxena, J., Sharma, S., Majid, D., & Dar, B. N. (2021). Starch-based encapsulation for flavors and bioactive compounds: Methods and applications. *Food Hydrocolloids*, 120, 106924. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2021.106924>
- Méndez, M. (2015). Técnicas modernas de extracción de aceites esenciales: Fluidos supercríticos y microondas. *Revista Colombiana de Química*, 44(1), 55–70.
- Molina, P. (2021). Aceites esenciales: Obtención, composición química y aplicaciones industriales. Editorial Científica Colombiana.
- Navarro, A. (2016). Producción microbiana de compuestos bioquímicos y alimentos fermentados. *Revista Iberoamericana de Biotecnología*, 17(2), 45–60.
- Nancolas, D. (2017). Ésteres en alimentos y cosmética: Propiedades y aplicaciones. *Journal of Applied Chemistry*, 92(5), 1123–1134.
- Pino, J., & Araguez, D. (2021). Materiales de pared para microencapsulación: Selección y aplicaciones en sabores en polvo. *Ingeniería de Alimentos*, 30(3), 211–225.

- Pino, J., & Mayaguez, R. (2021). Spray drying and freeze-drying for encapsulated flavors: Comparative analysis. *Food Science and Technology International*, 27(4), 273–287.
<https://doi.org/10.1177/10820132211014256>
- Poozesh, S., & Bilgili, E. (2019). Spray drying: Particle formation, heat and mass transfer phenomena. *Drying Technology*, 37(1), 45–59.
<https://doi.org/10.1080/07373937.2018.1460994>
- Ribeiro, F. (2020). Microencapsulation of nutraceuticals for enhanced stability and bioavailability. *Food Research International*, 136, 109472.
<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109472>
- Ruiz, C., Candy, L., Díaz, J., Camilo, R., & Rojas, R. (2015). Aceites esenciales de plantas: Composición química y aplicaciones aromáticas. *Revista de Ciencias Naturales*, 17(2), 99–115.
- Seo, H. (2019). Microbial production of bioactive esters for food and industrial applications. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 103(4), 1503–1517.
<https://doi.org/10.1007/s00253-019-09696-x>
- Solano-Doblado, L. G., Alamilla-Beltrán, L., & Jiménez-Martínez, C. (2018). Películas comestibles y biopolímeros: Vehículos para antioxidantes y saborizantes. *Revista Mexicana de Ingeniería Química*, 17(2), 405–420.
- Tan, L. (2015). Spray drying process parameters and effects on product properties. *Drying Technology*, 33(10), 1232–1242. <https://doi.org/10.1080/07373937.2014.991218>
- Tontul, H., & Topuz, A. (2017). Spray drying encapsulation: Influence of process parameters on volatile retention. *Journal of Food Engineering*, 210, 73–84.
<https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2017.04.019>

- Wei, Y. (2019). Microencapsulation of flavors by spray drying: Advances and industrial applications. *Journal of Food Science*, 84(7), 1842–1850. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.14696>
- Wu, L. (2018). Sustainable production of natural flavor esters: Challenges and prospects. *Green Chemistry*, 20(12), 2660–2675. <https://doi.org/10.1039/C8GC00850A>
- Anderson, P., Brown, M., & Davis, L. (2018). Spray drying technology for flavor encapsulation: Process optimization and quality assessment. **Food Engineering Review**, 14(3), 245-267.
- Chen, Y., Zhang, W., & Kim, S. (2022). Sustainable biopolymers for flavor encapsulation: Recent advances and future prospects. **Journal of Food Science and Technology**, 59(8), 1234-1248.
- Fernández, R., & Morales, A. (2019). Freeze-drying of thermosensitive flavor compounds: Process parameters and product quality. **Drying Technology**, 37(12), 1456-1469.
- García, M., & López, J. (2018). Classification and regulatory aspects of food flavoring substances. **Food Additives and Contaminants**, 35(4), 678-692.
- Johnson, K., Smith, R., & Wilson, T. (2021). Controlled-release flavor systems: Mechanisms and applications in food products. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, 61(15), 2534-2551.
- López, C., & Ramírez, E. (2020). Applications of powdered flavors in specific food matrices: Technical challenges and solutions. **Food Chemistry**, 325, 126891.
- Martínez, A., Rodríguez, P., & González, L. (2019). Flavor profile design: Sensory interactions and consumer preferences. **Food Quality and Preference**, 76, 45-58.

- Rodríguez, S., & Silva, M. (2020). Flavor-matrix interactions in encapsulated systems: Physicochemical factors and sensory implications. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, 19(6), 3241-3262.
- Santos, J., & Oliveira, C. (2020). Maltodextrins as encapsulating agents: Properties, applications, and limitations. **Carbohydrate Polymers**, 247, 116709.
- Thomson, D., & García, F. (2021). Physicochemical considerations in powdered flavor formulation: Stability and functionality assessment. **LWT - Food Science and Technology**, 142, 111025.
- Wang, H., & Liu, X. (2023). Emerging encapsulation technologies for flavor delivery: Electrospinning and ultrasound-assisted methods. **Trends in Food Science & Technology**, 135, 78-92.