



# **Revisión del impacto del análisis sensorial y la ecología microbiana en la calidad y comercialización del cacao: desde la fermentación hasta la postcosecha**

**Review of the impact of sensory analysis and microbial ecology on the quality and marketing of cocoa: from fermentation to postharvest.**

**Liana Carolina Ovalles Pabón.** Msc (c) Gestión y dirección de proyectos, Servicio Nacional de Aprendizaje, Grupo de Investigación CEDRUMNDS, Centro de Formación para el Desarrollo Rural y Minero. Calle 2N Av. 5 Esquina Barrio Pescadero Cúcuta, Colombia. Correo lcovalles@sena.edu.co ORCID <https://orcid.org/0000-0002-7546-011> “

**Andrea Estefanía Barajas.** Universidad de Pamplona, Ingeniería de alimentos, Autopista Internacional San Antonio, Villa del Rosario-Norte de Santander, Cúcuta, Colombia. Correo estefaniaortiz.ing@gmail.com ORCID <https://orcid.org/0009-0000-1987-8700?lang=e>

**Luz Karime Jaimes.** Servicio Nacional de Aprendizaje, Tecnología en Control de Calidad de Alimentos, Calle 2N Av. 5 Esquina Barrio Pescadero Cúcuta, Colombia. Correo [luzzkjaimest@hotmail.com](mailto:luzzkjaimest@hotmail.com) ORCID <https://orcid.org/0009-0008-8562-8249>

## **Resumen**

El perfil sensorial es una técnica usada para describir y evaluar las características sensoriales de un producto, como sabor, aroma, textura y apariencia. Esta metodología es fundamental en la industria de alimentos y bebidas, ya que permite identificar las propiedades organolépticas, es decir, aquellas que se perciben a través de los sentidos. Para realizar el perfil sensorial, se utilizan paneles de catadores entrenados que califican las características de un producto según una escala definida, generando así un perfil detallado. Esto facilita la comparación entre productos, la mejora de su calidad y su adaptación a las preferencias de los consumidores.

En el caso del cacao, los catadores evalúan atributos específicos como el dulzor, amargor, acidez y notas afrutadas. Este estudio se enfocó en identificar y clasificar la literatura científica sobre el análisis sensorial del cacao, examinando variables como la fermentación, el análisis fisicoquímico y la caracterización sensorial de sus atributos. Además, se exploró el uso de plataformas virtuales especializadas en análisis sensorial.

La recopilación de información se realizó a través de una bitácora de búsqueda en la cual se registró datos relevantes, como fecha de búsqueda, fuente, criterios, hallazgos y referencias, garantizando un proceso ordenado y detallado. El periodo de búsqueda abarcó los últimos cuatro años para asegurar la inclusión de investigaciones recientes y relevantes. Este enfoque permitió estructurar el análisis de



manera efectiva, proporcionando una base sólida para futuros estudios de calidad y preferencias del consumidor en productos de cacao.

**PALABRAS CLAVE:** *Perfil sensorial; fermentación controlada; diversidad microbiana; desarrollo sostenible; calidad organoléptica; prácticas agrícolas; cata; análisis químico; producción; innovación; aditivos; mercado internacional.*

## ***Abstract***

Sensory profiling is a technique used to describe and evaluate the sensory characteristics of a product, such as flavor, aroma, texture and appearance. This methodology is fundamental in the food and beverage industry, since it allows the identification of organoleptic properties, that is, those that are perceived through the senses. To carry out the sensory profile, panels of trained tasters are used to rate the characteristics of a product according to a defined scale, thus generating a detailed profile. This facilitates the comparison between products, the improvement of their quality and their adaptation to consumer preferences.

In the case of cocoa, tasters evaluate specific attributes such as sweetness, bitterness, acidity and fruity notes. This study focused on identifying and classifying the scientific literature on the sensory analysis of cocoa, examining variables such as fermentation, physical-chemical analysis and the sensory characterization of its attributes. Additionally, the use of virtual platforms specialized in sensory analysis was explored.

The collection of information was carried out through a search log that recorded relevant data, such as search date, source, criteria, findings and references, guaranteeing an orderly and detailed process. The search period spanned the last four years to ensure the inclusion of recent and relevant research. This approach allowed the analysis to be structured effectively, providing a solid foundation for future studies of quality and consumer preferences in cocoa products.

**KEYWORDS:** *Sensory profile; controlled fermentation; microbial diversity; sustainable development; organoleptic quality; agricultural practices; tasting; chemical analysis; production; innovation; additives; international market.*

## **Introducción**

El análisis sensorial es una herramienta esencial en la industria alimentaria, especialmente en productos de alta complejidad como el cacao. Esta técnica permite evaluar los atributos sensoriales, tales como sabor, aroma, textura y apariencia, los cuales son fundamentales para la aceptación del consumidor. Los descriptores sensoriales permiten categorizar estas características de manera objetiva, facilitando la comparación entre diferentes muestras. En el caso del cacao, el proceso de fermentación juega un papel crucial en el desarrollo de sus propiedades sensoriales, ya que influye directamente en la calidad del producto final.



Además, el manejo adecuado durante la postcosecha es determinante para preservar la calidad de los granos, lo que a su vez impacta en la comercialización y competitividad del cacao en los mercados internacionales. Otro aspecto relevante es la ecología microbiana, la cual está intrínsecamente ligada al proceso de fermentación, ya que los microorganismos presentes durante esta fase son responsables de la transformación de compuestos que contribuyen a los atributos finales del cacao. El estudio de estas interacciones microbianas ofrece una perspectiva integral sobre la influencia que tienen en la calidad y las características organolépticas del producto.

Este artículo busca explorar y analizar la literatura científica relacionada con estos aspectos clave del cacao, abarcando desde el análisis sensorial hasta la ecología microbiana, con el fin de comprender cómo cada factor contribuye al perfil sensorial y a la calidad final del producto.

## **Materiales y métodos**

Este estudio se enfocó en identificar y clasificar la literatura científica disponible en las bases de datos abiertas y relacionada con el análisis sensorial del cacao. Los estudios con publicaciones no mayor a 5 años de antigüedad se agruparon según temas comunes denominados variables. Estas variables analizadas incluyeron la fermentación, el análisis fisicoquímico, el análisis sensorial, la caracterización de atributos del cacao y el uso de plataformas virtuales especializadas en el análisis sensorial.

Para la recopilación de información, se utilizó una bitácora de búsqueda que se implementó entre el 4 y el 21 de junio de 2024. En esta bitácora se registraron los siguientes datos: fecha de búsqueda, nombre de la fuente, criterios de búsqueda, hallazgos, referencias, tipo de publicación y URL. Posterior a la identificación de la variable común entre el grupo temático, se procedió analizar cada texto para determinar similitudes y diferencias. Este artículo se compone de un análisis comparativo realizado entre los autores estudiados.

En el presente estudio, se identificaron un total de 50 referencias que fueron agrupadas en función de cinco ejes temáticos previamente definidos. Estos ejes se seleccionaron con el objetivo de estructurar y facilitar el análisis de la información recopilada, permitiendo una visión integral y coherente del fenómeno investigado.

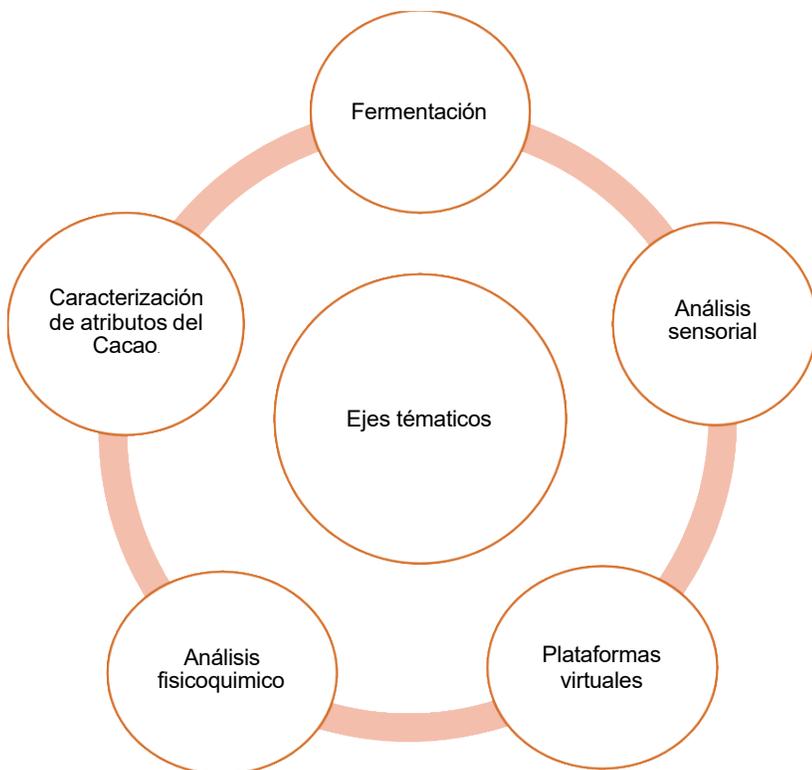


Figura1. Diagrama de ejes temáticos de la literatura. Fuente: Autor

A partir del análisis, se procedió a realizar la técnica de los “5 Porque”, para lograr deducir la pregunta más importante que pudiera ser abordada con este análisis comparativo

**TABLA 1.** Preguntas por ejes temáticos. Fuente: Autor

¿Por qué el análisis sensorial influye en la descripción de los atributos de un alimento como el cacao?	Análisis sensorial
¿Cómo influyen los factores ambientales y los métodos de procesamiento en la variabilidad de los descriptores sensoriales del cacao en diferentes regiones productoras?	Caracterización de atributos del Cacao.
¿Cómo influyen los métodos de fermentación, prácticas agronómicas y técnicas de evaluación sensorial en la calidad del cacao?	Análisis físico químico
¿Cómo contribuye la transferencia de conocimiento académico a la optimización de los procesos de postcosecha y comercialización del cacao en un contexto de crecimiento sostenible?	Plataformas virtuales.
¿Cuál es la influencia de los fermentadores en los factores microbiológicos del grano de cacao y cómo afectan la calidad final del producto?	Fermentación



## Resultados y discusión

### Influencia del análisis sensorial en la descripción de los atributos de un alimento como el cacao

Diversas investigaciones recientes han contribuido al entendimiento de la evaluación sensorial y su relación con la calidad del cacao. De igual forma, la evaluación sensorial del cacao constituye un área de investigación fundamental para la industria chocolatera, al incidir directamente en la calidad del producto final y la preferencia del consumidor. Diversos estudios han abordado esta temática desde múltiples perspectivas, permitiendo establecer tanto coincidencias como divergencias entre sus hallazgos, metodologías y objetivos.

Una de las principales similitudes entre las investigaciones es el interés compartido por caracterizar las propiedades organolépticas del cacao. Romero y Pabón (2020), por ejemplo, centraron su análisis en la evaluación sensorial de licores de cacao provenientes de clones seleccionados (TCS06, FEAR5 y FSV41), destacando diferencias en el perfil sensorial pese a presentar características físicas similares. De igual forma, Cabrera et al. (2021) emplearon un análisis físico-químico complementado con ANOVA para evaluar el impacto del estado de madurez de las mazorcas de cacao CCN-51 sobre su calidad sensorial, revelando diferencias significativas en los índices de fermentación.

Asimismo, varios estudios coinciden en aplicar metodologías científicas estandarizadas. Fuentes et al. (2022) hacen uso de las normas ICONTEC GTC 165 y 280 para la selección y entrenamiento de catadores, asegurando rigurosidad en la evaluación. Este enfoque también es seguido por Sierra, Cabrera y Álvarez (2022), quienes analizaron cómo la granulometría afecta la percepción del sabor en el licor de cacao refinado, aplicando un análisis sensorial preciso para determinar la intensidad de atributos como amargor, astringencia y notas frutales.

En cuanto a las diferencias, uno de los factores clave es el tipo de muestra utilizada. Mientras que Cajamarca, Guerrero y Cruz (2023) evaluaron el efecto de cepas microbianas como *Saccharomyces cerevisiae* y *Limosilactobacillus fermentum* durante la fermentación del cacao sobre el licor resultante, Mostafa (2023) llevó a cabo una evaluación sensorial de un producto final —chocolate para untar— en función de su aceptabilidad general, textura y sabor, mediante escalas hedónicas. Por su parte, estudios como el de Moreira-Macías et al. (2023) analizaron bebidas funcionales a base de pasta de cacao, leche de soya y diversos edulcorantes, evidenciando cómo la formulación impacta atributos sensoriales como color, olor, sabor y apariencia.

Otra diferencia importante radica en el alcance geográfico y varietal. Mientras que Quevedo Guerrero et al. (2022) realizaron un análisis multivariado de 60 árboles élite del sur de Ecuador para identificar los descriptores más influyentes en la calidad sensorial, Valverde-Zurita et al. (2023) se enfocaron en el potencial del cacao fino de aroma del cantón El Pangui para la elaboración de chocolate gourmet. Estos trabajos no solo aportan a la comprensión científica del perfil sensorial del cacao, sino que también ofrecen herramientas para el desarrollo de productos diferenciados según el origen y genética

del material vegetal.

Finalmente, autores como Alvarado-Vásquez, Rivadeneira-Barcia e Intriago-Flor (2024) exploraron la incorporación de extractos naturales, como el de Justicia spicigera, en chocolates elaborados a partir de variedades Theobroma cacao y Theobroma bicolor, evidenciando mejoras en la aceptabilidad sensorial. Esta línea de investigación, al igual que la de Cortez et al. (2023), quienes evaluaron la adición de frutas deshidratadas en chocolates experimentales, resalta un enfoque innovador hacia la creación de nuevos productos funcionales y de valor agregado.

### Análisis Sensorial del Cacao: Similitudes y Diferencias

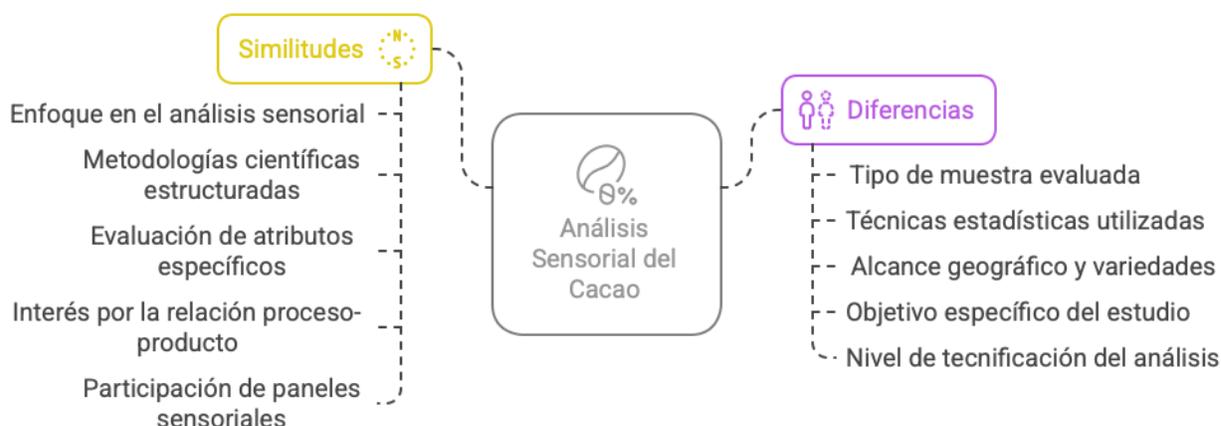


Figura 2. Diagrama de ejes temáticos de la literatura. Fuente: Autor

### Influencia de los factores ambientales y los métodos de procesamiento en la variabilidad de los descriptores sensoriales del cacao en diferentes regiones productoras

La creciente demanda global de chocolates finos ha impulsado el desarrollo de investigaciones orientadas a la caracterización sensorial, física, bromatológica y comercial del cacao y sus derivados. Una de las **similitudes más significativas** entre los estudios es la valoración de las cualidades sensoriales como criterios clave para establecer la calidad del cacao. Bautista et al. (2024) destacan que el cacao venezolano es reconocido mundialmente por su perfil aromático superior, clasificándolo como “fino de aroma” con notas florales y especiadas que lo diferencian en los estándares globales. De forma complementaria, Vera Chang, Álvarez Escaleras e Ibáñez Astaburuaga (2021) realizaron una caracterización sistemática de 41 materiales hibridados mediante análisis de componentes principales (ACP), lo que permitió identificar atributos específicos de la almendra de cacao que inciden en su calidad y rendimiento productivo.



Por otra parte, **la importancia de la percepción del consumidor** y los eventos de promoción del cacao se evidencian en el trabajo de Heinrichs y Conde (2024), quienes documentan el impacto del Festival Nicaragüense del Chocolate como espacio de interacción entre productores, transformadores y consumidores, destacando el papel de la cultura sensorial en la valorización del cacao fino de aroma. A este enfoque sociocultural se suma el análisis de Rasgado Bonilla y Renard Hubert (2022), quienes profundizan en el dilema entre la calidad sensorial y las exigencias de sostenibilidad ambiental, concluyendo que los productores del Soconusco en México enfrentan tensiones entre mercados premium y certificaciones sostenibles.

Diversos estudios, como los de [16] Mora, [17] Rodríguez-Silva, [18] Gasca Torres, [19] Machado Cuellar, [20] Fuentes L. F, y [21] Heinrichs, han subrayado la importancia de las etapas de fermentación, secado y tostado en el desarrollo de las propiedades organolépticas del cacao, influyendo en la calidad del producto final. En Colombia, los atributos sensoriales de los genotipos de cacao son evaluados a través de paneles sensoriales para identificar características de sabor y aroma deseables, cruciales para la selección de nuevas variedades.

Entre las **principales diferencias**, se destaca la variedad de productos derivados del cacao analizados. Mientras Rojas et al. (2023) se enfocan en la harina obtenida de cáscaras de cacao para su aprovechamiento agroalimentario en la elaboración de galletas, evaluando propiedades bromatológicas, microbiológicas y sensoriales, Zambrano et al. (2024) estudian los patrones de consumo y comercialización de productos como el chocolate en polvo y en barra, priorizando variables económicas y de mercado. Esta dimensión se refuerza con el estudio de Ceballos, Mejía y Bojorque (2024), quienes presentan una propuesta de innovación de producto con *Chocostevit*, un chocolate funcional endulzado con estevia, que busca posicionarse en un segmento de consumidores preocupados por la salud.

En síntesis, la comparación de estos estudios evidencia un enfoque multidimensional sobre el cacao, en el que confluyen aspectos agronómicos, sensoriales, tecnológicos, económicos y culturales. Si bien todos los autores comparten el objetivo de mejorar la competitividad del cacao y sus derivados, lo hacen desde distintas perspectivas que enriquecen el conocimiento sobre esta cadena productiva estratégica. Estos estudios han identificado genotipos con atributos sensoriales especiales, así como diferencias significativas entre cacaos de distintas fincas. Además, las investigaciones señalan que diversas entidades en Colombia trabajan continuamente en mejorar los procesos de cosecha y postcosecha, particularmente la fermentación y el secado, para optimizar la calidad del cacao.

### **Influencia de los métodos de fermentación, prácticas agronómicas y técnicas de evaluación sensorial en la calidad del cacao**

Diversos autores tales como [22] Roncancio, [23] Calderón, [24] Chang J. F, [25] Fregapane, [26] Moyano, y [27] Fuentes que han explorado aspectos fundamentales relacionados con la calidad y producción del cacao. Por un lado, [22] Roncancio, 2023 evidenció que los granos fermentados durante 6 días y secados por convección exhibieron características físicas y sensoriales superiores, con un porcentaje más alto de granos. Una constante entre los estudios revisados es la aplicación de metodologías estandarizadas para el análisis físico y sensorial del grano de cacao y sus derivados. Autores como



Rodríguez-Silva et al. (2023) y Gasca Torres et al. (2022) implementan pruebas de evaluación sensorial con paneles entrenados, ajustándose a normas técnicas como la GTC 165 de Colombia o la NTC 3929, lo que garantiza consistencia en la obtención de perfiles de sabor. De igual forma, el trabajo de Calderón et al. (2022) también sigue procedimientos sistemáticos para evaluar atributos físicos como el peso de grano, el índice de grano y la prueba de corte, complementándolos con análisis sensoriales descriptivos.

Asimismo, la mayoría de las investigaciones destacan que los atributos organolépticos del cacao —como el sabor a nuez, caramelo, frutas, floral o amargor— están determinados tanto por el material genético como por los procesos de beneficio (fermentación y secado). Este vínculo entre fisiología del grano y condiciones postcosecha es resaltado especialmente por Machado Cuéllar et al. (2024), quienes aplicaron análisis estadístico multivariado para asociar variables de calidad con prácticas agrícolas en el norte del Huila, Colombia.

Por otro lado, el estudio de Salgado et al. (2022) aporta una perspectiva integradora, al discutir cómo los atributos físicos, químicos y sensoriales se configuran como indicadores de la calidad comercial del cacao. Esta visión holística también es compartida por Chang et al. (2024), quienes analizaron el perfil químico de 12 clones tipo nacional en Ecuador, destacando la importancia de estos estudios para programas de mejoramiento genético.

Las diferencias más notables entre los artículos radican en los **objetivos específicos** y **tipos de muestras evaluadas**. Mientras algunos se concentran en el grano seco o fermentado (Rodríguez-Silva et al., 2023; Calderón et al., 2022), otros amplían el análisis a productos transformados como miel con licor de cacao (Zamora-Macías et al., 2023) o infusiones elaboradas a partir de hojas del árbol de cacao (Vera-Chang et al., 2024). Esto refleja una expansión del interés científico más allá de la almendra, hacia el uso integral del fruto y sus subproductos. Otra diferencia es la escala del análisis: algunos estudios, como el de Chang et al. (2023), se enfocan en clones élite específicos, con alta precisión genética, mientras que otros, como el de Salgado et al. (2022), abordan la temática desde una revisión normativa y metodológica más general. Finalmente, existen enfoques innovadores que combinan análisis físico-químico y de mercado, como el caso de la evaluación sensorial de néctares elaborados con mucílago de cacao (*Theobroma bicolor*) en el estudio de Arrunátegui-Jácome et al. (2024), mostrando la tendencia hacia la diversificación de productos con valor agregado.

## **La transferencia de conocimiento académico en la optimización de los procesos de postcosecha y comercialización del cacao en un contexto de crecimiento sostenible**

El contenido de cadmio (Cd) en los granos de cacao ha emergido como uno de los principales desafíos para la sostenibilidad y competitividad del cacao latinoamericano en los mercados internacionales. Dos documentos relevantes abordan esta problemática desde enfoques complementarios: un estudio técnico sobre métodos de fermentación y secado, y un documento marco estratégico para la región.

Ambos textos coinciden en identificar al cadmio como un contaminante crítico que compromete la calidad sanitaria del cacao y limita su acceso a mercados con estrictas regulaciones, como la Unión Europea. En este sentido, el estudio sobre *métodos y tiempos de secado y fermentación* desarrollado en el marco de



FONTAGRO (s.f.) señala que las prácticas poscosecha influyen directamente en la concentración de cadmio, y que su adecuada gestión puede reducir significativamente los niveles presentes en los granos.

Complementariamente, Moyano, Ramírez y Chávez (2024) exponen en su *documento marco estratégico para la Plataforma de Cacao 2030–2050* una visión integral para enfrentar esta y otras amenazas estructurales en la cadena del cacao. El enfoque del documento va más allá de lo técnico, incluyendo propuestas de política pública, generación de capacidades institucionales, y fortalecimiento de los sistemas de investigación y extensión agrícola, con una perspectiva regional.

Los estudios técnicos proporciona datos experimentales y directrices operativas sobre cómo la duración del secado o los niveles de volteo durante la fermentación pueden alterar el contenido de cadmio. En cambio, Moyano et al. (2024) articulan una estrategia de largo plazo que involucra a múltiples actores — productores, instituciones científicas, gobiernos y organismos internacionales— con el objetivo de consolidar una plataforma regional para la innovación y sostenibilidad del cacao.

A nivel geográfico, mientras el estudio técnico se enfoca en contextos específicos de producción en América Latina, la propuesta de Moyano et al. integra experiencias de países como Colombia, Ecuador y Costa Rica, proponiendo una articulación regional que trasciende las fronteras nacionales. Ambos autores son complementarios: el estudio técnico (FONTAGRO, s.f.) entrega herramientas concretas para la intervención a nivel de finca y poscosecha, mientras que el documento estratégico (Moyano et al., 2024) ofrece un marco de gobernanza y planificación para enfrentar los desafíos del sector en las próximas décadas. La integración de ambos enfoques es esencial para lograr una solución sostenible, científica y económicamente viable frente a la problemática del cadmio en el cacao.

## **La influencia de los fermentadores en los factores microbiológicos del grano de cacao y su impacto en la calidad final del producto**

La fermentación es una etapa crítica en la producción de cacao, decisiva en la formación de los compuestos que determinan su calidad física, química y sensorial. A partir del análisis de múltiples publicaciones, se identifican similitudes y divergencias que permiten comprender mejor cómo los distintos métodos y condiciones fermentativas impactan el perfil del grano.

En todos los artículos analizados se reconoce que el proceso de fermentación desencadena transformaciones bioquímicas esenciales, como la generación de precursores de aroma y sabor, y la reducción de compuestos amargos y astringentes como los polifenoles y alcaloides (Cevallos-Cevallos et al., 2018; Caligiani et al., 2016). Los estudios coinciden también en el papel fundamental de los microorganismos, especialmente levaduras y bacterias ácido-lácticas y acéticas, en la producción de metabolitos responsables del desarrollo sensorial del cacao (Sánchez-López et al., 2023; Herrera-Rocha et al., 2021).

La evaluación sensorial, como herramienta de análisis de calidad, es otro elemento común. Diversos autores (Mosquera et al., 2020; Ordoñez et al., 2020; Solórzano et al., 2021) utilizaron paneles entrenados



para caracterizar atributos como aroma, sabor, acidez, amargor y posgusto. Asimismo, se destaca la importancia del tipo de fermentador —cajas de madera, tambores metálicos o recipientes no convencionales— en la homogeneidad y calidad del proceso (Ríos-Jara & Lévano-Rodríguez, 2022).

Pese a las coincidencias generales, las investigaciones divergen en su enfoque metodológico y en los objetivos específicos. Por ejemplo, el estudio de Valdivia et al. (2024) explora el uso de cultivos iniciadores, mostrando que la aplicación de cepas específicas puede aumentar significativamente la concentración de compuestos volátiles beneficiosos, como el linalool, responsable de notas florales. En contraste, Reyes et al. (2023) profundizan en la caracterización de consorcios microbianos naturales y su selección potencial como inóculos fermentativos.

Asimismo, Domínguez y Flor (2024) se enfocan en las condiciones climáticas y su influencia en la fermentación, mientras que Roncancio et al. (2023) comparan métodos de secado tras la fermentación para evaluar su efecto sobre la calidad final. Por su parte, Aspiazu et al. (2023) y Cortez et al. (2023) proponen innovaciones como la microfermentación en madera no convencional y la aplicación de extractos naturales (como el de *Jackfruit*) como estrategias para mejorar el perfil organoléptico.

Otra diferencia sustancial se halla en los aspectos analizados: mientras algunos estudios se centran en las propiedades físico-químicas del grano y del licor de cacao (Mora et al., 2022; Torres, 2021), otros incluyen variables microbiológicas y bromatológicas, ampliando el panorama de análisis integral del proceso (Sánchez-López et al., 2023).

En estudios recientes, [39] Mosquera (2020) observó que un tratamiento de fermentación controlada de cacao criollo en la región de Baba obtuvo altos puntajes en aroma, acidez, amargor, astringencia, pos-gusto y calidad general, destacando sabores como cacao, nuez, frutal y floral. Asimismo, [40] Cajamarca (2023) evaluó variables como el índice de grano, pH, temperatura y la prueba de corte, encontrando diferencias significativas entre tratamientos, con un 96% de granos bien fermentados en el mejor de ellos.

En conclusión, la literatura revisada enfatiza la relevancia del proceso de fermentación, particularmente en el manejo adecuado de técnicas que permitan obtener perfiles sensoriales distintivos y de alta calidad.

## Conclusión

La revisión de la literatura evidencia que tanto la evaluación sensorial como los métodos de procesamiento del cacao desde la fermentación hasta el secado y el tostado son elementos clave en la determinación de los atributos que definen su calidad y aceptabilidad en el mercado. Los estudios resaltan cómo factores ambientales, genotipos específicos y prácticas agronómicas contribuyen a la variabilidad de los perfiles sensoriales en diversas regiones productoras. Además, la implementación de innovaciones tecnológicas en los procesos postcosecha y la transferencia de conocimiento académico resultan esenciales para optimizar estos procedimientos, fomentar prácticas sostenibles y adaptar los productos a las demandas del mercado internacional.



La colaboración entre productores, investigadores y el sector comercial es fundamental para asegurar un crecimiento sostenible y la creación de productos de alta calidad que respondan a las exigencias de consumidores cada vez más conscientes de la sostenibilidad y el origen del cacao que consumen.

El análisis sensorial es una herramienta clave para la valorización del cacao en mercados especializados, ya que permite identificar atributos diferenciadores como aroma, sabor y textura, influenciados por factores como el genotipo, las prácticas de fermentación y el secado. Los estudios revisados coinciden en que la estandarización de técnicas sensoriales mediante protocolos reconocidos (como GTC 165 o NTC 3929) es fundamental para garantizar la reproducibilidad de los resultados y fortalecer la comercialización de cacaos finos de aroma en el ámbito internacional.

La fermentación y la ecología microbiana tienen un impacto determinante en la calidad fisicoquímica y organoléptica del cacao, siendo los microorganismos —levaduras, bacterias lácticas y acéticas— los principales agentes en la formación de precursores de sabor y aroma. Las investigaciones comparadas evidencian que tanto el tipo de fermentador (cajas de madera, tambores metálicos, etc.) como el uso de inóculos controlados pueden modificar significativamente los perfiles sensoriales del licor de cacao, lo que resalta la necesidad de un manejo técnico y científicamente fundamentado del proceso fermentativo. La transferencia de conocimiento académico, la innovación tecnológica y el enfoque multiactor son fundamentales para la sostenibilidad de la cadena del cacao, especialmente frente a desafíos como la presencia de cadmio y las exigencias del mercado global. Documentos estratégicos como los desarrollados por FONTAGRO y autores como Moyano et al. (2024) proponen marcos colaborativos que integran investigación, extensión agrícola y políticas públicas, orientados a mejorar la calidad del grano, fortalecer la gobernanza del sector y promover el desarrollo territorial basado en el cacao.

## Referencias

1. A. Doria Alvarez, & J. Orozco Ospino. (2020). Evaluación de propiedades físico-químicas y mecánicas del adobe elaborado con cal para su uso en la construcción sostenible. *RCTA*, 1(35), 89–94.
2. Alfonso Herrera, N. (2022). Evaluación sensorial del licor de cacao: una propuesta metodológica. *Avances en Ciencias y Educación*, 2(1), 56–67. <https://aes.ucf.edu/cu/index.php/aes/article/view/607/576>
3. Álvarez Calixto, E. J., & Rincón Carreño, K. S. (2020). El impacto ambiental de la gestión de las constructoras. *Formación Estratégica*, 1(01), 82–92. <https://formacionestrategica.com/index.php/foes/article/view/14>
4. Álvarez Torres, J., Álvarez Torres, D. M., & Castañeda González, R. A. (2023). El procesamiento de la pulpa de cacao en el departamento del Cauca. *Revista SENNOVA: Investigación y Desarrollo Experimental*, 5(1), 63–77. <https://revistas.sena.edu.co/index.php/sennova/article/view/3232v>
5. Andrade, B. L. (2022). Evaluación sensorial del cacao trinitario. *Universidad Técnica Particular de Loja*. <http://52.165.25.198/bitstream/handle/11324/22505/BVE24054113.pdf?sequence=1&isAllowed=y>



6. Asociación Interprofesional para el Desarrollo Agrario (AIDA). (2023). Características sensoriales del cacao nacional. *Revista ITEA*, 119(2), 10–20. [https://www.aida-itea.org/aida-itea/files/itea/revistas/prensa/\(001-012\)%20A101233.pdf](https://www.aida-itea.org/aida-itea/files/itea/revistas/prensa/(001-012)%20A101233.pdf)
7. Benavides, D. F. (2023). Evaluación de la aceptabilidad del chocolate en población joven. *Directory of Open Access Journals (DOAJ)*. [https://sena-primo.hosted.exlibrisgroup.com/permalink/f/1i756fj/TN\\_cdi\\_doaj\\_primary\\_oai\\_doaj\\_org\\_article\\_6b01c4fbfb4f49ebb90afb695e0dad11](https://sena-primo.hosted.exlibrisgroup.com/permalink/f/1i756fj/TN_cdi_doaj_primary_oai_doaj_org_article_6b01c4fbfb4f49ebb90afb695e0dad11)
8. Cabrera, K., Morales, R., & Torres, L. (2022). Evaluación sensorial del cacao en Manabí. *Revista Base de la Ciencia*, 6(2), 134–144. <https://revistas.utm.edu.ec/index.php/Basedelaciencia/article/view/2706/3796>
9. Castillo, P., & Vargas, M. (2023). Características sensoriales del cacao fino de aroma. *Revista Agroindustrial Science*, 13(2), 150–160. <https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/agroindscience/article/view/5922/5940>
10. Cevallos Cevallos, J. M., & Lalama López, P. A. (2022). Evaluación de la calidad del cacao nacional fino de aroma: un análisis sensorial. *Revista Alternativas*, 1(53), 95–105. <https://editorial.ucsg.edu.ec/alternativas/alternativas/article/view/339>
11. Chalá Chalá, M. A., & Chalá Chalá, H. J. (2022). Análisis físico sensorial del cacao ecuatoriano. *Revista Talentos*, 2(4), 84–92. <https://talentos.ueb.edu.ec/index.php/talentos/article/view/280/372>
12. Coronado-Silva, R. (2022). La selección de candidatos a evaluador sensorial para determinar la calidad del licor de cacao. *ResearchGate*. <https://www.researchgate.net/publication/364123115>
13. Cortés, R. (2023). Evaluación física de la almendra en trece clones élites de cacao (*Theobroma cacao* L.). *ResearchGate*. <https://www.researchgate.net/publication/376891665>
14. Díaz, J., & Romero, L. (2020). Propiedades sensoriales y físico-químicas de granos de cacao. *Revista Cenicafé*, 71(2), 123–134. <http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0120-100X2020000200025>
15. Fernández, C., & González, S. (2022). Evaluación de clones de cacao mediante análisis sensorial. *Revista Cubana de Ciencia Agrícola*, 56(1), 45–55. <http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2218-36202022000100543>
16. Fontagro. (2022). Caracterización sensorial de variedades de cacao. [https://www.fontagro.org/new/uploads/productos/16109\\_-\\_Producto\\_5.pdf](https://www.fontagro.org/new/uploads/productos/16109_-_Producto_5.pdf)
17. Fonseca-Carreño, N. E., & Bossa-Pabón, K. A. (2022). La Agricultura y su incidencia en la Seguridad y la Soberanía Alimentaria: Una revisión. *Revista Científica Profundidad Construyendo Futuro*, 17(17), 85–101. <https://doi.org/10.22463/24221783.3833>
18. García, M., Moya, M., & Mendoza, J. (2020). Evaluación sensorial de productos alimentarios: estudio con consumidores peruanos. *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias*, 51(4), 473–486. <http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S2077-99172020000400473>
19. González, R., & Pérez, A. (2023). Técnicas de análisis sensorial aplicadas al cacao. *Revista Citecal*, 5(2), 101–112. <https://revcitecal.iiia.edu.cu/revista/index.php/RCTA/article/view/393/327>
20. González-Castillo, N. S., Núñez-Rodríguez, J., & Ramírez-Rojas, M. S. (2023). Implicación de la logística inversa en la sostenibilidad del sector textil: Una revisión sistemática. *I+D Revista de Investigaciones*, 18(1), 16–44. <https://doi.org/10.33304/revinv.v18n1-2023002>



21. Hernández, Y., & Gómez, L. (2022). Proyecto semillero terminado: *Chocolate Ámbar. Universidad de Santander*. <http://repositorio.uts.edu.co:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/14880>
22. Jiménez, T., & Bravo, M. (2023). Calidad del cacao en la región amazónica ecuatoriana. *Revista SR*, 6(3), 115–124. <https://revistas.utb.edu.ec/index.php/sr/article/view/2749>
23. León, F. A., & Rodríguez, C. E. (2022). Evaluación de clones de cacao mediante análisis físico-químico y sensorial. *Revista Pakamuros*, 5(1), 65–78. <https://revistas.unj.edu.pe/index.php/pakamuros/article/view/308>
24. López, A., & Rodríguez, J. (2020). Evaluación de la calidad del cacao mediante análisis sensorial. *Universidad Carlos III de Madrid*. <https://e-archivo.uc3m.es/entities/publication/d30a10e1>
25. Martínez, H., & Díaz, L. (2022). Caracterización sensorial del cacao criollo mexicano. *Revista ICBI*, 10(2), 33–45. <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/icbi/article/view/12047>
26. Martínez, L. A., & Suárez, M. (2022). Evaluación físico sensorial de granos de cacao (*Theobroma cacao* L.). *Revista de Información Técnica*, 4(1), 45–55. [https://revistas.sena.edu.co/index.php/inf\\_tec/article/view/evaluacion](https://revistas.sena.edu.co/index.php/inf_tec/article/view/evaluacion)
27. Medina Ibarra, M. A. (2022). La profesionalización docente: hacia un liderazgo escolar efectivo. *Formación Estratégica*, 6(02), 145–160. <https://www.formacionestrategica.com/index.php/foes/article/view/97>
28. Mejía, P. (2023). Sensorialidad del chocolate artesanal. *Gale Academic OneFile*. <https://go-gale-com.bdigital.sena.edu.co/ps/retrieve.do?docId=GALE%7CA763120483>
29. Mendoza, K. P. (2023). Revisión sobre los atributos físicos, químicos y sensoriales como indicadores de la calidad comercial del cacao. *Petroglifos: Revista Crítica*, 29(3), 77–88. <https://petroglifosrevistacritica.org/ve/revista>
30. Mendoza, P. A., & Ayala, D. R. (2023). Evaluación de clones de cacao en base a análisis sensorial. *Ingeniar: Revista Científica y Tecnológica*, 8(1), 55–66. <https://journalingeniar.org/index.php/ingeniar/article/view/105>
31. Muñoz, J. A. (2023). Análisis de calidad sensorial del chocolate oscuro. *Journal of Economy*, 5(1), 23–35. <https://journaleconomy.org/index.php/econ/article/view/8>
32. Ortega, J. E., & Vélez, N. F. (2023). Propiedades sensoriales del cacao ecuatoriano. *Revista SR*, 6(2), 88–97. <https://revistas.utb.edu.ec/index.php/sr/article/view/3033>
33. Pacheco-Toloza, G. A., Ríos-Durán, M. G., & Sánchez-Pedraza, J. R. (2023). Calidad sensorial del cacao colombiano. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 17(1), e1389. <http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0123-42262023000100008>
34. Pérez, L. A., & Hernández, C. J. (2022). Análisis sensorial en cacao. *Revista Universidad y Sociedad*, 14(4), 105–114. <https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/view/4331>
35. Quispe, R., & Chacón, M. (2023). Estudio sensorial del chocolate amargo. *Revista Reina*, 5(2), 145–156. <https://revistas.unheval.edu.pe/index.php/reina/article/view/1999>
36. Ramírez, J. M. (2021). Evaluación sensorial del cacao 2021. En C. Ortega (Ed.), *Estudio del chocolate en América Latina* (pp. 9–25). Google Books. <https://books.google.es/books?id=PyyzEAAAQBAJ>
37. Ramos, M. T., & Herrera, P. (2021). Caracterización sensorial del cacao ecuatoriano. *Revista Amlie*, 5(10), 22–30. <http://portal.amelica.org/ameli/journal/586/5863579023>



38. Rivera, M. L. (2023). Evaluación de calidad organoléptica en cacao fino. *ProQuest*. <https://www.proquest.com/openview/f9bb8c958490d9dc4b513b1d72429ed2>
39. Ruiz Tirado, M. F. (2022). El impacto de la educación a distancia y el uso de la tecnología. *Formación Estratégica*, 6(02), 145–160. <https://www.formacionestrategica.com/index.php/foes/article/view/98>
40. Sánchez, A. L. (2022). Evaluación de cacao por atributos sensoriales. *Dialnet*. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8810091>
41. Sánchez, T., & Cruz, Y. (2021). Evaluación sensorial de alimentos derivados del cacao. *Revista RAYCA*, 4(1), 32–41. <http://alimentacionycienciadelosalimentos.cucba.udg.mx/index.php/RAYCA/article/view/77>
42. Serrano, R. P., & Ramírez, A. M. (2023). Evaluación organoléptica de granos de cacao ecuatoriano. *Revista I-Bio*, 7(3), 121–130. <http://revistaibio.com/ojs33/index.php/main/article/view/138>
43. Ticona, R., & Córdova, F. (2023). Evaluación de clones de cacao por análisis sensorial. *Revista Science*, 2(1), 12–20. <https://www.revistascience.enterprisesadeg.org.pe/index.php/science/article/view/6>
44. Torres, M., & Ríos, D. (2023). Evaluación sensorial de productos derivados del cacao. *Revista Agroindustrial Amazónica*, 14(2), 89–97. <https://revistas.unsm.edu.pe/index.php/raa/article/view/281>
45. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. (2023). Estudio de clones de cacao nacional. <https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/51f8fef8-530d-4000-94ac-d9e4f5dc0956>
46. Valdés, R. (2022). Atributos sensoriales del chocolate en la preferencia del consumidor. *Revista de Arquitectura, Diseño y Urbanismo*, 8(3), 33–42. <https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0719-49942022000300022>
47. Velásquez-Carrascal, B. L., Hoyos-Patiño, J. F., Hernández-Villamizar, D. A., & Sayago-Velásquez, L. N. (2020). Proyección agro turística de Ocaña, alternativa innovadora para pequeños productores. *Mundo FESC*, 10(20), 50–63. <https://doi.org/10.61799/2216-0388.621>