



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL POSGRADO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA AGROALIMENTARIA

POTENCIAL DEL ACEITE ESENCIAL DE ORÉGANO (*Lippia berlandieri Schauer*) COMO BIOCONSERVADOR EN CECINA Y SU VALORIZACIÓN ECONÓMICA

TESIS

Que como requisito parcial para obtener el grado de:

MAESTRÍA EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA AGROALIMENTARIA

Presenta:

JOSSELIN OSORIO MEJIA

Bajo la supervisión de: **EMMANUEL FLORES GIRÓN, DR.**



Chapingo, Estado de México, septiembre de 2026.

**POTENCIAL DEL ACEITE ESENCIAL DE ORÉGANO (*Lippia berlandieri*
Schauer) COMO BIOCONSERVADOR EN CECINA Y SU VALORIZACIÓN
ECONÓMICA**

Tesis realizada por **Josselin Osorio Mejia**, bajo la supervisión del Comité Asesor indicado, aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

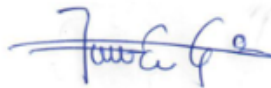
MAESTRÍA EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA AGROALIMENTARIA

DIRECTOR:



DR. EMMANUEL FLORES GIRÓN

ASESOR:



DR. ANASTACIO ESPEJEL GARCÍA

ASESOR:



D. Ph. GERARDO MÉNDEZ ZAMORA

ÍNDICE GENERAL

LISTA DE CUADROS	vi
LISTA DE FIGURAS	vii
DEDICATORIAS	viii
AGRADECIMIENTOS.....	ix
DATOS BIOGRÁFICOS	x
RESUMEN GENERAL	xi
GENERAL ABSTRACT	xii
1. INTRODUCCIÓN GENERAL.....	13
1.1. Literatura citada	14
2. REVISIÓN DE LITERATURA	15
2.1. Conservación en los alimentos	15
2.2. Bioconservación	16
2.3. Aceites esenciales	17
2.4. Orégano (<i>Lippia Berlandieri</i> Schauer).....	19
2.5. Aceite esencial de orégano.....	20
2.6. Cecina.....	21
2.7. Análisis conceptual	22
2.8. Experimentos de Elección Discreta	23
2.9. Análisis sensorial: JAR	24
2.10. Literatura citada	25
3. VALORACIÓN DE ATRIBUTOS TANGIBLES E INTANGIBLES DE LA CECINA MEDIANTE UN ESTUDIO DE CONSUMIDORES	32
3.1. Resumen	33

3.2.	Abstract.....	xxxiv
3.3.	Introducción	35
3.4.	Materiales y métodos.....	38
3.4.1.	Participantes y diseño de encuesta.....	38
3.4.2.	Proceso de lematización	38
3.4.3.	Análisis de datos	39
3.5.	Resultados y discusión	41
3.5.1.	Características de los consumidores.....	41
3.5.2.	Índice de diversidad y rareza	43
3.5.3.	Categoría de las palabras asociadas	45
3.5.4.	Porcentajes de las categorías por cada región	47
3.5.5.	Rueda de significados	50
3.5.6.	Representación gráfica de la relación de las categorías evocadas.....	53
3.6.	Conclusión	55
3.7.	Literatura citada	56
4.	PREFERENCIAS DEL CONSUMIDOR Y VALORACIÓN ECONÓMICA DE LA CECINA MEDIANTE EXPERIMENTOS DE ELECCIÓN DISCRETA	59
4.1.	Resumen	60
4.2.	Abstract.....	61
4.3.	Introducción	62
4.4.	Materiales y métodos.....	65
4.4.1.	Determinación de atributos y niveles, y diseño de cuestionario	65
4.4.2.	Diseño estadístico experimental.....	66
4.4.3.	Análisis estadístico.....	68
4.5.	Resultados y discusión	69
4.5.1.	Características sociodemográficas de los participantes.....	69
4.5.2.	Análisis econométrico	72
4.5.3.	Disposición a pagar margina (DPMg).....	76
4.6.	Conclusión	79

4.7. Literatura citada	80
5. CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA, MICROBIOLÓGICA Y SENSORIAL DE CECINA CON ACEITE ESENCIAL DE ORÉGANO	82
5.1. Resumen	83
5.2. Abstract.....	84
5.3. Introducción	85
5.4. Materiales y métodos.....	86
5.4.1. Diseño experimental.....	86
5.4.2. Obtención de materia prima	86
5.4.3. Elaboración de cecina	86
5.4.4. Determinación del pH, retención de agua y actividad de agua (aw)	87
5.4.5. Determinación de bacterias ácido-lácticas (BAL), mesófilos aerobios y coliformes totales en cecina mediante recuento en placa.....	88
5.4.6. Determinación de composición química proximal mediante FoodScan®.	89
5.4.7. Evaluación sensorial mediante JAR (Just-About-Right).....	89
5.4.8. Análisis estadístico.....	90
5.5. Resultados y discusión	90
5.5.1. Pruebas físicoquímicas	90
5.5.2. Composición química proximal	93
5.5.3. Análisis microbiológico	94
5.5.4. Análisis de evaluación sensorial.....	100
5.6. Conclusiones	108
5.7. Literatura citada	109
6. CONCLUSIONES GENERALES	113
7. ANEXOS.....	115

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Características sociodemográficas de los participantes en porcentaje (%)	42
Cuadro 2. Parámetros evaluados por cada región, ambas modalidades	44
Cuadro 3. Definición, ejemplos y tipo de significado de las categorías de los estímulos evaluados	46
Cuadro 3. Definición, ejemplos y tipo de significado de las categorías de los estímulos evaluados (continuación)	47
Cuadro 4. Porcentaje de categorías de encuestas online	48
Cuadro 5. Porcentaje de categorías de encuestas presencial	49
Cuadro 6. Atributos y niveles del Experimento de Elección Discreta	66
Cuadro 7. Códigos de los atributos empleados para elección discreta	67
Cuadro 7. Códigos de los atributos empleados para elección discreta (Continuación)	68
Cuadro 8. Resultados de análisis econométricos, modalidad en línea	74
Cuadro 9. Resultados de análisis econométricos, modalidad presencial	75
Cuadro 10. Disposición a pagar marginal, modalidad online	78
Cuadro 11. Disposición a pagar marginal, modalidad online	79
Cuadro 12. Comportamiento del pH en la cecina tratadas con AEO.	91
Cuadro 13. Comportamiento de CRA en la cecina tratadas con AEO.	92
Cuadro 14. Comportamiento de aw en la cecina tratadas con AEO.	93
Cuadro 15. Porcentajes de composición química de cecina con adición AEO al día 7	93
Cuadro 16. Recuento de bacterias ácido-lácticas	94
Cuadro 17. Recuento de coliformes totales	96
Cuadro 18. Recuento de bacterias mesófilas aerobias.	98
Cuadro 19. Comparación de medias de aceptabilidad global de los tratamientos	100
Cuadro 20. Penalidades de JAR sobre los atributos de cecina (T1)	104
Cuadro 21. Penalidades de JAR sobre los atributos de cecina (T2)	106
Cuadro 22. Penalidades de JAR sobre los atributos de cecina (T3)	107

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Mecanismos de acción antimicrobiana de los aceites esenciales.....	19
Figura 2. Rueda de significados encuesta en línea.....	51
Figura 3. Rueda de significados encuesta presencial	52
Figura 4. Representación gráfica de las categorías evocadas por los consumidores en modalidad presencial.....	53
Figura 5. Representación gráfica de las categorías evocadas por los consumidores en modalidad en línea.	54
Figura 6. Ejemplo de elección de tarjeta en la encuesta.....	67
Figura 7. Datos sociodemográficos de los participantes, modalidad en línea..	71
Figura 8. Datos sociodemográficos de los participantes, modalidad en presencial	71
Figura 9. Gráfica de efectos principales del pH.....	91
Figura 10. Gráfica de interacción tiempo*concentraciones coliformes totales .	97
Figura 11. Gráfica de porcentajes para los niveles JAR para T1 = AEO a 0ppm	102
Figura 12. Gráfica de porcentajes para los niveles JAR T2 = 50ppm	103
Figura 13. Gráfica de porcentajes para los niveles JAR T3 = 100ppm	103

DEDICATORIAS

A **Dios**, a la **vida** y al **universo**, por darme la fortaleza, la sabiduría y las oportunidades para continuar este camino. Por permitirme superar cada desafío, aprender de cada experiencia y mantener la confianza para seguir adelante. Gracias por acompañarme en cada paso, por abrir caminos y por darme la vida para perseguir mis sueños, alcanzar mis metas y hacer realidad cada uno de mis proyectos

A mi madre, **Ana María Mejía**, y a mi hermano, **Daniel Osorio Mejía**, por ser mi mayor motivación, mi fuerza y una de las razones por las que nunca he dejado de perseguir mis sueños. Gracias por estar a mi lado en cada etapa, por sus palabras, su cariño y por creer en mí incluso cuando el camino parecía difícil. Cada logro que alcanzo lleva una parte de ustedes, porque mucho de lo que soy y de lo que he conseguido se lo debo al amor, apoyo y ejemplo que me han brindado. Este logro es también para ustedes, con todo mi amor y gratitud.

A mi prometido, **Gustavo Misael Rodríguez**, por ser una parte fundamental de mi vida y de mi desarrollo profesional, por acompañarme en cada paso y ser mi compañero. Gracias por creer en mí incluso cuando yo misma dudé, por tu paciencia, apoyo incondicional y por impulsarme a perseguir mis sueños. Este logro también lleva una parte de ti, por tus palabras de aliento, tu compañía y por ayudarme a convertir mis sueños en realidad.

A mi familia **Mejía Alonso**, por enseñarme el valor de la unión, el amor y la perseverancia, y por estar presente en cada etapa de mi vida. Gracias por su cariño, sus enseñanzas y por brindarme siempre su apoyo.

A mi familia **Rodríguez Díaz**, gracias por su apoyo, por sus palabras de aliento y por motivarme siempre a seguir persiguiendo mis sueños. Su cariño y acompañamiento han sido importantes en cada etapa de mi vida. Gracias por ser parte de este camino y de este logro.

AGRADECIMIENTOS

A la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (SECIHTI), por el apoyo financiero otorgado durante la realización de la presente tesis, el cual contribuyó al desarrollo y culminación de este proyecto.

A la Universidad Autónoma Chapingo y al Posgrado en Ciencia y Tecnología Agroalimentaria, por brindarme la oportunidad de continuar con mi formación académica y profesional, y por ser el espacio donde pude adquirir nuevos conocimientos, experiencias y herramientas que contribuyeron a mi crecimiento.

A mi director, Dr. Emmanuel Flores Girón, por recibirme desde mi estancia profesional y brindarme su apoyo durante esta etapa. Gracias por compartir sus conocimientos, consejos y paciencia, así como por motivarme a seguir creciendo profesionalmente. Agradezco profundamente todo lo aprendido durante este proceso.

Al Dr. Anastacio Espejel García, por abrirme las puertas desde mi estancia profesional y motivarme a seguir creciendo personal y profesionalmente. Gracias por compartir sus conocimientos, por su tiempo, apoyo y, sobre todo, por su confianza e impulso para continuar preparándome y alcanzar nuevas metas.

Al Dr. Gerardo Méndez Zamora, por su asesoramiento, acompañamiento y valiosas aportaciones durante esta etapa de formación, así como por compartir sus conocimientos y contribuir al desarrollo de este proyecto.

A la M.C. Jessica Guadalupe Marcos Toxqui, a la Ing. Yazmin Miguel Santiago y a la M.C. Isabel Janid Pérez Viveros, por compartir sus conocimientos y brindarme su apoyo, orientación y acompañamiento durante este proceso.

Al Ing. Martin Jauregui Fuentes por compartir conmigo esta etapa, en la que juntos aprendimos, desarrollamos técnicas y enfrentamos los retos que se presentaron. Gracias por cada experiencia compartida, por tu compañerismo, apoyo y, sobre todo, por tu amistad durante este camino.

Al Dr. Gilberto Aranda, por su disposición, orientación y apoyo para la realización de las pruebas requeridas en esta investigación.

A Viviana Rodríguez Díaz, por sus palabras de aliento, motivación y apoyo incondicional. Gracias por impulsarme a seguir adelante y recordarme siempre: “¡inténtalo, tú puedes!”.

A mis amigos (Karen, Xime, Jaz, Gaby), por su amistad, apoyo y por compartir conocimientos y experiencias que hicieron de esta trayectoria una etapa llena de buenos momentos.

DATOS BIOGRÁFICOS

Datos personales:

Nombre: Josselin Osorio Mejia

Fecha de nacimiento: 17 de noviembre del 2001

CURP: OOMJ011117MOCSJSA8

Lugar de nacimiento: La providencia, Santiago
Tilantongo, Oaxaca



Profesión: Ingeniero en Ciencia y Tecnología de Alimentos

Cédula profesional: 14456612

Desarrollo académico:

Preparatoria: Colegio de Estudios Científicos y Tecnológicos del
Estado de Oaxaca

Licenciatura: Ingeniería en Ciencia y Tecnología de Alimentos –
Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro

RESUMEN GENERAL

La cecina es un producto cárnico tradicional de México, reconocido por su valor nutricional y características organolépticas. Sin embargo, durante su elaboración y almacenamiento pueden desarrollarse microorganismos que afectan su conservación y calidad. En este contexto, el aceite esencial de orégano (AEO) (*Lippia berlandieri* Schauer) representa una alternativa de origen natural para su conservación. El objetivo de este estudio fue evaluar el potencial del AEO como bioconservador en cecina mediante su caracterización microbiológica, fisicoquímica, proximal y sensorial, así como identificar los atributos que influyen en las preferencias del consumidor y su disposición a pagar. Se evaluaron tres concentraciones de AEO (0, 50 y 100 ppm) durante diferentes tiempos de almacenamiento. Se realizaron análisis microbiológicos, fisicoquímicos y de composición proximal, además de una evaluación sensorial mediante pruebas de aceptabilidad y escala Just-About-Right (JAR).

La valoración de los atributos del producto se realizó mediante un análisis conceptual y Experimentos de Elección Discreta (EED), aplicados en modalidad presencial y virtual. Los resultados mostraron que el AEO presentó un efecto inhibitorio sobre el crecimiento microbiano, sin modificar significativamente la composición proximal y actividad de agua de la cecina, mientras que la aceptación sensorial no se afectó. El análisis de preferencias permitió identificar atributos relacionados con las características, origen y conservación del producto como elementos relevantes para la elección de los consumidores. En conjunto, los resultados indican que el AEO presenta potencial como alternativa de bioconservación y que la identificación de atributos valorados por los consumidores puede contribuir a la diferenciación y valorización económica de la cecina.

Palabras clave: aceite esencial de orégano, producto cárnico, disposición a pagar, EDD, JAR.

Tesis de Maestría en Ciencias. Programa de Posgrado en Ciencia y Tecnología Agroalimentaria, Universidad Autónoma Chapingo.

Autor: Josselin Osorio Mejía

Director de tesis: Dr. Emmanuel Flores Girón

GENERAL ABSTRACT

Cecina is a traditional Mexican meat product recognized for its nutritional value and organoleptic characteristics. However, microorganisms may develop during its processing and storage, affecting its shelf life and quality. In this context, oregano essential oil (OEO) (*Lippia berlandieri* Schauer) represents a natural alternative for its preservation. The objective of this study was to evaluate the potential of OEO as a biopreservative in *cecina* through microbiological, physicochemical, proximate, and sensory characterization, as well as to identify the attributes that influence consumer preferences and willingness to pay. Three OEO concentrations (0, 50, and 100 ppm) were evaluated at different storage times. Microbiological, physicochemical, and proximate composition analyses were performed, in addition to sensory evaluation using acceptability tests and a Just-About-Right (JAR) scale.

Product attribute valuation was conducted through conceptual analysis and Discrete Choice Experiments (DCE), administered through both face-to-face and online modalities. The results showed that OEO exerted an inhibitory effect on microbial growth without significantly altering the proximate composition or water activity of *cecina*, while sensory acceptance was not affected. The preference analysis identified attributes related to the product's characteristics, origin, and preservation as relevant factors in consumers' choices. Overall, the results indicate that OEO has potential as a biopreservation alternative and that identifying attributes valued by consumers may contribute to the differentiation and economic valuation of *cecina*.

Keywords: oregano essential oil; meat product; willingness to pay; Discrete Choice Experiments; Just-About-Right.

Master's Thesis in Science. Program of Agro-Food Science and Technology,
Universidad Autónoma Chapingo.
Author: Josselin Osorio Mejía
Advisor: Dr. Emmanuel Flores Girón

1. INTRODUCCIÓN GENERAL

La cecina es un alimento cárnico de elaboración tradicional obtenido mediante procesos de salazón, deshidratación y, de forma eventual, ahumado de piezas magras como la pierna (Guerrero et al., 2018). Durante su elaboración y almacenamiento, la superficie de la cecina puede ser colonizada por hongos y otros microorganismos, algunos de los cuales pueden modificar sus características sensoriales y afectar su estabilidad. Si bien determinados microorganismos pueden formar parte de la microbiota, asociada a los productos cárnicos curados; también pueden desarrollarse microorganismos indeseables que representen un riesgo en la calidad e inocuidad del alimento. En este sentido, la microbiota asociada a la cecina aún no ha sido caracterizada completamente, debido a que gran parte de los estudios se han enfocado en sus características fisicoquímicas y sensoriales, mientras que son limitados los trabajos dirigidos a profundizar en su comportamiento microbiológico y en los posibles riesgos (Zaldivar Ribeiro et al., 2026).

Ante esta situación, existe el interés en el desarrollo de alternativas de conservación natural que ayuden a reducir el crecimiento microbiano, sin modificar de manera desfavorable las características del producto. Entre estas alternativas se encuentra el aceite esencial de orégano (AEO), ya que contienen propiedades antimicrobianas, relacionadas principalmente con la presencia de carvacrol y timol (Hyltdgaard et al., 2012). Sin embargo, además de su efecto sobre los microorganismos de cecina, es importante considerar el posible impacto del AEO sobre sus características sensoriales de la cecina, ya que sus compuestos pueden modificar sus atributos como el sabor ya aroma.

Además de evaluar la aplicación del AEO sobre la microbiota de la cecina como alternativa de conservación, es importante conocer como los consumidores valoran las características y atributos de la cecina. En este sentido, el análisis conceptual permite abordar las características y atributos asociados con el producto, mientras que los Experimentos de Elección Discreta (EED) permiten

analizar las preferencias de los consumidores y estimar su disposición a pagar por diferentes atributos (Lizin et al., 2022; Melo Guerrero et al., 2020)

En este contexto, el presente estudio tuvo como objetivo evaluar el potencial del AEO sobre la microbiota de la cecina, así como evaluar su aceptabilidad sensorial, analizar la valoración que los consumidores realizan del producto mediante un análisis conceptual, y determinar los atributos que afectan la decisión de compra mediante los EED. Se planteo como hipótesis que la incorporación de AEO reducirá las poblaciones de los microorganismos evaluados durante almacenamiento, y permitirá mantener una aceptabilidad sensorial favorable. Asimismo, se espera que los atributos evaluados de la cecina influyan de manera distinta en las preferencias de los consumidores y en su disposición a pagar por el producto.

1.1. Literatura citada

- Guerrero, E. M., Laguna, R. R., Damián, M. Á. M., Ortiz, J. H., & Zárate, R. R. (2020). Consideraciones básicas para la aplicación de experimentos de elección discreta: Una revisión. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 11(59). <https://doi.org/10.29298/rmcf.v11i59.676>
- Hyldgaard, M., Mygind, T., & Meyer, R. L. (2012). Essential Oils in Food Preservation: Mode of Action, Synergies, and Interactions with Food Matrix Components. *Frontiers in Microbiology*, 3. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2012.00012>
- Melo Guerrero, E., Rodríguez Laguna, R., Martínez Damián, M. Á., Hernández Ortiz, J., Razo Zárate, R., Melo Guerrero, E., Rodríguez Laguna, R., Martínez Damián, M. Á., Hernández Ortiz, J., & Razo Zárate, R. (2020). Consideraciones básicas para la aplicación de experimentos de elección discreta: Una revisión. *Revista mexicana de ciencias forestales*, 11(59), 4-30. <https://doi.org/10.29298/rmcf.v11i59.676>
- Lizin, S., Rousseau, S., Kessels, R., Meulders, M., Pepermans, G., Speelman, S., Vandebroek, M., Van Den Broeck, G., Van Loo, E. J., & Verbeke, W. (2022). The state of the art of discrete choice experiments in food research. *Food Quality and Preference*, 102, 104678. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2022.104678>

2. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Conservación en los alimentos

La aplicación de métodos de conservación resulta importante para la inocuidad alimentaria, ya que contribuyen a prevenir riesgos a la salud de los consumidores (FAO Y OMS, 2025), la conservación abarca un conjunto de estrategias para extender la vida útil de los productos alimentarios preservando sus características nutricionales, fisicoquímicas y sensoriales (Mafe et al., 2024). Asimismo, contribuye a reducir el desperdicio de alimentos y favorecer su disponibilidad durante periodos más prolongados (Lisboa et al., 2024). La regulación de estos procesos implica la manipulación de variables intrínsecas y extrínsecas que desencadenan la degradación (Zhao et al., 2021). Minimizar dicha alteración es prioritario tanto en el ámbito industrial como en el comercial, dado que previene pérdidas económicas y asegura la inocuidad alimentaria (Onyibe et al., 2021).

Entre los principales factores asociados al deterioro de los alimentos se encuentra el crecimiento no controlado de bacterias, hongos y levaduras; este tipo de microorganismos modifican las características de los alimentos o representan un riesgo para la salud. Frente a este problema, los métodos de conservación buscan inhibir o ralentizar la multiplicación de esta microbiota patógena, lo que permite reducir significativamente las enfermedades de origen alimentario (Zhang et al., 2026). Por esta razón, implementar estrategias de conservación no solo es importante para conservar la calidad del producto, sino también para asegurar que no haga daño y generar confianza en las personas que lo consume (Sorathiya et al., 2025). Además, el impacto de estas técnicas va más allá de la salud, ya que también repercute en la economía, el cuidado del medio ambiente y el abasto constante de comida (Chu et al., 2024). Para mantener la calidad de los alimentos y hacer que duren más tiempo, tradicionalmente se han usado métodos como refrigerar, congelar, enlatar, salar, ahumar, secar o fermentar (Sharif et al., 2017). El problema es que varias de estas técnicas tienen un impacto negativo en la salud y en el medio ambiente, debido gastan mucha energía, emiten gases de efecto invernadero o pueden dejar residuos químicos peligrosos (Lisboa et al., 2024).

En las últimas cinco décadas se ha visto un interés creciente por los ingredientes naturales y los productos con "etiqueta limpia", una tendencia que no deja de aumentar. Hoy en día, las personas se preocupan más por su salud y piden saber exactamente qué contienen los alimentos que compran. En este contexto, los conservadores son indispensables para asegurar que el alimento sea seguro (Chauhan & Rao, 2024), lo que ha llevado a buscar alternativas naturales obtenidas de plantas, animales o microorganismos que puedan reemplazar a los aditivos sintéticos tradicionalmente usados (Hassoun et al., 2020)

2.2. Bioconservación

La bioconservación es el proceso que prolonga la vida útil y garantiza la calidad de un alimento utilizando los microorganismos benéficos o los compuestos microbianos que estos producen (Zapašnik et al., 2022). Este enfoque se basa en aprovechar los metabolitos de cepas específicas extraídos de fuentes naturales como plantas, animales, hongos o bacterias. Una ventaja clave de estos ingredientes naturales sobre los conservadores químicos son su alta eficacia y seguridad, ya que logran inhibir patógenos y enzimas de deterioro sin alterar el sabor, la textura o el valor nutricional del producto. Además, pueden aplicarse directamente en matrices como carnes, frutas y verduras, o bien integrarse en recubrimientos y envases comestibles (Sionek et al., 2024).

Las tres principales categorías de los bioconservadores según su origen son: extractos vegetales, metabolitos de microorganismos y compuestos derivados de animales (Ranathunga et al., 2023). El fundamento de esta estrategia radica en aprovechar la capacidad de la microbiota o de sus metabolitos secundarios antimicrobianos, los cuales interactúan de forma directa con moléculas clave de las células patógenas o alterantes para bloquear sus funciones vitales (da Silva et al., 2025).

En el grupo de los bioconservador de origen microbiano, las bacterias ácido-lácticas (BAL) presentes de forma natural en los alimentos juegan un papel clave al ofrecer una amplia capacidad antimicrobiana que ayuda a preservar el producto (Sionek et al., 2024b). Entre los metabolitos más estudiados destacan

la nisina, una bacteriocina producida por cepas de *Lactococcus lactis* eficaz contra bacterias patógenas y la natamicina, un agente antifúngico sintetizado por *Streptomyces natalensis* que actúa sobre una gran variedad de mohos y levaduras (N.-K. Lee & Paik, 2016). Además de estos ejemplos, existen diversos metabolitos microbianos.

Se han estudiado diferentes tipos de agentes antimicrobianos de origen animal relacionados con los mecanismos de defensa del huésped. Dentro de este grupo se encuentran enzimas y proteínas como la lisozima, la lactoperoxidasa, la lactoferrina y la ovotransferrina, además del quitosano y diversos péptidos antimicrobianos (Ranathunga et al., 2023).

Finalmente, los conservantes de origen vegetal destacan por su riqueza en polifenoles, aceites esenciales y péptidos antimicrobianos (pAMP), sustancias que la planta ha desarrollado naturalmente con propiedades antioxidantes y antibacterianas (Dua et al., 2013). Los extractos vegetales son ricos en compuestos bioactivos como los polifenoles, capaces de frenar la proliferación microbiana, en especial de las bacterias (Efenberger-Szmechtyk et al., 2021). Cabe señalar que la efectividad de estos extractos variará en función del pH, la temperatura, la composición química y las interacciones propias de la matriz alimentaria (Putri et al., 2024).

2.3. Aceites esenciales

Los aceites esenciales (AE) son metabolitos secundarios constituidos por una mezcla compleja y variable de moléculas aromáticas y volátiles (Rais et al., 2025). De acuerdo con la Organización Internacional de Normalización (ISO), se definen formalmente como productos obtenidos de materia vegetal mediante procesos como la destilación o el prensado (Masyita et al., 2022). Estas sustancias se obtienen en forma de extractos líquidos concentrados a partir de diversas partes de la planta (hojas, flores, cortezas, semillas) (Masyita et al., 2022), siendo la hidrodestilación y la destilación por arrastre de vapor los métodos más empleados (Dajic Stevanovic et al., 2020).

En cuanto a sus atributos físicos y organolépticos, los aceites esenciales se caracterizan por presentar un aroma intenso y, por lo general, carecen de color cuando están recién extraídos; no obstante, pueden exhibir tonalidades que van del amarillo y verde hasta el naranja o azul, dependiendo de la especie vegetal de procedencia. Asimismo, son sustancias muy sensibles a la oxidación provocada por el aire, la luz o las elevadas temperaturas, lo que ocasiona un oscurecimiento gradual con el paso del tiempo (Stephane & Jules, 2020). Por otro lado, aunque su composición química exacta varía según la localización geográfica, humedad y temporada de cosecha (Llana-Ruiz-Cabello et al., 2017); no obstante, desde el punto de vista químico, sus constituyentes químicos principales se organizan en cuatro grupos principales: terpenos, terpenoides, fenilpropanoides y otros compuestos secundarios (Evangelista-Martínez et al., 2018).

Debido a esta compleja composición, los AE presentan una amplia gama de propiedades antimicrobianas. Diversos estudios sugieren que sus compuestos fenólicos, principalmente el eugenol, el carvacrol y el timol tienen acción antibacteriana contra diferentes bacterias como *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *Streptococcus pneumoniae* y *Escherichia coli* (Aljaafari et al., 2021). De manera específica, Tongnuanchan & Benjakul (2014) señalan que el carvacrol posee una capacidad antimicrobiana para combatir tanto bacterias Gram⁺ como Gram⁻.

La actividad de los AE depende de su composición química, de los grupos funcionales presentes en los compuestos activos y las interacciones que pueden ocurrir entre ellos (Dorman & Deans, 2000). Estos compuestos pueden interactuar inicialmente con la superficie celular y después con la membrana fosfolipídica, provocando alteraciones en su estructura y un incremento de la permeabilidad. Como consecuencia se favorece la pérdida de iones y metabolitos esenciales y se afectan procesos relacionados con la producción de energía, la actividad de ATPasas y el funcionamiento de proteínas de membrana. La alteración conjunta de estos procesos compromete el equilibrio celular, ocasiona

daño estructural y puede conducir finalmente a la muerte del microorganismo. (da Silva et al., 2021; Lupia et al., 2024).

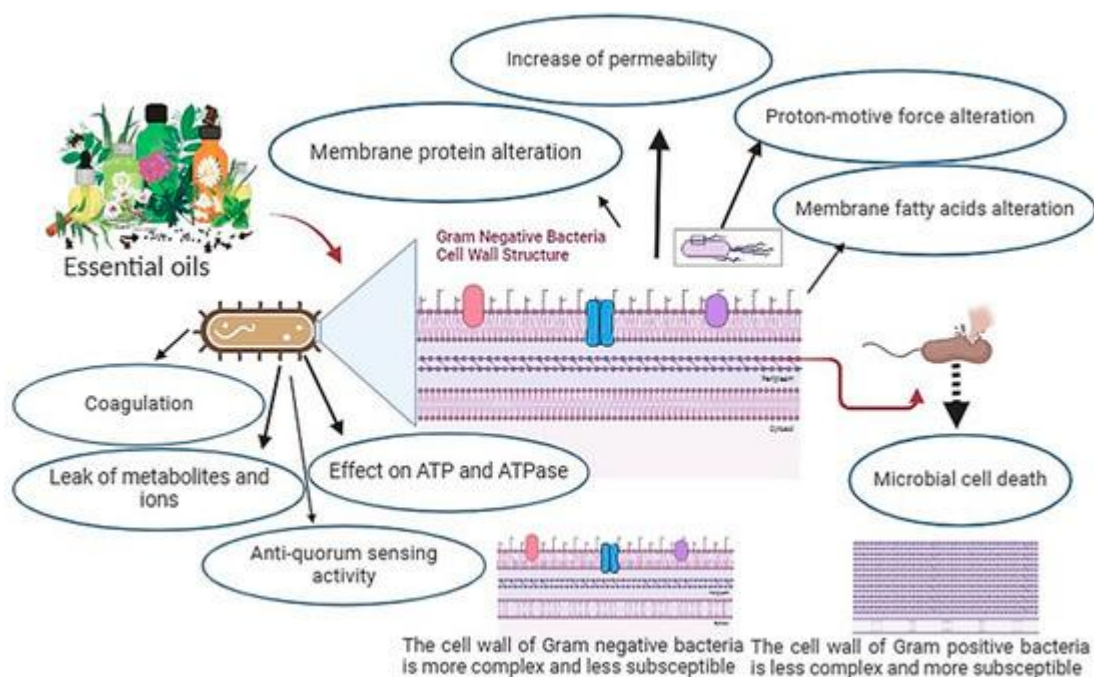


Figura 1. Mecanismos de acción antimicrobiana de los aceites esenciales

Fuente: (Lupia et al., 2024)

Además, los AE destacan por su capacidad para combatir bacterias, hongos y virus. Por esta razón, una extensa literatura científica respalda su uso como agentes de origen natural para el control de patógenos en los alimentos y la extensión de su vida útil en anaquel. Si bien existe una amplia gama de extractos vegetales, los aceites esenciales de tomillo, canela y orégano sobresalen por su elevada potencia antimicrobiana (Mith et al., 2014)

2.4. **Orégano (*Lippia Berlandieri* Schauer)**

Aunque el orégano se encuentra distribuido en diversas partes del mundo, en México se registran cerca de 40 especies endémicas. De este grupo sobresale el orégano mexicano (*Lippia berlandieri* Schauer o *Lippia graveolens* Kunth), un arbusto perteneciente a la familia Verbenaceae que abunda principalmente en las regiones áridas y semiáridas del territorio nacional (Chacón-Vargas et al., 2022). Esta especie posee un alto valor etnobotánico; por ejemplo, en la zona

montañosa del estado de Chihuahua, donde se documenta el empleo de más de 300 plantas medicinales, donde diversas comunidades indígenas han aprovechado el orégano mexicano a lo largo de los siglos para tratar múltiples padecimientos (Adame-Gallegos et al., 2016).

Debido a su abundancia y valor culinario, México se ha posicionado como el principal exportador a nivel mundial de orégano mexicano (*Lippia berlandieri Schauer*), con 35 y 40 % del mercado internacional. Esta destacada demanda comercial responde fundamentalmente a la alta calidad del aceite esencial presente en sus hojas (Güereca et al., 2007), convirtiéndola en la especie de mayor relevancia económica (Chacón-Vargas et al., 2022).

En la gastronomía tradicional, sus hojas secas son altamente apreciadas no solo por su papel como condimento, sino por su capacidad para preservar y realzar los perfiles de aroma y sabor en los platillos (Güereca et al., 2007). Por otro lado, en el ámbito industrial, el aceite esencial constituye el principal insumo de interés; su perfil químico ha favorecido su incorporación como materia prima en la formulación de productos alimentarios, cosméticos y farmacéuticos (Soto-Domínguez et al., 2012). Sin embargo, las aplicaciones del orégano no se limitan a sus componentes volátiles, ya que su valioso aporte de antioxidantes no volátiles, lo posiciona como un aditivo funcional de gran efectividad (Cortés-Chitala et al., 2021). Este valor agregado reside en su diversa matriz bioactiva, caracterizada por la presencia mayoritaria de compuestos como el carvacrol, el timol, el ácido cafeico y diversos flavonoides (Bautista-Hernández et al., 2021).

2.5. Aceite esencial de orégano

El aceite esencial de orégano (AEO) de *Lippia berlandieri Schauer* es una mezcla compleja de compuestos volátiles obtenidos principalmente de las partes aéreas de la planta mediante procesos de extracción como la hidrodestilación o el arrastre con vapor. Su composición química está constituida por terpenos y compuestos fenólicos, cuya proporción puede variar de acuerdo con el origen de la planta, el quimiotipo y las condiciones de extracción (Calamaco et al., 2023).

Entre los principales compuestos bioactivos presentes en el AEO destacan el carvacrol y el timol, a los cuales se atribuyen diversas propiedades biológicas, particularmente actividad antimicrobiana y antioxidante (Chacón-Vargas et al., 2022; Cui et al., 2019).

Debido a estas propiedades, el AEO de *L. berlandieri* ha sido estudiado como una alternativa natural para la conservación de diferentes productos alimentarios. Su aplicación se ha evaluado en productos cárnicos, como el chorizo mexicano, donde se ha investigado su efecto sobre la conservación y calidad del producto (Mendez-Zamora, 2020), así como su aplicación en productos avícolas ha mostrado potencial para contribuir a la conservación de pechugas de pollo durante el almacenamiento en refrigeración (Herrera-Balandrano et al., 2020). Además de su incorporación directa en alimentos, el AEO de *L. berlandieri* ha sido empleado como agente antimicrobiano en sistemas de empaque y recubrimiento (Avila-Sosa et al., 2010). Asimismo, se ha evaluado su efecto sobre la formación de biopelícula de *Salmonella Typhimurium*, demostrando su capacidad para inhibir este proceso (Ortega et al., 2022).

2.6. Cecina

La cecina es un alimento cárnico de elaboración tradicional obtenido mediante procesos de salazón, deshidratación y, de forma eventual, ahumado de piezas magras como la pierna o la pulpa negra (Guerrero et al., 2018). Si bien la canal bovina constituye la materia prima convencional, este derivado puede procesarse a partir de otras especies tales como ciervo, jabalí, caballo, caprino u ovino, aunque el uso de pequeños rumiantes resulta menos común y es poco identificado por el consumidor (de Zaldivar Ribeiro et al., 2026).

Este producto es un claro referente del curado en seco y se caracteriza por una marcada colonización superficial de micelios o hongos filamentosos. En consecuencia, sus parámetros fisicoquímicos varían de acuerdo con el corte anatómico empleado, el tiempo de maduración y el tipo de presentación final. Por su parte, la estabilidad y la carga microbiana residual están estrechamente

vinculadas a la temperatura, la humedad ambiental y el rigor de la inocuidad durante el procesamiento (Coton et al., 2024).

Diversos estudios han evaluado diferentes aspectos relacionados con la calidad, curado de la cecina (Molinero et al., 2008). Asimismo, Rubio et al. (2006) estudiaron el efecto del periodo de almacenamiento y del método de envasado sobre la calidad microbiológica, fisicoquímica y sensorial de la cecina de León. Por otra parte, Reyes-Cano et al. (1995) evaluaron los cambios bioquímicos y microbiológicos durante el almacenamiento de un producto cárnico tipo cecina.

2.7. Análisis conceptual

Un alimento tradicional se define como aquel producto elaborado con base en el patrimonio gastronómico de una región, caracterizado por sus propiedades sensoriales distintivas y su estrecha vinculación con un territorio o una celebración específica, el concepto se ha construido en Europa a partir de la percepción del consumidor, al conjugar elementos como el origen geográfico, la continuidad temporal, las técnicas artesanales de elaboración (Rocillo-Aquino et al., 2021). Este tipo de alimentos se elabora principalmente con ingredientes regionales, frescos, de temporada y de alto valor nutrimental. Además, su procesamiento se lleva a cabo a pequeña escala mediante métodos de producción artesanales (Peulić et al., 2023). Bajo este enfoque, la percepción del consumidor delimita el alimento tradicional a través de dos dimensiones principales: origen y lugar (asociación al uso de materias primas localidades, producción regional), y significado regional (vinculado identidad, rituales y las celebraciones) (Vanhonacker et al., 2010).

Debido a que la percepción del consumidor constituye un elemento fundamental para comprender las características que se asocian con los alimentos tradicionales, es necesario considerar las creencias, expectativas, actitudes e impresiones que las personas construyen en torno a un producto o estímulo. Estas representaciones pueden estudiarse mediante técnicas proyectivas que permiten obtener respuestas espontáneas de los consumidores ante un determinado estímulo (Rojas-Rivas et al., 2022). Entre esas técnicas se

encuentra la asociación libre de palabras creada por Carl Jung, en la que se solicitaba a los participantes que escribieran las primeras palabras (como alimentos, ingredientes, partes del cuerpo, estados de ánimo, entre otros) (Mesías & Escribano, 2018). Esta técnica destaca por su eficacia al evaluar las palabras que los participantes evocan de manera espontánea en respuesta a un estímulo determinado (Borjas García, 2020).

A partir de las respuestas obtenidas mediante la asociación libre de palabras, es posible identificar diferentes atributos y conceptos relacionados con un alimento. Estos pueden corresponder tanto a características intrínsecas, asociadas con las propiedades propias del producto, como a características extrínsecas, relacionadas con aspectos externos al alimento. Ambos tipos de atributos pueden influir en la percepción y en el proceso de elección del consumidor (Hovardas & Korfiatis, 2006).

2.8. Experimentos de Elección Discreta

Los Experimentos de Elección Discreta (EED) constituyen una técnica utilizada para analizar las preferencias declaradas de los individuos y valorar diferentes atributos de un bien o servicio. Esta metodología permite generar información útil para comprender las preferencias de los consumidores y apoyar la toma de decisiones en diferentes contextos de valoración (Guerrero et al., 2020). Uno de los objetivos centrales de los EED es identificar la importancia relativa que los individuos asignan a los atributos que caracterizan un producto o servicio, así como cuantificar las compensaciones o intercambios que están dispuestos a realizar entre dichos atributos al momento de elegir una alternativa (Lancsar et al., 2017; Mangham et al., 2009).

La fundamentación teórica de los modelos de elección discreta proviene del cruce entre la teoría de la probabilidad y la teoría de la utilidad; esta última constituye el pilar esencial para formalizar el comportamiento de preferencia de los individuos (Marcos-Toxqui et al., 2026). Desde esta perspectiva, se considera que los individuos seleccionan aquella alternativa que les proporciona un mayor nivel de utilidad, considerando las características o atributos que la conforman.

Para aplicar un experimento de elección discreta, se generan datos de elección mediante la simulación de un mercado hipotético presentado a los encuestados. Para ello, se construyen conjuntos o tarjetas de elección conformados por alternativas mutuamente excluyentes, entre las cuales los participantes deben seleccionar aquella que prefieren. Cada alternativa se caracteriza por un conjunto de atributos, los cuales presentan diferentes niveles que representan las posibles características del producto o escenario evaluado. Los conjuntos de elección pueden incluir una alternativa que representa la situación actual o statu quo, acompañada de alternativas hipotéticas que presentan diferentes combinaciones de atributos y niveles (Melo Guerrero et al., 2020). A partir de las elecciones realizadas por los participantes, es posible estimar la importancia relativa de los atributos y analizar las preferencias hacia las diferentes alternativas.

Además de identificar las preferencias de los consumidores, los EED permiten estimar el valor económico asociado con los atributos de un producto mediante la disposición a pagar marginal (DAPM) (Drummond et al., 2001). Esta medida representa el valor monetario que un consumidor está dispuesto a sacrificar para obtener un cambio o incremento en determinado atributo, manteniendo constante su nivel de utilidad (Greene et al., 2018). De esta manera, la DAPM permite expresar en términos monetarios la valoración que los consumidores otorgan a los diferentes atributos del producto (Greene et al., 2018).

2.9. Análisis sensorial: JAR

La evaluación sensorial constituye una actividad fundamental en la investigación y desarrollo de nuevos productos, ya que permite identificar, evaluar, analizar e interpretar atributos específicos de las matrices alimentaria (Ares et al., 2017), así como interpretar las respuestas de los consumidores ante las propiedades organolépticas del alimento. (Widianti et al., 2024). La caracterización sensorial tradicional dependía de paneles de jueces capacitados; sin embargo, debido a sus altos costos, se desarrollaron herramientas más flexibles y rápidas que minimizan el tiempo de evaluación. Entre estos métodos rápidos se encuentran CATA (Check-All-That-Apply), RATA (Rate-All-That-Apply) y la prueba JAR (Just

About Right); cada uno de los cuales identifica distintos niveles de capacidad descriptiva (Ortega-Heras et al., 2019a).

De forma particular, la escala Just About Right (JAR) tiene una amplia aceptación en estudios de consumo combinados con evaluaciones hedónicas (Lee et al., 2021). Su objetivo ofrece una vía simple para determinar si la intensidad de un atributo se encuentra en el nivel adecuado (Li et al., 2014) midiendo dicha intensidad mediante valores bipolares (es decir, 1 = "demasiado débil", 3 = "JAR", 5 = "demasiado fuerte") (Xiong et al., 2006). Por esta razón, se aplica ampliamente en la industria alimentaria para guiar la reformulación y optimización de productos.

No obstante, existe un debate metodológico sobre si la atención analítica que esta prueba exige al consumidor puede sesgar su percepción. Es necesario considerar que las calificaciones en las escalas JAR pueden verse influenciadas no solo por la percepción sensorial directa en el paladar, sino también por factores cognitivos y por la forma en que el consumidor procesa la información al momento de evaluar (Valdez-Reyes et al., 2022).

Para saber qué atributos conviene ajustar en la reformulación o mejora de un producto, los datos de la escala JAR se cruzan habitualmente con la aceptación general del consumidor, lo que permite priorizar cuáles características sensoriales necesitan optimizarse (Paries et al., 2022). La principal técnica para este fin es el análisis de penalización, una herramienta gráfica que cuantifica la disminución en el agrado global ocasionada por las desviaciones de un atributo respecto a su nivel óptimo (Ortega-Heras et al., 2019). Este método determina la caída en la media del agrado global al contrastar el grupo JAR con los segmentos fuera del punto ideal (demasiado alto o bajo). comprobando posteriormente la significancia estadística de dicha penalización para identificar qué desviaciones afectan realmente la aceptación del producto (Sadek & Melyana, 2025).

2.10. Literatura citada

Adame-Gallegos, J. R., Andrade-Ochoa, S., & Nevarez-Moorillon, G. V. (2016). Potential Use of Mexican Oregano Essential Oil against Parasite, Fungal and Bacterial

- Pathogens. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 19(3), 553-567. <https://doi.org/10.1080/0972060X.2015.1116413>
- Aljaafari, M. N., AlAli, A. O., Baqais, L., Alqubaisy, M., AlAli, M., Molouki, A., Ong-Abdullah, J., Abushelaibi, A., Lai, K.-S., & Lim, S.-H. E. (2021). An Overview of the Potential Therapeutic Applications of Essential Oils. *Molecules*, 26(3), 628. <https://doi.org/10.3390/molecules26030628>
- Ares, G., de Andrade, J. C., Antúnez, L., Alcaire, F., Swaney-Stueve, M., Gordon, S., & Jaeger, S. R. (2017). Hedonic product optimisation: CATA questions as alternatives to JAR scales. *Food Quality and Preference*, 55, 67-78. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2016.08.011>
- Avila-Sosa, R., Hernández-Zamoran, E., López-Mendoza, I., Palou, E., Munguía, M. T. J., Nevárez-Moorillón, G. V., & López-Malo, A. (2010). Fungal Inactivation by Mexican Oregano (*Lippia berlandieri* Schauer) Essential Oil Added to Amaranth, Chitosan, or Starch Edible Films. *Journal of Food Science*, 75(3), M127-M133. <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2010.01524.x>
- Bautista-Hernández, I., Aguilar, C. N., Martínez-Ávila, G. C. G., Torres-León, C., Iliana, A., Flores-Gallegos, A. C., Kumar Verma, D., & Chávez-González, M. L. (2021). Mexican Oregano (*Lippia graveolens* Kunth) as Source of Bioactive Compounds: A Review. *Molecules*, 26(17), 5156. <https://doi.org/10.3390/molecules26175156>
- Borjas García, J. E. (2020). Validez y confiabilidad en la recolección y análisis de datos bajo un enfoque cualitativo. *Trascender, contabilidad y gestión*, 5(15), 79-97. <https://doi.org/10.36791/tcg.v0i15.90>
- Calamaco, Z. G., Montfort, G. R. C., Marszalek, J. E., & González, G. V. (2023). Revisión sobre el orégano mexicano *Lippia graveolens* HBK. (*Sinonimia Lippia berlandieri* Schauer) y su aceite esencial. *Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 8(1), 861-871. <https://doi.org/10.29105/idcyta.v8i1.109>
- Chacón-Vargas, K. F., Sánchez-Torres, L. E., Chávez-González, M. L., Adame-Gallegos, J. R., & Nevárez-Moorillón, G. V. (2022a). Mexican Oregano (*Lippia berlandieri* Schauer and *Poliomintha longiflora* Gray) Essential Oils Induce Cell Death by Apoptosis in *Leishmania (Leishmania) mexicana* Promastigotes. *Molecules*, 27(16), 5183. <https://doi.org/10.3390/molecules27165183>
- Chacón-Vargas, K. F., Sánchez-Torres, L. E., Chávez-González, M. L., Adame-Gallegos, J. R., & Nevárez-Moorillón, G. V. (2022b). Mexican Oregano (*Lippia berlandieri* Schauer and *Poliomintha longiflora* Gray) Essential Oils Induce Cell Death by Apoptosis in *Leishmania (Leishmania) mexicana* Promastigotes. *Molecules*, 27(16), 5183. <https://doi.org/10.3390/molecules27165183>
- Chauhan, K., & Rao, A. (2024). Clean-label alternatives for food preservation: An emerging trend. *Heliyon*, 10(16). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e35815>
- Chu, Z., Wang, H., & Dong, B. (2024). Research on Food Preservation Based on Antibacterial Technology: Progress and Future Prospects. *Molecules*, 29(14), 3318. <https://doi.org/10.3390/molecules29143318>
- Cortés-Chitala, M. del C., Flores-Martínez, H., Orozco-Ávila, I., León-Campos, C., Suárez-Jacobo, Á., Estarrón-Espinosa, M., & López-Muraira, I. (2021). Identification and Quantification of Phenolic Compounds from Mexican Oregano (*Lippia graveolens* HBK) Hydroethanolic Extracts and Evaluation of Its Antioxidant Capacity. *Molecules*, 26(3), 702. <https://doi.org/10.3390/molecules26030702>
- Coton, E., Dubée, M., Pawtowski, A., Denoyelle, C., & Mounier, J. (2024). Microbiota associated with commercial dry-aged beef in France. *Food Research International*, 181, 114118. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2024.114118>

- Cui, H., Zhang, C., Li, C., & Lin, L. (2019). Antibacterial mechanism of oregano essential oil. *Industrial Crops and Products*, 139, 111498. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2019.111498>
- da Silva, B. D., Bernardes, P. C., Pinheiro, P. F., Fantuzzi, E., & Roberto, C. D. (2021). Chemical composition, extraction sources and action mechanisms of essential oils: Natural preservative and limitations of use in meat products. *Meat Science*, 176, 108463. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2021.108463>
- da Silva, K. G., de Lima Costa, I. H., Fonseca, L. M., Saraiva, M. M. T., Antunes, B. da F., Borges, C. D., & Zambiasi, R. C. (2025). Food biopreservation, global trends and applications: A bibliometric approach. *Food Control*, 168, 110901. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2024.110901>
- Dajic Stevanovic, Z., Sieniawska, E., Glowniak, K., Obradovic, N., & Pajic-Lijakovic, I. (2020). Natural Macromolecules as Carriers for Essential Oils: From Extraction to Biomedical Application. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, 8. <https://doi.org/10.3389/fbioe.2020.00563>
- de Zaldivar Ribeiro, D. C. S., Pintor-Cora, A., Alegría, Á., Santos, J. A., Rodríguez-Calleja, J. M., & López-Díaz, T. M. (2026). Diversity of Mycotoxigenic *Penicillium* and Associated Mycobiota in Dry-Cured Meat (Cecina, León, Spain) Revealed by a Polyphasic Approach. *Foods*, 15(6), 1056. <https://doi.org/10.3390/foods15061056>
- Drummond, M. F., O'Brien, B. J., Stoddart, G. L., & Torrance, G. W. (2001). Métodos para la evaluación económica de los programas de asistencia sanitaria. Ediciones Díaz de Santos.
- Dua, A., Garg, G., & Mahajan, R. (2013). Polyphenols, flavonoids and antimicrobial properties of methanolic extract of fennel (*Foeniculum vulgare* Miller). *European Journal of Experimental Biology*. <https://www.semanticscholar.org/paper/Polyphenols%2C-flavonoids-and-antimicrobial-of-of-Dua-Garg/d0a88e71f210d3a92f5eefc689169c5b204b7c01>
- Efenberger-Szmechtyk, M., Nowak, A., & Czyzowska, A. (2021). Plant extracts rich in polyphenols: Antibacterial agents and natural preservatives for meat and meat products. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 61(1), 149-178. <https://doi.org/10.1080/10408398.2020.1722060>
- Evangelista-Martínez, Z., Reyes-Vázquez, N., & Rodríguez-Buenfil, I. (2018). Evaluación antimicrobiana de aceites esenciales de plantas contra microorganismos patógenos: Estudio in vitro del aceite de orégano combinado con conservadores alimenticios convencionales. *Acta universitaria*, 28(4), 10-18. <https://doi.org/10.15174/au.2018.1817>
- Greene, D., Hossain, A., Hofmann, J., Helfand, G., & Beach, R. (2018). Consumer willingness to pay for vehicle attributes: What do we Know? *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 118, 258-279. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2018.09.013>
- Güereca, M. C. G., Hernández, M. S., Kite, G., & Vázquez, M. M. (2007a). Actividad antioxidante de flavonoides del tallo de orégano mexicano (*Lippia graveolens* HBK var. *Berlandieri Schauer*). *Revista Fitotecnia Mexicana*, 30(1), 43-43. <https://doi.org/10.35196/rfm.2007.1.43>
- Guerrero, A., Sañudo, C., Campo, M. D. M., Olleta, J. L., Muela, E., Macedo, R. M. G., & Macedo, F. A. F. (2018). Consumer Acceptability of Dry Cured Meat from Cull Ewes Reared with Different Linseed Supplementation Levels and Feeding Durations. *Foods*, 7(6), 89. <https://doi.org/10.3390/foods7060089>
- Guerrero, E. M., Laguna, R. R., Damián, M. Á. M., Ortiz, J. H., & Zárate, R. R. (2020). Consideraciones básicas para la aplicación de experimentos de elección

- discreta: Una revisión. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 11(59). <https://doi.org/10.29298/rmcf.v11i59.676>
- Hassoun, A., Carpena, M., Prieto, M. A., Simal-Gandara, J., Özogul, F., Özogul, Y., Çoban, Ö. E., Guðjónsdóttir, M., Barba, F. J., Marti-Quijal, F. J., Jambrak, A. R., Maltar-Strmečki, N., Kljusurić, J. G., & Regenstein, J. M. (2020). Use of Spectroscopic Techniques to Monitor Changes in Food Quality during Application of Natural Preservatives: A Review. *Antioxidants*, 9(9), 882. <https://doi.org/10.3390/antiox9090882>
- Herrera-Balandrano, D. D., Martínez-Rojas, D., Luna-Maldonado, A. I., Gutiérrez-Soto, G., Hernández-Martínez, C. A., Silva-Vázquez, R., Flores-Girón, E., Quintero-Ramos, A., Méndez-Zamora, G., Herrera-Balandrano, D. D., Martínez-Rojas, D., Luna-Maldonado, A. I., Gutiérrez-Soto, G., Hernández-Martínez, C. A., Silva-Vázquez, R., Flores-Girón, E., Quintero-Ramos, A., & Méndez-Zamora, G. (2020). Conservación de pechugas de pollo con aceite esencial de orégano mexicano. *Biotecnia*, 22(2), 119-127. <https://doi.org/10.18633/biotecnia.v22i2.1253>
- Hovardas, T., & Korfiatis, K. J. (2006). Word associations as a tool for assessing conceptual change in science education. *Learning and Instruction*, 16(5), 416-432. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2006.09.003>
- Lancsar, E., Fiebig, D. G., & Hole, A. R. (2017). Discrete Choice Experiments: A Guide to Model Specification, Estimation and Software. *PharmacoEconomics*, 35(7), 697-716. <https://doi.org/10.1007/s40273-017-0506-4>
- Lee, N.-K., & Paik, H.-D. (2016). Status, Antimicrobial Mechanism, and Regulation of Natural Preservatives in Livestock Food Systems. *Food Science of Animal Resources*, 36(4), 547-557. <https://doi.org/10.5851/kosfa.2016.36.4.547>
- Lee, S., Kwak, H. S., Kim, S. S., & Lee, Y. (2021). Combination of the Check-All-That-Apply (CATA) Method and Just-About-Right (JAR) Scale to Evaluate Korean Traditional Rice Wine (Yakju). *Foods*, 10(8), 1895. <https://doi.org/10.3390/foods10081895>
- Li, B., Hayes, J. E., & Ziegler, G. R. (2014). Just-about-right and ideal scaling provide similar insights into the influence of sensory attributes on liking. *Food Quality and Preference*, 37, 71-78. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2014.04.019>
- Lisboa, H. M., Pasquali, M. B., dos Anjos, A. I., Sarinho, A. M., de Melo, E. D., Andrade, R., Batista, L., Lima, J., Diniz, Y., & Barros, A. (2024a). Innovative and Sustainable Food Preservation Techniques: Enhancing Food Quality, Safety, and Environmental Sustainability. *Sustainability*, 16(18), 8223. <https://doi.org/10.3390/su16188223>
- Lisboa, H. M., Pasquali, M. B., dos Anjos, A. I., Sarinho, A. M., de Melo, E. D., Andrade, R., Batista, L., Lima, J., Diniz, Y., & Barros, A. (2024b). Innovative and Sustainable Food Preservation Techniques: Enhancing Food Quality, Safety, and Environmental Sustainability. *Sustainability*, 16(18), 8223. <https://doi.org/10.3390/su16188223>
- Llana-Ruiz-Cabello, M., Maisanaba, S., Puerto, M., Pichardo, S., Jos, A., Moyano, R., & Cameán, A. M. (2017). Estudio subcrónico de toxicidad oral de 90 días del aceite esencial de *Origanum vulgare* en ratas. *Food and Chemical Toxicology*, 101, 36-47. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2017.01.001>
- Lupia, C., Castagna, F., Bava, R., Naturale, M. D., Zicarelli, L., Marrelli, M., Statti, G., Tilocca, B., Roncada, P., Britti, D., & Palma, E. (2024). Use of Essential Oils to Counteract the Phenomena of Antimicrobial Resistance in Livestock Species. *Antibiotics*, 13(2), 163.

- Mafe, A. N., Edo, G. I., Makia, R. S., Joshua, O. A., Akpogheli, P. O., Gaaz, T. S., Jikah, A. N., Yousif, E., Isoje, E. F., Igbuku, U. A., Ahmed, D. S., Essaghah, A. E. A., & Umar, H. (2024). A review on food spoilage mechanisms, food borne diseases and commercial aspects of food preservation and processing. *Food Chemistry Advances*, 5, 100852. <https://doi.org/10.1016/j.focha.2024.100852>
- Mangham, L. J., Hanson, K., & McPake, B. (2009). How to do (or not to do) ... Designing a discrete choice experiment for application in a low-income country. *Health Policy and Planning*, 24(2), 151-158. <https://doi.org/10.1093/heapol/czn047>
- Marcos-Toxqui, J. G., Espejel-García, A., Barrera-Rodriguez, A. I., & Flores-Girón, E. (2026). Experimentos de elección discreta: Preferencia de consumo de mezcal de Puebla. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 17(2), e4015. <https://doi.org/10.29312/remexca.v17i2.4015>
- Masyita, A., Mustika Sari, R., Dwi Astuti, A., Yasir, B., Rahma Rumata, N., Emran, T. B., Nainu, F., & Simal-Gandara, J. (2022a). Terpenes and terpenoids as main bioactive compounds of essential oils, their roles in human health and potential application as natural food preservatives. *Food Chemistry: X*, 13, 100217. <https://doi.org/10.1016/j.fochx.2022.100217>
- Masyita, A., Mustika Sari, R., Dwi Astuti, A., Yasir, B., Rahma Rumata, N., Emran, T. B., Nainu, F., & Simal-Gandara, J. (2022b). Terpenes and terpenoids as main bioactive compounds of essential oils, their roles in human health and potential application as natural food preservatives. *Food Chemistry: X*, 13, 100217. <https://doi.org/10.1016/j.fochx.2022.100217>
- Melo Guerrero, E., Rodríguez Laguna, R., Martínez Damián, M. Á., Hernández Ortiz, J., Razo Zárate, R., Melo Guerrero, E., Rodríguez Laguna, R., Martínez Damián, M. Á., Hernández Ortiz, J., & Razo Zárate, R. (2020). Consideraciones básicas para la aplicación de experimentos de elección discreta: Una revisión. *Revista mexicana de ciencias forestales*, 11(59), 4-30. <https://doi.org/10.29298/rmcf.v11i59.676>
- Mendez-Zamora, G. (2020). El aceite esencial y bagazo de orégano (*Lippia berlandieri* Schauer) afectan el comportamiento productivo y la calidad de la carne de conejo. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*. <https://doi.org/10.22319/RMCP.V11i3.5420>
- Mesías, F. J., & Escribano, M. (2018). Chapter 4—Projective Techniques. En G. Ares & P. Varela (Eds.), *Methods in Consumer Research*, Volume 1 (pp. 79-102). Woodhead Publishing. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102089-0.00004-2>
- Mith, H., Duré, R., Delcenserie, V., Zhiri, A., Daube, G., & Clinquart, A. (2014). Antimicrobial activities of commercial essential oils and their components against food-borne pathogens and food spoilage bacteria. *Food Science & Nutrition*, 2(4), 403-416. <https://doi.org/10.1002/fsn3.116>
- Molinero, C., Martínez, B., Rubio, B., Rovira, J., & Jaime, I. (2008). Efectos del curado prolongado sobre las características microbiológicas, fisicoquímicas y sensoriales de la Cecina de León. *Meat Science*, 80(2), 370-379. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2007.12.023>
- Onyibe, P. N., Edo, G. I., Nwosu, L. C., & Ozgor, E. (2021). Effects of vernonia amygdalina fractionate on glutathione reductase and glutathione-S-transferase on alloxan induced diabetes wistar rat. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 36, 102118. <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2021.102118>
- Ortega, A. R., Pita, B. Á., Novelles, M. del C. T., Vasallo, A. M., Pérez, O. P., & Castaño, I. E. (2022). Efecto del aceite esencial de *Lippia graveolens* Kunth (orégano mexicano) sobre la biopelícula de *Salmonella Typhimurium*. *Revista Cubana de*

- Ortega-Heras, M., Gómez, I., de Pablos-Alcalde, S., & González-Sanjosé, M. L. (2019a). Application of the Just-About-Right Scales in the Development of New Healthy Whole-Wheat Muffins by the Addition of a Product Obtained from White and Red Grape Pomace. *Foods*, 8(9), 419. <https://doi.org/10.3390/foods8090419>
- Ortega-Heras, M., Gómez, I., de Pablos-Alcalde, S., & González-Sanjosé, M. L. (2019b). Application of the Just-About-Right Scales in the Development of New Healthy Whole-Wheat Muffins by the Addition of a Product Obtained from White and Red Grape Pomace. *Foods*, 8(9), 419. <https://doi.org/10.3390/foods8090419>
- Paries, M., Bougeard, S., & Vigneau, E. (2022). Multivariate analysis of Just-About-Right data with optimal scaling approach. *Food Quality and Preference*, 102, 104681. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2022.104681>
- Peulić, T., Marić, A., Maravić, N., Novaković, A., Kalenjuk Pivarski, B., Čabarkapa, I., Lazarević, J., Šmugović, S., & Ikonić, P. (2023). Consumer Attitudes and Preferences towards Traditional Food Products in Vojvodina. *Sustainability*, 15(16), 12420. <https://doi.org/10.3390/su151612420>
- Putri, D. A., Lei, J., Rossiana, N., & Syaputri, Y. (2024). Biopreservation of Food Using Bacteriocins From Lactic Acid Bacteria: Classification, Mechanisms, and Commercial Applications. *International Journal of Microbiology*, 2024(1), 8723968. <https://doi.org/10.1155/ijm/8723968>
- Rais, R., Ziyate, N., Soubai, Z., Chaqchaq, R., Al-Eissa, Mohammed. S., Al-zharani, M., Aanniz, T., & Bouyahya, A. (2025). Harnessing essential oils for sustainable food preservatives: Chemical composition, mechanisms, applications, and safety insights. *Food Chemistry: X*, 30, 102943. <https://doi.org/10.1016/j.fochx.2025.102943>
- Ranathunga, N. S., Wijayasekara, K. N., & Abeyrathne, E. D. N. S. (2023a). Application of bio-preservation to enhance food safety: A review. *Food Science and Preservation*, 30(2), 179-189. <https://doi.org/10.11002/kjfp.2023.30.2.179>
- Ranathunga, N. S., Wijayasekara, K. N., & Abeyrathne, E. D. N. S. (2023b). Application of bio-preservation to enhance food safety: A review. *Food Science and Preservation*, 30(2), 179-189. <https://doi.org/10.11002/kjfp.2023.30.2.179>
- Reyes-Cano, R., Dorantes-Alvarez, L., Hernandez-Sanchez, H., & Gutierrez-Lopez, G. F. (1995). Biochemical changes in an intermediate moisture cecina-like meat during storage. *Meat Science*, 40(3), 387-395. [https://doi.org/10.1016/0309-1740\(94\)00033-4](https://doi.org/10.1016/0309-1740(94)00033-4)
- Rocillo-Aquino, Z., Cervantes-Escoto, F., Leos-Rodríguez, J. A., Cruz-Delgado, D., & Espinoza-Ortega, A. (2021). What is a traditional food? Conceptual evolution from four dimensions. *Journal of Ethnic Foods*, 8(1), 38. <https://doi.org/10.1186/s42779-021-00113-4>
- Rojas-Rivas, E., Espinoza-Ortega, A., Thomé-Ortiz, H., & Cuffia, F. (2022). More than words! A narrative review of the use of the projective technique of word association in the studies of food consumer behavior: Methodological and theoretical implications. *Food Research International*, 156, 111124. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2022.111124>
- Rubio, B., Martínez, B., González-Fernández, C., Garcí'a-Cachán, M. D., Rovira, J., & Jaime, I. (2006). Influence of storage period and packaging method on sliced dry cured beef "Cecina de Leon": Effects on microbiological, physicochemical and sensory quality. *Meat Science*, 74(4), 710-717. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2006.06.002>

- Sadek, N. F., & Melyana, D. (2025). Sensory characterization of commercial RTD (ready-to-drink) green tea using a combination method of CATA (check-all-that-apply) and JAR (just-about-right). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1482(1), 012031. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1482/1/012031>
- Sharif, Z. I. M., Mustapha, F. A., Jai, J., Yusof, N. M., & Zaki, N. a. M. (2017). Review on methods for preservation and natural preservatives for extending the food longevity. *Chemical Engineering Research Bulletin*, 145-153. <https://doi.org/10.3329/cerb.v19i0.33809>
- Sionek, B., Szydlowska, A., & Kołożyn-Krajewska, D. (2024a). The Role of Microorganisms and Their Antibacterial Compounds in Food Biopreservation. *Applied Sciences*, 14(13), 5557. <https://doi.org/10.3390/app14135557>
- Sionek, B., Szydlowska, A., & Kołożyn-Krajewska, D. (2024b). The Role of Microorganisms and Their Antibacterial Compounds in Food Biopreservation. *Applied Sciences*, 14(13), 5557. <https://doi.org/10.3390/app14135557>
- Sorathiya, K. B., Melo, A., Hogg, M. C., & Pintado, M. (2025). Organic Acids in Food Preservation: Exploring Synergies, Molecular Insights, and Sustainable Applications. *Sustainability*, 17(8), 3434. <https://doi.org/10.3390/su17083434>
- Soto-Domínguez, A., García-Garza, R., Ramírez-Casas, Y., Morán-Martínez, J., & Serrano-Gallardo, L. B. (2012). The Aqueous Extract from Oregano (*Lippia graveolens* HBK) from the North of Mexico Has Antioxidant Activity without Showing a Toxic Effect in vitro and in vivo. *International Journal of Morphology*, 30(3), 937-944. <https://doi.org/10.4067/S0717-95022012000300029>
- Stephane, F. F. Y., & Jules, B. K. J. (2020). Terpenoids as Important Bioactive Constituents of Essential Oils. In *Essential Oils—Bioactive Compounds, New Perspectives and Applications*. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.91426>
- Tongnuanchan, P., & Benjakul, S. (2014). Essential Oils: Extraction, Bioactivities, and Their Uses for Food Preservation. *Journal of Food Science*, 79(7), R1231-R1249. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.12492>
- Valdez-Reyes, D. L., Salinas-Moreno, Y., Bautista-Ramírez, E., Severiano-Pérez, P., Vega-Loera, M. A., Valdez-Reyes, D. L., Salinas-Moreno, Y., Bautista-Ramírez, E., Severiano-Pérez, P., & Vega-Loera, M. A. (2022). Calidad y aceptación de tortillas de maíces de la Sierra de Manantlán, Jalisco. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 13(SPE27), 81-85. <https://doi.org/10.29312/remexca.v13i27.3165>
- Vanhonacker, F., Verbeke, W., Guerrero, L., Claret, A., Contel, M., Scalvedi, L., Żakowska-Biemans, S., Gutkowska, K., Sulmont-Rossé, C., Raude, J., Granli, B. S., & Hersleth, M. (2010). How European consumers define the concept of traditional food: Evidence from a survey in six countries. *Agribusiness*, 26(4), 453-476. <https://doi.org/10.1002/agr.20241>
- Widianti, E., Sarofa, U., & Kurnianto, M. A. (2024). Sensory Evaluation of Flakes from Purple Sweet Potato Flour with the Addition of Edamame Flour Using the Just About Right (JAR) Method. *AJARCODE (Asian Journal of Applied Research for Community Development and Empowerment)*, 8(2), 261-265. <https://doi.org/10.29165/ajarcde.v8i2.440>
- Xiong, R., Cavitt, L. C., Meullenet, J. -F., & Owens, C. M. (2006). COMPARISON OF ALLO-KRAMER, WARNER-BRATZLER AND RAZOR BLADE SHEARS FOR PREDICTING SENSORY TENDERNESS OF BROILER BREAST MEAT. *Journal of Texture Studies*, 37(2), 179-199. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4603.2006.00045.x>

- Zapaśnik, A., Sokołowska, B., & Bryła, M. (2022). Role of Lactic Acid Bacteria in Food Preservation and Safety. *Foods*, 11(9), 1283. <https://doi.org/10.3390/foods11091283>
- Zhang, Y., Li, L., Pang, X., Zhang, S., Liu, Y., Wang, Y., Xie, N., & Li, X. (2026). Lactic Acid Bacteria as the Green and Safe Food Preservatives: Their Mechanisms, Applications and Prospects. *Foods*, 15(2), 241. <https://doi.org/10.3390/foods15020241>
- Zhao, L., Kristi, N., & Ye, Z. (2021). Atomic force microscopy in food preservation research: New insights to overcome spoilage issues. *Food Research International*, 140, 110043. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.110043>

3. VALORACIÓN DE ATRIBUTOS TANGIBLES E INTANGIBLES DE LA CECINA MEDIANTE UN ESTUDIO DE CONSUMIDORES **

3.1. Resumen

La cecina es un producto cárnico tradicional obtenido mediante procesos de salazón, y se caracteriza por su valor nutricional proteico. A pesar de su importancia y popularidad en México, la investigación sobre este producto es limitada y se dispone de poca información científica. El objetivo de este estudio fue analizar la percepción del consumidor sobre la cecina, considerando su conocimiento del producto, la valoración de atributos sensoriales y el reconocimiento de su valor cultural y tradicional, con el propósito de generar información que permita comprender los factores tangibles e intangibles que influyen en la valoración de la cecina. Se diseñó y aplicó una encuesta en dos modalidades, presencial y virtual, aplicándose 207 de forma presencial y 211 en línea. Empleando la metodología de evocación de palabras, se mostró a los participantes una imagen de cecina y se les solicitó escribir las tres primeras palabras que asociaran con el producto. Las palabras obtenidas se clasificaron en dos categorías: simbólica (intangible) y utilitaria (tangible). Posteriormente, se obtuvieron los índices de diversidad y rareza, se aplicó una prueba de K proporciones, se elaboró una rueda sensorial y se realizó un análisis de componentes. Los resultados indican que el significado utilitario presentó el mayor porcentaje en ambas modalidades, lo que indica que los participantes valoraron atributos tangibles de la cecina. Las categorías que destacaron fueron calidad, materia prima, atributo de sabor y atributo de apariencia, mientras que hedonismo e identidad fueron significativas, aunque presentaron menores porcentajes. El estudio permitió identificar los principales atributos valorados por los consumidores y comprender los significados asociados con la cecina. Asimismo, se diferenciaron los significados utilitarios y simbólicos presentes en las distintas categorías formadas a partir de las palabras evocadas por los participantes.

Palabras clave: Simbólico, utilitario, categorías, diversidad, rareza

Tesis de Maestría en Ciencias. Programa de Posgrado en Ciencia y Tecnología Agroalimentaria, Universidad Autónoma Chapingo.

Autor: Josselin Osorio Mejía

Director de tesis: Dr. Emmanuel Flores Girón

** Todo el contenido del siguiente capítulo fue sometido a una revista científica. Estatus: enviado.

VALUATION OF TANGIBLE AND INTANGIBLE ATTRIBUTES OF CECINA THROUGH A CONSUMER STUDY

3.2. Abstract

Cecina is a traditional meat product obtained through salting processes and characterized by its high protein nutritional value. Despite its importance and popularity in Mexico, research on this product remains limited, and little scientific information is available. The objective of this study was to analyze consumer perceptions of *cecina*, considering their knowledge of the product, the valuation of sensory attributes, and the recognition of its cultural and traditional value, with the purpose of generating information to understand the tangible and intangible factors that influence the valuation of *cecina*. A survey was designed and administered in two modalities, face-to-face and online, with 207 participants surveyed in person and 211 online. Using the word association methodology, participants were shown an image of *cecina* and asked to write the first three words they associated with the product. The words obtained were classified into two categories: symbolic (intangible) and utilitarian (tangible). Subsequently, diversity and rarity indices were calculated, a K-proportion test was applied, a sensory wheel was developed, and a principal component analysis was performed. Among the results, the utilitarian meaning presented the highest percentage in both modalities, indicating that participants placed greater value on tangible aspects of *cecina*. The categories that stood out were quality, raw material, flavor attribute, and appearance attribute, while hedonism and identity were significant, although they presented lower percentages. The study made it possible to identify the main attributes valued by consumers and to understand the meanings associated with *cecina*. Likewise, utilitarian and symbolic meanings were differentiated across the various categories formed from the words elicited by participants.

Keywords: symbolic, utilitarian, categories, diversity, rarity.

Master's Thesis in Science. Program of Agro-Food Science and Technology,
Universidad Autónoma Chapingo.

Author: Josselin Osorio Mejia

Advisor: Dr. Emmanuel Flores Girón

3.3. Introducción

La cecina es un producto cárnico tradicional que se elabora mediante un proceso de secado y curado que le confiere un sabor agradable y se caracteriza por su alto valor nutricional (Tian et al., 2022). Se trata de un producto cárnico de humedad intermedia, presenta un característico color rojo, sabor ahumado y un ligero toque salado (Rubio et al., 2007). Se elabora de la pierna de la res, mejor conocida como pulpa negra o cañada, la cual se filetea en piezas muy delgadas, se voltea y se va extendiendo la carne, puede alcanzar de 10 a 12 m de largo, después la carne se sala por ambos lados y se tiende en una cama de tablas para exponerla al sol (Morelos, s. f.).

Es importante, señalar que la cecina registra un consumo sumamente amplio en México (Reyes-Cano et al., 1994). Se trata de un producto cárnico tradicional reconocido por su valor nutrimental y características sensoriales distintivas, las cuales han consolidado su aceptación y aprecio por parte de los consumidores (Molinero et al., 2008). A pesar de su popularidad en México, el estudio de este producto enfrenta desafíos significativos debido a la limitada disponibilidad de información en fuentes académicas y digitales. Esta situación restringe la comprensión integral de sus características y de los aspectos que influyen en su valoración; por lo tanto, resulta necesario analizar la percepción del consumidor y los criterios de valor que este atribuye a la cecina.

La valorización de los productos alimenticios juega un papel importante debido al poder de la comunicación inherente, en el cual los consumidores son participantes activos al seleccionar y evaluar productos por su significado dentro del sistemas culturales (Torres-Salas et al., 2020a). Por lo tanto, las representaciones o significados que se otorgan a un producto pueden clasificarse como utilitarios y simbólicos, depende que papel desempeñe. El significado utilitario representa los aspectos tangibles y funcionales del producto que permiten al indio controlar el entorno. Por otra parte, el significado simbólico representa los atributos intangibles asociados al producto y se define como las formas establecidas que los consumidores acuerdan a su experiencia del

producto (Hernández-Montes, 2018). Por ende, es importante analizar los factores que influyen en la percepción y elección de los consumidores hacia el producto (Font-i-Furnols & Guerrero, 2014a). Entre las herramientas empleadas para este propósito se encuentra la técnica de asociación de palabras, ampliamente utilizada para explorar estructuras conceptuales, así como creencias y actitudes en los campos de la psicología y la sociología (Hovardas & Korfiatis, 2006). Se trata de una técnica proyectiva que consiste en evocar palabras a partir de un estímulo específico (Rojas-Rivas et al., 2022), permitiendo identificar las primeras ideas que surgen en los participantes al presentarles un concepto u objeto (de Andrade et al., 2016). Las respuestas obtenidas reflejan la interpretación que cada persona construye desde su propio marco de referencia (Hirsh & Tree, 2001), por lo que permiten aproximarse a las percepciones, creencias y asociaciones que influyen en su relación con el producto. En este sentido, dichas respuestas adquieren especial relevancia, ya que representan elementos que pueden ser determinantes en la elección de un producto (Roininen et al., 2006). De tal forma, su aplicación puede constituir una herramienta rápida y práctica para explorar los motivos subyacentes a la elección y las percepciones de los consumidores respecto de los productos alimenticios (Ares et al., 2008).

Por tanto, es importante comprender los factores que afectan el comportamiento del consumidor en la elección de un producto (Font-i-Furnols & Guerrero, 2014), ya que su participación como cocreador en el desarrollo de productos puede generar un impacto positivo en su aceptación (Banović et al., 2016). No obstante, se requiere profundizar la validez de la asociación de palabras como herramienta para diagnosticar la percepción del consumidor. En este sentido, la implementación del análisis conceptual permite procesar las evocaciones de manera sistemática, logrando recopilar información multidimensional sobre los productos alimenticios de forma ágil y eficiente (Marcos-Toxqui et al., 2025). Es fundamental señalar que la conceptualización de un alimento actúa como un reflejo de la cultura del consumidor. Esta percepción se estructura a partir de normas y valores que rigen la clasificación de los productos, permitiendo definir

su idoneidad (adecuado o inadecuado) con base en sus características generales (Román et al., 2017).

La técnica de asociación de palabras ha cobrado relevancia en la investigación del consumidor de alimentos, debido a su utilidad para explorar las percepciones, asociaciones y significados que las personas construyen en torno a diferentes productos. Ares et al., (2008) emplearon esta metodología para analizar la percepción de consumidores hacia yogures convencionales y funcionales, identificando asociaciones relacionadas con la salud, la nutrición, las características sensoriales y el placer. Por su parte, Guerrero et al. (2010) utilizaron la asociación libre de palabras para estudiar la percepción de los alimentos tradicionales en seis regiones europeas y comparar las asociaciones generadas por consumidores de diferentes contextos culturales. Asimismo, Rodrigues et al. (2015) emplearon un enfoque de representación social para analizar el concepto respecto del vino desde la perspectiva de expertos y consumidores.

En México, esta metodología también ha sido utilizada para estudiar productos de importancia tradicional y cultural. García-Barrón et al. (2017) analizaron las representaciones asociadas con el mezcal y el tequila mediante asociación libre de palabras. Asimismo, Jauregui García (2019) empleó diferentes herramientas para identificar atributos tangibles e intangibles relacionados con el consumo del elote, mientras que Hernández-Montes (2023) analizaron la percepción y los significados asociados con el guaje rojo (*Leucaena esculenta*) dentro de la cultura Ngiwa de Puebla, destacando la importancia de las dimensiones funcionales, emocionales y culturales en la construcción de significados alrededor de los alimentos.

El objetivo de este estudio fue analizar la percepción del consumidor sobre la cecina, considerando su nivel de conocimiento y familiaridad con el producto, así como la valoración de sus atributos sensoriales y el reconocimiento de los elementos culturales y tradicionales asociados con su elaboración y consumo. Asimismo, se buscó identificar aquellos atributos que contribuyen a la percepción

y valoración del producto por parte de los consumidores, con el propósito de comprender los factores que influyen en su aceptación y elección.

3.4. Materiales y métodos

3.4.1. Participantes y diseño de encuesta

Para la recolección de datos, se emplearon dos modalidades de aplicación de encuesta: la primera se aplicó en línea a una muestra de 211 personas de ambos géneros procedentes de diversos estados de la República Mexicana, mientras que la segunda se administró de manera presencial a una muestra de 207 consumidores que mayormente eran estudiantes de distintos niveles académicos (licenciatura, maestría y doctorado). En ambos casos, el diseño muestral se calculó con un nivel de confianza del 95 % y un margen de error del 7 % bajo el supuesto de un universo infinito. Se realizó un muestreo no probabilístico mediante la técnica de bola de nieve, adecuada para poblaciones difíciles de delimitar (Marquina & Degraes, 2019). Se diseñaron las encuestas mediante cuestionarios de Google Forms, sistematizados en dos apartados; en la primera parte a cada consumidor se le mostró una imagen digital como estímulo de cecina, posteriormente se solicitó que evocaran 3 palabras (ideas o conceptos) asociados con el producto que se les presentó (Torres-Salas et al., 2020b), en el segundo apartado se solicitó algunos aspectos sociodemográficos como: género, edad, ocupación e ingreso mensual. Se difundió en diversas redes sociales y se aplicaron de forma presencial en la Universidad Autónoma Chapingo.

3.4.2. Proceso de lematización

Las palabras evocadas por los participantes se sometieron a un proceso de lematización con el objetivo de reducir la variabilidad léxica. Este procedimiento consistió en identificar el lema raíz y unificar las distintas variantes morfológicas (como tiempos verbales y número gramatical). Para los análisis posteriores, se conservaron todos los términos comprensibles generados por los encuestados (Urdapilleta et al., 2021).

3.4.3. Análisis de datos

Caracterización de datos sociodemográficos

La muestra se agrupó en tres regiones geográficas (Centro, Norte y Sur) con base en el estado de procedencia de los participantes. La región Centro comprendió la Ciudad de México, Estado de México, Querétaro, Hidalgo, Puebla, Tlaxcala y Guanajuato; la región Norte incluyó Baja California, Baja California Sur, Sonora, Chihuahua, Coahuila, Nuevo León, Tamaulipas, Sinaloa, Durango, Zacatecas, San Luis Potosí, Nayarit, Jalisco, Colima y Michoacán; mientras que la región Sur abarcó Campeche, Chiapas, Guerrero, Oaxaca, Quintana Roo, Tabasco, Veracruz y Yucatán. Esta segmentación facilita el análisis de la heterogeneidad sociocultural de los encuestados, a partir de la cual se estimaron las frecuencias porcentuales de las variables sociodemográficas para cada región.

Índice de diversidad y rareza

Para determinar el grado de intercambio social y la relevancia de las palabras obtenidas, se estimaron los índices de diversidad y rareza.

El índice de diversidad indica la relación entre el número de palabras diferentes y el número total de palabras generadas para cada región (ecuación 1) (Rodrigues et al., 2015).

Ecuación (1)

$$\text{Índice de diversidad} = \frac{\text{Número de palabras diferentes}}{\text{Número de total de palabras generadas por cada región}} \times 100$$

El índice de rareza indica la proporción de palabras citadas solo una vez, esta denominada como Hápx, dividido entre el número de palabras diferente) (García-Barrón et al., 2017).

Ecuación (2)

$$\text{Índice de rareza} = \frac{\text{Hápx}}{\text{Número de palabras diferentes}} \times 100$$

Posteriormente se estructuraron tablas de contingencia con los índices obtenidos y las categorías derivadas de las palabras evocadas por los participantes para cada región. Con el fin de evaluar la existencia de diferencias significativas entre las regiones analizadas, se aplicó una prueba de comparación de k proporciones (prueba de Chi-cuadrada) para cada índice. Todos los análisis estadísticos se realizaron mediante el software XLSTAT Versión 2019 (Addinsoft, USA), integrado como complemento de Microsoft Excel (Microsoft Office®).

Categorización de las palabras evocadas

Para cada palabra evocada se agruparon en categorías semánticas, esto logró una reducción de palabras, facilitando una normalización de términos en las palabras, el análisis y la interpretación de los datos. Para la agrupación se siguió la metodología de Jauregui-García et al. (2024). Para evitar la pérdida de información sustancial, se retuvieron únicamente las categorías cuyas palabras fueron evocadas por un mínimo del 5% de los participantes en cada región evaluada (Sánchez Sosa, 2022).

Para cada región con cada categoría formada se obtuvieron las frecuencias relativas proporcionando una distribución de los conceptos expresados; luego se aplicó una prueba de k -proporciones a los datos aplicando la χ^2 como estadístico de prueba, para evaluar la independencia de las proporciones que fueron observadas, así mismo para comparar cada categoría, se empleó el procedimiento de Marascuilo (Marcos-Toxqui et al., 2025).

El procedimiento Marascuilo permitió analizar de manera estructurada las relaciones y diferencias entre las categorías semánticas; para este análisis se utilizó XLSTAT Versión 2019. (Addinsoft, USA), integrado como complemento de Microsoft Excel (Microsoft Office®).

Porcentaje de las categorías

Se calcularon las frecuencias relativas globales de las categorías evocadas frente al estímulo, así como las proporciones correspondientes a las dimensiones utilitarias y simbólicas. Para determinar la existencia de diferencias ($P \leq 0.05$)

entre categorías y entre ambos tipos de significado, se aplicaron pruebas de comparación de k proporciones basadas en el estadístico de Chi-cuadrada (χ^2). El análisis de estas proporciones permitió identificar las categorías de mayor relevancia y dimensionar los patrones de respuesta de los participantes. A partir de estos porcentajes, se construyó la rueda de significados mediante XLSTAT Versión 2019 (Addinsoft, USA), integrado como complemento de Microsoft Excel (Microsoft Office®).

Análisis Factorial de Correspondencia (AFC)

Para examinar las relaciones entre los distintos elementos evaluados, se aplicó un Análisis de Correspondencias Simples (ACS) sobre las categorías semánticas establecidas. Esta técnica multivariante permite explorar asociaciones entre variables categóricas y proyectarlas en un plano bidimensional (biplot), facilitando la identificación de patrones y la interpretación de la estructura subyacente en los datos (Karamizadeh et al., 2013). La representación gráfica del biplot se generó con el software estadístico XLSTAT Versión 2019 (Addinsoft, USA), integrado como complemento de Microsoft Excel (Microsoft Office®).

3.5. Resultados y discusión

3.5.1. Características de los consumidores

En el Cuadro 1 se presentan las características sociodemográficas de los participantes de ambas modalidades de aplicación, presencial y en línea, segmentadas en tres regiones: Centro, Sur y Norte.

En la modalidad en línea, para la región Sur, predominó el sexo masculino (55%) y se observó una muestra predominantemente joven, ya que el 76% de los participantes se ubicó entre los 15 y 30 años. Respecto a la ocupación, destacó la categoría de otras ocupaciones (42%), mientras que el 58% reportó un ingreso mensual de entre \$5,000 y \$8,000. En la región Norte, predominó el sexo femenino (59%); el 70% de los participantes se concentró en el grupo de edad de 15 a 30 años. La ocupación principal correspondió a estudiantes (53%), mientras que el 65% reportó ingresos mensuales de entre \$5,000 y \$8,000.

Por su parte, en la región Centro se observó un predominio del sexo femenino (56%). El 64% de los participantes correspondió al grupo de 15 a 30 años. En cuanto a la ocupación, los estudiantes representaron el 44%, mientras que el 53% de los encuestados reportó un ingreso mensual entre \$5,000 y \$8,000.

Cuadro 1. Características sociodemográficas de los participantes en porcentaje (%)

Variable	Categoría	(Modalidad en línea)			(Modalidad presencial)		
		Centro	Norte	Sur	Centro	Norte	Sur
Género	Femenino	56	59	45	51	48	58
	Masculino	44	41	55	49	52	42
Edad	15-30 años	64	71	76	94	96	87
	31-45 años	25	12	13	4	4	8
	46-60 años	9	15	11	1	0	5
	60 años y más	1	3	0	0	0	0
	Comerciante	21	3	6	3	0	5
Ocupación	Agricultor	3	6	6	8	4	12
	Estudiante	44	53	37	85	92	74
	Ama de casa	10	9	10	2	0	2
	Otro	22	29	42	1	4	6
	\$5000 a \$8000	53	65	58	57	44	76
Ingreso mensual	\$9000 a \$12000	26	9	23	37	28	16
	\$15000 y más	21	26	20	6	28	8

Fuente: elaboración propia a base de resultados

En la modalidad presencial, predominaron los encuestados del sexo femenino (58%), se registró una alta concentración de participantes jóvenes (87%). Asimismo, los estudiantes representaron el 74% de la muestra total; el 75% reportó un ingreso mensual entre \$5,000 y \$8,000 pesos mexicanos. Al analizar esta modalidad por regiones, en la región Norte predominó el sexo masculino (52%), con una presencia de participantes de 15 a 30 años (96%). La ocupación estudiantil representó el 92%, mientras que el 44% de los encuestados reportó ingresos mensuales de entre \$5,000 y \$8,000 pesos mexicanos.

En la región Centro, predominó el sexo masculino (51%) y el 94% de los participantes se concentró entre los 15 y 30 años. De igual manera, los estudiantes representaron el 87% de la muestra, mientras que el 57% reportó un ingreso mensual entre \$5,000 y \$8,000 pesos mexicanos.

3.5.2. Índice de diversidad y rareza

En la modalidad en línea, los participantes evocaron un total de 633 palabras asociadas a la imagen del producto (cecina). De acuerdo con el Cuadro 2, la región Centro registró la mayor frecuencia discursiva con 318 palabras totales, seguida por la región Sur con 213 y la región Norte con 102. En cuanto al vocabulario disponible (palabras diferentes), la región Centro lideró con 83 términos distintos y 39 hápax. Por su parte, en las regiones Sur y Norte se identificaron 62 y 52 palabras distintas, con una presencia de 28 y 21 hápax, respectivamente. Cabe precisar que, durante la etapa de lematización, se realizó una depuración de palabras irrelevantes (términos vacíos o de enlace) para asegurar la consistencia del conjunto de respuestas analizadas.

Los resultados indican que la región Centro presentó el menor índice de diversidad (13.65%). Lo anterior puede atribuirse a que esta región incluye al estado de Morelos y, de manera específica, al municipio de Yecapixtla, principal productor de cecina en México (Rural, s. f.). Esta cercanía geográfica y cultural genera una mayor homogeneidad en las palabras evocadas, como consecuencia del alto grado de familiaridad e identificación con este producto tradicional.

En contraste, el mayor índice de diversidad se registró en la región Sur, lo cual podría asociarse con la variabilidad en la apariencia física del producto o con su vinculación con alimentos análogos. Un ejemplo de ello es el tasajo; si bien no se trata del mismo producto, en entidades como Oaxaca se le suele denominar de esta manera a la cecina. Dicha coexistencia conceptual propició una mayor heterogeneidad en el vocabulario evocado por los participantes de esta zona. Respecto al índice de rareza, no se identificaron diferencias estadísticamente significativas entre las tres regiones evaluadas. No obstante, la región Sur registró el porcentaje más alto, lo cual sugiere una menor familiaridad o una vinculación más débil con el estímulo presentado. Por el contrario, el índice más bajo (30.07%) refleja una mayor homogeneidad en las representaciones mentales, indicando un consenso y conocimiento compartido más en torno a la cecina.

Cuadro 2. Parámetros evaluados por cada región, ambas modalidades

Modalidad	En línea			Presencial		
Región	Centro	Norte	Sur	Centro	Norte	Sur
Total de palabras	318	102	213	264	75	279
No. de palabras diferentes	83	52	21	106	51	104
Hápax	39	21	28	48	38	52
Índice de diversidad	13.65 a	24.76 a	48.57 b	25.51a	27.58a	46.9b
Índice de rareza	30.07a	34.58a	35.33a	26.47a	29.42a	44.11b

Fuente: elaboración propia a base de los resultados

Por otro lado, en las encuestas presenciales los participantes evocaron un total de 618 palabras asociadas al estímulo visual de cecina. De acuerdo con el Cuadro 2, la región Sur generó el mayor volumen discursivo con 279 palabras totales, seguida por la región Centro con 264 y la región Norte con 75. En cuanto

al vocabulario disponible (palabras distintas), la región Centro concentró 106 términos y 48 hápax, mientras que en las regiones Sur y Norte se identificaron 104 y 51 palabras diferentes, con una presencia de 52 y 38 hápax, respectivamente. Cabe precisar que, durante la etapa de procesamiento léxico, se realizó una depuración de términos no pertinentes o sin carga semántica.

Siguiendo la tendencia observada en la modalidad virtual, los resultados presenciales revelan que los valores más altos en los índices de diversidad y rareza se ubicaron en la región Sur, lo cual se atribuye a una conceptualización diferencial del producto en dicha zona, siendo estadísticamente iguales la región centro y norte. En contraste, la región Centro registró los porcentajes más bajos en ambos indicadores, lo que sugiere un mayor acuerdo semántico y un mayor conocimiento sobre la cecina, mostrando diferencia significativa la región sur.

3.5.3. Categoría de las palabras asociadas

Posteriormente a los procesos de lematización y categorización en ambas modalidades (presencial y virtual), se definieron las categorías semánticas a partir de su afinidad conceptual. En el Cuadro 3 se presentan las definiciones operativas, los ejemplos representativos, el significado asignado y la modalidad correspondiente a cada categoría. La clasificación abarcó tanto dimensiones tangibles como intangibles. Por un lado, las categorías asociadas al significado utilitario comprendieron: atributos de textura, calidad, materia prima e insumos (ingredientes para la elaboración), atributos de sabor y apariencia, usos, procesamiento (métodos de elaboración) y nutrición (aporte nutrimental). Por otro lado, el significado simbólico agrupó las categorías de hedonismo (placer y satisfacción derivados del consumo), tradición e identidad (origen y pertenencia cultural del producto), añoranza familiar y apetito.

En cuanto a la modalidad presencial, se mantuvo la misma estructura de clasificación, dentro de la dimensión simbólica emergió de forma particular la categoría actitud cultural, la cual integra factores sociales y patrones tradicionales vinculados al consumo de cecina.

Cuadro 3. Definición, ejemplos y tipo de significado de las categorías de los estímulos evaluados

Categoría	Definición	Ejemplo de palabras	Significado	Modalidad
Atributo de textura	Características perceptibles al tacto o boca, estas permiten evaluar su consistencia, estructura y sensación física.	Delgada, fibrosa, suave.	Utilitario	Presencial/ En línea
Calidad	Cualidades que definen la calidad del producto.	Frescura, calidad, inocuidad	Utilitario	Presencial/ En línea
Materia prima y alimento	Sustancias o productos de diferente origen, que se utilizan para la elaboración del producto.	Carne, nopales, guacamole, animal	Utilitario	Presencial/ En línea
Atributo de sabor	Características organolépticas, que permiten identificar y evaluar su perfil gustativo.	Salado, jugoso, sabor, sabrosa	Utilitario	Presencial/ En línea
Atributo de apariencia	Características visuales de un alimento, estas permiten evaluar su aspecto.	Roja, color, grasosa, marrón	Utilitario	Presencial/ En línea
Usos	Manera en que la cecina se puede utilizar, y que de tal forma cumpla con una función.	Tacos, parrillada, bistecisa, asada.	Utilitario	Presencial/ En línea
Proceso	Métodos de elaboración de cecina.	Colgar, tradicional, corte, crudo, oreado, curado.	Utilitario	Presencial/ En línea

Cuadro 4. Definición, ejemplos y tipo de significado de las categorías de los estímulos evaluados (continuación)

Categoría	Definición	Ejemplo de palabras	Significado	Modalidad
Nutrición	Aporte de energía y nutrientes, contribuyendo a la alimentación.	Saludable, natural, vitaminas, nutritiva.	Utilitario	Presencial/ En línea
Hedonismo	Atributos que atribuyen el placer y la satisfacción sensorial.	Satisfacción, deliciosa, exquisita, antojable	Simbólico	Presencial/ En línea
Actitud cultural	Aspectos sociales y culturales.	Reunión, costumbre, convivio.	Simbólico	Presencial
Tradición	Costumbres o prácticas que reflejan la cultura.	Tradición	Simbólico	Presencial/ En línea
Identidad	Características que reflejan el origen y la pertenencia a una comunidad o cultura.	Pueblo, Morelos, Popocatepetl, orgullo.	Simbólico	Presencial/ En línea
Añoranza familiar	Vínculos transmitidos relacionados con la familia.	Familia, abuelos, amigos	Simbólico	Presencial/ En línea
Apetito	Sensación de consumir un alimento.	Hambre, apetitoso	Simbólico	Presencial/ En línea

Fuente: elaboración propia a base de los resultados

3.5.4. Porcentajes de las categorías por cada región

En el Cuadro 4 se presentan los porcentajes de cada categoría por región para la modalidad online y en el Cuadro 5 se presentan los porcentajes de la modalidad presencial, obtenidos mediante el análisis de K proporciones. En la región sur, se observaron diferencias estadísticamente significativas tanto en la modalidad virtual ($\chi^2 = 134.822, p < 0.0001$) como en la presencial ($\chi^2 = 86.729, p < 0.0001$). Al analizar las categorías con mayor incidencia, en la

modalidad en línea destacaron calidad (22.06%), materia prima y alimento (14.98%) y atributo de sabor (12.67%). Por su parte, en la modalidad presencial sobresalieron apariencia (13.97%), calidad (12.18%), identidad (11.46%) y materia prima (11.11%). Estas categorías incluyen significados tanto utilitarios como simbólicos, lo que evidencia la complejidad de las percepciones y asociaciones entre los participantes hacia el producto.

Cuadro 5. Porcentaje de categorías de encuestas online

Categoría	Sur	Centro	Norte
Añoranza familiar	1.40 ^{ab}	2.51 ^{ab}	7.84 ^{ab}
Tradición	0.46 ^a	2.20 ^{ab}	0.98 ^a
Nutrición	7.04 ^{abcd}	1.57 ^{ab}	7.84 ^{ab}
Usos	5.63 ^{abc}	7.86 ^{abcde}	0
Atributo de textura	7.04 ^{abcd}	4.08 ^{ab}	9.80 ^{ab}
Apetito	5.63 ^{abc}	0.94 ^a	2.94 ^{ab}
Atributo de sabor	12.67 ^{cd}	15.09 ^{abcde}	7.84 ^{ab}
Hedonismo	10.79 ^{bcd}	17.29 ^{de}	8.82 ^{ab}
Proceso	0.93 ^{ab}	5.66 ^{abc}	6.86 ^{ab}
Materia prima y alimento	14.08 ^{cd}	18.23 ^e	21.56 ^b
Identidad	3.28 ^{abc}	8.80 ^{abcde}	8.82 ^{ab}
Calidad	22.06 ^d	9.43 ^{abcde}	10.78 ^{ab}
Atributo de apariencia	8.92 ^{abcd}	6.28 ^{abcd}	5.88 ^{ab}

Los porcentajes con letras diferentes dentro de la misma fila son estadísticamente diferentes ($p \leq 0,05$). Fuente: elaboración propia a base de los resultados.

En contraste, en la región centro se observaron diferencias estadísticamente significativas únicamente en la modalidad virtual ($\chi^2 = 138.807, p < 0.0001$), en cuanto a la modalidad presencial todas las categorías son estadísticamente iguales. En cuanto a la modalidad virtual, las categorías con mayor porcentaje fueron materia prima (18.23%), hedonismo (17.29%) y atributo de sabor. Por otro lado, en la modalidad presencial destacaron identidad (18.66%), materia prima (14.66%) y actitud cultural (9.33%).

Finalmente, en la región norte, se observaron diferencias estadísticamente significativas únicamente en la modalidad virtual ($\chi^2 = 48.835, p < 0.0001$), las categorías que registraron menor porcentaje en la modalidad en línea fueron tradición (0.98%), usos (0%) y apetito (2,94%). De igual manera, en la modalidad presencial, los atributos de apetito y tradicional reportaron (3.78%/ 3.78%). Cabe destacar que estas categorías son estadísticamente iguales, ya que pertenecen al mismo grupo de significancia.

Cuadro 6. Porcentaje de categorías de encuestas presencial

Categoría	Sur	Centro	Norte
Actitud cultural	1.07 ^a	9.33 ^a	5.30 ^a
Añoranza familiar	1.79 ^{ab}	4 ^a	4.16 ^a
Tradición	3.58 ^{abc}	1.33 ^a	3.78 ^a
Nutrición	4.30 ^{abc}	6.66 ^a	4.92 ^a
Usos	5.01 ^{abc}	0	5.30 ^a
Atributo de textura	5.73 ^{abc}	4 ^a	4.54 ^a
Apetito	5.73 ^{abc}	1.33 ^a	3.78 ^a
Atributo de sabor	7.16 ^{abc}	9.33 ^a	9.46 ^a
Hedonismo	7.53 ^{abc}	9.33 ^a	9.46 ^a
Proceso	9.31 ^{abc}	8 ^a	6.06 ^a
Materia prima y alimento	11.11 ^{bc}	14.66 ^a	13.25 ^a
Identidad	11.46 ^{bc}	18.66 ^a	14.01 ^a
Calidad	12.18 ^c	9.33 ^a	7.57 ^a
Atributo de apariencia	13.97 ^c	4 ^a	8.33 ^a

Los porcentajes con letras diferentes dentro de la misma fila son estadísticamente diferentes ($p \leq 0,05$). Fuente: elaboración propia a base de los resultados.

Es fundamental destacar que los resultados obtenidos en cada región para ambas modalidades permiten apreciar una variación detallada en las proporciones de respuesta. Estos hallazgos revelan el grado de valoración que los consumidores otorgan a las distintas categorías de significados, tanto utilitarias como simbólicas.

García-Barrón et al. (2021) indica que la percepción sobre un producto tradicional puede variar dependiendo del consumo que le de cada persona, lo que podría explicar por qué la variación de los porcentajes de cada atributo. Así como también es importante mencionar que la falta de conocimiento e información limita u una conceptualización (Ocegueda et al., 2015).

3.5.5. Rueda de significados

Los atributos de un producto pueden categorizarse, según su significado psicológico, en utilitarios (tangibles) y simbólicos (intangibles). Los atributos tangibles, también conocidos como características intrínsecas, forman parte de la naturaleza física y química del producto e incluyen propiedades organolépticas como el sabor, el olor, la textura y la apariencia. Por su parte, los atributos intangibles corresponden a las características extrínsecas que, si bien están asociadas al alimento, no forman parte de su composición física (Bolha et al., 2020). Esta clasificación, que define la percepción del producto en este estudio cecina, se esquematiza en la Figura 2, se identificaron 13 categorías de significados para la modalidad en línea. En contraste, en la Figura 3 se observan 14 categorías generadas a partir de las encuestas presenciales; esto evidencia una ligera variación en la estructura de los significados recolectados con respecto a la modalidad virtual.

Respecto a las modalidades en línea y presencial, estas resultaron estadísticamente diferentes ($\chi^2 = 245.843, p < 0.0001$) ($\chi^2 = 87.042, p < 0.0001$). En ambas modalidades, los participantes asociaron el producto primordialmente con un significado psicológico utilitario, registrando un 72.03% y un 63.26%, respectivamente. Asimismo, en ambos casos se observaron diferencias significativas respecto a los significados simbólicos. Lo anterior sugiere que los participantes priorizan el valor de la cecina, fundamentando su valoración en atributos tangibles como la calidad, el atributo de sabor, la materia prima y alimento, así como sus propiedades sensoriales de textura y apariencia.

Por otra parte, se observa que los consumidores vinculan la cecina con el significado simbólico, alcanzando un 27.96 % de las menciones en la modalidad

virtual y un 36.73 % en la presencial. Estos resultados subrayan que la valoración del producto trasciende sus características físicas e integra elementos de identidad cultural. En este sentido, los participantes perciben el alimento como un componente fundamental de su integración social, su cultura y su patrimonio regional. Asimismo, destaca la categoría de hedonismo, con frecuencias del 13.74 % y 8.57 % para las modalidades virtual y presencial, respectivamente. Al respecto, Giacalone et al. (2022) señalan que el hedonismo se refiere a la dimensión afectiva y experiencial en la evaluación de un producto. A diferencia de los aspectos estrictamente utilitarios o nutricionales, el consumo hedónico responde al nivel de agradabilidad, así como al disfrute visual, gustativo o emocional que genera el alimento.



Figura 2. Rueda de significados encuesta en línea.

Comparaciones de los porcentajes y sus aportaciones a los significados psicológicos. Las frecuencias con letras diferentes dentro de cada estímulo difieren estadísticamente ($p < 0.05$).

Estos resultados evidencian que los consumidores de cecina otorgan mayor relevancia al significado utilitario. Lo anterior coincide con lo reportado por Marcos-Toxqui et al., (2025) quienes identifican en el consumo de mezcal un predominio del significado utilitario (57.09 %) sobre el simbólico (42.71 %). Asimismo, Ocegueda et al., (2015) señalan que los atributos tangibles adquieren una mayor importancia en el consumo de alimentos, lo que concuerda con el significado utilitario prevaleciente en los consumidores de este estudio. Por su parte, aunque el significado simbólico presentó una menor frecuencia relativa, se destacaron principalmente las categorías de tradición y hedonismo. Estos hallazgos concuerdan con lo reportado por López et al., (2021), quienes también identifican una menor proporción en este tipo de significados, esto evidencia la influencia compartida de los aspectos culturales en la percepción y consumo de los alimentos tradicionales.

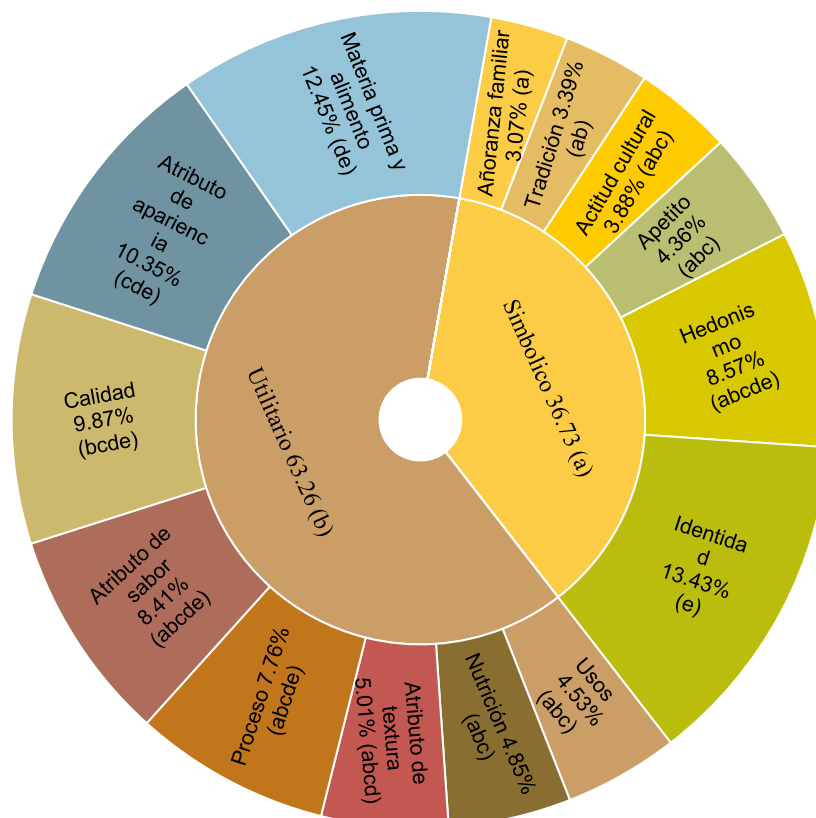


Figura 3. Rueda de significados encuesta presencial

Comparaciones de los porcentajes y sus aportaciones a los significados psicológicos. Las frecuencias con letras diferentes dentro de cada estímulo difieren estadísticamente ($p < 0.05$).

3.5.6. Representación gráfica de la relación de las categorías evocadas

En la Figura 4 se presenta el gráfico biplot asimétrico obtenido mediante el análisis factorial de correspondencia de la encuesta aplicada a consumidores en modalidad presencial. Esta técnica permitió simplificar y visualizar la estructura de los datos complejos conformados por las diferentes variables (categorías), facilitando la identificación de las diferencias entre las regiones previamente determinadas a partir de la asociación de palabras. Se obtuvieron dos factores que explicaron el 100 % de la variabilidad total de los datos; el Factor 1 explicó el 86.53 % de la variabilidad, mientras que el Factor 2 explicó el 13.47 %.

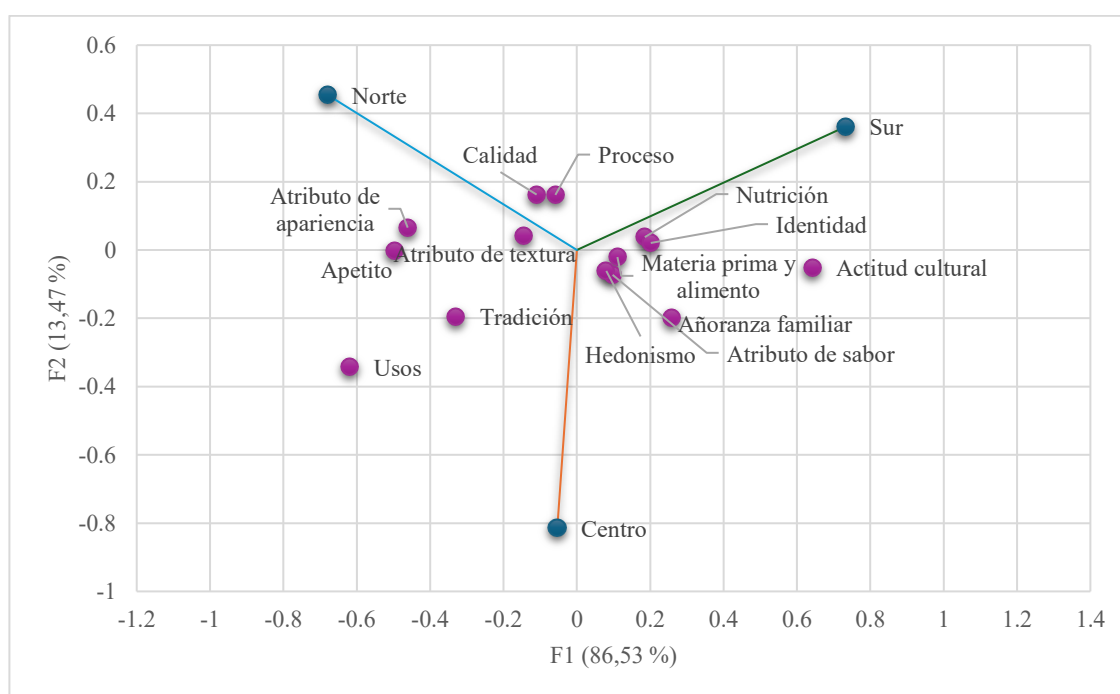


Figura 4. Representación gráfica de las categorías evocadas por los consumidores en modalidad presencial.

Para "cecina" en las diferentes regiones, obtenidas mediante análisis de correspondencias, Fuente: elaboración propia.

En la zona Norte, la cecina se asoció principalmente con las categorías calidad, proceso, textura y apariencia, las cuales corresponden a atributos tangibles del producto. Por su parte, en la zona Sur se observó una mayor asociación con categorías relacionadas con el significado simbólico, tales como identidad y actitud cultural. Asimismo, esta región mostró una asociación con categorías de

significado utilitario, específicamente nutrición y materia prima. Finalmente, la región Centro presentó una mayor relación con las categorías hedonismo y tradición, las cuales representan atributos intangibles vinculados con las experiencias sensoriales y los aspectos socioculturales asociados al consumo de cecina.

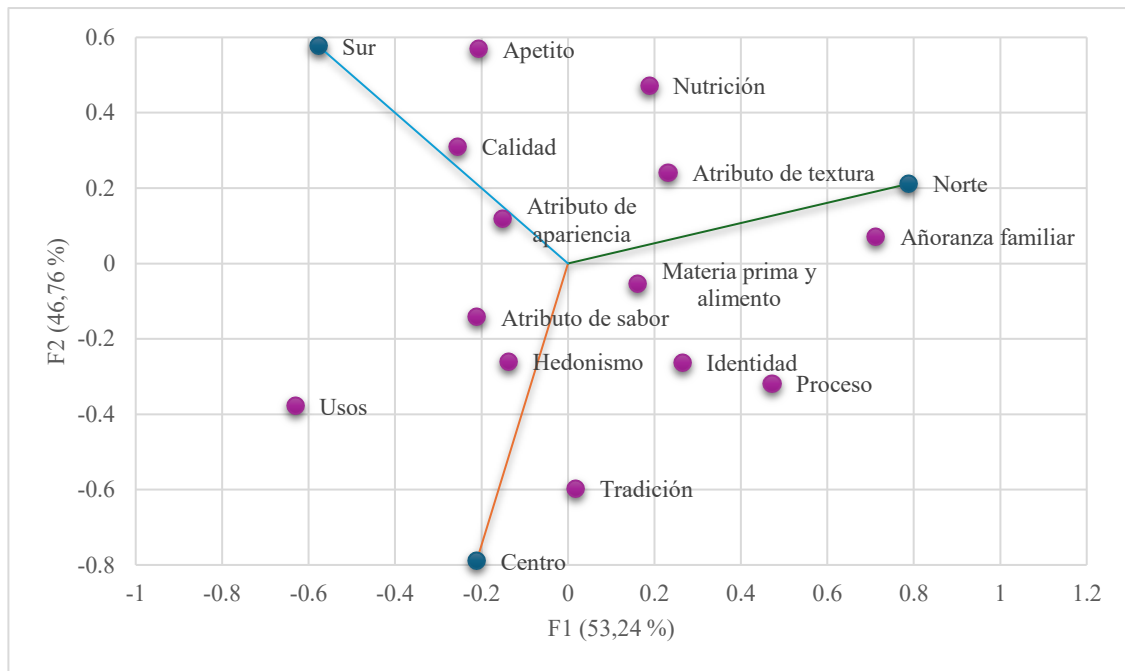


Figura 5. Representación gráfica de las categorías evocadas por los consumidores en modalidad en línea.

Para "cecina" en las diferentes regiones, obtenidas mediante análisis de correspondencias, Fuente: elaboración propia.

En contraste con la aplicación de encuestas en modalidad en presencial, en la modalidad en línea se obtuvieron dos factores que explicaron el 100 % de la variabilidad total de los datos. El Factor 1 explicó el 53.24 % de la variabilidad, mientras que el Factor 2 explicó el 46.76 %, evidenciando una distribución más equilibrada de la inercia entre ambos ejes factoriales como se observan en la Figura 5. Los resultados mostraron diferencias en las asociaciones establecidas por los participantes de cada región. En la zona Norte se observó una mayor interacción con las categorías añoranza familiar, atributo de textura y materia prima, lo que sugiere una percepción que integra aspectos emocionales, y relacionados con el origen del producto.

Por otra parte, la zona Sur presentó una mayor asociación con categorías correspondientes al significado utilitario, particularmente calidad y textura, así como con la categoría apetito, vinculada al significado simbólico. Estos resultados sugieren que los consumidores de esta región valoran tanto las características funcionales del producto como las sensaciones y motivaciones que promueven su consumo. En la región Centro se identificó una asociación con las categorías tradición, identidad y hedonismo, las cuales reflejan dimensiones simbólicas e intangibles relacionadas con el valor cultural y el placer asociado al consumo de la cecina. Asimismo, se observaron asociaciones con categorías de significado utilitario, como usos, atributo de sabor y proceso, lo que evidencia una percepción integral del producto que combina aspectos culturales, sensoriales y funcionales.

De manera general, en ambas modalidades se identificaron categorías similares en las diferentes regiones, aunque con variaciones en la intensidad y dirección de las asociaciones. Esto sugiere que la percepción de la cecina mantiene elementos comunes entre los participantes, presenta particularidades regionales que reflejan diferencias en las experiencias, prácticas culturales y hábitos de consumo.

3.6. Conclusión

La aplicación del análisis conceptual permitió identificar los atributos con los que el consumidor asocia más con el producto cecina, proporcionando información relevante sobre sus atributos.

Asimismo, fue posible diferenciar los significados utilitarios y simbólicos dentro de las distintas categorías agrupadas a partir de las palabras evocadas por los participantes. En conjunto, estos hallazgos contribuyen a profundizar en la percepción del consumidor hacia la cecina, esclareciendo los factores que determinan su aceptación y preferencia.

Se observó que los consumidores priorizan los atributos de significado utilitario, tales como la calidad, la materia prima y el valor nutrimental, al tiempo que valoran propiedades sensoriales como la textura. Esto evidencia una mayor

apreciación por los aspectos tangibles y físicos al momento de tomar la decisión de compra. Por otro lado, los atributos intangibles apelan a la dimensión simbólica del producto, evocando en el consumidor aspectos culturales, experiencias, tradiciones y emociones.

Estos resultados ofrecen definiciones más precisas sobre las características del producto, aportando valor científico ante la escasez de literatura especializada en las redes académicas sobre el tema. Al evidenciar el predominio de los significados utilitarios y tangibles sobre los intangibles, esta investigación aporta evidencia empírica sobre las expectativas reales del consumidor, enfocándose en los atributos físicos que detonan la decisión de compra en un producto tradicional y emblemático como la cecina.

3.7. Literatura citada

- Ares, G., Giménez, A., & Gámbaro, A. (2008a). Understanding consumers' perception of conventional and functional yogurts using word association and hard laddering. *Food Quality and Preference*, 19(7), 636-643. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2008.05.005>
- Ares, G., Giménez, A., & Gámbaro, A. (2008b). Understanding consumers' perception of conventional and functional yogurts using word association and hard laddering. *Food Quality and Preference*, 19(7), 636-643. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2008.05.005>
- Banović, M., Krystallis, A., Guerrero, L., & Reinders, M. J. (2016). Consumers as co-creators of new product ideas: An application of projective and creative research techniques. *Food Research International*, 87, 211-223. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2016.07.010>
- Bolha, A., Blaznik, U., & Korošec, M. (2020). Influence of Intrinsic and Extrinsic Food Attributes on Consumers' Acceptance of Reformulated Food Products: A Systematic Review. *Slovenian Journal of Public Health*, 60(1), 72-78. <https://doi.org/10.2478/sjph-2021-0011>
- de Andrade, J. C., de Aguiar Sobral, L., Ares, G., & Deliza, R. (2016). Understanding consumers' perception of lamb meat using free word association. *Meat Science*, 117, 68-74. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2016.02.039>
- Font-i-Furnols, M., & Guerrero, L. (2014a). Consumer preference, behavior and perception about meat and meat products: An overview. *Meat Science, Meat Science, Sustainability & Innovation: '60th International Congress of Meat Science and Technology 17-22 August 2014, Punta del Este, Uruguay'*, 98(3), 361-371. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2014.06.025>
- Font-i-Furnols, M., & Guerrero, L. (2014b). Consumer preference, behavior and perception about meat and meat products: An overview. *Meat Science, Meat Science, Sustainability & Innovation: '60th International Congress of Meat Science and Technology 17-22 August 2014, Punta del Este, Uruguay'*, 98(3), 361-371. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2014.06.025>

- García-Barrón, S. E., Guerrero, L., Vázquez-Elorza, A., & Lazo, O. (2021). What Turns a Product into a Traditional One? *Foods*, 10(6), 1284. <https://doi.org/10.3390/foods10061284>
- García-Barrón, S. E., Hernández, J. de J., Gutiérrez-Salomón, A. L., Escalona-Buendía, H. B., & Villanueva-Rodríguez, S. J. (2017a). Mezcal y Tequila: Análisis conceptual de dos bebidas típicas de México*. *Revista Iberoamericana de Viticultura, Agroindustria y Ruralidad*, 4(12), 138-162.
- García-Barrón, S. E., Hernández, J. de J., Gutiérrez-Salomón, A. L., Escalona-Buendía, H. B., & Villanueva-Rodríguez, S. J. (2017b). Mezcal y Tequila: Análisis conceptual de dos bebidas típicas de México*. *Revista Iberoamericana de Viticultura, Agroindustria y Ruralidad*, 4(12), 138-162.
- Giacalone, D., Llobell, F., & Jaeger, S. R. (2022). "Beyond liking" measures in food-related consumer research supplement hedonic responses and improve ability to predict consumption. *Food Quality and Preference*, 97, 104459. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2021.104459>
- Greenacre, M., Groenen, P. J. F., Hastie, T., Iodice D'Enza, A., Markos, A., & Tuzhilina, E. (2022). Principal component analysis. *Nature Reviews Methods Primers*, 2(1). <https://doi.org/10.1038/s43586-022-00184-w>
- Guerrero, L., Claret, A., Verbeke, W., Enderli, G., Zakowska-Biemans, S., Vanhonacker, F., Issanchou, S., Sajdakowska, M., Granli, B. S., Scalvedi, L., Contel, M., & Hersleth, M. (2010). Perception of traditional food products in six European regions using free word association. *FOOD QUALITY AND PREFERENCE*, 21(2), 225-233. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2009.06.003>
- Hernández-Montes, A. (2018). Propuesta para identificar simbolismo y valores en consumidores de quesos tradicionales mexicanos: Caso queso chapingo. *Agricultura, sociedad y desarrollo*, 15(3), 399-412.
- Hernández-Montes, A. (2023). Percepción y significados del guaje rojo *Leucaena esculenta* (DC.) Benth. Como alimento tradicional en la cultura ngiwa de Puebla, México. *POLIBOTÁNICA*, (56). (None). <https://doi.org/10.18387/polibotanica.56.15>
- Hirsh, K. W., & Tree, J. J. (2001). Word association norms for two cohorts of British adults. *Journal of Neurolinguistics*, 14(1), 1-44. [https://doi.org/10.1016/S0911-6044\(00\)00002-6](https://doi.org/10.1016/S0911-6044(00)00002-6)
- Hoffman, D. L., & Franke, G. R. (1986). Correspondence Analysis: Graphical Representation of Categorical Data in Marketing Research. *Journal of Marketing Research*, 23(3), 213-227. <https://doi.org/10.1177/002224378602300302>
- Hovardas, T., & Korfiatis, K. J. (2006). Word associations as a tool for assessing conceptual change in science education. *Learning and Instruction*, 16(5), 416-432. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2006.09.003>
- Jauregui García, C. Z. (2019). Carotenoides y volátiles en elote de Jalisco e identificación de atributos intangibles por sus consumidores. <https://repositorio.chapingo.edu.mx/handle/20.500.12098/774>
- Karamizadeh, S., Abdullah, S. M., Manaf, A. A., Zamani, M., & Hooman, A. (2013). An Overview of Principal Component Analysis. *Journal of Signal and Information Processing*, 4(3), 173-175. <https://doi.org/10.4236/jsip.2013.43B031>
- López, S., Espejel, A., & Hernández, A. (2021). Significados, análisis conceptual y disposición a pagar de mezcal ancestral de Ixcatlán. Universidad Politécnica de Cartagena. <http://hdl.handle.net/10317/10548>
- Marcos-Toxqui, J. G., Barrera-Rodríguez, A. I., Flores-Girón, E., & Espejel-García, A. (2025a). Atributos de valorización y significados de compra en consumidores de

- mezcal del estado de Puebla. *Estudios Sociales Revista de Alimentación Contemporánea y Desarrollo Regional*. <https://doi.org/10.24836/es.v35i65.1554>
- Marcos-Toxqui, J. G., Barrera-Rodríguez, A. I., Flores-Girón, E., & Espejel-García, A. (2025b). Valuation attributes and purchase meanings in mezcal consumers in the state of Puebla. *Estudios Sociales. Revista de Alimentación Contemporánea y Desarrollo Regional*, 35(65). <https://doi.org/10.24836/es.v35i65.1554>
- Marquina, K. del V. G., & Degraives, A. A. G. (2019). *Muestreo Estadístico Para Docentes Y Estudiantes*. Amazon Digital Services LLC - Kdp.
- Moliner, C., Martínez, B., Rubio, B., Rovira, J., & Jaime, I. (2008). The effects of extended curing on the microbiological, physicochemical and sensorial characteristics of Cecina de León. *Meat Science*, 80(2), 370-379. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2007.12.023>
- Morelos, R. A. (s. f.). La Cecina, uno de los platillos más representativo del Estado de Morelos. *gob.mx*. Recuperado 18 de agosto de 2026, de <http://www.gob.mx/agricultura/morelos/articulos/la-cecina-uno-de-los-platillos-mas-representativo-del-estado-de-morelos?idiom=es>
- Ocegueda, J. L. F., Ávila, G. V., & Novoa, A. O. (2015a). ESTRATEGIAS DE MARKETING PARA EL POSICIONAMIENTO DE MEZCALES EN GUADALAJARA CON BASE EN LOS ESTILOS DE VIDA DEL CONSUMIDOR. *Repositorio de la Red Internacional de Investigadores en Competitividad*, 9(1), 1-19.
- Ocegueda, J. L. F., Ávila, G. V., & Novoa, A. O. (2015b). ESTRATEGIAS DE MARKETING PARA EL POSICIONAMIENTO DE MEZCALES EN GUADALAJARA CON BASE EN LOS ESTILOS DE VIDA DEL CONSUMIDOR. *Repositorio de la Red Internacional de Investigadores en Competitividad*, 9(1), 1-19.
- Reyes-Cano, R., Dorantes-Alvarez, L., Hernandez-Sanchez, H., & Gutierrez-Lopez, G. F. (1994). A traditional intermediate moisture meat: Beef cecina. *Meat Science*, 36(3), 365-370. [https://doi.org/10.1016/0309-1740\(94\)90132-5](https://doi.org/10.1016/0309-1740(94)90132-5)
- Rodrigues, H., Ballester, J., Saenz-Navajas, M. P., & Valentin, D. (2015a). Structural approach of social representation: Application to the concept of wine minerality in experts and consumers. *Food Quality and Preference*, 46, 166-172. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2015.07.019>
- Rodrigues, H., Ballester, J., Saenz-Navajas, M. P., & Valentin, D. (2015b). Structural approach of social representation: Application to the concept of wine minerality in experts and consumers. *Food Quality and Preference*, 46, 166-172. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2015.07.019>
- Roininen, K., Arvola, A., & Lähteenmäki, L. (2006). Exploring consumers' perceptions of local food with two different qualitative techniques: Laddering and word association. *Food Quality and Preference, The First European Conference on Sensory Science of Food and Beverages: "A Sense of Identity"*, 17(1), 20-30. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2005.04.012>
- Rojas-Rivas, E., Espinoza-Ortega, A., Thomé-Ortiz, H., & Cuffia, F. (2022). More than words! A narrative review of the use of the projective technique of word association in the studies of food consumer behavior: Methodological and theoretical implications. *Food Research International*, 156, 111124. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2022.111124>
- Román, S., Sánchez-Siles, L. M., & Siegrist, M. (2017). The importance of food naturalness for consumers: Results of a systematic review. *Trends in Food Science & Technology*, 67, 44-57. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2017.06.010>

- Rubio, B., Martínez, B., García-Cachán, M. D., Rovira, J., & Jaime, I. (2007). Effect of high pressure preservation on the quality of dry cured beef "Cecina de Leon". *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 8(1), 102-110. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2006.08.004>
- Rural, S. de A. y D. (s. f.). Cecina de Yecapixtla, orgullo de Morelos. gob.mx. Recuperado 11 de agosto de 2026, de <http://www.gob.mx/agricultura/articulos/cecina-de-yecapixtla-orgullo-de-morelos>
- Sánchez Sosa, J. (2022). Determinación de péptidos bioactivos en queso Cotija de Michoacán y atributos de valoración en consumidores [Universidad Autónoma Chapingo]. <https://repositorio.chapingo.edu.mx/handle/20.500.12098/1721>
- Tian, Y., Zheng, P., Mu, Y., Su, W., & Chen, T. (2022). Correlation analysis of normal and moldy beef jerky microbiota with Volatile compounds. *LWT*, 162, 113457. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2022.113457>
- Torres-Salas, V., Hernández-Montes, A., Pablo-Cano, M., Jáuregui-García, C. Z., Peralta-Aparicio, C., Espejel-García, A., Torres-Salas, V., Hernández-Montes, A., Pablo-Cano, M., Jáuregui-García, C. Z., Peralta-Aparicio, C., & Espejel-García, A. (2020a). Comunalidades de significados para quesos tradicionales mexicanos: Queso de Zacazonapan, Quesillo y queso de Poro. *Acta universitaria*, 30. <https://doi.org/10.15174/au.2020.2875>
- Urdapilleta, I., Demarchi, S., & Parr, W. V. (2021). Influence of culture on social representation of wines produced by various methods: Natural, organic and conventional. *Food Quality and Preference*, 87, 104034. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2020.104034>

4. PREFERENCIAS DEL CONSUMIDOR Y VALORACIÓN ECONÓMICA DE LA CECINA MEDIANTE EXPERIMENTOS DE ELECCIÓN DISCRETA

4.1. Resumen

La cecina es un producto cárnico tradicional de México, reconocido por sus características nutrimentales y organolépticas. La incorporación de nuevas técnicas de conservación representa una oportunidad para desarrollar propuestas innovadoras, por lo que es importante conocer las preferencias y el valor que los consumidores atribuyen a sus diferentes características. El objetivo de este estudio fue identificar los atributos que influyen en las preferencias del consumidor y estimar su disposición a pagar, mediante la metodología de valoración económica basada en Experimentos de Elección Discreta (EED). Se diseñaron formularios para dos modalidades de aplicación, presencial y virtual; se aplicaron 211 encuestas en línea y 207 de manera presencial a consumidores de cecina. Se evaluaron atributos como el color de la cecina en crudo, tipo de conservador, origen del producto, etiquetado y precio, con sus diferentes niveles. Mediante un análisis econométrico con el modelo Logit multinomial, se identificaron como atributos más relevantes para ambas modalidades el color de la cecina en crudo, el origen del producto (Yecapixtla y Oaxaca) y la ausencia de etiqueta. En la modalidad presencial, también destacó la preferencia por productos con bioconservador. Estos resultados indican que los consumidores valoran características diferenciadas y alternativas de conservación asociadas con una tendencia hacia productos más naturales. En conclusión, existe disposición a pagar por cecina con atributos de innovación relacionados con el color, el origen y el uso de bioconservador, lo que representa una alternativa para la diferenciación y valorización del producto por parte de los productores.

Palabras clave: producto cárnico, atributos del producto, consumidor, disposición a pagar, bioconservador

Tesis de Maestría en Ciencias. Programa de Posgrado en Ciencia y Tecnología Agroalimentaria, Universidad Autónoma Chapingo.

Autor: Josselin Osorio Mejía

Director de tesis: Dr. Emmanuel Flores Girón

CONSUMER PREFERENCES AND ECONOMIC VALUATION OF CECINA THROUGH DISCRETE CHOICE EXPERIMENTS

4.2. Abstract

Cecina is a traditional meat product from Mexico, recognized for its nutritional and organoleptic characteristics. The incorporation of new preservation strategies represents an opportunity to develop innovative proposals; therefore, it is important to understand consumer preferences and the value they attribute to its different characteristics. The objective of this study was to identify the attributes that influence consumer preferences and estimate their willingness to pay, using an economic valuation methodology based on Discrete Choice Experiments (DCE). Questionnaires were designed for two application modalities, in-person and online, and 211 online surveys and 207 in-person surveys were conducted with consumers of meat products. Attributes such as raw *cecina* color, type of preservative, product origin, labeling, and price were evaluated, each with different levels. Through econometric analysis using a Multinomial Logit model, the most relevant attributes for both modalities were identified as raw *cecina* color, product origin (Yecapixtla and Oaxaca), and the absence of labeling. In the in-person modality, preference for products with a biopreservative was also notable. These results indicate that consumers value differentiated characteristics and preservation alternatives associated with a trend toward more natural products. In conclusion, there is a willingness to pay for *cecina* with innovative attributes related to color, origin, and the use of biopreservatives, which represents an alternative for product differentiation and valorization by producers.

Keywords: meat product, product attributes, consumer, willingness to pay, biopreservative

Master's Thesis in Science. Program of Agro-Food Science and Technology,
Universidad Autónoma Chapingo.
Author: Josselin Osorio Mejia
Advisor: Dr. Emmanuel Flores Girón

4.3. Introducción

La cecina tiene sus antecedentes en la época de la conquista, entre los siglos XVI y XVII, y su elaboración se relaciona con la tradición española del jamón serrano. Su preparación permitió conservar la carne durante periodos prolongados, lo que resultaba favorable para su consumo durante los viajes de exploración y conquista de América (Morelos, s. f.-). Actualmente, es reconocida como un producto cárnico de origen bovino y de humedad intermedia, elaborado tradicionalmente mediante procesos de salado, curado y, en algunos casos, ahumado. Estas prácticas le confieren características particulares, entre las que destacan su color rojo y su ligero sabor salado (Rubio et al., 2007). Para su elaboración se utilizan principalmente cortes provenientes de la pierna de la res, como la pulpa negra o cañada. La carne se corta en láminas delgadas, se extiende y posteriormente se sala por ambos lados para colocarse sobre tablas y exponerse al sol, como parte del proceso tradicional de elaboración (Morelos, s. f.-).

La cecina presenta un consumo ampliamente extendido en México (Reyes-Cano et al., 1994). Además, es un producto cárnico tradicional reconocido por su valor nutricional y por sus características organolépticas distintivas, las cuales han contribuido a su aceptación y aprecio por parte de los consumidores (Molinero et al., 2008). En este contexto, resulta relevante analizar los atributos que influyen en la decisión de compra y determinar el valor marginal que estos aportan al producto, con la finalidad de contribuir a la valorización económica y cultural de la cecina. Para este propósito, los experimentos de elección discreta (EED) constituyen una herramienta que permite identificar los atributos y niveles que determinan las preferencias de los consumidores, así como estimar su disposición a pagar marginal por la incorporación de elementos de valor agregado al producto.

Para estudiar el comportamiento de los consumidores se han desarrollado diferentes metodologías que permiten conocer los factores que intervienen en sus decisiones de compra. Entre ellas se encuentra el enfoque de preferencias

declaradas, mediante el cual es posible analizar las decisiones de los consumidores ante diferentes alternativas planteadas en situaciones hipotéticas (Monsalve & Ruiz, 2009). Este enfoque ha sido utilizado ampliamente en estudios de mercado y en investigaciones relacionadas con el comportamiento del consumidor (Villanueva et al., 2017). Su aplicación resulta de particular interés debido a que los consumidores no presentan las mismas preferencias, ya que estas pueden variar en función del producto, las condiciones de consumo y la percepción que tienen sobre sus diferentes atributos o características (Gázquez Abad & Sánchez Pérez, 2007).

Dentro de las metodologías de preferencias declaradas se encuentran los EED, los cuales permiten estudiar las preferencias de los consumidores mediante la elección entre diferentes alternativas. A través de este método es posible conocer la importancia que los consumidores atribuyen a las características de un producto y analizar las compensaciones que estarían dispuestos a realizar entre sus diferentes atributos (Drummond et al., 2005).

Para desarrollar un EED se plantea una situación de elección que simula un escenario de mercado, en la cual los participantes deben elegir entre diferentes alternativas. Estas se presentan mediante conjuntos o tarjetas de elección que combinan los atributos previamente seleccionados con distintos niveles de cada uno (Koemle & Yu, 2020). Asimismo, el conjunto de elección puede incorporar una alternativa de statu quo, que representa la situación actual o la opción de no elegir ninguna de las alternativas propuestas, además de otras opciones que representan diferentes combinaciones de atributos para ser evaluadas por los consumidores (Guerrero et al., 2020a).

De esta manera, los participantes deben seleccionar la alternativa que prefieren dentro de cada conjunto de elección. Esta situación representa decisiones similares a las que los consumidores enfrentan cotidianamente al adquirir alimentos, por ejemplo, al elegir entre diferentes productos en un supermercado o entre distintos platillos en un restaurante. Las elecciones realizadas permiten obtener información sobre las preferencias de los consumidores y sobre la

manera en que valoran las diferentes características de un producto (Lizin et al., 2022).

El análisis de las elecciones realizadas en los EED se fundamenta en el enfoque de utilidad aleatoria desarrollado por McFadden, D. (1974). Este enfoque considera que los consumidores seleccionan la alternativa que les proporciona una mayor utilidad. Dicha utilidad está conformada por un componente determinístico, relacionado con los atributos observables de la alternativa, y un componente aleatorio que representa aquellos factores no observados que también pueden influir en la decisión del consumidor.

A partir de este planteamiento es posible analizar las elecciones realizadas por los consumidores y estimar la probabilidad de que seleccionen una determinada alternativa dentro del conjunto de elección. Para ello, se emplean modelos econométricos que relacionan las decisiones de los consumidores con los atributos que caracterizan cada alternativa. Entre los modelos utilizados para el análisis de los EED se encuentran el Logit multinomial o el Logit condicional, los cuales permiten estimar la influencia de los atributos sobre la elección de los consumidores (Tudela, 2010; Espinal y Gómez, 2011; Espinal et al., 2014).

Los coeficientes obtenidos mediante estos modelos permiten conocer cómo influyen los diferentes atributos en las preferencias de los consumidores. Además, cuando el precio se incorpora como uno de los atributos de las alternativas, sus coeficientes pueden utilizarse como referencia para expresar estas preferencias en términos monetarios (Guerrero et al., 2020). A partir de esta relación es posible estimar la disposición a pagar (DAP) marginal por los diferentes atributos. La DAP representa la cantidad adicional que un consumidor estaría dispuesto a pagar por un cambio determinado en una característica del producto, manteniendo constantes los demás atributos. De esta manera, las preferencias pueden expresarse en términos económicos y es posible conocer qué características del producto tienen un mayor valor para los consumidores (Martínez-Aquino et al., 2025).

En este contexto, el propósito de esta investigación tuvo como objetivo identificar los atributos de la cecina que influyen en las preferencias de los consumidores y estimar su disposición a pagar mediante el método de experimentos de elección discreta (EED), considerando la aplicación de encuestas en las modalidades de aplicación presencial y en línea.

4.4. Materiales y métodos

Se diseñó una encuesta mediante los formularios de Google Forms; se aplicaron 211 encuestas en línea a participantes de diversos estados de la República Mexicana. De la misma forma, se aplicaron 207 encuesta de manera presencial a consumidores de carne dentro de las instalaciones de la Universidad Autónoma Chapingo, dirigidas a estudiantes de distintos niveles académicos (licenciatura, maestría, doctorado). Para ambas modalidades se empleó un muestreo no probabilístico en una población considerada infinita; los tamaños d muestra ($n=211$ y $n=207$) corresponde a un nivel de confianza del 95% y un margen de error del 7%.

4.4.1. Determinación de atributos y niveles, y diseño de cuestionario

Con base en la estructura metodológica propuesta por Lancsar & Louviere (2008), el instrumento de recolección de datos se organizó en tres secciones bien definidas. En la primera sección se presentó el objetivo de la investigación junto con la información conceptual del producto evaluado, contextualizando al participante sobre la adición de aceite esencial de orégano en la cecina. En la segunda sección se desplegaron los ejercicios de elección discreta mediante las tarjetas compuestas por las distintas combinaciones de atributos y niveles. Finalmente, en la tercera sección se incluyeron preguntas complementarias orientadas a caracterizar el perfil sociodemográfico de los consumidores.

Los atributos del producto se definieron mediante la revisión de literatura sobre productos similares y de información específica relacionada con la cecina. Con base a esta revisión se seleccionaron los atributos para ambas encuestas: conservación que representa el método que se utiliza para prolongar la vida de anaquel del producto (natural, químico y sin conservador), color representa la

frescura y calidad del producto (Rojo brillante, marrón y rojo pardo), etiquetado representa la información respecto al producto (Con información detallada, con información y sin información), el atributo origen representa la procedencia e información relacionada con el lugar de producción de la cecina (Oaxaca, yecapixtla y no es relevante el estado), y precio (\$250, \$300 y \$450; Cuadro 6).

Cuadro 7. Atributos y niveles del Experimento de Elección Discreta

Atributo	Situación actual (Statu quo)	Niveles
Precio	\$330	\$360
		\$390
		\$420
Color	Marrón rojizo	Rojo brillante
		Marrón oscuro
		Rojo pardo
Conservador	Alto contenido de sal	Bioconservador natural
		Conservador químico
		Sin conservador
Origen	Sin especificar	Oaxaca
		Yecapixtla
		No es relevante estado
Etiqueta	Sin etiqueta	Sin etiqueta
		Con etiqueta (con información)
		Con etiqueta (información detallada)

Fuente: elaboración propia

4.4.2. Diseño estadístico experimental

Se aplicó un diseño factorial fraccionado mediante el software RStudio, lo cual permitió reducir el número de pruebas experimentales necesarias para estudiar múltiples factores de manera eficiente (Salmoran-López et al., 2020), con base a los atributos seleccionados y sus tres niveles, este diseño generó un conjunto de tarjetas de elección (Cuadro 7). Posteriormente, dichas tarjetas se agruparon en

pares para conformar ocho conjuntos de elección o conjugaciones, e incorporando además una opción de no elección ('ninguna') para la estructuración final de las ambas modalidades de encuestas Figura 6.



Opción a

Opción b

Ninguna

Figura 6. Ejemplo de elección de tarjeta en la encuesta

Cuadro 8. Códigos de los atributos empleados para elección discreta

	Precio	Conservador	Color	Origen	Etiqueta
1	\$350	Conservador químico	Rojo pardo	No es relevante el estado	Con etiqueta (información)
2	\$350	Sin conservador	Marrón oscuro	Yecapixtla	Con etiqueta (Información detallada)
3	300	Bioconservador natural	Rojo brillante	No es relevante el estado	Con etiqueta (información)
4	\$300	Conservador químico	Marrón oscuro	Oaxaca	Sin etiqueta
5	\$350	Conservador químico	Rojo brillante	Yecapixtla	Con etiqueta (Información detallada)

Cuadro 9. Códigos de los atributos empleados para elección discreta (Continuación)

	Precio	Conservador	Color	Origen	Etiqueta
6	300	Bioconservador natural	Rojo brillante	Oaxaca	Con etiqueta (información detallada)
7	\$300	Conservador químico	Rojo pardo	Yecapixtla	Sin etiqueta
8	\$250	Bioconservador natural	Marrón oscuro	Yecapixtla	Con etiqueta (Información)
9	\$250	Sin conservador	Marrón oscuro	Yecapixtla	Sin etiqueta
10	\$250	Conservador químico	Marrón oscuro	No es relevante el estado	Con etiqueta (Información detallada)
11	\$350	Conservador químico	Rojo pardo	No es relevante el estado	Con etiqueta (Información detallada)
12	\$300	Bioconservador natural	Rojo pardo	No es relevante el estado	Con etiqueta (Información detallada)
13	350	Conservador químico	Rojo pardo	No es relevante el estado	Sin etiqueta
14	300	Bioconservador natural	Marrón oscuro	Oaxaca	Con etiqueta (información)
15	\$250	Bioconservador natural	Marrón oscuro	Oaxaca	Con etiqueta (Información)
16	350	sin conservador	Marrón oscuro	No es relevante el estado	Sin etiqueta

Fuente: elaboración propia

4.4.3. Análisis estadístico

El modelo econométrico utilizado en el experimento de elección discreta fue el Logit Multinomial. Este análisis permite estimar la preferencia o probabilidad de

selección entre tres o más opciones discretas y las características de las alternativas o de los individuos (Pando Fernández & San Martín Fernández, 2004). En este modelo, las variables independientes o explicativas corresponden a los niveles de cada atributo del producto (origen, conservación, color, etiquetado y precio), mientras que los datos sociodemográficos de los consumidores (edad, género, ocupación, ingreso mensual y procedencia) se incorporaron como las variables cuantitativas.

4.5. Resultados y discusión

4.5.1. Características sociodemográficas de los participantes

Los datos sociodemográficos obtenidos en ambas modalidades de aplicación se clasificaron en tres regiones geográficas: centro, sur y norte. Para la región centro se consideraron los estados de Ciudad de México, Estado de México, Querétaro, Hidalgo, Puebla, Tlaxcala, Guanajuato, para la región sur se consideraron los estados fueron Baja California, Sonora, Chihuahua, Coahuila, Nuevo León, Tamaulipas, Baja California Sur, Sinaloa, Durango, Michoacán, Zacatecas, San Luis Potosí, Jalisco, Nayarit, Colima, y finalmente se clasificó la región sur con los estados Campeche, Chiapas, Guerrero, Oaxaca, Puebla, Quintana Roo, Tabasco, Veracruz y Yucatán.

En la modalidad en línea se obtuvieron un total de 211 encuestas ($n=211$). La Figura 7 presenta las características sociodemográficas de los participantes de las tres regiones. En la región centro se observa la variable género predominó el sexo femenino, con el 56% de los encuestados. Respecto a la edad, el grupo de 15 a 30 años representó el mayor porcentaje (64%). En cuanto a la ocupación, la categoría predominante fue la de estudiante, con el 44%. Finalmente, para la variable ingreso mensual, el 53% de los participantes reportó un ingreso en el rango de \$5,000 a \$8,000.

En la región sur, la variable género presentó una mayor proporción del sexo masculino (55%). Asimismo, se observó una población predominante joven, ya que el 76% de los participantes se ubicó en un rango de edad de 15 a 30 años. Respecto a la ocupación, predominó la categoría de otras ocupaciones (42%).

En cuanto al ingreso mensual, el 58% de los participantes reportó percibir un ingreso dentro del rango de \$5000 a \$8000.

Por otra parte, en la región norte, la mayor participación correspondió al género femenino (59%). Al igual que en la región sur, se identificó un perfil joven, con el 70% concentrado entre 15 a 30 años. En relación con la ocupación, la categoría predominante fue la de estudiantes (53%). Finalmente, respecto a ingreso mensual, el 65% de los encuestados se ubicó en el rango \$5000 a \$8000.

En contraste, la Figura 8 presenta las características sociodemográficas de los participantes que respondieron la encuesta en la modalidad presencial. Al igual que en la modalidad en línea, la información se organizó en tres regiones (centro, sur y norte). En la región sur predominó el género femenino, con una participación del 58%. Asimismo, el grupo de edad con mayor representación correspondió al rango de 15 a 30 años, que concentró el 87% de los participantes. Respecto a la ocupación, la categoría de estudiantes fue la más representativa, con el 74% de la muestra. Finalmente, el ingreso mensual mostró una distribución similar a la observada en la modalidad en línea, ya que el 75% de los participantes reportó percibir entre \$5,000 y \$8,000 mensuales.

Por otro lado, en la región norte predominó el género masculino, con una participación del 52%. La población estuvo conformada principalmente por personas jóvenes, ya que el 96% de los participantes se ubicó en el rango de edad de 15 a 30 años. En cuanto a la ocupación, la categoría de estudiantes fue la más representativa, con un 92% de la muestra. Finalmente, respecto al ingreso mensual, el 44% de los participantes reportó percibir entre \$5,000 y \$8,000.

Finalmente, en la región centro de la modalidad presencial predominó el género masculino, con una participación del 57%. En cuanto a la edad, el 94% de los participantes se ubicó en el rango de 15 a 30 años. Asimismo, la categoría de estudiantes fue la más representativa, con un 86% de la muestra. Finalmente, respecto al ingreso mensual, el 57% de los participantes reportó percibir entre \$5,000 y \$8,000.

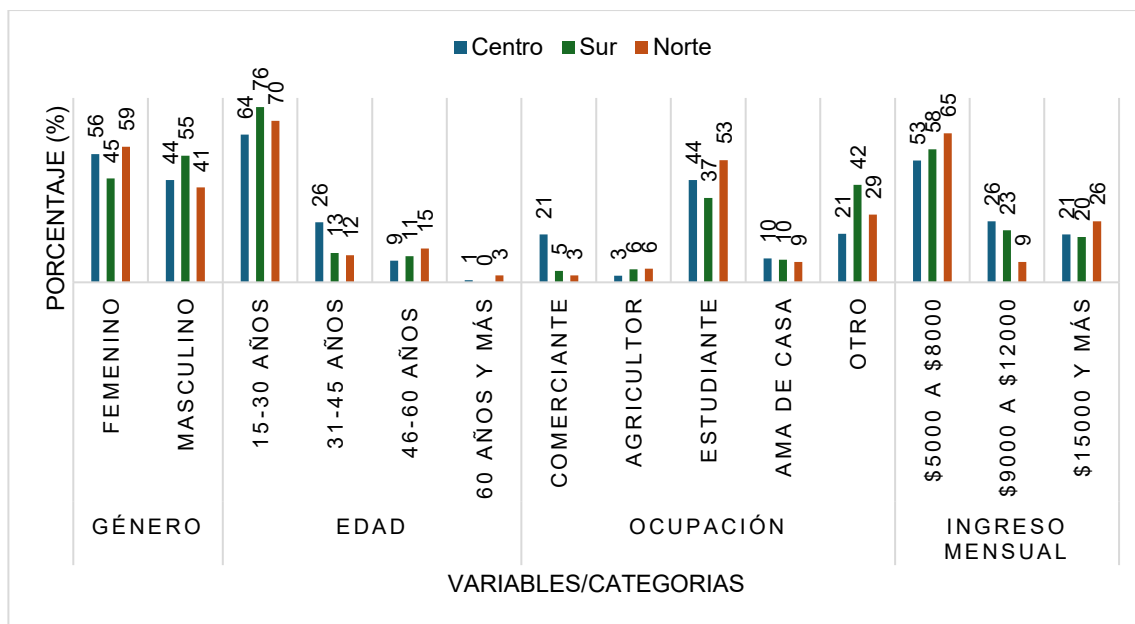


Figura 7. Datos sociodemográficos de los participantes, modalidad en línea

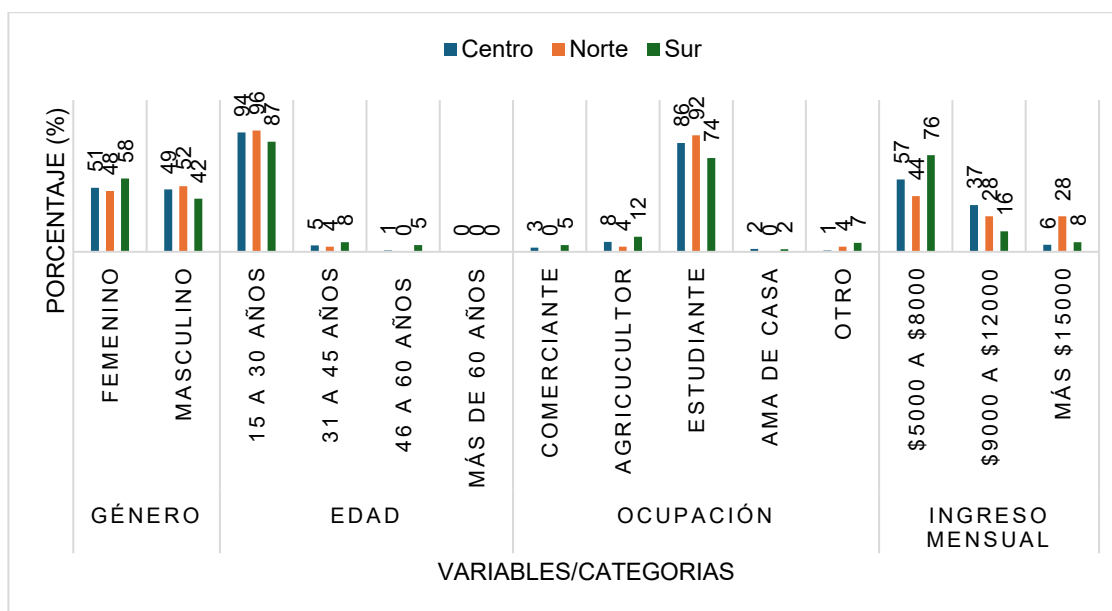


Figura 8. Datos sociodemográficos de los participantes, modalidad en presencial.

Al comparar ambas modalidades de aplicación de encuesta (en línea y presencial), se observa un comportamiento similar en las características sociodemográficas de los participantes. En ambas predominó el género femenino, y la mayor proporción de los encuestados se concentró en un rango de edad de 15 a 30 años. Asimismo, la categoría de estudiante fue la más

representativa en ambas modalidades. Finalmente, respecto al ingreso mensual el mayor porcentaje de los participantes reportó percibir entre \$5,000 y \$8,000, lo que evidencia una distribución sociodemográfica entre ambas modalidades. Pero como lo indica el autor.

4.5.2. Análisis econométrico

En el Cuadro 8 se presentan los resultados obtenidos del modelo logit multinomial estimado a partir de las encuestas aplicadas en la modalidad en línea. El modelo mostro un R^2 (McFadden) de 0.4, indicador utilizado para evaluar la bondad de ajuste en modelos de elección discreta. De acuerdo con Walter (2010), este estadístico permite valorar la calidad del ajuste del modelo y refleja discrepancia de los valores observados y los valores esperados por el modelo. Asimismo Melo Guerrero et al. (2020) señalaron que en modelos logit multinomial, valores del R^2 de McFadden comprendidos entre 0.2 y 0.4 se consideran de un buen ajuste. Es este estudio, el valor obtenido (0.4) indica un adecuado ajuste del modelo y se obtuvo un valor de log-verosimilitud de 6448.001.

En contraste, en el Cuadro 9, presenta los resultados obtenidos del modelo logit multinomial estimado a partir de las encuestas aplicadas de manera presencial mostraron un R^2 de McFadden de 0.3. De acuerdo con Melo Guerrero et al. (2020), valores comprendidos entre 0.2 y 0.4 son indicativos de un modelo con un buen ajuste, por lo que el valor obtenido evidencia que el modelo representa adecuadamente las preferencias de los consumidores. Asimismo, el modelo presentó un valor de log-verosimilitud de 6371.791.

De esta manera, los atributos y niveles que resultaron estadísticamente significativos y con signos positivos en el modelo fueron los siguientes: en el atributo color, los tres niveles evaluados (rojo brillante, marrón oscuro y rojo pardo) mostraron significancia en la preferencia de los consumidores, registrando altos valores con signos positivos, lo que refleja que los consumidores aceptan dichos niveles del atributo color en crudo.

Respecto al atributo origen, los niveles Yecapixtla y Oaxaca resultaron altamente significativos ($p < 0,0001$), demostrando la relevante ponderación que los

compradores otorgan al origen geográfico de la cecina. En ambos niveles se observa un signo positivo, identificándose que el mayor coeficiente corresponde al origen Yecapixtla; esto indica que los consumidores lo relacionan estrechamente con ese municipio, el cual ya cuenta con una indicación geográfica por la importancia de su valor cultural y económico para las y los productores de la localidad (Cecina de Yecapixtla, orgullo de Morelos | Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural | Gobierno | gob.mx, s. f.).

En el caso del atributo de etiquetado, el nivel correspondiente a etiqueta con información fue significativamente positivo, confirmando que la transparencia en el etiquetado incrementa la probabilidad de elección del producto.

De la misma manera, se muestran los atributos con signos negativos. En cuanto a la conservación, el nivel químico (o con conservador) presentó una significancia estadística alta, pero con un coeficiente de signo negativo; esto indica un rechazo explícito o una menor utilidad percibida por parte de los consumidores hacia los métodos de conservación artificiales. De igual forma, el nivel de bioconservador natural no mostró diferencia significativa ($p= 0.742$) y su coeficiente fue negativo, sugiriendo una tendencia de rechazo o falta de preferencia entre los consumidores. Estos resultados sugieren que los consumidores otorgan un valor cultural al producto; Sin embargo, es importante mencionar que, al ser una encuesta en modalidad virtual, existe el riesgo de sesgo de selección: muchos participantes responden sin percatarse de la información relevante mencionada en la sección uno (la introducción que brindaba mayor detalle del producto), además de que influye la falta de interacción directa con el alimento (Bethlehem, 2010). Conforme al atributo etiqueta, el nivel que resultó significativo fue sin etiqueta, resaltando su signo negativo, lo que evidencia un rechazo por parte de los consumidores.

Para los niveles sin conservador, no es relevante el estado y con etiqueta (información detallada) corresponden a las categorías de referencia u omitidas en el modelo para evitar la multicolinealidad perfecta. La multicolinealidad ocurre cuando dos o más variables independientes están altamente correlacionadas

entre sí, lo que no permite aislar el efecto individual de cada una sobre la variable dependiente. Por lo tanto, la multicolinealidad se define como la existencia de relaciones lineales altas o intercorrelaciones perfectas entre dos o más variables independientes (explicativas) en el modelo (Kim, 2019).

Cuadro 10. Resultados de análisis econométricos, modalidad en línea

Atributos	Niveles	Coeficientes	Error estándar	Pr > χ^2
Color en crudo	Rojo brillante	7.323	0.789	< 0,0001
	Marrón oscuro	6.509	0.684	< 0,0001
	Rojo pardo	7.780	0.799	< 0,0001
Conservador	Bioconservador natural	-0.096	0.290	0.742
	Conservador químico	-3.105	0.211	< 0,0001
	Sin conservador	0.000	0.000	...
Origen	Yecapixtla	1.010	0.187	< 0,0001
	Oaxaca	0.712	0.122	< 0,0001
	No es relevante el estado	0.000	0.000	...
Etiqueta	Sin etiqueta	-0.977	0.146	< 0,0001
	Con etiqueta (Información)	0.029	0.139	0.832
	Con etiqueta (Información detallada)	0.000	0.000	
Precio	Precio	-0.011	0.002	< 0,0001
Estadísticos de bondad de ajuste				
-2 Log (Verosimilitud)		6448.001		
R ² (McFadden)		0.475		

Por otra parte, en el Cuadro 9 se muestran los resultados del análisis econométrico correspondiente a la modalidad presencial.

Cuadro 11. Resultados de análisis econométricos, modalidad presencial

Atributos	Niveles	Coefficientes	Error estándar	Pr > Chi²
Color en crudo	Rojo brillante	3.372	0.764	< 0,0001
	Marrón oscuro	3.024	0.675	< 0,0001
	Rojo pardo	3.570	0.774	< 0,0001
Conservador	Bioconservador natural	0.696	0.283	0.014
	Conservador químico	-2.062	0.200	< 0,0001
	Sin conservador	0.000	0.000	
Origen	Yecapixtla	0.906	0.175	< 0,0001
	Oaxaca	1.012	0.125	< 0,0001
	No es relevante el estado	0.000	0.000	...
Etiqueta	Sin etiqueta	-0.435	0.146	0.003
	Con etiqueta (Información)	0.400	0.133	0.003
	Con etiqueta (Información detallada)	0.000	0.000	
Precio	Precio	-0.005	0.002	0.003
Estadísticos de bondad de ajuste				
-2 Log (Verosimilitud)		6371.791		
R ² (McFadden)		0.306		

De igual manera que en la modalidad en línea, los niveles del atributo color en crudo resultaron ser estadísticamente significativos y con signos positivos. Sin embargo, a diferencia del nivel de bioconservador natural, que en línea no fue aceptado por los consumidores, en la modalidad presencial se utilizó una clara aceptación hacia este método de conservación. Esto refleja que, en comparación

con la encuesta en línea, en la aplicación presencial los participantes tuvieron un mayor acercamiento directo con el producto asimismo, si surgía alguna duda respecto a la encuesta, se les brindó la información correspondiente en el momento, la interacción presencial incrementa la atención durante el ejercicio de las tarjetas de elección y disminuye la variabilidad o el sesgo en las respuestas (Callegaro & DiSogra, 2008). En lo que respecta a los atributos de origen y etiquetado, ambos presentaron aceptación y resultaron estadísticamente significativos en los mismos niveles que en la modalidad en línea. Asimismo, las categorías que mostraron multicolinealidad (o que actuaron como niveles de referencia omitidos en el modelo) fueron exactamente las mismas en ambas modalidades.

Es importante mencionar que las variables sociodemográficas fueron incluidas en el modelo; sin embargo, no se presentaron en los Cuadros 8 y 9. Estas variables se incorporan únicamente para observar cómo afectaban significativamente el comportamiento de elección conforme a los resultados del modelo, pero al realizar el análisis econométrico no muestran valores estadísticamente significativos.

4.5.3. Disposición a pagar marginal (DPMg)

La disposición a pagar marginal representa el valor económico adicional que los consumidores están dispuestos a pagar por un producto que presenta una característica específica asociada a un atributo determinado. La DAPMg se calculó mediante el software Microsoft Excel (Microsoft Corporation 365). Utilizando la ecuación 3, como lo indican (Thies et al., 2024).

$$DAPM_g = -\frac{\beta_a}{\gamma}$$

Donde:

β_a = es el coeficiente del atributo;

γ = es el coeficiente del precio en el experimento de elección

En el Cuadro 10 de la modalidad en línea y en el Cuadro 11 de la modalidad presencial, se presentan las estimaciones de la Disposición a Pagar Marginal (MWTP) para ambos métodos. Es relevante mencionar que los valores que exhiben un signo positivo representan una disposición a pagar explícita por parte de los consumidores, reflejando su preferencia hacia dichos niveles de atributo. Por el contrario, los valores con signo negativo indican un rechazo por parte de los participantes, lo que evidencia que no están dispuestos a pagar (o bien, exigen un descuento o compensación económica) por la presencia de esa característica en el producto.

Conforme a los niveles correspondientes al atributo color en crudo, en ambas encuestas se observan coeficientes positivos, lo que demuestra que los consumidores sí están dispuestos a pagar por una cecina que presenta una coloración rojo brillante, marrón oscuro o rojo pardo. Por lo tanto, para los consumidores el color no resulta indiferente y sí influye de manera determinante en su decisión de compra. En ambas modalidades de encuesta, la Disposición a Pagar Marginal (MWTP) para niveles dichos se encuentra en un rango que va de los \$600 a los \$715 pesos mexicanos por kilogramo de cecina con este tipo de características cromáticas. El autor (Altmann et al., 2023) menciona que, al momento de comprar, los consumidores consideran el color como un indicador primario de frescura y salubridad. Tomando en cuenta que los niveles de color evaluados en este estudio corresponden a las tonalidades que la cecina exhibe de manera natural durante su proceso de maduración, eso explica por qué no se obtuvo una influencia negativa ni un rechazo en la selección del producto.

Conforme al atributo conservación, en ambas modalidades se obtiene que los consumidores no están dispuestos a pagar por un producto con conservador químico, ya que sus coeficientes presentan un signo negativo. Sin embargo, una diferencia de lo observado para el conservador de tipo natural, en donde la modalidad en línea existió un rechazo hacia este nivel, en la modalidad presencial sí se registró una disposición a pagar por este producto con valor agregado, con un monto adicional de \$139 pesos sobre el precio base de la cecina. Por ello, es

posible percatarse de que la dinámica y el modo en que se solicita responder la encuesta influyen de manera directa en la elección del consumidor.

En relación con el atributo de lugar de procedencia, en ambas modalidades los consumidores mostraron disposición a pagar por cecina con origen en Oaxaca o en el municipio de Yecapixtla. No obstante, en la modalidad presencial, los consumidores exhibieron una mayor disposición a pagar (\$202.4 adicionales) por cecina proveniente de Yecapixtla. Al respecto, Pensado-Leglise et al. (2018) indicaron que la calidad y el origen geográfico del producto son aspectos clave que influyen en la decisión de compra. Por ello, Yecapixtla registra una mayor preferencia y disposición a pagar, al ser un municipio ampliamente reconocido por su tradición y productividad en este tipo de carne.

En relación con los resultados que se muestra en los Cuadros 10 y 11 el atributo de etiquetado, en ambas modalidades de aplicación se constató una disposición a pagar negativa hacia el nivel sin etiqueta, mientras que el nivel de etiqueta informativa registró un índice de disposición a pagar marginal positivo con \$2.62 y \$80 pesos adicional a un producto con más información.

Cuadro 12. Disposición a pagar marginal, modalidad online

Atributos	Niveles	Coeficientes	DAPMg (\$MX)
Color en crudo	Rojo brillante	7.323	665.72
	Marrón oscuro	6.509	591.72
	Rojo Pardo	7.780	707.27
Conservador	Natural	-0.096	-8,722
	Químico	-3.105	-282,272
Lugar de procedencia	Oaxaca	1.010	91.81
	Yecapixtla	0.712	64.72
Etiqueta	Sin etiqueta	-0.977	-88,818
	Etiqueta información	0.029	2.63

Este comportamiento concuerda con lo reportado por Jaramillo Villanueva et al. (2018), quienes afirmaron que proveer información sobre la inocuidad y las propiedades del producto cárnico fortalece la confianza del consumidor y estimula su disposición a pagar un sobreprecio. Por consiguiente, la mayor disposición a pagar por el nivel de etiqueta informativa se explica por la necesidad del consumidor de verificar la inocuidad, mientras que la ausencia de etiquetado resta credibilidad a la autenticidad y al origen geográfico de la cecina.

Cuadro 13. Disposición a pagar marginal, modalidad online

Atributos	Niveles	Coeficientes	DAPMg (\$MX)
Color en crudo	Rojo brillante	3.372	674.4
	Marrón oscuro	3.024	604.8
	Rojo Pardo	3.570	714
Conservador	Natural	0.696	139.2
	Químico	-2.062	-412,442
Lugar de procedencia	Oaxaca	0.906	181.2
	Yecapixtla	1.012	202.4
Etiqueta	Sin etiqueta	-0.435	-87
	Etiqueta información	0.400	80

4.6. Conclusión

La aplicación del experimento de elección discreta permitió identificar de manera rigurosa los atributos y niveles que determinan la decisión de compra de los consumidores, así como evidenciar las diferencias existentes entre las modalidades de aplicación presencial y digital. Se constató que la interacción física con el producto en la modalidad presencial influyó en la estimación de la disposición a pagar marginal por un producto con valor agregado.

Respecto a los atributos evaluados, el color no constituyó una restricción en la decisión de compra, resultando estadísticamente significativo y favorablemente aceptado por los consumidores. En cuanto al método de conservación, se identificó una clara preferencia por alternativas naturales, en consonancia con las

tendencias actuales orientadas al consumo de alimentos más saludables y a la reducción de aditivos sintéticos. En consecuencia, se registró un rechazo categórico hacia el conservador químico, reflejado en una disposición a pagar negativa por este nivel.

Finalmente, este análisis demuestra que los consumidores asignan un valor sustancial al origen geográfico debido a sus asociaciones culturales, así como al etiquetado informativo, el cual actúa como una señal de credibilidad que garantiza la inocuidad y la calidad del alimento. Cabe destacar que los consumidores mostraron una disposición a pagar positiva por la cecina que presenta atributos de color en crudo, siendo estadísticamente significativos todos sus niveles, por la incorporación de un bioconservador natural, por la procedencia geográfica específica de Oaxaca o Yecapixtla.

4.7. Literatura citada

- Altmann, B. A., Trinks, A., & Mörlein, D. (2023). Consumer preferences for the color of unprocessed animal foods. *Journal of Food Science*, 88(3), 909-925. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.16485>
- Bethlehem, J. (2010). Selection Bias in Web Surveys. *International Statistical Review*, 78(2), 161-188. <https://doi.org/10.1111/j.1751-5823.2010.00112.x>
- Callegaro, M., & DiSogra, C. (2008). Computing Response Metrics for Online Panels. *Public Opinion Quarterly*, 72(5), 1008-1032. <https://doi.org/10.1093/poq/nfn065>
- Cecina de Yecapixtla, orgullo de Morelos | Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural | Gobierno | gob.mx. (s. f.). Recuperado 7 de agosto de 2026, de <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/cecina-de-yecapixtla-orgullo-de-morelos>
- Gázquez Abad, J. C., & Sánchez Pérez, M. (2007). La heterogeneidad del consumidor en los modelos de elección: Evidencias empíricas utilizando modelos logit. *Revista europea de dirección y economía de la empresa*, 16(4), 163-186.
- Guerrero, E. M., Laguna, R. R., Damián, M. Á. M., Ortiz, J. H., & Zárate, R. R. (2020a). Consideraciones básicas para la aplicación de experimentos de elección discreta: Una revisión. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 11(59). <https://doi.org/10.29298/rmcf.v11i59.676>
- Guerrero, E. M., Laguna, R. R., Damián, M. Á. M., Ortiz, J. H., & Zárate, R. R. (2020b). Consideraciones básicas para la aplicación de experimentos de elección discreta: Una revisión. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 11(59). <https://doi.org/10.29298/rmcf.v11i59.676>
- Jaramillo Villanueva, J. L., Vargas López, S., Rojas Juárez, L. A., Jaramillo Villanueva, J. L., Vargas López, S., & Rojas Juárez, L. A. (2018). Valoración contingente y disponibilidad a pagar por atributos intangibles en carne de bovino. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, 9(1), 14-31. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v9i1.4376>

- Kim, J. H. (2019). Multicollinearity and misleading statistical results. *Korean Journal of Anesthesiology*, 72(6), 558-569. <https://doi.org/10.4097/kja.19087>
- Koemle, D., & Yu, X. (2020). Choice experiments in non-market value analysis: Some methodological issues. *Forestry Economics Review*, 2(1), 3-31. <https://doi.org/10.1108/FER-04-2020-0005>
- Lancsar, E., & Louviere, J. (2008). Conducting Discrete Choice Experiments to Inform Healthcare Decision Making. *PharmacoEconomics*, 26(8), 661-677. <https://doi.org/10.2165/00019053-200826080-00004>
- Lizin, S., Rousseau, S., Kessels, R., Meulders, M., Pepermans, G., Speelman, S., Vandebroek, M., Van Den Broeck, G., Van Loo, E. J., & Verbeke, W. (2022). The state of the art of discrete choice experiments in food research. *Food Quality and Preference*, 102, 104678. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2022.104678>
- Martínez-Aquino, V., Hernández-Montes, A., Espejel-García, A., Martínez-Aquino, V., Hernández-Montes, A., & Espejel-García, A. (2025). Consumer preferences and economic valuation of a traditional Mexican cheese using discrete choice experiments. *Revista Mexicana de Ciencias Pecuarias*, 16(3), 610-629. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v16i3.6856>
- McFadden, D. (1974) Conditional Logit Analysis of Qualitative Choice Behavior. *Frontiers in Econometrics*, 105-142. - References—Scientific Research Publishing. (s. f.). Recuperado 10 de agosto de 2026, de <https://www.scirp.org/reference/referencespapers?referenceid=2068948>
- Melo Guerrero, E., Rodríguez Laguna, R., Martínez Damián, M. Á., Hernández Ortiz, J., Razo Zárate, R., Melo Guerrero, E., Rodríguez Laguna, R., Martínez Damián, M. Á., Hernández Ortiz, J., & Razo Zárate, R. (2020). Consideraciones básicas para la aplicación de experimentos de elección discreta: Una revisión. *Revista mexicana de ciencias forestales*, 11(59), 4-30. <https://doi.org/10.29298/rmcf.v11i59.676>
- Molinero, C., Martínez, B., Rubio, B., Rovira, J., & Jaime, I. (2008). The effects of extended curing on the microbiological, physicochemical and sensorial characteristics of Cecina de León. *Meat Science*, 80(2), 370-379. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2007.12.023>
- Monsalve, H. J., & Ruiz, D. E. D. (2009). Modelación de preferencias declaradas para la obtención de indicadores de la calidad del servicio del transporte público colectivo urbano. *Revista UIS Ingenierías*, 8(2), 113-125.
- Morelos, R. A. (s. f.-a). La Cecina, uno de los platillos más representativo del Estado de Morelos. *gob.mx*. Recuperado 8 de agosto de 2026, de <http://www.gob.mx/agricultura/morelos/articulos/la-cecina-uno-de-los-platillos-mas-representativo-del-estado-de-morelos?idiom=es>
- Morelos, R. A. (s. f.-b). La Cecina, uno de los platillos más representativo del Estado de Morelos. *gob.mx*. Recuperado 8 de agosto de 2026, de <http://www.gob.mx/agricultura/morelos/articulos/la-cecina-uno-de-los-platillos-mas-representativo-del-estado-de-morelos?idiom=es>
- Pando Fernández, V., & San Martín Fernández, R. (2004). Regresión logística multinomial. *Cuadernos de la Sociedad Española de Ciencias Forestales*, (18), 323-327.
- Pensado-Leglise, M. del roble, Sanz-Cañada, J., Pensado-Leglise, M. del roble, & Sanz-Cañada, J. (2018). Valorización de una Indicación Geográfica Protegida. El caso de la carne de la Sierra de Guadarrama, España. *Revista mexicana de ciencias pecuarias*, 9(3), 451-465. <https://doi.org/10.22319/rmcp.v9i3.4329>

- Reyes-Cano, R., Dorantes-Alvarez, L., Hernandez-Sanchez, H., & Gutierrez-Lopez, G. F. (1994). A traditional intermediate moisture meat: Beef cecina. *Meat Science*, 36(3), 365-370. [https://doi.org/10.1016/0309-1740\(94\)90132-5](https://doi.org/10.1016/0309-1740(94)90132-5)
- Rubio, B., Martínez, B., García-Cachán, M. D., Rovira, J., & Jaime, I. (2007). Effect of high pressure preservation on the quality of dry cured beef "Cecina de Leon". *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 8(1), 102-110. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2006.08.004>
- Salmoran-López, E., Rios-Lira, A. J., Pantoja-Pacheco, Y. V., Salmoran-López, E., Rios-Lira, A. J., & Pantoja-Pacheco, Y. V. (2020). Programa computacional para generar estructuras de alias de diseños factoriales fraccionados de niveles mixtos. *Ingeniería, investigación y tecnología*, 21(4). <https://doi.org/10.22201/fi.25940732e.2020.21.4.031>
- Thies, A. J., Altmann, B. A., Countryman, A. M., Smith, C., & Nair, M. N. (2024). Consumer willingness to pay (WTP) for beef based on color and price discounts. *Meat Science*, 217, 109597. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2024.109597>
- Villanueva, A. J., Gómez-Limón, J. A., & Rodríguez-Entrena, M. (2017). Valoración de la oferta de bienes públicos por parte de los sistemas agrarios: El caso del olivar de montaña en Andalucía. *Economía Agraria y Recursos Naturales - Agricultural and Resource Economics*, 17(1), 25-57. <https://doi.org/10.7201/earn.2017.01.02>
- Walter, T. J. (2010). Experimentos de elección en la priorización de políticas de gestión en áreas naturales protegidas. *Desarrollo y Sociedad*, (66), 183-217. <https://doi.org/10.13043/dys.66.6>

5. CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA, MICROBIOLÓGICA Y SENSORIAL DE CECINA CON ACEITE ESENCIAL DE ORÉGANO

5.1. Resumen

La cecina es un producto cárnico tradicional caracterizado por su valor nutricional y propiedades organolépticas. Sin embargo, durante su elaboración, la manipulación y el proceso de secado pueden favorecer el desarrollo de microorganismos, afectando su conservación y calidad. Ante la creciente tendencia hacia el consumo de productos con ingredientes de origen natural, el aceite esencial de orégano (AEO) (*Lippia berlandieri* Schauer) representa una alternativa de bioconservación. El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto del AEO sobre las características microbiológicas, fisicoquímicas, composición proximal y propiedades sensoriales de la cecina. Se evaluaron tres tratamientos: T1 (0 ppm), T2 (50 ppm) y T3 (100 ppm) de AEO, durante tres tiempos de almacenamiento (Día 1, 4 y 7). Se determinaron variables microbiológicas, fisicoquímicas y de composición proximal, así como la aceptabilidad sensorial mediante una prueba con 100 consumidores. Los resultados mostraron que la incorporación del AEO presentó un efecto inhibitorio sobre el crecimiento de los microorganismos evaluados, principalmente sobre los coliformes totales y las bacterias ácido-lácticas, mientras que los mesófilos aerobios presentaron una menor respuesta al tratamiento. El pH disminuyó conforme avanzó el almacenamiento, mientras que el efecto de la concentración de AEO fue limitado. La actividad de agua y la composición proximal no presentaron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos. En la evaluación sensorial se observaron diferencias significativas en la aceptabilidad global; sin embargo, T1 y T2 fueron estadísticamente iguales, al igual que T2 y T3, indicando que el AEO no generó una disminución marcada en la aceptación del producto. En conclusión, el AEO puede considerarse una alternativa de bioconservación para la cecina, al inhibir el crecimiento microbiano sin modificar significativamente su composición proximal y actividad de agua, ni afectar de manera marcada su aceptabilidad sensorial.

Palabras clave: aceite esencial de orégano, coliformes totales, composición proximal, microbiota, inhibición microbiana.

Tesis de Maestría en Ciencias. Programa de Posgrado en Ciencia y Tecnología Agroalimentaria, Universidad Autónoma Chapingo.

Autor: Josselin Osorio Mejía

Director de tesis: Dr. Emmanuel Flores Girón

PHYSICOCHEMICAL, MICROBIOLOGICAL, AND SENSORY CHARACTERIZATION OF CECINA WITH OREGANO ESSENTIAL OIL

5.2. Abstract

Cecina is a traditional meat product characterized by its nutritional value and organoleptic properties. However, during its processing, handling and drying may promote microbial growth, affecting its preservation and quality. Given the growing trend toward the consumption of products containing natural ingredients, oregano essential oil (OEO) (*Lippia berlandieri* Schauer) represents a biopreservation alternative. The objective of this study was to evaluate the effect of OEO on the microbiological, physicochemical, proximate composition, and sensory characteristics of *cecina*. Three treatments were evaluated: T1 (0 ppm), T2 (50 ppm), and T3 (100 ppm) of OEO, during three storage periods (Days 1, 4, and 7). Microbiological, physicochemical, and proximate composition variables were determined, as well as sensory acceptability through a test with 100 consumers. The results showed that the incorporation of OEO had an inhibitory effect on the growth of the microorganisms evaluated, mainly on total coliforms and lactic acid bacteria, while aerobic mesophiles showed a lower response to the treatment. pH decreased as storage progressed, whereas the effect of OEO concentration was limited. Water activity and proximate composition did not show statistically significant differences among treatments. Significant differences were observed in overall acceptability; however, T1 and T2 were statistically similar, as were T2 and T3, indicating that OEO did not cause a marked decrease in product acceptance. In conclusion, OEO can be considered a biopreservation alternative for *cecina*, as it inhibited microbial growth without significantly modifying its proximate composition and water activity, or markedly affecting its sensory acceptability.

Keywords: Oregano essential oil; total coliforms; proximate composition; microbiota; microbial inhibition.

Master's Thesis in Science. Program of Agro-Food Science and Technology,
Universidad Autónoma Chapingo.

Author: Josselin Osorio Mejia

Advisor: Dr. Emmanuel Flores Giró

5.3. Introducción

La cecina es un producto cárnico de origen bovino elaborado mediante procesos tradicionales de salado, ahumado y curado, que contribuyen a su conservación y al desarrollo de sus características particulares (Rubio et al., 2007). En México constituye un producto tradicional de importancia alimentaria y cultural, cuyo valor nutrimental y sus características organolépticas han contribuido a su aceptación de los consumidores (Molinero et al., 2008; Reyes-Cano et al., 1994). Sin embargo, durante su elaboración y almacenamiento, la cecina puede estar expuesta a diferentes microorganismos capaces de afectar su calidad, estabilidad. Aunque algunos forman parte de la microbiota asociada a productos cárnicos, también pueden desarrollarse microorganismos indeseables. La microbiota de la cecina aún no ha sido completamente caracterizada, debido a que los estudios disponibles se han enfocado principalmente en sus características fisicoquímicas y sensoriales, mientras que son limitados aquellos relacionados con su comportamiento microbiológico (de Zaldivar Ribeiro et al., 2026).

Por lo anterior, resulta relevante el desarrollo de alternativas de conservación de origen natural que contribuyan a mantener la estabilidad microbiológica de la cecina sin comprometer sus propiedades fisicoquímicas y sensoriales. Esta necesidad se relaciona con la tendencia clean label asociada con una mayor demanda de alimentos elaborados con ingredientes naturales (Asioli et al., 2017; Chauhan & Rao, 2024). Entre las alternativas destacan los aceites esenciales, debido a la presencia de compuestos bioactivos con propiedades antimicrobianas y antioxidantes (Udourioh et al., 2025). Particularmente, el aceite esencial de orégano (AEO) ha sido ampliamente estudiado debido a sus actividades antimicrobiana y antioxidante, asociadas principalmente con compuestos como carvacrol y timol (Rodriguez-Garcia et al., 2016).

En el caso de la cecina, la aplicación de AEO (*Lippia berlandieri Schauer*) puede representar una alternativa para contribuir su estabilidad microbiológica, debido a que durante su elaboración, manipulación, secado y almacenamiento puede

estar expuesta a diferentes grupos de microorganismos. por lo anterior, el objetivo de este capítulo fue evaluar las propiedades fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales de cecina adicionada con aceite esencial de orégano (*Lippia berlandieri Schauer*), con la finalidad de evaluar su efecto sobre la calidad y estabilidad del producto durante su almacenamiento.

5.4. Materiales y métodos

5.4.1. Diseño experimental

Se establecieron tres tratamientos aceite esencial de orégano (AEO) en la cecina: T1, control sin AEO ($0 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$); T2, $0.05 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ (50 ppm); y T3, $0.10 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ (100ppm). Cada tratamiento se elaboró por triplicado, considerando tres bloques experimentales y las muestras se almacenaron 5°C , durante 7 días. Las evaluaciones fisicoquímicas y microbiológicas se realizaron en los días 1,4 y 7, considerando como factores el tiempo de almacenamiento y la concentración de AEO. La composición proximal únicamente se determinó en el día y mientras que la evaluación sensorial se realizó en el día 4.

5.4.2. Obtención de materia prima

El AEO fue obtenido de la empresa Natural Solutions SMI, ubicada en Ciudad Jiménez, Chihuahua, México. De acuerdo con su composición, el aceite esencial presentó un contenido de 65.2 % de carvacrol, 10.99 % de p-cimeno y 10.26 % de timol.

La carne de res (pulpa negra) se adquirió en el mercado de Texcoco, Estado de México. El aceite vegetal comestible de la marca Nutrioli® (900 mL), y la sal de mesa de la marca La Fina® fueron adquiridos en una tienda comercial.

5.4.3. Elaboración de cecina

La carne se cortó manualmente en tiras de 5–7 mm de grosor y 10–25 mm de ancho, utilizando un cuchillo de acero inoxidable, y se registró su peso inicial. Para el salado, las tiras se sumergieron durante 45 min en una solución de sal al 3 % (p/v), preparada con 30 g de sal/L de agua potable. Posteriormente, se secaron a temperatura ambiente durante 3 h, colocadas en lazos y volteadas

periódicamente para favorecer un secado uniforme. Finalmente, se realizó el barnizado mediante la aplicación uniforme de aceite comestible sobre la superficie de las tiras de carne. Para los tratamientos con AEO, este se incorporó previamente al aceite base en concentraciones de 50 y 100 ppm, correspondientes a los tratamientos T2 y T3, respectivamente. El T1 correspondió al control, sin adición de AEO. Posteriormente, las muestras se almacenaron en refrigeración a 5 °C durante el periodo experimental. Las evaluaciones se realizaron en los días 1, 4 y 7 de almacenamiento

5.4.4. Determinación del pH, retención de agua y actividad de agua (aw)

El pH se determinó mediante la introducción directa del electrodo de un potenciómetro portátil digital (Foodcare HI99161, Hanna Instruments, Rumania) en la muestra de cecina, en los días 1, 4 y 7 de almacenamiento. La capacidad de retención de agua (CRA) se determinó en los mismos tiempos de almacenamiento de acuerdo con la metodología descrita por (Méndez-Zamora et al., 2015). Posteriormente, se determinó el porcentaje de agua libre y la capacidad de retención de agua mediante las siguientes ecuaciones:

Ecuación 4. Porcentaje de agua libre

$$\% \text{ agua de libre} = \left[\frac{M_i - M_f}{M_i} \right] * 100$$

Ecuación 5. Capacidad de Retención de Agua

$$CRA = 100 - \% \text{ agua libre}$$

Donde M_i es peso inicial (0.3 g) y M_f peso final.

La actividad de agua (aw) se determinó en los días 1, 4 y 7 de almacenamiento mediante un higrómetro de punto de rocío AquaLab 4TEV (Meter, EE. UU.). Se realizó la medición de acuerdo a Beño et al. (2023).

5.4.5. Determinación de bacterias ácido-lácticas (BAL), mesófilos aerobios y coliformes totales en cecina mediante recuento en placa

El análisis microbiológico se realizó de acuerdo con las especificaciones y los procedimientos establecidos en las normas NOM-110-SSA1-1994, NOM-092-SSA1-1994 y NOM-210-SSA1-2014 (DOF, 1994). Las determinaciones se efectuaron en las muestras almacenadas a 5 °C en los días 1, 4 y 7, se cuantificaron los microorganismos evaluados en cada tratamiento.

Preparación de diluyente (agua peptonada)

El agua peptonada se preparó disolviendo 1g de peptona (REF 211677, BD Bacto™) y 8.5 g de cloruro de sodio grado reactivo ACS (J.T.Baker) en 1 L de agua destilada, mediante agitación magnética. Se distribuyeron 225 ml en frascos de vidrio estériles, destinados a la preparación de la dilución inicial, y se dispensaron 9 mL en tubos de ensayo estériles para realizar las diluciones decimales. El material se esterilizó en autoclave a 121 °C y 15 psi durante 15 min y se enfrió a temperatura ambiente antes de su uso.

Preparación de medios de cultivo y diluciones

Se prepararon los medios de cultivo para bacterias ácido-lácticas (BAL) y mesófilos aerobios. Se utilizó agar MRS (REF 288210, BD Difco™) a 70 g/L y PCA (REF 247940, BD Difco™) a 25 g/L de agua destilada. Ambos medios se esterilizaron en autoclave a 121 °C y 15 psi durante 15 min; posteriormente, se enfriaron a 45-50 °C y se vertieron en cajas Petri estériles. Las placas se conservaron a 4-7 °C hasta su utilización. Para las diluciones se emplearon 25 g de cecina, conforme a la NOM-110-SSA1-1994.

Siembra y condiciones de incubación

Para la determinación de BAL y mesófilos aerobios, se tomaron 100 µL de cada dilución y se inocularon en placas de Petri con agar Lactobacilli MRS y Plate Count Agar (PCA), respectivamente. La determinación de mesófilos aerobios se realizó de acuerdo con la metodología establecida en la NOM-092-SSA1-1994, mientras que para BAL se siguió la metodología descrita por Flores-Rondón et al.

(2011). Para la determinación de coliformes totales, se siguió la metodología establecida en la NOM-210-SSA1-2014.

Cuantificación de microorganismos y transformación logarítmica

Para la cuantificación de bacterias ácido-lácticas (BAL), coliformes totales y mesófilos aerobios, se seleccionaron las placas con un número adecuado de colonias y se realizó el conteo mediante un contador de colonias. Los resultados se expresaron como UFC/g, calculadas mediante la siguiente ecuación:

$$UFC/g = \frac{N \times F}{V}$$

donde N corresponde al número de colonias contadas, F al factor de dilución y V al volumen inoculado. Debido a que los datos no presentan una distribución normal, se transformaron a $\log_{10}$ UFC/g para facilitar su interpretación y comparación (Latimer & Latimer, 2023)

5.4.6. Determinación de composición química proximal mediante FoodScan®.

La composición química proximal de las muestras de cecina se determinó en el día 7 de almacenamiento en refrigeración a 5 °C, considerando los tres tratamientos evaluados. La determinación se realizó mediante espectroscopía de infrarrojo cercano (NIR), utilizando un analizador FOSS FoodScan™, de acuerdo con la metodología de Anderson (2007) y el método oficial AOAC 983.18 (Lawrence & Latimer, 2023). Los resultados se obtuvieron como porcentajes (g/100g) de humedad, proteína y colágeno

5.4.7. Evaluación sensorial mediante JAR (Just-About-Right)

Se realizó una evaluación sensorial con 100 participantes con el objetivo de determinar la aceptabilidad global y la percepción de atributos sensoriales de muestras de cecina correspondientes al día 4 de almacenamiento a 5 °C. Previo a la evaluación, las muestras se sometieron a 180 °C. Las muestras se identificaron mediante códigos de tres dígitos generados aleatoriamente mediante XLSTAT, al igual que el orden de presentación, con el fin de reducir el

sesgo durante la evaluación. La aceptabilidad global se evaluó mediante una escala hedónica de 9 puntos, donde 1 = “me disgusta extremadamente” y 9 = “me gusta extremadamente”. Los atributos color, aroma a carne, sabor a sal, sabor a carne y jugosidad se evaluaron mediante una escala JAR (Just-About-Right) de 5 puntos: 1 = insuficiente, 2 = algo insuficiente, 3 = adecuado (JAR), 4 = muy intenso y 5 = demasiado intenso (Li et al., 2014).

5.4.8. Análisis estadístico

Para las variables microbiológicas y fisicoquímicas se realizó un análisis de varianza (ANOVA) mediante un diseño en bloques con arreglo factorial, considerando como factores la concentración de AEO y el tiempo de almacenamiento, así como su interacción y el efecto del bloque. Para las variables de composición proximal obtenidas mediante FoodScan™, se empleó un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA). En ambos análisis, las diferencias entre medias se determinaron mediante la prueba de Tukey, con un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$.

5.5. Resultados y discusión

5.5.1. Pruebas fisicoquímicas

El Cuadro 12 presenta el pH de las cecinas con AEO en los días 1, 4 y 7 de almacenamiento. El pH de las cecinas se afectó ($p \leq 0.05$) durante el tiempo de almacenamiento debido al AEO. Con relación al tiempo del almacenamiento, se observó una disminución progresiva de pH a medida que transcurrieron los días de evaluación en todos los tratamientos (Figura 9). El grupo control (AEO0), el pH descendió de 5.62 ± 0.21 en el día 1 a 5.13 ± 0.12 en el día 7; un comportamiento similar para el tratamiento con 100 ppm de AEO, el cual inició con 5.42 ± 0.13 y alcanzó su valor más bajo en el día 7 con 4.96 ± 0.15 . Esta tendencia de acidificación concuerda con lo reportado por Reynoso-Escobedo et al. (2023) y Castellanos-Santos et al., (2025) quienes atribuyen la disminución del pH durante el almacenamiento de productos cárnicos a la actividad metabólica de las bacterias ácido-lácticas.

Cuadro 14. Comportamiento del pH en la cecina tratadas con AEO.

Tratamiento	Día 1	Día 4	Día 7	Media
T1= AEO 0	5.62 ± 0.21 a	5.38 ± 0.12 b	5.13 ± 0.12de	5.38 ± 0.25 a
T2= AEO 50 ppm	5.62 ± 0.21 a	5.32 ± 0.07 bc	5.02 ± 0.07 ef	5.32 ± 0.28 a
T3= AEO 100 ppm	5.42 ± 0.13 b	5.22 ± 0.06 cd	4.96 ± 0.15 f	5.20 ± 0.23b

Nota: Superíndices entre filas indican diferencias estadísticamente significativas ($p \leq 0.05$).

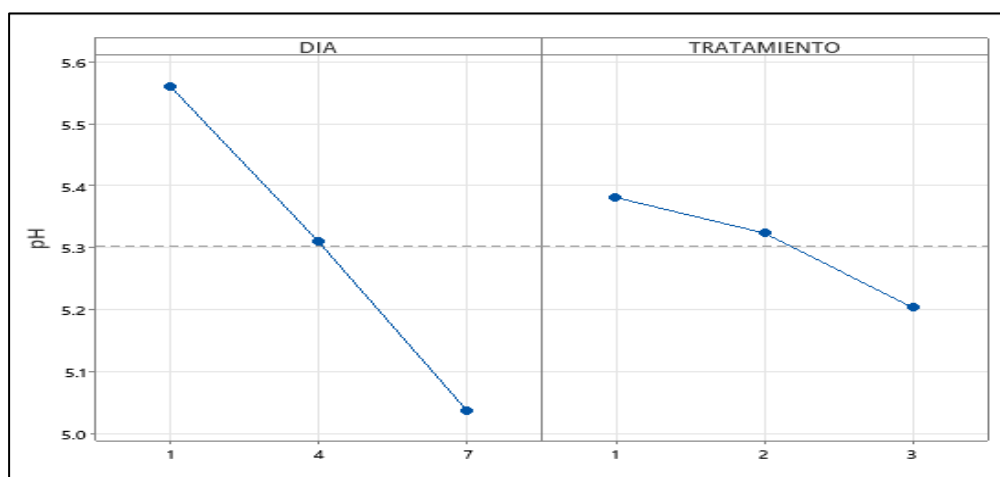


Figura 9. Gráfica de efectos principales del pH

Respecto al efecto de la concentración, la inclusión del AEO indujo un descenso en el pH, reflejando en las medias generales del periodo donde la dosis alta AEO 100 ppm, (5.20 ± 0.23) resultó menor que el control (AEO₀, 5.38 ± 0.25). No obstante, es importante señalar que, aunque diversos autores, como Cantú-Valdéz et al. (2020), reportaron una posible ralentización de la producción de ácido láctico provocada por los componentes fenólicos del orégano. Esto coincide con lo planteado con Hernández-Hernández et al. (2019), quienes señalaron que los metabolitos del aceite esencial interactúan con la matriz cárnica, alterando la estabilidad del pH.

El Cuadro 13 presenta la capacidad de retención de agua (CRA) de cada muestra experimental de cecina con adición de AEO, evaluadas en 1, 4 y 7 días de almacenamiento. La CRA mostró diferencias ($p \leq 0.05$) asociadas a los grupos tratados con AEO. En cuanto a la concentración, las medias generales mostraron

que AEO0 y AEO50ppm no presentaron diferencias ($p \geq 0.05$) entre sí. En contraste, el AEO100ppm disminuyó la CRA (56.83 ± 5.67 b) y disminuyó la CRA, con un valor de 56.83 ± 5.67 %, respecto a los tratamientos de menor concentración. Esta reducción podría estar relacionada con la disminución del pH observada durante el almacenamiento, particularmente en el tratamiento con mayor concentración de AEO.

Cuadro 15. Comportamiento de CRA en la cecina tratadas con AEO.

Tratamiento	Día 1	Día 4	Día 7	Media
T1= AEO 0	64.5 ± 8.86	61.3 ± 1.91	60.89 ± 4.69	$62.25 \pm 5.90a$
T2= AEO 50 ppm	63.94 ± 8.32	57.99 ± 6.28	62.11 ± 4.99	$61.35 \pm 6.90a$
T3= AEO 100 ppm	59.67 ± 8.42	54.73 ± 3.80	56.10 ± 2.09	$56.83 \pm 5.67b$

Nota: Los valores representan medias $\pm$ desviación estándar ($n=3$). Superíndices entre filas indican diferencias estadísticamente significativas ($p \leq 0.05$).

De acuerdo con Huff-Lonergan & Lonergan (2005), cuando el pH se aproxima al punto isoeléctrico de las proteínas miofibrilares, estas pierden parte de su carga eléctrica, disminuye la repulsión entre las proteínas y se favorece la contracción de la estructura miofibrilar, reduciendo el espacio disponible para retener agua y favoreciendo su expulsión. En este estudio, AEO 100 ppm presentó en el día 7 el menor pH (4.96 ± 0.15), cercano al punto isoeléctrico, lo que podría explicar la menor CRA observada. Asimismo, Hernández-Hernández et al. (2019) y Özel & Urbanova (2026), señalaron que la presencia de compuestos como el carvacrol y timol en concentraciones altas, pueden interaccionar con las estructuras proteicas e influir en las propiedades funcionales de la carne.

El Cuadro 14 muestra la actividad de agua (AW) de las muestras experimentadas en la cecina con la adición de AEO, evaluadas durante los días 1, 4 y 7 días de almacenamiento. La AW mostró diferencias ($p \leq 0.05$) asociadas al AEO. Sin embargo, las variaciones entre tratamientos fueron pequeñas, manteniendo los valores dentro de un intervalo estrecho 0.986 a 0.990.

Cuadro 16. Comportamiento de aw en la cecina tratadas con AEO.

Tratamiento	Día 1	Día 4	Día 7	Media
T1= AEO 0	0.989 ± 0.003	0.988 ± 0.001	0.990 ± 0.0008	0.989 ± 0.002a
T2= AEO50 ppm	0.988 ± 0.002	0.987 ± 0.001	0.989 ± 0.0005	0.988 ± 0.001b
T3= AEO100 ppm	0.986 ± 0.001	0.986 ± 0.001	0.986 ± 0.001	0.986± 0.001 c

Nota: Superíndices entre filas indican diferencias estadísticamente significativas ($p \leq 0.05$).

Esto podría indicar que el AEO, en las concentraciones evaluadas, no provocó un efecto deshidratante considerable en la matriz cárnica. Al respecto Ünal et al. (2014) y Aguiar Campolina et al. (2023) indicaron que la incorporación de aceites esenciales puede generar cambios en algunas características fisicoquímicas de los productos cárnicos sin necesariamente modificar de manera importante su actividad de agua. Asimismo, Al-Hijazeen et al. (2022) reportaron diferencias ($p < 0.05$) en la aw de carne de pollo adicionada con AEO, aunque señalaron que las diferencias fueron pequeñas y de poca relevancia práctica. Este comportamiento es similar con lo observado en el presente estudio.

5.5.2. Composición química proximal

El Cuadro 15 muestra los resultados de la actividad de agua (AW) de las muestras de cecina con adición AEO, evaluadas durante el día 7 de almacenamiento en refrigeración a 5°C. No se observaron diferencias ($p > 0.05$) en proteína, grasa, humedad y colágeno, lo que indica que las concentraciones de AEO evaluadas no modificaron la composición química de la cecina.

Cuadro 17. Porcentajes de composición química de cecina con adición AEO al día 7

Tratamiento	Proteína	Grasa	Humedad	Colágeno
T1= AEO 0	20.80 ± 0.09 ^a	6.62 ± 0.07 ^a	68.81 ± 0.03 ^a	0.96 ± 0.01 ^a
T2= AEO50 ppm	20.85 ± 0.08 ^a	6.69 ± 0.11 ^a	68.81 ± 0.05 ^a	0.93 ± 0.33 ^a
T3= AEO100 ppm	20.86 ± 0.09 ^a	6.69 ± 0.14 ^a	68.91± 0.39 ^a	0.94 ± 0.04 ^a

Nota: Se presentan medias $\pm$ desviación estándar, $n=3$. Medias con la misma letra dentro de una misma fila no presentan diferencias estadísticamente significativas ($p>0.05$)

En cuanto al contenido de proteína, se observaron valores similares entre tratamientos (20.80–20.86 %), al igual que la grasa (6.62–6.69 %) y la humedad (68.81–68.91 %), sin diferencias significativas ($p>0.05$). Estos resultados coinciden con He et al. (2026), quienes tampoco observaron diferencias significativas en proteína, grasa y humedad de carne tratada con AEO. Este comportamiento puede atribuirse a las bajas concentraciones utilizadas, ya que, aunque compuestos como el carvacrol y timol poseen actividad antimicrobiana y antioxidante, su acción no necesariamente modifica los componentes proximales de la carne. De manera general, estos resultados concuerdan con investigaciones previas que han reportado que la incorporación de aceites esenciales, particularmente AEO, no produce cambios significativos en la composición química de productos cárnicos (Zduńczyk et al., 2023; Badia et al., 2020).

5.5.3. Análisis microbiológico

Bacterias ácido-lácticas (BAL)

En el Cuadro 16 se presenta el desarrollo de las bacterias ácido-lácticas (BAL) durante el almacenamiento de la cecina. Se encontraron diferencias ($p \leq 0.05$) en la interacción día $\times$ tratamiento, así como entre las medias generales de los tratamientos. El tratamiento control (T1, 0 ppm de AEO) presentó diferencias significativas ($p \leq 0.05$) respecto a T2 (50 ppm) y T3 (100 ppm), mientras que estos últimos no mostraron diferencias significativas entre sí.

Cuadro 18. Recuento de bacterias ácido-lácticas

Tratamiento	Día 1	Día 4	Día 7	Media
T1= AEO 0	6.17 $\pm$ 0.81 ^{ab}	6.47 $\pm$ 0.50 ^{ab}	6.83 $\pm$ 0.51 ^a	6.49 $\pm$ 0.67 ^a
T2= AEO50 ppm	6.07 $\pm$ 0.78 ^{ab}	5.87 $\pm$ 0.56 ^b	6.02 $\pm$ 0.27 ^{ab}	5.99 $\pm$ 0.56 ^b
T3= AEO100 ppm	5.95 $\pm$ 0.73 ^{ab}	5.78 $\pm$ 0.57 ^b	5.91 $\pm$ 0.28 ^b	5.88 $\pm$ 0.55 ^b

Los valores representan medias $\pm$ desviación estándar (n=3). Superíndices entre filas indican diferencias estadísticamente significativas ($p \leq 0.05$).

En el T1 la carga microbiana mostró una tendencia cuantitativa ascendente constante conforme avanzó el periodo de almacenamiento, incrementando de 6.17 log₁₀ UFC/g en el Día 1 hasta un máximo de 6.83 log₁₀ UFC/g al Día 7. Este comportamiento es compatible con el desarrollo de las BAL durante el almacenamiento de matrices cárnicas, debido a la disponibilidad de nutrientes que favorecen su proliferación (Badia et al., 2019), Asimismo las BAL pueden utilizar carbohidratos disponibles en la matriz cárnica y producir ácido láctico y otros metabolitos como consecuencia de su actividad fermentativa, contribuyendo a la disminución del pH (Wang et al., 2022). Esto coincide con el comportamiento que se observó en el tratamiento 1, donde el incremento de las BAL estuvo acompañado por una disminución del pH.

En contraste, los tratamientos con AEO presentaron una disminución de la carga microbiana del día 1 al día 4, seguida de un ligero incremento entre los días 4 y 7. El T3 (100 ppm) mostró la menor carga de BAL durante el almacenamiento y, particularmente en el día 7, presentó una media de 5.91 log UFC/g, inferior a la registrada en el control. Esta diferencia sugiere un efecto inhibitorio del aceite esencial de orégano sobre el desarrollo de las bacterias ácido-lácticas. Un comportamiento similar reportado por Hulankova et al. (2013) quienes observaron una reducción de BAL en carne tratada con AEO, durante almacenamiento. El efecto antimicrobiano del AEO puede atribuirse principalmente a sus compuestos fenólicos, como el carvacrol y el timol. Estos compuestos presentan carácter hidrofóbico, lo que favorece su interacción con los componentes lipídicos de la membrana celular bacteriana, alterando su permeabilidad y provocando la pérdida de iones y otros componentes intracelulares esenciales para el funcionamiento celular (Djenane et al., 2003; Burt, 2004).

Coliformes totales

En el Cuadro 17 se presenta el comportamiento de los coliformes totales durante el almacenamiento en refrigeración a 5°C de la cecina. Se encontraron

diferencias ($p \leq 0.05$) en la interacción día $\times$ tratamiento, así como entre los tratamientos evaluados (AEO 0, AEO 50 ppm y AEO 100 ppm).

Cuadro 19. Recuento de coliformes totales

Tratamiento	Día 1	Día 4	Día 7	Media
T1= AEO 0	5.91 $\pm$ 0.44 ^a	5.99 $\pm$ 0.46 ^a	6.22 $\pm$ 0.22 ^a	6.04 $\pm$ 0.40 a
T2= AEO50 ppm	5.80 $\pm$ 0.44 ^a	4.99 $\pm$ 0.48 ^{bc}	4.57 $\pm$ 0.34 ^{cd}	5.12 $\pm$ 0.66 b
T3= AEO100 ppm	5.57 $\pm$ 0.51 ^{ab}	4.51 $\pm$ 0.44 ^{cd}	4.02 $\pm$ 0.44 ^d	4.70 $\pm$ 0.80 c

Los valores representan medias $\pm$ desviación estándar (n=3). Superíndices entre filas indican diferencias estadísticamente significativas ($p \leq 0.05$).

En la Figura 10 se observa un incremento gradual de los coliformes totales en el tratamiento control (T1, AEO 0), cuya población aumentó de 5.91 log₁₀ UFC/g en el día 1 a 6.22 log₁₀ UFC/g en el día 7. Este comportamiento puede relacionarse con la ausencia del aceite esencial de orégano (AEO) como agente bioconservador. Asimismo, la actividad de agua registrada en el tratamiento control ($a_w = 0.98$) pudo favorecer la disponibilidad de agua para el desarrollo microbiano, contribuyendo al incremento de los coliformes durante el almacenamiento. En contraste, la incorporación de AEO mostró un efecto inhibitorio sobre los coliformes totales, evidenciado por la disminución de los recuentos durante el periodo de almacenamiento. En el T2 (AEO 50 ppm), la población disminuyó de 5.80 log₁₀ UFC/g en el día 1 a 4.57 log₁₀ UFC/g en el día 7. Por su parte, el T3 (AEO 100 ppm) presentó la mayor reducción, al disminuir de 5.57 a 4.02 log₁₀ UFC/g durante el mismo periodo. Estos resultados indican que la incorporación de AEO limitó el desarrollo de los coliformes totales, siendo este efecto más evidente con la concentración de 100 ppm.

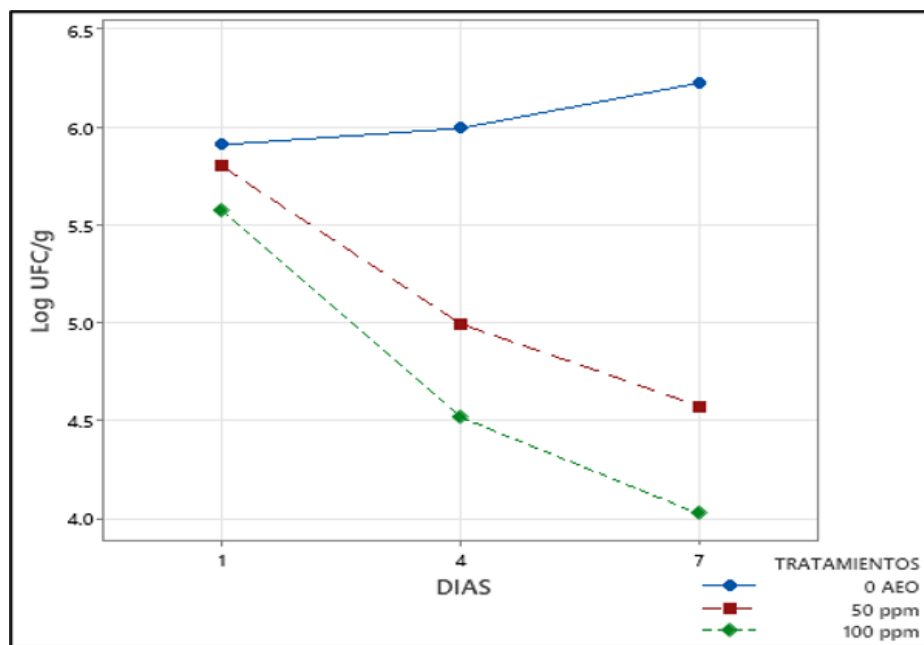


Figura 10. Gráfica de interacción tiempo*concentraciones coliformes totales

Los resultados obtenidos coinciden con lo reportado por Castellanos-Santos et al. (2025), quienes evaluaron el efecto del AEO en un producto cárnico durante los días 1, 4 y 7 de almacenamiento. Los autores observaron una disminución de los coliformes totales en las muestras tratadas con AEO, particularmente con las concentraciones más altas, en comparación con el tratamiento control. Este comportamiento es consistente con lo observado en el presente estudio, donde el T3 (100 ppm) presentó la mayor inhibición de los coliformes totales. De manera similar, Hać-Szymańczuk et al. (2018) reportaron que la aplicación de AEO en carne durante el almacenamiento permitió limitar el desarrollo microbiano, observándose un mayor efecto inhibitorio con las concentraciones más elevadas. El efecto inhibitorio del AEO puede atribuirse a la presencia de compuestos fenólicos, principalmente carvacrol y timol, reconocidos por su actividad antimicrobiana (Burt, 2004b; Govaris et al., 2010). Por lo tanto, el mayor efecto observado en el tratamiento 3 podría estar relacionada con la mayor cantidad de AEO, esto implicaría mayor disponibilidad de estos compuestos antimicrobianos en la matriz cárnica.

Los coliformes totales son utilizados como microorganismos indicadores de las condiciones higiénico-sanitarias durante el manejo y elaboración de los

alimentos, ya que su presencia puede asociarse con prácticas sanitarias deficientes y permitir la evaluación de la calidad microbiológica del producto. Asimismo, aunque los coliformes totales no permiten confirmar directamente la presencia de *Escherichia coli*, su evaluación constituye un indicador importante de las condiciones sanitarias del producto, debido a que algunas cepas de *E. coli* pueden contaminar los alimentos y representar un riesgo para la salud de los consumidores (NORMA Oficial Mexicana NOM-113-SSA1-1994, Bienes y servicios, s. f.). Finalmente, es relevante señalar que la actividad de agua (aw) se mantuvo entre 0.98 y 0.99 en los tres tratamientos, indicando una elevada disponibilidad de agua en el producto. Bajo estas condiciones, la disminución de los coliformes totales observada en los tratamientos con AEO, especialmente en el T3 (AEO100 ppm), refuerza la evidencia de que el aceite esencial de orégano ejerció un efecto antimicrobiano, demostrando su potencial como agente bioconservador de la cecina.

Mesófilos aerobios

El Cuadro 18 se presenta el comportamiento de los mesófilos aerobios durante el almacenamiento de la cecina a 5°C, evaluando los días 1, 4 y 7. Los resultados mostraron diferencias estadísticamente significativas para el tiempo de almacenamiento ($p < 0.05$) y para el tratamiento ($p < 0.05$), mientras que para la interacción día x tratamiento no fue significativo ($p = 0.358$). Lo anterior indica que tanto el tiempo de almacenamiento como la incorporación de AEO influyeron sobre los recuentos de los mesófilos aerobios; sin embargo, el comportamiento de los tratamientos a través del tiempo no presentó diferencias suficientes para evidenciar una interacción entre ambos factores.

Cuadro 20. Recuento de bacterias mesófilas aerobias.

Tratamiento	Día 1	Día 4	Día 7	Media
T1= AEO 0	6.73 ± 0.41 ^{bc}	7.13 ± 0.09 ^{ab}	7.32 ± 0.04 ^a	7.06 ± 0.34 ^a
T2= AEO50 ppm	6.60 ± 0.35 ^c	6.66 ± 0.24 ^c	7.11 ± 0.04 ^{ab}	6.79 ± 0.33 ^b
T3= AEO100 ppm	6.49 ± 0.47 ^c	6.58 ± 0.31 ^c	6.87 ± 0.06 ^{bc}	6.65 ± 0.37 ^b

Los valores representan medias ± desviación estándar (n=3). Superíndices entre filas indican diferencias estadísticamente significativas ($p \leq 0.05$).

Durante el almacenamiento se observó un incremento de los mesófilos aerobios, con valores promedio de 6.73, 7.13 y 7.32 log UFC/ g, en los días 1, 4 y 7. Este comportamiento coincide con Castellanos-Santos et al. (2025), quienes evaluaron adición de AEO en chorizo mexicano durante los mismos días de almacenamiento que el presente estudio, se observa que el tratamiento control presentó un incremento de 6.33 a 6.94 log UFC/g entre los días 1 y 7, mientras que los tratamientos de AEO también mostraron un incremento, pero los autores no encontraron un efecto significativo en la concentración, ni en la interacción del tiempo x tratamiento. Esta similitud sugiere que el incremento de los mesófilos durante el almacenamiento puede estar asociado a la disponibilidad de nutrientes. A diferencia de Castellanos-Santos et al. (2025), el presente estudio se observó un efecto significativo del tratamiento ($p < 0.05$). El tratamiento 1 presentó el mayor recuento promedio, con 7.06 log UFC/g, mientras que T2 (50 ppm) y T3 (100 ppm) presentaron valores menores, de 6.79 y 6.65 log UFC/g, respectivamente. La comparación de medias mostró que T2 y T3 fueron estadísticamente iguales entre sí, pero ambos fueron significativamente menores que el control. Por lo tanto, los resultados indican que la incorporación de AEO, tanto a 50 como a 100 ppm, limitó el desarrollo de los mesófilos aerobios respecto al tratamiento sin AEO, aunque el incremento de la concentración de 50 a 100 ppm no produjo una reducción estadísticamente significativa adicional.

Este comportamiento puede relacionarse con lo reportado por Cantú-Valdéz et al. (2020), quienes evaluaron AEO de *Lippia berlandieri* Schauer a 100 mg/kg en carne molida de bovino almacenada a 4 °C durante siete días. Los autores encontraron efectos significativos del tratamiento y del tiempo sobre los recuentos microbianos y señalaron que los aceites esenciales de orégano pueden contribuir a prolongar la vida útil de la carne. El efecto inhibitorio observado en los tratamientos adicionados pueden atribuirse a la presencia de los compuestos fenólicos (Mith et al., 2014).

5.5.4. Análisis de evaluación sensorial

Para la evaluación sensorial mediante la prueba Just About Right (JAR), se consideraron los tres tratamientos: AEO 0 ppm, AEO 50 ppm y AEO 100 ppm, evaluados en el día 4 de almacenamiento seleccionado a 5 °C. La prueba contó con la participación de 100 panelistas.

En el Cuadro 19 se presentan las evaluaciones medias de aceptabilidad global de los tratamientos. El tratamiento control T1 (7.27) y el tratamiento con mayor concentración de AEO, T3 (6.69) resultaron diferentes. Por su parte, T2 (6.84) compartió letras con ambos tratamientos (ab), por lo que no presentó diferencias significativas respecto a T1 ni a T3.

Estos resultados indican que la incorporación de AEO a 50 ppm mantuvo un nivel de aceptación global estadísticamente similar al tratamiento control, mientras que la concentración de 100 ppm ocasionó una disminución significativa en la aceptación. No obstante, la puntuación media de T3 se mantuvo por encima del punto medio de la escala, lo que indica que, aunque la mayor concentración de AEO redujo la aceptación del producto, no se observó un rechazo generalizado por parte de los consumidores. Esta tendencia concuerda parcialmente con lo reportado con Vital et al. (2016), quienes encontraron diferencias en la aceptación de muestras de carne con adición de aceite esencial de orégano y reportaron valores de aceptabilidad global cercanos a 7 puntos en una escala hedónica de nueve puntos. En el presente estudio, las puntuaciones obtenidas para los tres tratamientos se ubicaron en un intervalo similar, lo que indica que la incorporación de AEO permitió mantener niveles favorables de aceptación global, aunque la concentración de 100 ppm produjo una disminución significativa respecto al tratamiento control.

Cuadro 21. Comparación de medias de aceptabilidad global de los tratamientos

Tratamientos	T1 (AEO0)	T2 (AEO50ppm)	T3 (AEO100ppm)
Medias	7.27 ^a	6.84 ^{ab}	6.69 ^b

Diferentes letras son estadísticamente significativas Tukey ($p \leq 0.05$).

Posteriormente, para identificar los atributos sensoriales que podrían estar relacionados con las diferencias observadas en la aceptabilidad global entre tratamientos, se analizó la adecuación de cinco atributos sensoriales mediante la escala JAR (Just About Right). Esta metodología permite determinar si la intensidad percibida de cada atributo se encuentra por debajo, en el nivel considerado ideal o por encima de este. Para el análisis, la escala JAR original de cinco puntos fue recodificada en tres categorías: “demasiado poco”, “JAR” y “demasiado”, agrupando las categorías 1 y 2 como “demasiado poco” y las categorías 4 y 5 como “demasiado”, mientras que la categoría 3 correspondió al nivel JAR o ideal, de acuerdo con el criterio reportado por Gacula Jr et al., (2008).

En la Figura 11 se presentan los resultados correspondientes al tratamiento control (T1). El sabor a sal y el sabor a carne presentaron los mayores porcentajes de respuestas en la categoría JAR, con 76 y 73%, respectivamente, indicando que la intensidad de estos atributos fue considerada adecuada por la mayoría de los consumidores. Por su parte, el color de la cecina cocida, el aroma a carne y la jugosidad presentaron porcentajes JAR de 65, 61 y 63%, respectivamente. En cuanto a las desviaciones respecto al nivel ideal, el color de la cecina cocida (23%) y el aroma a carne (21%) superaron el umbral del 20% en la categoría “demasiado poco”. Asimismo, la jugosidad presentó 29% de respuestas en esta categoría, lo que indica una desviación relevante respecto al nivel ideal. Ninguno de los atributos presentó una proporción superior al 20% en la categoría “demasiado”.

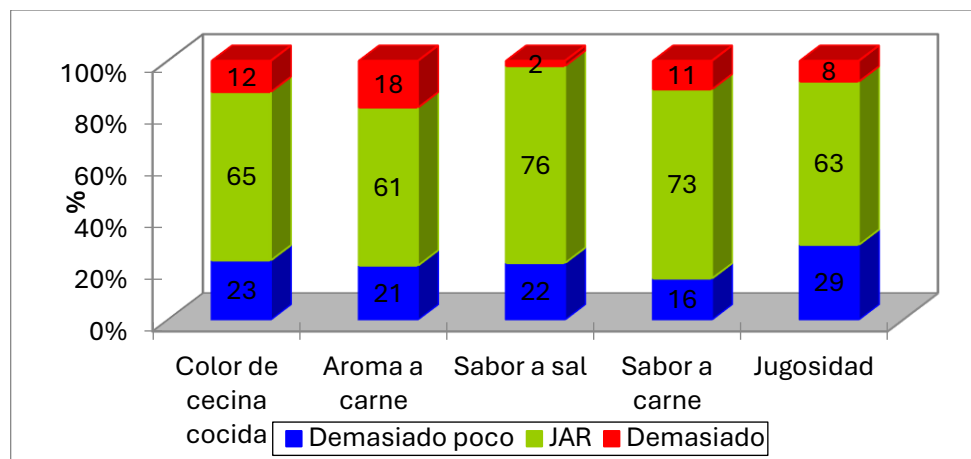


Figura 11. Gráfica de porcentajes para los niveles JAR para T1 = AEO a 0ppm

Para el tratamiento T2 (AEO 50 ppm), el sabor a sal presentó el mayor porcentaje de respuestas en la categoría JAR, con 77%, seguido del sabor a carne (68%), aroma a carne y jugosidad (59% cada uno) y color de la cecina cocida (55%) (Figura 12). En cuanto a las desviaciones respecto al punto ideal, el color de la cecina cocida presentó el mayor porcentaje de respuestas en “demasiado poco” (41%), seguido de la jugosidad (34%), aroma a carne (27%) y sabor a sal (22%). Estos valores superaron el umbral del 20%, lo que indica que una proporción importante de los consumidores percibió estos atributos con una intensidad inferior a la considerada ideal. El sabor a carne fue el único atributo que no superó dicho umbral en la categoría “demasiado poco”, con 15%. Asimismo, ninguno de los atributos superó el 20% de respuestas en la categoría “demasiado”.

En el tratamiento T3 (AEO 100 ppm), ninguno de los atributos alcanzó el 70% de respuestas en la categoría JAR. El sabor a sal presentó el mayor porcentaje de adecuación, con 67%, seguido del sabor a carne (56%), color de la cecina cocida (51%), aroma a carne (46%) y jugosidad (44%) (Figura 13).

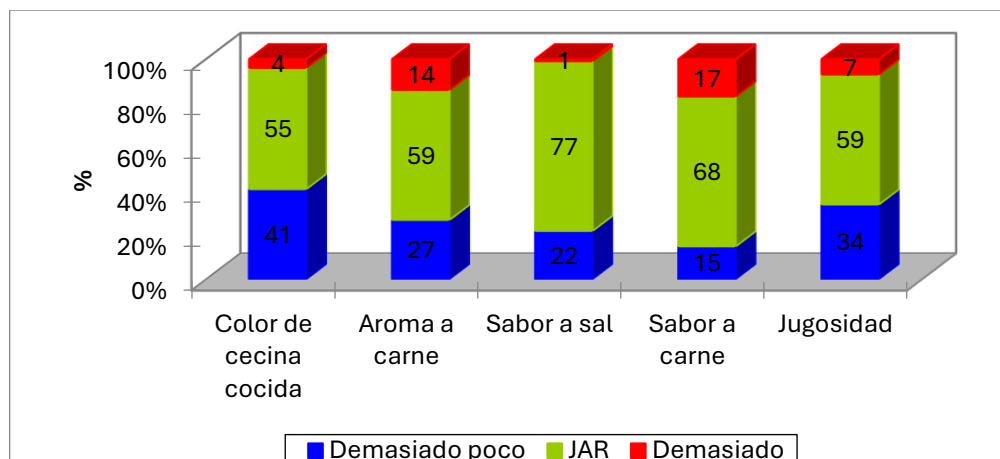


Figura 12. Gráfica de porcentajes para los niveles JAR T2 = 50ppm

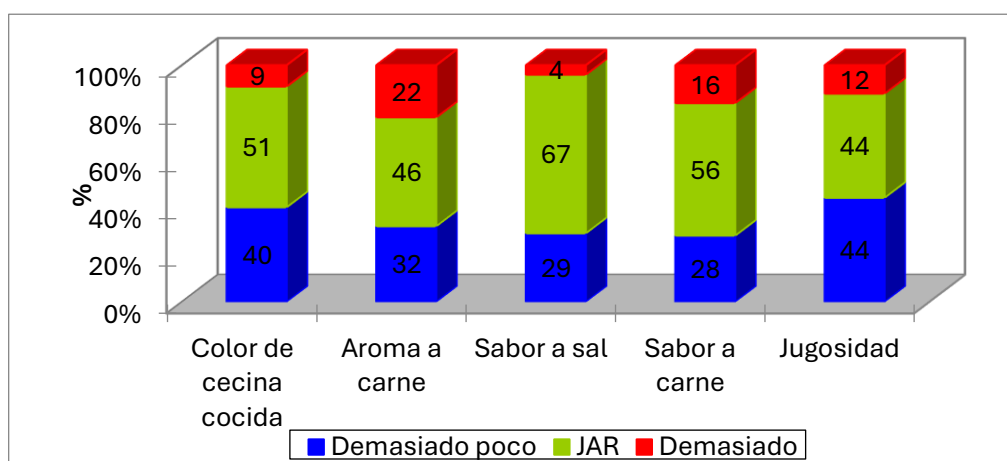


Figura 13. Gráfica de porcentajes para los niveles JAR T3 = 100ppm

En este tratamiento, todos los atributos presentaron porcentajes superiores al 20% en la categoría “demasiado poco”, destacando la jugosidad (44%) y el color de la cecina cocida (40%). Por otra parte, el aroma a carne presentó 22% de respuestas en la categoría “demasiado”, superando el umbral establecido. Este resultado indica que, además de percibirse una baja intensidad del aroma a carne por una parte de los consumidores, otro grupo lo percibió con una intensidad superior a la considerada ideal. Este comportamiento puede estar relacionado con el efecto del aceite esencial de orégano sobre las características sensoriales de productos cárnicos. En este sentido, los resultados son consistentes con lo reportado por Carvalho (2017) quien evaluó el impacto sensorial del aceite esencial de orégano en Alheira mediante una prueba de aceptabilidad y una escala JAR, encontrando que la incorporación del aceite esencial a

determinadas concentraciones afectó negativamente la aceptación del producto, debido a la intensidad excesiva de sabor.

Cuadro 22. Penalidades de JAR sobre los atributos de cecina (T1)

Variable	Nivel	%	Penalidades	valor-p
Color de cecina cocida	Insuficiente color a cecina cocida	23.00%		
	JAR	65.00%	1.075	0.001
	Demasiado color a cecina cocida	12.00%		
Aroma a carne	Insuficiente aroma a carne	21.00%		
	JAR	61.00%	0.485	0.142
	Demasiado aroma a carne	18.00%		
Sabor a sal	Insuficiente sabor a sal	22.00%		
	JAR	76.00%	1.178	0.001
	Demasiado sabor a sal	2.00%		
Sabor a carne	Insuficiente sabor a carne	16.00%		
	JAR	73.00%	1.486	<0.0001
	Demasiado sabor a carne	11.00%		
Jugosidad	Insuficiente jugosidad	29.00%		
	JAR	63.00%	0.729	0.028
	Demasiada jugosidad	8.00%		

Los valores de p en negritas indican diferencias estadísticamente significativas ($p \leq 0.05$).

Sin embargo, la prueba JAR permite identificar desviaciones en la percepción de los atributos, pero no determina por sí sola cuáles de estas desviaciones están asociadas con una disminución de la aceptación. Por ello, para establecer qué atributos ejercieron una mayor influencia sobre la aceptabilidad global, se realizó un análisis de penalización (Penalty Analysis). Los resultados correspondientes a los tres tratamientos se presentan en los Cuadros 20, 21 y 22.

En el tratamiento control (T1), la mayoría de los consumidores percibió los atributos dentro del nivel ideal (JAR), con porcentajes que oscilaron entre 61%

para el aroma a carne y 76% para el sabor a sal. Las principales desviaciones correspondieron a la insuficiencia de jugosidad (29%), color de la cecina cocida (23%), aroma a carne (21%) y sabor a sal (22%). Asimismo, aunque la insuficiencia de sabor a carne fue señalada por una proporción menor de consumidores, presentó una penalización significativa. Como se observa en el Cuadro 20, la insuficiencia de sabor a carne presentó la mayor penalización sobre la aceptabilidad global (1.486 puntos; $p < 0.0001$), seguida por el sabor a sal (1.178 puntos; $p = 0.001$), el color de la cecina cocida (1.075 puntos; $p = 0.001$) y la jugosidad (0.729 puntos; $p = 0.028$).

En contraste, el aroma a carne no presentó una penalización significativa ($p = 0.142$), por lo que su desviación respecto al nivel JAR no se relacionó con una disminución significativa de la aceptabilidad global del T1. En el tratamiento T2 (50 ppm de AEO), el nivel JAR concentró entre 55 y 77% de las respuestas (Cuadro 21). Las mayores proporciones de consumidores fuera del nivel ideal correspondieron a la insuficiencia de color de la cecina cocida (41%), jugosidad (34%), aroma a carne (27%) y sabor a sal (22%). Se observa que, el sabor a sal presentó la mayor penalización significativa (1.091 puntos; $p = 0.002$), seguido del color de la cecina cocida (1.002 puntos; $p = 0.001$), sabor a carne (0.868 puntos; $p = 0.006$) y jugosidad (0.762 puntos; $p = 0.011$). En cambio, el aroma a carne no presentó un efecto significativo sobre la aceptabilidad global ($p = 0.742$). En el tratamiento T3 (100 ppm de AEO), el porcentaje de respuestas dentro del nivel JAR osciló entre 44 y 67% (Cuadro 22). Las principales desviaciones correspondieron a la insuficiencia de jugosidad (44%), color de la cecina cocida (40%), aroma a carne (32%), sabor a sal (29%) y sabor a carne (28%).

Cuadro 23. Penalidades de JAR sobre los atributos de cecina (T2)

Variable	Nivel	%	Penalidades valor-p	
Color de cecina cocida	Insuficiente color a cecina cocida	41.00%		
	JAR	55.00%	1.002	0.001
	Demasiado color a cecina cocida	4.00%		
Aroma a carne	Insuficiente aroma a carne	27.00%		
	JAR	59.00%	0.101	0.742
	Demasiado aroma a carne	14.00%		
Sabor a sal	Insuficiente sabor a sal	22.00%		
	JAR	77.00%	1.091	0.002
	Demasiado sabor a sal	1.00%		
Sabor a carne	Insuficiente sabor a carne	15.00%		
	JAR	68.00%	0.868	0.006
	Demasiado sabor a carne	17.00%		
Jugosidad	Insuficiente jugosidad	34.00%		
	JAR	59.00%	0.762	0.011
	Demasiada jugosidad	7.00%		

Los valores de p en negritas indican diferencias estadísticamente significativas ($p \leq 0.05$)

Además, el exceso de aroma a carne fue señalado por el 22% de los consumidores. No obstante, únicamente las desviaciones relacionadas con el sabor presentaron una penalización significativa sobre la aceptabilidad global. La insuficiencia de sabor a carne presentó la mayor penalización (0.989 puntos; $p < 0.0001$), seguida del sabor a sal (0.849 puntos; $p = 0.003$). En contraste, las desviaciones en color ($p = 0.081$), aroma a carne ($p = 0.095$) y jugosidad ($p = 0.258$) no tuvieron un efecto significativo sobre la aceptabilidad global.

Cuadro 24. Penalidades de JAR sobre los atributos de cecina (T3)

Variable	Nivel	%	Penalizaciones	valor-p
Color de cecina cocida	Insuficiente color a cecina cocida	40.00%		
	JAR	51.00%	0.473	0.081
	Demasiado color a cecina cocida	9.00%		
Aroma a carne	Insuficiente aroma a carne	32.00%		
	JAR	46.00%	0.453	0.095
	Demasiado aroma a carne	22.00%		
Sabor a sal	Insuficiente sabor a sal	29.00%		
	JAR	67.00%	0.849	0.003
	Demasiado sabor a sal	4.00%		
Sabor a carne	Insuficiente sabor a carne	28.00%		
	JAR	56.00%	0.989	0.000
	Demasiado sabor a carne	16.00%		
Jugosidad	Insuficiente jugosidad	44.00%		
	JAR	44.00%	0.310	0.258
	Demasiada jugosidad	12.00%		

Los valores de p en negritas indican diferencias estadísticamente significativas ($p \leq 0.05$)

La jugosidad fue percibida como insuficiente por el 44% de los consumidores, sin generar una penalización significativa. En cambio, el sabor a carne y a sal presentaron penalizaciones significativas en los tres tratamientos, evidenciando una mayor influencia del perfil de sabor sobre la aceptabilidad global. En contraste, el aroma a carne no presentó penalizaciones significativas, pese a que una proporción importante de consumidores lo percibió fuera del nivel JAR, particularmente en T2 y T3. Por su parte, el color y la jugosidad presentaron penalizaciones significativas en T1 y T2, pero no en T3. Cabe destacar que la frecuencia de consumidores fuera del nivel JAR no necesariamente determina el impacto sobre la aceptabilidad. En T2, por ejemplo, la insuficiencia de sabor a carne fue señalada por el 15% de los consumidores, pero presentó una

penalización significativa, mientras que el aroma a carne alcanzó 27% de desviación sin afectar la aceptación. De manera similar, en T3, la insuficiencia de jugosidad fue señalada por el 44% de los consumidores, pero no presentó una penalización significativa. Esto muestra que la frecuencia de desviación y la magnitud de la penalización son indicadores complementarios del análisis (Plaehn & Horne, 2008).

Estos resultados coinciden con Behrens et al. (2026) quienes señalaron que el color constituye una señal relevante de calidad para el consumidor y sus modificaciones pueden afectar la aceptabilidad. Asimismo, (Rodríguez Lázaro et al., 2002) destacan la importancia del sabor y la jugosidad en la aceptación de productos cárnicos, particularmente en la cecina. En conjunto, los resultados obtenidos sugieren que, aunque diversos atributos presentaron desviaciones respecto al nivel JAR, fueron principalmente el sabor a carne y el sabor a sal las que mostraron una asociación consistente con una menor aceptabilidad global.

5.6. Conclusiones

El aceite esencial de orégano (*Lippia berlandieri Schauer*) presentó un efecto inhibitorio sobre la microbiota de la cecina, principalmente sobre los mesófilos totales, al reducir su crecimiento durante el almacenamiento. Asimismo, se observó un efecto sobre las bacterias ácido-lácticas, mientras que los mesófilos aerobios presentaron un comportamiento menos afectado por la incorporación del aceite esencial. En cuanto a las variables fisicoquímicas, el pH disminuyó conforme avanzó el almacenamiento; sin embargo, el efecto de la concentración de aceite esencial fue limitado, observándose únicamente una variación leve en el tratamiento T3. Por otra parte, la actividad de agua (a_w) y la composición proximal no presentaron diferencias significativas entre los tratamientos, lo que indica que la incorporación del aceite esencial de orégano no modificó estas características del producto.

En la evaluación sensorial se encontraron diferencias en la aceptabilidad global. No obstante, la comparación de medias mostró que los tratamientos T1 y T2 no difirieron entre sí, al igual que T2 y T3, lo que indica que las diferencias en la

aceptación no fueron marcadas entre tratamientos consecutivos. En conjunto, los resultados sugieren que el aceite esencial de orégano puede representar una alternativa como bioconservador para la cecina, principalmente por su capacidad para limitar el crecimiento de determinados grupos microbianos, sin generar modificaciones significativas en la composición química y actividad de agua del producto, ni afectar de manera marcada su aceptación sensorial.

5.7. Literatura citada

- Aguilar Campolina, G., das Graças Cardoso, M., Rodrigues-Silva-Caetano, A., Lee Nelson, D., & Mendes Ramos, E. (2023). Essential Oil and Plant Extracts as Preservatives and Natural Antioxidants Applied to Meat and Meat Products: A Review. *Food Technology and Biotechnology*, 61(2), 212-225. <https://doi.org/10.17113/ftb.61.02.23.7883>
- Al-Hijazeen, M., Mendonca, A., Lee, E. J., Ahn, D. U., & White, S. (2022). Destino de la flora bacteriana natural y de *Escherichia coli* O157:H7, *Listeria monocytogenes* y *Salmonella enterica* inoculadas artificialmente en carne de pollo cruda molida con aceite de orégano o ácido tánico añadidos solos o combinados. *Food Control*, 139, 109059. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2022.109059>
- Anderson, S. (2007). Determination of fat, moisture, and protein in meat and meat products by using the FOSS FoodScan Near-Infrared Spectrophotometer with FOSS Artificial Neural Network Calibration Model and Associated Database: Collaborative study. *Journal of AOAC International*, 90(4), 1073-1083.
- Asioli, D., Aschemann-Witzel, J., Caputo, V., Vecchio, R., Annunziata, A., Næs, T., & Varela, P. (2017). Making sense of the “clean label” trends: A review of consumer food choice behavior and discussion of industry implications. *Food Research International*, 99, 58-71. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.07.022>
- Badia, V., de Oliveira, M. S. R., Polmann, G., Milkiewicz, T., Galvão, A. C., & da Silva Robazza, W. (2020). Effect of the addition of antimicrobial oregano (*Origanum vulgare*) and rosemary (*Rosmarinus officinalis*) essential oils on lactic acid bacteria growth in refrigerated vacuum-packed Tuscan sausage. *Brazilian Journal of Microbiology: [Publication of the Brazilian Society for Microbiology]*, 51(1), 289-301. <https://doi.org/10.1007/s42770-019-00146-7>
- Behrens, J. H., Villanueva, N. D. M., Noguera, D. C. L. H., de Barros, I. B., Maschio, G. T., Pflanzner, S. B., & Castillo, C. J. C. (2026). From retail shelf to plate: How ultimate pH influences Brazilian consumers' perception, purchase intent, and sensory acceptance of beef. *Food Research International*, 225, 118047. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2025.118047>
- Beňo, F., Kostlán, J., Pivoňka, J., Pohůnek, V., & Ševčík, R. (2023). Water activity of Czech dry-cured meat products: Influence of sampling point and sample preparation method. *Czech Journal of Food Sciences*, 41(5), 340-347. <https://doi.org/10.17221/99/2023-CJFS>
- Burt, S. (2004a). Essential oils: Their antibacterial properties and potential applications in foods—a review. *International Journal of Food Microbiology*, 94(3), 223-253. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2004.03.022>
- Cantú-Valdéz, J. A., Gutiérrez-Soto, G., Hernández-Martínez, C. A., Sinagawa-García, S. R., Quintero-Ramos, A., Hume, M. E., Herrera-Balandrano, D. D., & Méndez-Zamora, G. (2020). Mexican oregano essential oils as alternatives to butylated

- hydroxytoluene to improve the shelf life of ground beef. *Food Science & Nutrition*, 8(8), 4555-4564. <https://doi.org/10.1002/fsn3.1767>
- Cantú-Valdéz, J. A., Gutiérrez-Soto, G., Hernández-Martínez, C. A., Sinagawa-García, S. R., Quintero-Ramos, A., Hume, M. E., Herrera-Balandrano, D. D., & Méndez-Zamora, G. (2020). Mexican oregano essential oils as alternatives to butylated hydroxytoluene to improve the shelf life of ground beef. *Food Science & Nutrition*, 8(8), 4555-4564. <https://doi.org/10.1002/fsn3.1767>
- Carvalho, M. I. P. de. (2017). Antimicrobial effect of essential oils against several pathogens and their influence on inhibition of salmonella enteritidis, listeria monocytogenes and staphylococcus aureus in paste of alheira during storage [Tesis de maestría Urgencias -].
- Castellanos-Santos, O. R., Méndez-Zamora, G., Alba, J. A. R. D., & Girón*, E. F. (2025b). Aplicación de aceite esencial de orégano (*Lippia berlandieri* Schauer) en la conservación de chorizo mexicano. *TECNOCENCIA Chihuahua*, 19, e1859-e1859. <https://doi.org/10.54167/tch.v19i2.1859>
- Chacón-Vargas, K. F., Sánchez-Torres, L. E., Chávez-González, M. L., Adame-Gallegos, J. R., & Nevárez-Moorillón, G. V. (2022). Mexican Oregano (*Lippia berlandieri* Schauer and *Poliomintha longiflora* Gray) Essential Oils Induce Cell Death by Apoptosis in *Leishmania* (*Leishmania*) mexicana Promastigotes. *Molecules*, 27(16), 5183. <https://doi.org/10.3390/molecules27165183>
- Chauhan, K., & Rao, A. (2024). Clean-label alternatives for food preservation: An emerging trend. *Heliyon*, 10(16), e35815. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e35815>
- de Zaldivar Ribeiro, D. C. S., Pintor-Cora, A., Alegría, Á., Santos, J. A., Rodríguez-Calleja, J. M., & López-Díaz, T. M. (2026). Diversity of Mycotoxigenic *Penicillium* and Associated Mycobiota in Dry-Cured Meat (Cecina, León, Spain) Revealed by a Polyphasic Approach. *Foods*, 15(6), 1056. <https://doi.org/10.3390/foods15061056>
- Djenane, D., Sánchez-Escalante, A., Beltrán, J. A., & Roncalés, P. (2003). Extension of the shelf life of beef steaks packaged in a modified atmosphere by treatment with rosemary and displayed under UV-free lighting. *Meat Science*, 64(4), 417-426. [https://doi.org/10.1016/S0309-1740\(02\)00210-3](https://doi.org/10.1016/S0309-1740(02)00210-3)
- DOF - Diario Oficial de la Federación. (1994). https://dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=4883170&fecha=16/10/1995#gsc.tab=0
- Flores-Rondón, C., Leal, M., Ruiz-Ramírez, J., Sánchez, E., Moreno, M., & Castro, G. (2011). TIEMPO DE ALMACENAMIENTO E IDENTIFICACIÓN DE BACTERIAS ÁCIDO LÁCTICAS EN CARNES DE RES PICADA EMPACADAS AL VACÍO.
- Gacula Jr, M., Mohan, P., Faller, J., Pollack, L., & Moskowitz, H. R. (2008). Questionnaire Practice: What Happens When the Jar Scale Is Placed Between Two "Overall" Acceptance Scales? *Journal of Sensory Studies*, 23(1), 136-147. <https://doi.org/10.1111/j.1745-459X.2007.00147.x>
- Govaris, A., Solomakos, N., Pexara, A., & Chatzopoulou, P. S. (2010). Efecto antimicrobiano del aceite esencial de orégano, la nisina y su combinación contra *Salmonella Enteritidis* en carne picada de cordero durante el almacenamiento refrigerado. *International Journal of Food Microbiology*, 137(2), 175-180. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2009.12.017>
- Hać-Szymańczuk, E., Cegiełka, A., Karkos, M., Gniewosz, M., & Piwowarek, K. (2018). Evaluation of antioxidant and antimicrobial activity of oregano (*Origanum vulgare* L.) preparations during storage of low-pressure mechanically separated meat

- (BAADER meat) from chickens. *Food Science and Biotechnology*, 28(2), 449-457. <https://doi.org/10.1007/s10068-018-0491-1>
- He, P., Cheng, S., Ma, Y., Cheng, Q., & Lei, Z. (2026). Non-volatile and volatile compound analyses revealed the effect of oregano essential oil on the flavor characteristics of beef. *Frontiers in Nutrition*, 13, 1832300. <https://doi.org/10.3389/fnut.2026.1832300>
- Hernández-Hernández, E., Castillo-Hernández, G., González-Gutiérrez, C. J., Silva-Dávila, A. J., Gracida-Rodríguez, J. N., García-Almendárez, B. E., Di Pierro, P., Vázquez-Landaverde, P., & Regalado-González, C. (2019a). Microbiological and Physicochemical Properties of Meat Coated with Microencapsulated Mexican Oregano (*Lippia graveolens* Kunth) and Basil (*Ocimum basilicum* L.) Essential Oils Mixture. *Coatings*, 9(7), 414. <https://doi.org/10.3390/coatings9070414>
- Huff-Lonergan, E., & Lonergan, S. M. (2005). Mechanisms of water-holding capacity of meat: The role of postmortem biochemical and structural changes. *Meat Science*, 51st International Congress of Meat Science and Technology (ICoMST), 71(1), 194-204. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2005.04.022>
- Hulankova, R., Borilova, G., & Steinhauserova, I. (2013). Combined antimicrobial effect of oregano essential oil and caprylic acid in minced beef. *Meat Science*, 95(2), 190-194. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.05.003>
- Latimer, G. W., Jr., & Latimer, G. W., Jr. (Eds.). (2023). AOAC INTERNATIONAL Methods Committee Guidelines for Validation of Microbiological Methods for Food and Environmental Surfaces. En *Official Methods of Analysis of AOAC INTERNATIONAL* (p. 0). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/9780197610145.005.010>
- Lawrence, J., & Latimer, G. W., Jr. (Eds.). (2023). Método oficial AOAC 2007.04 Grasa, humedad y proteína en carne y productos cárnicos: Espectrofotómetro de infrarrojo cercano (NIR) FOSS FoodScanTM con modelo de calibración de red neuronal artificial (ANN) FOSS y base de datos asociada. En *Official Methods of Analysis of AOAC INTERNATIONAL* (p. 0). Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/9780197610145.003.3468>
- Li, B., Hayes, J. E., & Ziegler, G. R. (2014). Just-about-right and ideal scaling provide similar insights into the influence of sensory attributes on liking. *Food Quality and Preference*, 37, 71-78. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2014.04.019>
- Méndez-Zamora, G., García-Macías, J. A., Santellano-Estrada, E., Chávez-Martínez, A., Durán-Meléndez, L. A., Silva-Vázquez, R., & Quintero-Ramos, A. (2015). Fat reduction in the formulation of frankfurter sausages using inulin and pectin. *Food Science and Technology*, 35, 25-31. <https://doi.org/10.1590/1678-457X.6417>
- Mith, H., Duré, R., Delcenserie, V., Zhiri, A., Daube, G., & Clinquart, A. (2014). Antimicrobial activities of commercial essential oils and their components against food-borne pathogens and food spoilage bacteria. *Food Science & Nutrition*, 2(4), 403-416. <https://doi.org/10.1002/fsn3.116>
- Moliner, C., Martínez, B., Rubio, B., Rovira, J., & Jaime, I. (2008). Efectos del curado prolongado sobre las características microbiológicas, fisicoquímicas y sensoriales de la Cecina de León. *Meat Science*, 80(2), 370-379. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2007.12.023>
- NORMA Oficial Mexicana NOM-113-SSA1-1994, Bienes y servicios. (s. f.). Recuperado 4 de septiembre de 2026, de <https://salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/113ssa14.html>
- OMS. (2026). Reducción de la ingesta de sodio. Organización Mundial de la Salud. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/sodium-reduction>

- Özel, Ş. M., & Urbanova, K. (2026). Essential Oils as Natural Antimicrobials in Fermented Meat Products: Advances, Challenges, and Prospects for Clean Label. *Applied Sciences*, 16(9), 4467. <https://doi.org/10.3390/app16094467>
- Plaehn, D., & Horne, J. (2008). A regression-based approach for testing significance of “just-about-right” variable penalties. *Food Quality and Preference*, 19(1), 21-32. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2007.06.003>
- Reyes-Cano, R., Dorantes-Alvarez, L., Hernandez-Sanchez, H., & Gutierrez-Lopez, G. F. (1994). A traditional intermediate moisture meat: Beef cecina. *Meat Science*, 36(3), 365-370. [https://doi.org/10.1016/0309-1740\(94\)90132-5](https://doi.org/10.1016/0309-1740(94)90132-5)
- Reynoso-Escobedo, H., Luna-Maldonado, A. I., García-Treviño, N. E., Sinagawa-García, S. R., Rico-Costilla, D. S., Flores-Girón, E., & Méndez-Zamora, G. (2023). Efecto del aceite de orégano en la vida de anaquel de carne de bovino. *Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 8(1), 408-417. <https://doi.org/10.29105/idcyta.v8i1.55>
- Rodríguez Lázaro, D., Hernández Pérez, M., Capita González, R., & Alonso Calleja, C. (2002). Calidad sensorial de la cecina de León. I: Evaluación por el consumidor. *Alimentaria: Revista de tecnología e higiene de los alimentos*, (332), 11-20.
- Rodriguez-Garcia, I., Silva-Espinoza, B. A., Ortega-Ramirez, L. A., Leyva, J. M., Siddiqui, M. W., Cruz-Valenzuela, M. R., Gonzalez-Aguilar, G. A., & Ayala-Zavala, J. F. (2016). Oregano Essential Oil as an Antimicrobial and Antioxidant Additive in Food Products. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 56(10), 1717-1727. <https://doi.org/10.1080/10408398.2013.800832>
- Rubio, B., Martínez, B., García-Cachán, M. D., Rovira, J., & Jaime, I. (2007). Effect of high pressure preservation on the quality of dry cured beef “Cecina de Leon”. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 8(1), 102-110. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2006.08.004>
- Udourioh, G. A., Bazza, B. M., Pilani, M. P., & Solomon, M. M. (2025). Therapeutic Characteristics of Essential Oils: Historical and Scientific Considerations. *Journal of Applied Sciences and Environmental Management*, 29(2), 569-579. <https://doi.org/10.4314/jasem.v29i2.28>
- Ünal, K., Babaoglu, A. S., & Karakaya, M. (2014). Effect of Oregano, Sage and Rosemary Essential Oils on Lipid Oxidation and Color Properties of Minced Beef During Refrigerated Storage. *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 17(5), 797-805. <https://doi.org/10.1080/0972060X.2014.956803>
- Vital, A. C. P., Guerrero, A., Monteschio, J. de O., Valero, M. V., Carvalho, C. B., de Abreu Filho, B. A., Madrona, G. S., & do Prado, I. N. (2016). Effect of Edible and Active Coating (with Rosemary and Oregano Essential Oils) on Beef Characteristics and Consumer Acceptability. *PLoS ONE*, 11(8), e0160535. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0160535>
- Wang, Y., Han, J., Wang, D., Gao, F., Zhang, K., Tian, J., & Jin, Y. (2022). Research Update on the Impact of Lactic Acid Bacteria on the Substance Metabolism, Flavor, and Quality Characteristics of Fermented Meat Products. *Foods*, 11(14), 2090. <https://doi.org/10.3390/foods11142090>

6. CONCLUSIONES GENERALES

Los resultados de esta investigación responden a la tendencia actual en el consumo de alimentos más naturales y la reducción del uso de conservadores sintéticos. En este contexto, el aceite esencial de orégano (*Lippia berlandieri* Schauer) mostró potencial como alternativa de bioconservación para la cecina, al ejercer un efecto inhibitorio sobre determinados grupos microbianos durante el almacenamiento, principalmente sobre los coliformes totales y las bacterias ácido-lácticas. Este efecto inhibitorio no modificó significativamente la composición proximal y la actividad de agua del producto, ni afectó de manera marcada su aceptabilidad sensorial, lo que evidencia su viabilidad como estrategia de conservación. Asimismo, su incorporación puede contribuir a prolongar la vida útil de la cecina, al favorecer la inhibición de determinados grupos microbianos durante el secado y almacenamiento, sin comprometer su calidad.

Por otra parte, el análisis de la percepción del consumidor mostró que la valoración de la cecina se relaciona principalmente con atributos tangibles, principalmente como la calidad, la materia prima y las características sensoriales, asociados con la percepción de un producto seguro y de buena calidad. A su vez, los Experimentos de Elección Discreta mostraron que el color, el método de conservación y el origen geográfico influyen significativamente en las preferencias y en la disposición a pagar. En particular, se identificó una valorización hacia el uso de conservadores naturales y hacia determinados atributos de la cecina.

En conjunto, los resultados de esta investigación respaldan el uso del aceite esencial de orégano como una alternativa de bioconservación con potencial para contribuir a la valorización de la cecina, al contribuir a limitar el crecimiento de

determinados grupos microbianos durante su proceso de elaboración y almacenamiento, así como dar una alternativa acorde con la tendencia actual de consumir productos con conservación de origen natural, sin comprometer sus características de calidad y sensoriales.

7. ANEXOS

ANEXO 1. Encuesta de evocación de palabras

La siguiente encuesta tiene como objetivo realizar un estudio de investigación para evaluar los atributos de valoración de cecina.

Escriba tres palabras que evoque con la siguiente imagen



Cecina de Yecapixtla

1

Escriba la primera palabra *

Escriba su respuesta

2

Escriba la segunda palabra *

Escriba su respuesta

3

Escriba la tercera palabra *

ANEXO 2. Encuesta de Elección Discreta

La siguiente encuesta tiene como objetivo realizar un estudio de investigación para evaluar los atributos y aceptabilidad de cecina.

Sección 1. Información del producto

¿Sabías esta información?

La **vida de anaquel de la cecina** es un factor clave para garantizar tanto su calidad como su inocuidad. Si el producto no se conserva adecuadamente, puede perder características esenciales como el sabor, la textura y, lo más importante, su seguridad para el consumo.

Por esta razón, la **vida útil** representa un aspecto fundamental, ya que determina el tiempo en el que la cecina mantiene sus **propiedades sensoriales, micro-biológicas y nutricionales** en condiciones óptimas. Para prolongar este periodo y asegurar que el producto se mantenga fresco y apetecible, una alternativa efectiva es la incorporación de bioconservadores naturales.

Estos **bioconservadores naturales**, que provienen de fuentes vegetales o animales, permiten extender la **durabilidad** del alimento sin necesidad de añadir compuestos químicos sintéticos. Además de mantener la inocuidad del producto, ayudan a **conservar su color y frescura**, respondiendo también a la creciente preferencia de los consumidores por opciones más **naturales, saludables y sostenibles**.

Sección 2. A continuación, se presentan diferentes etiquetas con sus respectivas características, por favor selecciona la que mejor se ajuste a tus preferencias.

Pregunta 1.



- ☒ Opción a ✓
- ☐ Opción b
- ☐ Ninguna

Pregunta 2.

cecina

OAXACA

BIOCONSERVADOR
NATURAL

\$250.

1 KG

cecina

Valores nutricionales

Per 1000g

Calories	Kcal
Proteína	g
Grasa	g
Sodio	g
Hidratos de carbono	g

CONSERVADOR
QUIMICO

\$250.

1 KG

☐ Opción a

☐ Opción b

☐ Ninguna

Pregunta 3.

cecina

Valores nutricionales

Per 1000g

Calories	Kcal
Proteína	g
Grasa	g
Sodio	g
Hidratos de carbono	g

BIOCONSERVADOR
NATURAL

\$300.

1 KG

cecina

Valores nutricionales

Per 1 Kg

Calories	Kcal
Proteína	g
Grasa	g
Sodio	g
Hidratos de carbono	g

YECAPIXTLA

CONSERVADOR
QUIMICO

\$350.

1 KG

☐ Opción a

☐ Opción b

☐ Ninguna

Pregunta 4.

The image shows two product packaging designs for 'cecina' (dried meat) labeled 'a' and 'b'.

Option a: The packaging features the brand name 'YECAPIXTLA' at the top, followed by 'BIOCONSERVADOR NATURAL'. A price tag indicates '\$250'. The weight '1 KG' is shown at the bottom right.

Option b: The packaging features the brand name 'YECAPIXTLA' at the top, followed by 'CONSERVADOR QUIMICO'. A price tag indicates '\$350'. The weight '1 KG' is shown at the bottom right. A nutritional label is also present on the left side of the packaging.

Nutritional Label (Option b):

Valores nutricionales	
Por 1000g	
Calories	Kcal
Proteína	g
Grasa	g
Sodio	g
Hidratos de carbono	g

Below the packaging designs, there are three radio button options:

- ☐ Opción a
- ☐ Opción b
- ☐ Ninguna

Pregunta 5

The image shows two product packaging designs for 'cecina' (dried meat) labeled 'a' and 'b'.

Option a: The packaging features the brand name 'YECAPIXTLA' at the top, followed by 'CONSERVADOR QUIMICO'. A price tag indicates '\$300'. The weight '1 KG' is shown at the bottom right.

Option b: The packaging features the brand name 'YECAPIXTLA' at the top, followed by 'SIN CONSERVADOR'. A price tag indicates '\$250'. The weight '1 KG' is shown at the bottom right.

Below the packaging designs, there are three radio button options:

- ☐ Opción a
- ☐ Opción b
- ☐ Ninguna

Pregunta 6.

The image shows two product labels for 'cecina' (dried meat) against a black background. Each label features a piece of dried meat and a price tag.

Label a: Labeled 'SIN CONSERVADOR' with a price tag of \$350. It includes the weight '1 KG'.

Label b: Labeled 'OAXACA BIOCONSERVADOR NATURAL' with a price tag of \$300. It includes the weight '1 KG'.

Between the two labels is a nutritional information table for 'cecina':

Valores nutricionales	
Por 100g	
Calorías	kcal
Proteína	g
Grasa	g
Sodio	g
Hidratos de carbono	g

Below the labels are three radio button options:

- ☐ Opción a
- ☐ Opción b
- ☐ Ninguna

Pregunta 7.

The image shows two product labels for 'cecina' (dried meat) against a black background. Each label features a piece of dried meat and a price tag.

Label a: Labeled 'BIOCONSERVADOR NATURAL' with a price tag of \$300. It includes the weight '1 KG'.

Label b: Labeled 'OAXACA CONSERVADOR QUIMICO' with a price tag of \$300. It includes the weight '1 KG'.

Below the labels are three radio button options:

- ☐ Opción a
- ☐ Opción b
- ☐ Ninguna

Pregunta 8.

cecina

Valores nutricionales

Por 1000g

Calories kcal

Proteína g

Grasa g

Sodio g

Hidratos de carbono g

OAXACA

BIOCONSERVADOR NATURAL

\$300

1 KG

a

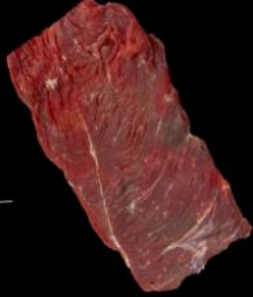


CONSERVADOR QUIMICO

\$350

1 KG

b



☐ Opción a

☐ Opción b

☐ Ninguna

Sección 3. Datos sociodemográficos

EDAD *

☐ 15-30 años

☐ 31-45 años

☐ 46-60 años

☐ 60 años y más

Ingreso mensual

☐ \$5000 a \$8000

☐ \$9000 a \$12000

☐ \$15000 y más

Ocupación *

☐ Comerciante

☐ Agricultor

☐ Estudiante

☐ Ama de casa

☐ Otro

Ocupación *

☐ Comerciante

☐ Agricultor

☐ Estudiante

☐ Ama de casa

☐ Otro

Estado de procedencia *

☐ Aguascalientes

☐ Baja California

☐ Baja California Sur

☐ Campeche

☐ Chiapas

☐ Chihuahua

☐ Ciudad de México

☐ Coahuila

☐ Colima

☐ Durango

Género *

☐ Masculino

☐ Femenino

Sección 3. Gracias por su participación

ANEXO 3. Evaluación sensorial (JAR)

JUEZ: _____

Pruebe la muestra e indique su **ACEPTABILIDAD GLOBAL** de CECINA.

- 1 = Me disgusta extremadamente
- 2 = Me disgusta mucho
- 3 = Me disgusta moderadamente
- 4 = Me disgusta ligeramente
- 5 = Ni me gusta ni me disgusta
- 6 = Me gusta ligeramente
- 7 = Me gusta moderadamente
- 8 = Me gusta mucho
- 9 = Me gusta extremadamente

MUESTRA: **441**

1	2	3	4	5	6	7	8	9
---	---	---	---	---	---	---	---	---

JUEZ: _____

Pruebe la muestra que se le presenta e indique la ACEPTABILIDAD para los atributos específicos y lo ADECUADO de la percepción del atributo.

- 1 = Me disgusta extremadamente
- 2 = Me disgusta mucho
- 3 = Me disgusta moderadamente
- 4 = Me disgusta ligeramente
- 5 = Ni me gusta ni me disgusta
- 6 = Me gusta ligeramente
- 7 = Me gusta moderadamente
- 8 = Me gusta mucho
- 9 = Me gusta extremadamente

MUESTRA: **333**

Señale la aceptabilidad para el **COLOR** de cecina cocida:

1	2	3	4	5	6	7	8	9
---	---	---	---	---	---	---	---	---

¿Cómo calificaría el **COLOR** de cecina cocida?

1 Insuficiente	2 Algo insuficiente	3 Adecuado	4 Muy intenso	5 Demasiado intenso
--------------------------	-------------------------------	----------------------	-------------------------	-------------------------------

Señale la aceptabilidad para el **AROMA A CARNE** de la cecina:

1	2	3	4	5	6	7	8	9
----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------

¿Cómo calificaría el **AROMA A CARNE** de la cecina?

1 Insuficiente	2 Algo insuficiente	3 Adecuado	4 Muy intenso	5 Demasiado intenso
--------------------------	-------------------------------	----------------------	-------------------------	-------------------------------

Señale la aceptabilidad para el **SABOR A SAL** de la cecina:

1	2	3	4	5	6	7	8	9
----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------

¿Cómo calificaría el **SABOR A SAL** de la cecina?

1 Insuficiente	2 Algo insuficiente	3 Adecuado	4 Muy intenso	5 Demasiado intenso
--------------------------	-------------------------------	----------------------	-------------------------	-------------------------------

Señale la aceptabilidad para el **SABOR A CARNE** de la cecina:

1	2	3	4	5	6	7	8	9
----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------

¿Cómo calificaría el **SABOR A CARNE** de la cecina?

1 Insuficiente	2 Algo insuficiente	3 Adecuado	4 Muy intenso	5 Demasiado intenso
--------------------------	-------------------------------	----------------------	-------------------------	-------------------------------

Señale la aceptabilidad para la **JUGOSIDAD** de cecina:

1	2	3	4	5	6	7	8	9
----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------	----------

¿Cómo calificaría la **JUGOSIDAD** de cecina?

1 Insuficiente	2 Algo insuficiente	3 Adecuado	4 Muy intenso	5 Demasiado intenso
--------------------------	-------------------------------	----------------------	-------------------------	-------------------------------