



Evaluación de la trazabilidad y las condiciones de conservación de alimentos no procesados en macas y su área de influencia

Evaluation of traceability and storage conditions of unprocessed foods in Macas and its area of influence

Avaliação da rastreabilidade e das condições de armazenamento de alimentos não processados em Macas e sua área de influência

Campo Elias Morillo Robles ^I
campo.morillo@esPOCH.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-9551-2599>

Norma del Rocío Toledo Castillo ^{II}
norma.toledo@esPOCH.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0003-1116-760X>

Javier Ignacio Briones García ^{III}
javier.briones@esPOCH.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0002-2675-3495>

Robert Steven Fiallos Godoy ^{IV}
robert.fiallos@esPOCH.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0009-3291-1654>

Correspondencia: campo.morillo@esPOCH.edu.ec

Ciencias Técnicas y Aplicadas
Artículo de Investigación

* **Recibido:** 26 de mayo de 2025 * **Aceptado:** 24 de junio de 2025 * **Publicado:** 28 de julio de 2025

- I. Sede Morona Santiago, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Macas, Ecuador.
- II. Sede Morona Santiago, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Macas, Ecuador.
- III. Sede Morona Santiago, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Macas, Ecuador.
- IV. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Matriz, Ecuador.

Resumen

El estudio analiza la trazabilidad y conservación de productos alimenticios no procesados en Macas y zonas aledañas, con el objetivo de identificar patrones de consumo, factores de descomposición y estrategias de manejo sostenible. Se utilizó un enfoque cuantitativo mediante encuestas aplicadas a 225 ciudadanos y 100 puntos de venta, complementado con un análisis técnico de parámetros fisicoquímicos como la actividad del agua (a_w) y el pH. Los resultados revelan que el 80% del consumo se concentra en diez productos clave, destacando el tomate, la yuca y la zanahoria, lo que subraya la necesidad de priorizar su trazabilidad.

El análisis demostró que la descomposición de los alimentos está influenciada por factores ambientales como la humedad, temperatura y contaminación cruzada, siendo el autoconsumo y los mercados tradicionales las principales fuentes de abastecimiento. La implementación de metodologías como el Business Process Analysis (BPA) permite optimizar la gestión de la cadena de suministro, mientras que el control de a_w y pH asegura la calidad e inocuidad de los productos. En conclusión, el estudio propone un modelo integrado de trazabilidad adaptado a la realidad local, que fortalece la seguridad alimentaria, fomenta la sostenibilidad y mejora la competitividad de los productos locales en mercados externos.

Palabras Clave: trazabilidad; conservación; actividad del agua; pH; seguridad alimentaria.

Abstract

The study analyzes the traceability and preservation of unprocessed food products in Macas and surrounding areas, with the aim of identifying consumption patterns, spoilage factors, and sustainable management strategies. A quantitative approach was used through surveys conducted among 225 residents and 100 retail outlets, complemented by a technical analysis of physicochemical parameters such as water activity (A_w) and pH. The results reveal that 80% of consumption is concentrated in ten key products, particularly tomatoes, cassava, and carrots, underscoring the need to prioritize their traceability.

The analysis showed that food spoilage is influenced by environmental factors such as humidity, temperature, and cross-contamination, with household consumption and traditional markets being the main sources of supply. The implementation of methodologies such as Business Process Analysis (BPA) allows for the optimization of supply chain management, while monitoring A_w and pH ensures product quality and safety. In conclusion, the study proposes an integrated

traceability model adapted to local reality, which strengthens food security, promotes sustainability and improves the competitiveness of local products in external markets.

Keywords: Traceability; conservation; water activity; pH; food safety.

Resumo

O estudo analisa a rastreabilidade e a preservação de produtos alimentares não transformados em Macas e áreas adjacentes, com o objetivo de identificar padrões de consumo, fatores de deterioração e estratégias de gestão sustentável. Utilizou-se uma abordagem quantitativa através de inquéritos realizados a 225 residentes e 100 pontos de venda, complementada por uma análise técnica de parâmetros físico-químicos, como a atividade de água (Aa) e o pH. Os resultados revelam que 80% do consumo se concentra em dez produtos-chave, com destaque para o tomate, a mandioca e a cenoura, o que reforça a necessidade de priorizar a sua rastreabilidade.

A análise demonstrou que a deterioração dos alimentos é influenciada por factores ambientais, como a humidade, a temperatura e a contaminação cruzada, sendo o consumo doméstico e os mercados tradicionais as principais fontes de abastecimento. A implementação de metodologias como a Análise de Processos de Negócio (ABP) permite a otimização da gestão da cadeia de abastecimento, enquanto a monitorização da Aa e do pH garante a qualidade e a segurança do produto. Em conclusão, o estudo propõe um modelo integrado de rastreabilidade adaptado à realidade local, que fortalece a segurança alimentar, promove a sustentabilidade e melhora a competitividade dos produtos locais nos mercados externos.

Palavras-chave: Rastreabilidade; conservação; atividade de água; pH; segurança alimentar.

Introducción

Las enfermedades transmitidas por alimentos (ETAs) representan uno de los principales desafíos para la salud pública a nivel global, con impactos significativos en la calidad de vida, la seguridad alimentaria y las economías nacionales. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), cada año millones de personas sufren enfermedades asociadas al consumo de alimentos contaminados, siendo América Latina una región especialmente vulnerable debido a factores como la informalidad en las cadenas de suministro, la limitada implementación de sistemas de trazabilidad y las condiciones climáticas que favorecen la proliferación de microorganismos patógenos[1]

En particular, estudios realizados en América Latina han evidenciado que la trazabilidad alimentaria es una herramienta clave para prevenir brotes epidémicos y garantizar la seguridad de los alimentos. Por ejemplo, en Colombia, la implementación de sistemas de trazabilidad ha demostrado reducir los riesgos asociados a productos frescos como frutas y hortalizas, sectores donde los controles sanitarios suelen ser deficientes[21]. De manera similar, investigaciones en Brasil han resaltado la importancia de integrar tecnologías como códigos QR y blockchain para mejorar el rastreo y la transparencia en la cadena de suministro alimentario [22]. Estas experiencias proporcionan valiosas lecciones que pueden ser adaptadas a contextos locales como el de Macas, Ecuador.

Macas y sus parroquias aledañas presentan un perfil alimenticio particular caracterizado por el predominio de productos frescos y no procesados, como tomate, yuca, zanahoria y plátano, muchos de los cuales son producidos y comercializados a nivel local. Este patrón de consumo, sin embargo, enfrenta desafíos relacionados con la calidad y seguridad de los alimentos, especialmente debido a la falta de infraestructura adecuada para la conservación y al limitado conocimiento sobre buenas prácticas agrícolas y de manejo poscosecha. Además, la alta dependencia de mercados tradicionales y del autoconsumo en la región subraya la necesidad de establecer sistemas de trazabilidad que sean prácticos, asequibles y adaptados a las condiciones socioeconómicas locales.

La trazabilidad alimentaria, entendida como el conjunto de procedimientos diseñados para identificar y seguir un alimento a lo largo de toda su cadena productiva y comercial, emerge como una solución indispensable en este contexto. Su implementación no solo permite rastrear el origen y las condiciones de producción de los alimentos, sino que también facilita la identificación temprana de riesgos sanitarios y optimiza la gestión de recursos públicos y privados[3]. A su vez, el control de factores ambientales como la actividad del agua (a_w), el pH, la temperatura y la humedad juega un rol crítico en la conservación de alimentos frescos, prolongando su vida útil y reduciendo pérdidas económicas.

En el presente estudio, se analiza la trazabilidad y los factores de conservación de productos alimenticios no procesados en Macas y sus alrededores, con el objetivo de identificar prácticas eficaces para garantizar la seguridad alimentaria y mejorar la sostenibilidad de la cadena de suministro. Este enfoque combina metodologías de análisis cuantitativo, incluyendo encuestas y mediciones de parámetros físico-químicos, con un análisis crítico de los hábitos de consumo y las

limitaciones locales. Los resultados obtenidos buscan contribuir al desarrollo de estrategias replicables y escalables en otras regiones de Ecuador y América Latina.

MODELO DE TRAZABILIDAD DE PRODUCTOS FRESCOS

La trazabilidad de productos frescos implica un sistema estructurado que permite rastrear y trazar alimentos a lo largo de la cadena de suministro. El **rastreo** se refiere al seguimiento del recorrido de un producto desde su origen hasta el consumidor final, mientras que el **trazado** analiza el historial y origen de un lote específico de productos. En el contexto de Macas, estos conceptos se aplican a productos como tomate, yuca y zanahoria, cuyo rastreo es crucial debido a su importancia en la dieta local. Por ejemplo, la **Gráfica 1** detalla cómo la actividad de agua (aw) en productos frescos afecta su conservación, un factor determinante en el diseño del modelo de trazabilidad propuesto [1].

La implementación de la norma **NTE INEN 2870** en Macas establece un marco regulatorio que guía la trazabilidad de alimentos frescos en el Ecuador. Esta norma define requisitos técnicos para la identificación y registro de productos, así como los procedimientos para su monitoreo. En el contexto local, su aplicación enfrenta desafíos como la infraestructura limitada de los pequeños productores y la falta de acceso a tecnología avanzada. Sin embargo, estrategias como el uso de etiquetas únicas por lotes y el registro manual han permitido una adaptación eficiente del estándar en la región. La importancia de implementar normativas específicas para garantizar la inocuidad alimentaria ha sido destacada en estudios previos, donde se reconoce que el control riguroso de las condiciones de transporte y almacenamiento, como se describe en la **Tabla 1**, es clave para evitar riesgos sanitarios [2].

El uso de metodologías como el **Business Process Analysis (BPA)** y el **Business Process Management (BPM)** ha sido fundamental para optimizar los sistemas de trazabilidad en Macas. Estas herramientas han permitido identificar los puntos críticos en la cadena de suministro, como el transporte y el almacenamiento en mercados locales. En este sentido, el BPA permitió analizar el flujo físico de productos como el tomate, mientras que el BPM facilitó la implementación de un sistema semidigital para el registro de lotes. Este enfoque mejora los tiempos de respuesta ante alertas sanitarias, un logro que se evidencia en la **Gráfica 2**, donde se comparan los tiempos previos y posteriores a la implementación de estas herramientas [3]. Además, investigaciones recientes han

señalado que metodologías como estas no solo optimizan procesos, sino que también mejoran la sostenibilidad de las cadenas alimentarias [4].

En cuanto a la conservación de alimentos, factores como la actividad de agua (a_w) y el pH juegan un papel crucial en el modelo de trazabilidad. Por ejemplo, productos con un a_w bajo, como galletas, son menos propensos al deterioro microbiano, mientras que alimentos frescos como zanahorias requieren estrictos controles de almacenamiento debido a su elevado a_w , tal como se observa en la **Gráfica 1**. Estudios han demostrado que el control de estos parámetros no solo reduce el desperdicio de alimentos, sino que también permite a los productores locales cumplir con estándares internacionales, lo cual es esencial para mercados globalizados [5].

En conclusión, el modelo de trazabilidad desarrollado para Macas integra estándares internacionales, metodologías avanzadas y adaptaciones locales, como el uso de registros manuales y semidigitales. Esto asegura que productos como zanahorias y plátanos lleguen al consumidor final en óptimas condiciones, fortaleciendo la seguridad alimentaria y mejorando la confianza de los consumidores en los mercados locales. Además, la implementación de este modelo promueve la sostenibilidad y permite responder de manera más eficaz a los desafíos contemporáneos en la gestión de cadenas de suministro alimentarias.

Gráfica 1. Microorganismos que crecen en este nivel de actividad de agua en algunos alimentos

Nivel de Actividad del Agua (a_w)	Microorganismos que Crecen en este Nivel de Actividad del Agua
0.95	<i>Salmonella spp.</i> , <i>Pseudomonas</i> , <i>Escherichia coli</i> , <i>Bacillus cereus</i> , algunas levaduras
0.90	<i>Clostridium botulinum</i> , <i>Lactobacillus</i> , <i>Listeria monocytogenes</i> , <i>Clostridium perfringens</i>
0.87	Levaduras, <i>Staphylococcus aureus</i>
0.80	Moho, <i>Saccharomyces spp.</i>
0.60	Algunas levaduras y moho

Actividad del agua en algunos alimentos comunes

Gráfica 2. Rango de alimentos

Rango de Actividad del Agua (a_w)	Alimento
0.95–0.99	Carne fresca, pescado
0.90–0.95	Pan
0.85–0.90	Queso
0.80–0.91	Mermelada
0.75–0.90	Miel, jarabes
0.60–0.90	Pasteles, masas
0.60–0.75	Frutas secas
0.20–0.35	Galletas saladas

Actividad del agua en la conservación de alimentos

La **actividad del agua (a_w)** es un factor determinante en la estabilidad y conservación de los alimentos, ya que influye directamente en el crecimiento de microorganismos y en la ocurrencia de reacciones químicas indeseables. Según lo mostrado en la Gráfica 1, diferentes microorganismos tienen rangos específicos de actividad del agua en los que pueden proliferar. Por ejemplo, *Salmonella spp.*, *Escherichia coli* y *Bacillus cereus* pueden desarrollarse en alimentos con una actividad del agua de 0.95, mientras que los mohos y levaduras se adaptan a valores significativamente menores, alrededor de 0.60 [9].

La actividad del agua pura tiene un valor de 1.0, lo que corresponde al 100% de humedad relativa. Sin embargo, los alimentos tienen niveles específicos de a_w que afectan su estabilidad microbiológica. Por ejemplo, como se observa en la Gráfica 2, las galletas saladas presentan una actividad del agua entre 0.20 y 0.35, lo que las hace menos susceptibles al crecimiento microbiano. En contraste, alimentos como el queso o la mermelada, con actividades de agua entre 0.80 y 0.91, requieren técnicas de conservación adicionales para evitar la proliferación de microorganismos [6].

Un nivel bajo de actividad del agua indica una menor disponibilidad de agua libre, lo que limita el metabolismo microbiano y ralentiza su reproducción. Este principio es clave en procesos como el secado y la adición de conservantes, que buscan reducir el *aw* para extender la vida útil de los alimentos. Además, como se evidencia en la Gráfica 3, el pH de los alimentos también interactúa con la actividad del agua para influir en la conservación. Por ejemplo, los frutos del bosque tienen un pH bajo (3.1-4.5) que, combinado con un control adecuado de *aw*, puede inhibir el crecimiento microbiano de forma eficiente [8].

En conclusión, el control de la actividad del agua y su interacción con otros factores, como el pH, son herramientas fundamentales en la industria alimentaria para prevenir la proliferación microbiana, minimizar reacciones químicas no deseadas y asegurar la calidad y seguridad de los alimentos durante su almacenamiento y distribución. La correcta interpretación de los datos mostrados en las gráficas permite establecer estrategias específicas para cada tipo de alimento, optimizando tanto su conservación como su valor nutricional [9].

Gráfica 3. Niveles de pH de alimentos comunes

Rango de pH	Alimento
7.1–7.9	Huevos
6.3–6.5	Leche
5.3–5.8	Pan
5.0–7.0	Carne
4.8–7.3	Pescado
4.0–7.0	Vegetales
3.3–7.1	Fruta
3.1–4.5	Frutos del bosque

El pH es un factor clave en la conservación y seguridad de los alimentos, ya que influye en el crecimiento de microorganismos y la estabilidad del producto.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

Consumo de Productos Alimenticios No Procesados en Macas

El estudio incluyó una muestra representativa de 225 ciudadanos de Macas y sus parroquias aledañas, con una participación del 64% de mujeres y 36% de hombres. Este dato refleja la predominancia de las mujeres en la selección de alimentos dentro de los hogares, como lo confirman investigaciones similares en contextos locales y globales. Sin embargo, la relación entre género y patrones específicos de consumo no está del todo explorada en el estudio, lo que abre la oportunidad de realizar análisis más profundos para entender cómo estos factores pueden influir en la trazabilidad y conservación.

Demografía y Estructura Familiar de los Encuestados

Además, la mayoría de los participantes pertenecen al rango etario de 18 a 25 años (36.89%), un segmento poblacional clave para la implementación de estrategias de sensibilización sobre trazabilidad y prácticas de conservación sostenibles. Estas estrategias podrían incluir programas de educación comunitaria enfocados en la importancia de la seguridad alimentaria y el control de factores como la actividad del agua (aw) y el pH en alimentos frescos.

Recomendación: Diseñar campañas de educación dirigidas a mujeres y jóvenes, que incluyan técnicas de trazabilidad y conservación adaptadas a las prácticas locales. Esto podría fomentarse a través de talleres prácticos en mercados locales y centros comunitarios.

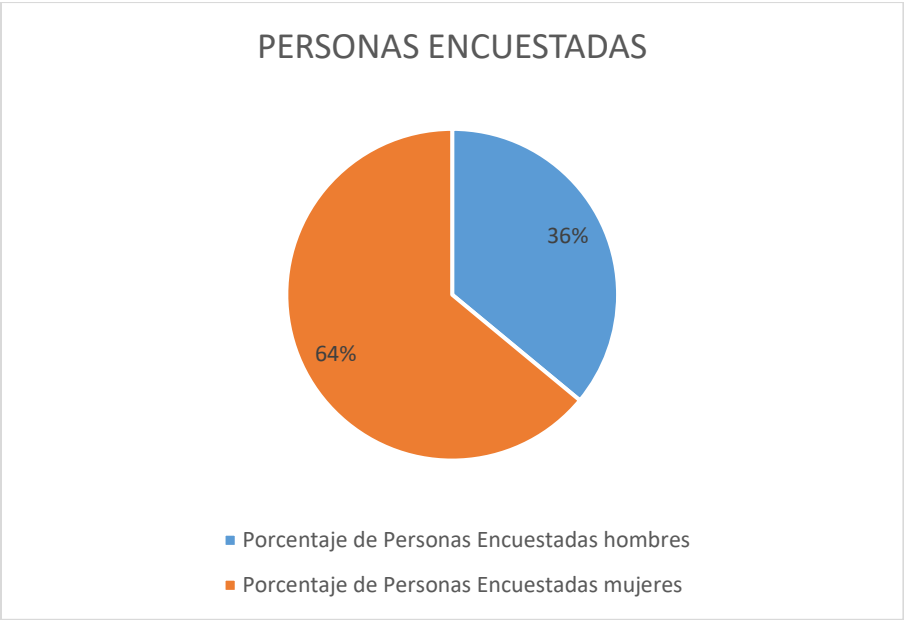


Figura 1: Porcentaje de personas encuestadas donde el 64% de los encuestados fueron mujeres y el 36% hombres

La distribución etaria de los participantes, representada en la Figura 2, revela que el grupo mayoritario pertenece al rango de 18-25 años (36.89%), seguido por los rangos de 26-30 años (19.56%) y 36-40 años (14.22%). Este perfil demográfico es clave para diseñar estrategias de comunicación y políticas que respondan a las necesidades de estas cohortes [2].

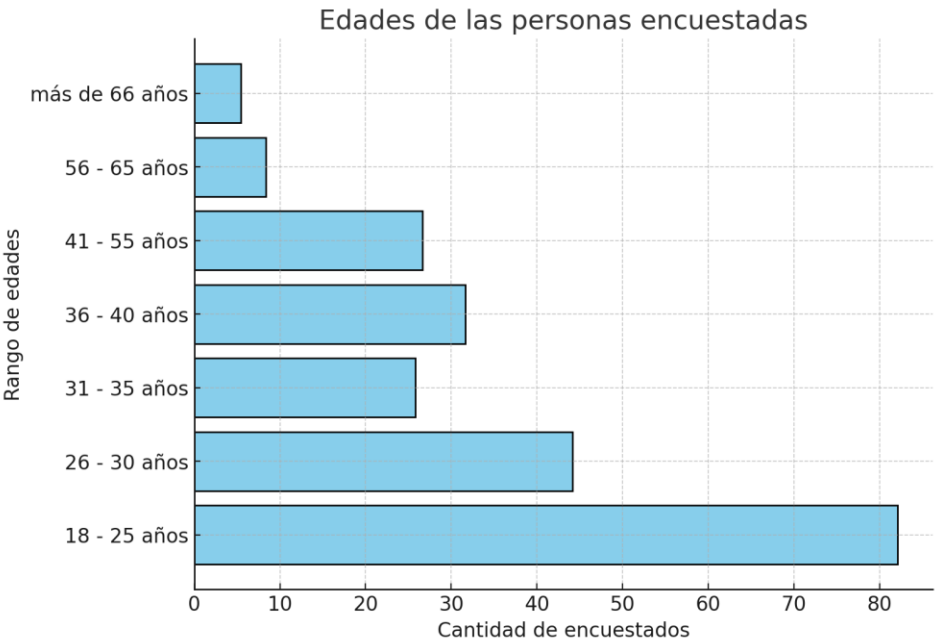


Figura 2. Edades de personas encuestadas

Adicionalmente, el análisis del tamaño de los hogares, ilustrado en la Figura 3, muestra que el 23.56% de las familias están compuestas por 4 miembros, mientras que un 19.55% tienen 5 miembros. Estos datos destacan la importancia de ajustar la oferta de productos alimenticios a las necesidades de las familias de tamaño promedio en la región.

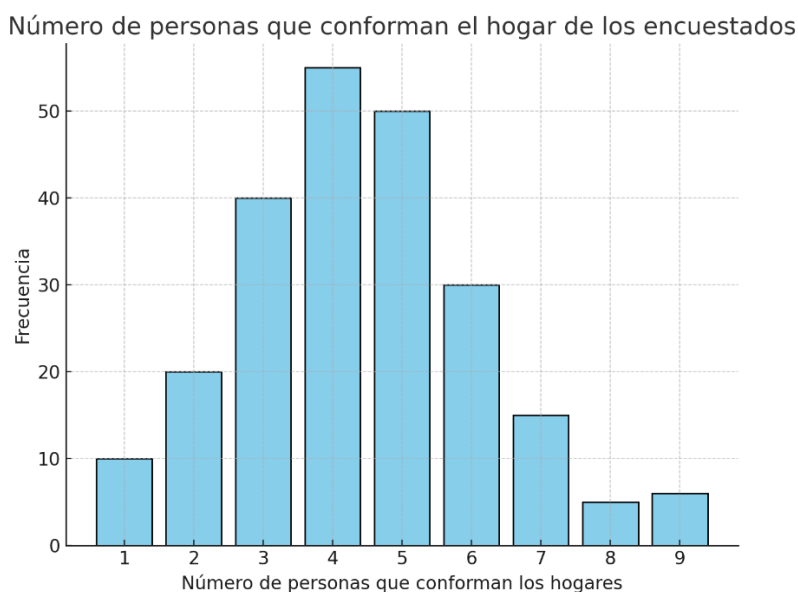


Figura 3: Número de miembros que conforman el hogar de los encuestados

Principales Productos Consumidos

De los productos alimenticios reportados, se identificaron los diez más consumidos, en orden de prioridad: tomate, yuca, zanahoria, cebolla, plátano, papa, papachina, lechuga, pollo y pimiento. La Figura 4, basada en el análisis de Pareto, muestra que el consumo de estos diez productos representa aproximadamente el 80% de la preferencia alimenticia de la población encuestada. Esto significa que centrar las estrategias de trazabilidad e inocuidad en estos alimentos generará un impacto significativo en la seguridad alimentaria de la región [3].

El análisis de Pareto revela además que productos como el tomate y la yuca, que ocupan los primeros lugares, son críticos en la dieta local y, por lo tanto, requieren atención prioritaria en la implementación de sistemas de control y trazabilidad.

Frecuencia y Canales de Adquisición

1. **Tomate:** Representa el producto más consumido, con una frecuencia significativamente mayor en comparación con otros alimentos. Según los datos, el 20.98% de los consumidores adquiere tomates en el Mercado Central, seguido del Mercado "La Unión" (17.48%). Estos datos destacan la importancia de los mercados tradicionales como pilares de abastecimiento [4].
2. **Yuca y Plátano:** Se evidencia un predominio del autoconsumo, con un 49.61% y un 28.21%, respectivamente, de los puntos de abastecimiento provenientes de cultivos propios. Esto subraya la autosuficiencia agrícola de los hogares en la región y la relevancia de la producción local.
3. **Zanahoria y Papa:** Los mercados locales son los principales puntos de adquisición, con el Mercado Central liderando con un 27.91% y 34.95% para estos productos, respectivamente. Esto reafirma la confianza de los consumidores en la frescura y accesibilidad de los productos ofrecidos en estos espacios [5].

Implicaciones de la Figura 4 (Análisis de Pareto)

El Principio de Pareto fue aplicado a los diez productos más consumidos en la región, destacando que estos representan aproximadamente el 80% de la preferencia alimentaria local. Productos como el tomate, yuca y zanahoria figuran como prioritarios, siendo esenciales para la dieta regional. Sin embargo, más allá de identificar estos productos, es necesario establecer acciones concretas para optimizar su trazabilidad y conservación.

Por ejemplo, el tomate, que es el producto más consumido y adquirido mayoritariamente en el Mercado Central (20.98%), requiere sistemas de trazabilidad robustos que incluyan monitoreo continuo en su transporte y almacenamiento. Asimismo, productos de autoconsumo como la yuca (49.61%) y el plátano (28.21%) demandan una estrategia diferente, centrada en educar a los pequeños productores locales sobre buenas prácticas agrícolas y conservación postcosecha. [6].

Conclusiones del Análisis

1. Los mercados locales tradicionales desempeñan un rol fundamental en la distribución de productos no procesados, mientras que el autoconsumo es predominante en ciertos alimentos como la yuca y el plátano.

2. El análisis de Pareto (Figura 4) proporciona una base sólida para priorizar esfuerzos de trazabilidad en los diez productos más consumidos, optimizando recursos y garantizando un mayor impacto en la seguridad alimentaria.
3. Los patrones de consumo identificados reflejan tanto la preferencia por alimentos frescos como la importancia de la producción local, lo que subraya la necesidad de fortalecer sistemas de monitoreo que sean adaptables a las dinámicas de autoconsumo y comercio regional.

Principales Productos Consumidos

De un total de 99 productos identificados, los diez más consumidos, en orden de prioridad, fueron: tomate, yuca, zanahoria, cebolla, plátano, papa, papachina, lechuga, pollo y pimiento. La Figura 4 ilustra la frecuencia de consumo, destacando al tomate como el producto más utilizado en la dieta local, con una frecuencia máxima de 144. Esto subraya su importancia como alimento básico y su influencia en la seguridad alimentaria de la región [3]

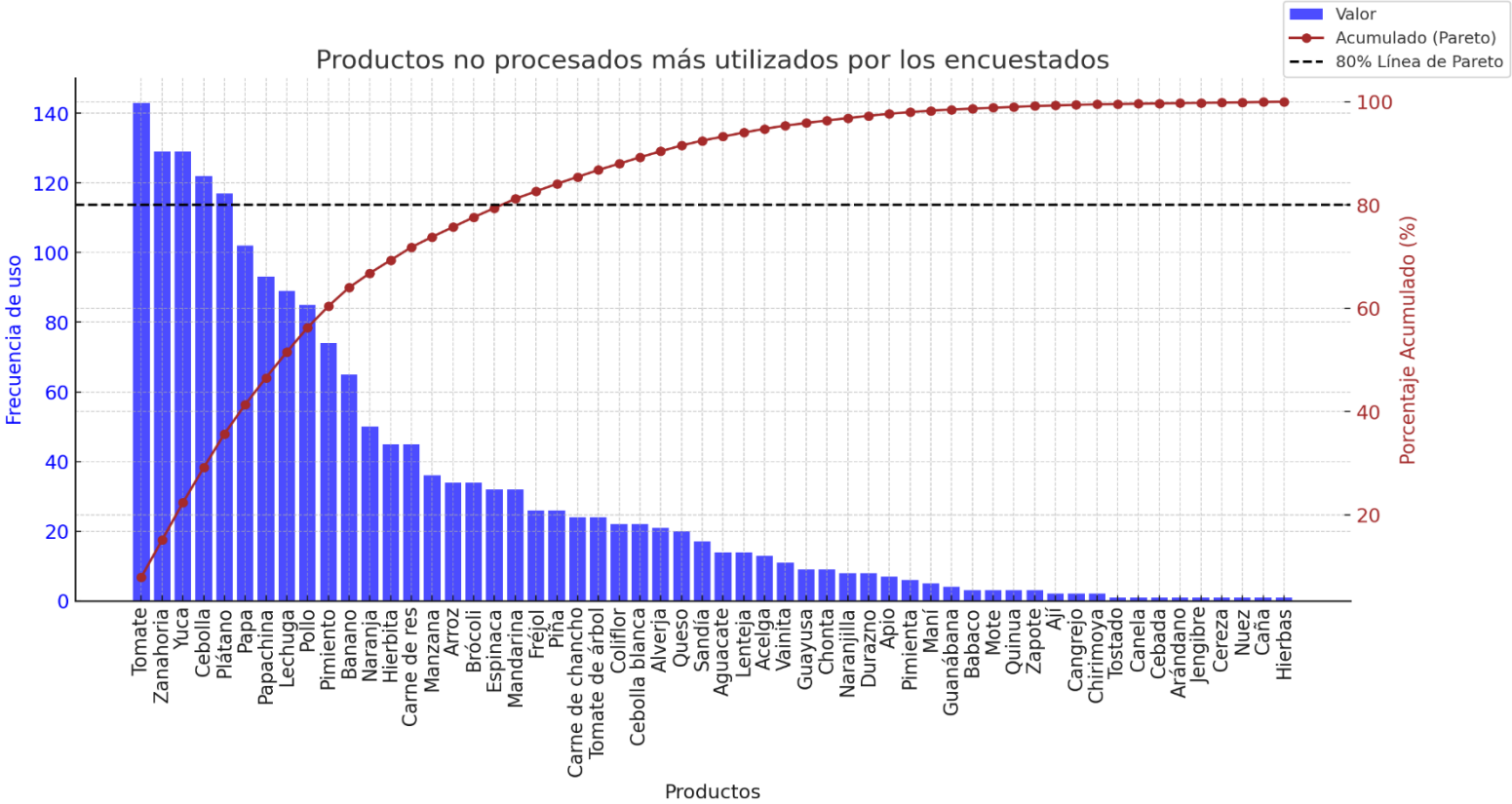


Figura 4: Orden de prioridad de productos alimenticios no procesados mas utilizados en la alimentación de los encuestados

Puntos de Adquisición

Los datos obtenidos reflejan que los mercados tradicionales son los principales puntos de adquisición para los productos alimenticios no procesados más consumidos en la ciudad de Macas y sus parroquias aledañas. Este patrón reafirma la relevancia de estos mercados como nodos centrales en la distribución alimentaria de la región, además de resaltar su influencia en el acceso a productos frescos y asequibles para la población local [3].

Tomate: Según la Tabla 1, el Mercado Central lidera como punto principal de adquisición del tomate, con un 20.98% de las preferencias, seguido por el Mercado La Unión y el Mercado Privado, ambos con 17.48%. Otros puntos como supermercados y micromercados tienen una participación menor, representando menos del 7%. Este comportamiento refleja la percepción de mayor frescura

y accesibilidad en los mercados tradicionales, lo que justifica su predominio en el suministro de este producto clave [4].

Tabla 1 – Lugares más comunes en la compra de tomates en la ciudad de Macas.

Procedencia	Porcentaje %
Mercado "La Unión"	17.48
Supermercado "Royal"	5.59
Mercado "Central"	20.98
Mercado "Privado"	17.48
Huertos familiares	11.19
Productores de Sevilla	0.70
Mini – Market	6.99
Comercial Isama	1.40
T.I.A.	4.90
Micromercado "La Esmeralda"	0.70
Micromercado "La Guadalupana"	1.4
Supermercado " El Emperador"	4.20
Micromercado "El Dorado"	0.7
Micromercado "La Ambateñita"	3.50
Supermercado "La Esperanza"	2.80
Supermercado "La Esperanza"	2.80
Supermercado "La Esperanza"	2.80

Zanahoria: En el caso de la zanahoria, la Tabla 2 muestra que los mercados tradicionales, como el Mercado Central (27.91%) y el Mercado La Unión (25.58%), dominan como puntos de compra, mientras que supermercados como T.I.A. y micromercados representan solo un 3.88%. Esto evidencia una preferencia marcada por los consumidores hacia los mercados locales, donde

encuentran productos frescos a precios accesibles [5].

Tabla 2 – Lugares más comunes en la compra de zanahoria en la ciudad de Macas.

Procedencia	Porcentaje %
Mercado "Privado"	11.63
Mini - Market	11.63
Mercado "Central"	27.91
Mercado "La Union"	25.58
T.I.A	3.88
Micromercado "El Dorado"	3.88
Micromercado "La Ambateñita"	3.88
Supermercado "La Esperanza"	3.88
Supermercado "Royal"	7.75

Yuca: La Tabla 3 revela que el 49.61% de la yuca consumida proviene de cultivos propios, destacando el autoconsumo como una práctica predominante en la región. En menor medida, el Mercado Central y minimarkets participan con un 3.88%, subrayando la importancia de la producción local en la dieta de los ciudadanos [6].

Tabla 3 – Lugares más comunes en la compra de yuca en la ciudad de Macas.

Procedencia	Porcentaje %
Mercado "Central"	3.88
Huertos familiares	49.61
Mercado "Privado"	19.38
Mercado "La Union"	15.50
Productores de Sevilla	7.75
Mini – Market	3.88

Cebolla: Según la Tabla 4, los mercados locales, como el Mercado La Unión (27.64%), el Mercado Central (26.83%) y el Mercado Privado (25.20%), concentran la mayoría de las compras de cebolla. Los supermercados, como La Esperanza, apenas alcanzan el 4.07%, lo que demuestra un patrón

similar al de otros productos: los consumidores priorizan los mercados tradicionales por su accesibilidad y frescura [7].

Tabla 4 – Lugares más comunes en la compra de cebolla en la ciudad de Macas.

Procedencia	Porcentaje %
Mercado "Privado"	25.20
Huertos familiares	4.88
Mercado "Central"	26.83
Mercado "La Union"	27.64
Mini – Market	4.88
Supermercado "La Esperanza"	4.07
Supermercado "Royal"	5.69
Micromercado "La Esmeralda"	0.81

Plátano: La Tabla 5 indica que el plátano es adquirido principalmente a través de cultivos propios, representando el 28.21%. Los mercados y minimarkets, como puntos secundarios, contribuyen con un 4.27%, destacando nuevamente la relevancia del autoconsumo en la dieta local y el papel complementario de los mercados en la distribución [8].

Tabla 5 – Lugares más comunes en la compra de plátano en la ciudad de Macas.

Procedencia	Porcentaje %
Mercado "Privado"	18.80
Huertos familiares	28.21
Mercado "Central"	19.66
Mercado "La Union"	19.66
Productores de Sevilla	9.40
Mini - Market	4.27

Papa: En el caso de la papa, la Tabla 6 muestra que el Mercado Central lidera con un 34.95% de las compras, seguido por otros mercados locales. El autoconsumo y micromercados tienen una participación mínima, con apenas un 0.97%, evidenciando una dependencia significativa de los mercados tradicionales para este alimento básico [9].

Tabla 6 – Lugares más comunes en la compra de papa en la ciudad de Macas.

Procedencia	Porcentaje %
Mercado "Privado"	25.24
Huertos familiares	0.97
Mercado "Central"	34.95
Mercado "La Union"	33.01
Mini - Market	1.94
Micromercado "La Esmeralda"	0.97
Micromercado "La Ambateñita"	2.91

Papachina: Según la Tabla 7, el 50.54% de la papachina es adquirida mediante cultivos propios, mientras que un 5.38% proviene de productores locales de zonas como Sevilla. Estos datos subrayan la importancia del autoconsumo y la producción local como principales fuentes de abastecimiento de este producto [10].

Tabla 7 – Lugares más comunes en la compra de papachina en la ciudad de Macas.

Procedencia	Porcentaje %
Mercado "Privado"	16.13
Huertos familiares	50.54
Mercado "Central"	15.05
Mercado "La Union"	12.90
Productores de Sevilla	5.38

Lechuga: La Tabla 8 refleja que la lechuga es adquirida mayoritariamente en el Mercado La Unión (16.02%) y en el Supermercado Royal (18.69 %). Otros puntos de venta, como micromercados y comerciales pequeños, tienen una participación significativamente menor, con menos del 1%, lo que resalta el rol predominante de los mercados en su distribución [11].

Tabla 8 – Lugares más comunes en la compra de lechuga en la ciudad de Macas

Procedencia	Porcentaje %
Mercado "La Unión"	16.02
Supermercado "Royal"	18.69
Mercado "Central"	13.35
Mercado "Privado"	8.9
Huertos familiares	3.56
Mini - Market	4.45
Comercial Isama	0.89
T.I.A.	4.45
Supermercado " El Emperador"	2.67
Micromercado "El Dorado"	0.89
Micromercado "La Ambateñita"	1.78
Supermercado "La Esperanza"	3.56

Pollo: Para el pollo, la Tabla 9 señala que las pollerías concentran el 36.47% de las compras, reflejando la confianza de los consumidores en estos establecimientos especializados. En contraste, otros puntos como comerciales pequeños tienen una participación marginal, con apenas un 3.53%, evidenciando la preferencia por fuentes especializadas para este producto [12].

Tabla 9 – Lugares más comunes en la compra de pollo en la ciudad de Macas.

Procedencia	Porcentaje %
Mercado "Central"	27.06
Supermercado "Royal"	5.88
Mini - Market	7.06
Comercial Isama	2.35
T.I.A.	4.71
Supermercado " El Emperador"	3.53
Micromercado "La Ambateñita"	7.06
Supermercado "La Esperanza"	5.88
Pollerías	36.47

Pimiento: Finalmente, la Tabla 10 muestra que el pimiento es adquirido principalmente a través de huertos familiares (23.29%), seguido por mercados como el Mercado La Unión (19.18%) y el Mercado Central (17.81%). Supermercados y micromercados tienen una contribución limitada, con menos del 5%, reafirmando la dependencia de la producción local y los mercados tradicionales para este alimento [13].

Tabla 10: Lugares más comunes en la compra de pimiento en la Ciudad de Macas

Procedencia	Porcentaje %
Mercado la Unión	19.18
Supermercado Royal	6.85
Mercado Central	17.81
Mercado Privado	15.07
Huertos Familiares	23.29
Productores de Sevilla	5.48
Mini-Marquet	2.74

Supermercado el Emperador	2.74
Micro mercado la Ambateñita	4.11
Supermercado la Esperanza	2.74

Los datos obtenidos refuerzan la importancia de los mercados tradicionales y el autoconsumo en el abastecimiento de productos no procesados en Macas. Este análisis destaca la necesidad de implementar estrategias de trazabilidad focalizadas en estos puntos clave, fortaleciendo la seguridad alimentaria y la calidad de los productos en la región.

Relación con la Actividad del Agua (a_w) y el pH

La conservación de estos productos también depende de factores físicos y químicos. Como se muestra en las Gráficas 1, 2 y 3, la actividad del agua (a_w) y el pH son determinantes en la estabilidad y seguridad de los alimentos. Por ejemplo, productos como las galletas saladas, con un a_w de 0.20-0.35, son menos susceptibles al deterioro microbiano, mientras que alimentos frescos, como el tomate y la zanahoria, tienen un a_w superior a 0.90, lo que exige condiciones estrictas de almacenamiento para evitar su descomposición [6].

La Gráfica 3, que detalla los niveles de pH, evidencia que productos como los frutos del bosque tienen un pH de 3.1-4.5, lo que, combinado con un bajo a_w , puede inhibir el crecimiento microbiano de manera efectiva. Estos parámetros deben considerarse en la implementación de sistemas de trazabilidad y conservación que aseguren la calidad e inocuidad alimentaria [7].

Implicaciones y Estrategias de Trazabilidad

El análisis de los datos refleja una estrecha relación entre los patrones de consumo, los puntos de adquisición y las características de los productos en términos de conservación. La dependencia de los mercados tradicionales y el autoconsumo subraya la necesidad de implementar sistemas de trazabilidad adaptados a la realidad local, que integren a los pequeños productores y fortalezcan la infraestructura de distribución [8].

Por otro lado, el control de parámetros como la actividad del agua y el pH no solo es esencial para garantizar la calidad y seguridad de los productos, sino que también facilita la adaptación a estándares internacionales, promoviendo así la competitividad de los productos locales en mercados externos [9].

En conclusión, los resultados obtenidos destacan la importancia de comprender los hábitos de consumo y los puntos de adquisición para diseñar estrategias de trazabilidad efectivas. Este enfoque integrado asegura la inocuidad alimentaria, fortalece la seguridad alimentaria regional y fomenta la sostenibilidad en toda la cadena de suministro.

Discusión

El análisis de los resultados obtenidos en este estudio proporciona una visión integral de los patrones de consumo y prácticas de conservación de productos alimenticios no procesados en Macas y sus parroquias aledañas. Los hallazgos destacan la importancia de comprender las dinámicas locales para implementar estrategias de trazabilidad y conservación más efectivas.

Enfoque y Patrones Relevantes

Los resultados revelan una alta dependencia de los mercados tradicionales y el autoconsumo como principales fuentes de adquisición de alimentos frescos. Por ejemplo, productos clave como el tomate y la yuca, con un consumo significativamente alto (ver Figura 4), reflejan la necesidad de priorizar estos alimentos en la implementación de sistemas de trazabilidad. Estos hallazgos son consistentes con investigaciones que subrayan la importancia de la transparencia en la cadena de suministro para garantizar la seguridad alimentaria y la confianza del consumidor.

Asimismo, se observa que la mayoría de los consumidores prefieren adquirir productos en intervalos de 1 a 8 días, lo que refleja una rotación constante y una preferencia por alimentos frescos. Sin embargo, alimentos como la papa y la yuca, que presentan un bajo contenido de agua (a_w), son adquiridos con menor frecuencia debido a su mayor tiempo de conservación (ver Figura 3). Este patrón destaca la relevancia de adaptar las estrategias de conservación a las características específicas de cada producto.

Implicaciones para la Sostenibilidad

Las estrategias propuestas, como el control de la actividad del agua (a_w) y el pH de los alimentos, no solo garantizan la calidad y seguridad, sino que también contribuyen a la sostenibilidad al reducir el desperdicio alimentario. Por ejemplo, el uso de técnicas como la refrigeración, congelación y empaque al vacío (ver Figura 6) ha demostrado ser altamente efectivo para extender la vida útil de productos perecederos. Este tipo de estrategias es particularmente relevante en un contexto donde los recursos tecnológicos y económicos son limitados.

Además, el fortalecimiento de los mercados tradicionales y la integración de pequeños productores en sistemas de trazabilidad son fundamentales para promover una cadena de suministro sostenible. La capacitación en métodos de conservación y la adopción de prácticas de bajo costo pueden facilitar una gestión más eficiente y responsable de los recursos.

Limitaciones del Estudio

Este estudio presenta algunas limitaciones que deben considerarse al interpretar los resultados. En primer lugar, el tamaño de la muestra (225 encuestados) puede no ser completamente representativo de toda la región, lo que sugiere la necesidad de ampliar el alcance en futuras investigaciones.

Además, aunque el análisis se centra en productos frescos, no abarca otros alimentos no procesados que también podrían beneficiarse de medidas de trazabilidad y conservación. Asimismo, la implementación de tecnologías avanzadas puede estar limitada por factores económicos, lo que plantea desafíos para los pequeños productores locales.

En la figura 5 se observa que el 81% de los encuestados emplea formas de conservación de alimentos, mientras que el 19% no lo hace, esto se debe al desconocimiento de almacenamiento de estos o por falta de recursos económicos.

Empleo de formas de conservación de productos perecibles

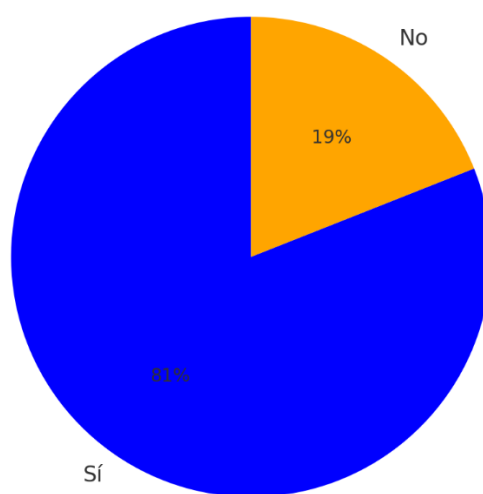


Figura 5: Porcentaje de encuestados que emplea formas de conservación de alimentos

Entre las formas de conservación de alimentos es la refrigeración-congelación (73%), adobe. Refrigeración y maduración (11%), refrigeración, maduración (7%), empaque al vacío, refrigeración (5%), solo adobe 4%, siendo las únicas empleadas en la ciudad de Macas y sus parroquias aledañas según los resultados del análisis realizado en las encuestas, como se muestra en la figura 6.

FORMAS DE CONSERVACIÓN DE ALIMENTOS DE LOS LOCALES DE EXPENDIO DE COMIDA

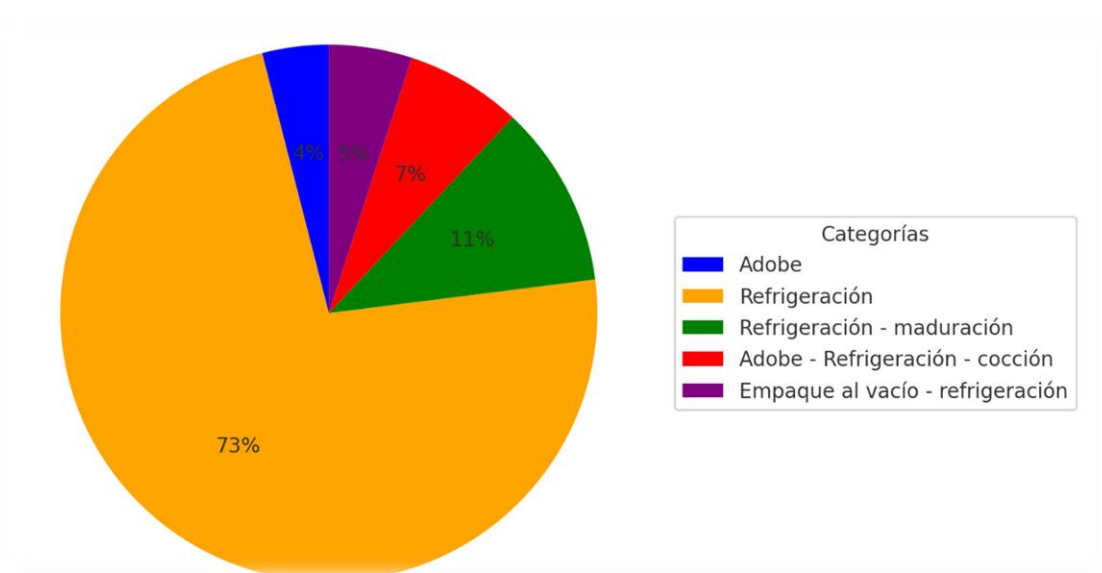


Figura 6: Técnicas empleadas en la conservación de los alimentos según los locales encuestados

PRINCIPALES PRODUCTOS ALIMENTICIOS NO PROCESADOS DE MAYOR VENTA EN MERCADOS / SUPERMERCADOS / TIENDAS / OTROS EN CIUDAD DE MACAS

Se aplicó una encuesta a 100 lugares de venta de alimentos en la ciudad de Macas y parroquias aledañas para determinar los diez principales productos no procesados más consumidos en la localidad como su lugar de origen, en la figura 32 se observa que el 40% corresponde a diferentes puestos de los mercados

PRINCIPALES LUGARES DE ADQUISICIÓN DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS

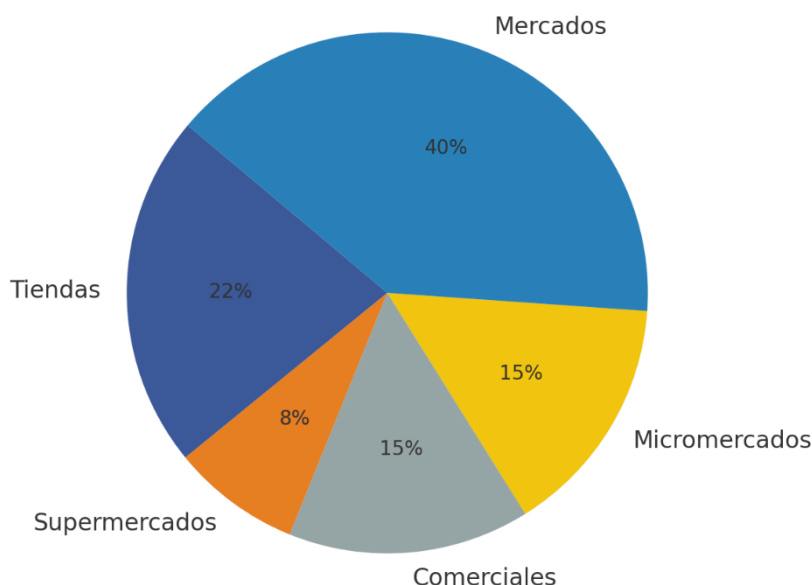


Figura 7: Principales lugares de venta de alimentos encuestados

Privado, Central y La Unión, el 22% tiendas de diferentes barrios, el 15% a comerciales y micromercados y un 8% a supermercados.

Dentro de las encuestas aplicadas se detectaron 67 productos alimenticios no de mayor venta, de los cuales los diez más vendidos fueron los siguientes según el orden de prioridad: cebolla, 63.08%, tomate 61.54%, papa 61.54%, pollo 55.38%, huevo 36.92%, pimienta 32.31%, frejol 30.37%, lechuga y leche 29.23%. En la figura 8. se observa a detalle los productos según su mayor venta

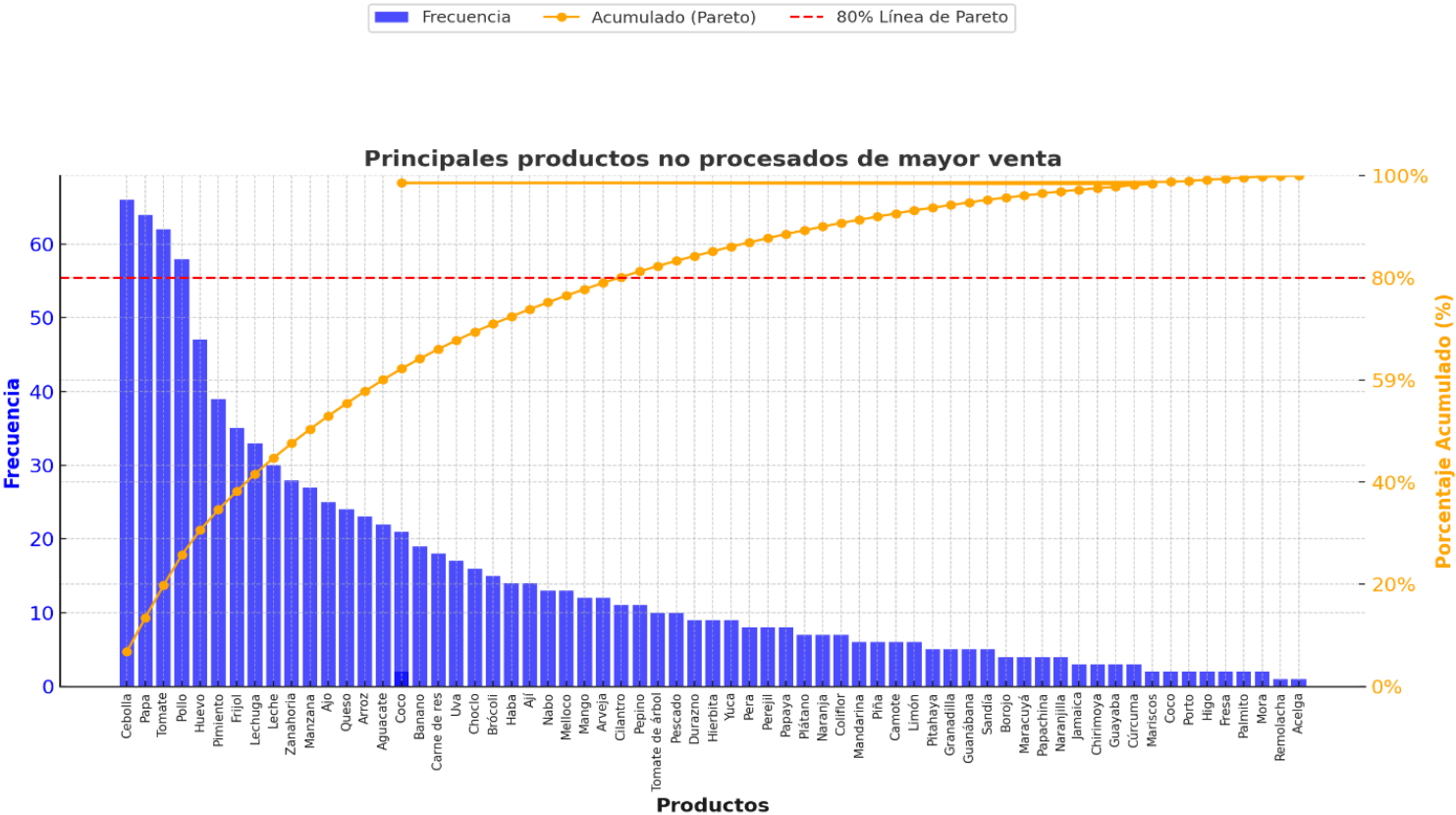


Figura 8: Orden de prioridad de productos alimenticios no procesados más vendidos en la ciudad de Macas

Los alimentos son productos perecederos, con un periodo de conservación limitado que varía en función del producto y que puede ser más o menos largo. Microorganismos patógenos, virus, mohos y levaduras están relacionados con el proceso de deterioro de los alimentos. Es importante recordar también que hay ciertas condiciones que aceleran esta descomposición, como la luz, el oxígeno, la temperatura o la humedad. En este artículo se analizan las principales causas de descomposición de alimentos y qué medidas de prevención pueden aplicarse para evitarlo.[19]

Los tratamientos térmicos son los métodos más utilizados para estabilizar productos porque tienen la capacidad de destruir microorganismos e inactivar enzimas. Los alimentos son conservados por un método llamado procesado térmico que da accesibilidad al consumidor. La muerte de microorganismos y la pérdida de constituyentes deseables como nutrientes, color, aroma y textura ocurre durante el tratamiento térmico.[20]

Conclusiones

El presente estudio ha permitido analizar la trazabilidad y los factores de conservación de productos alimenticios no procesados en Macas y sus zonas aledañas, destacando su relevancia para garantizar la seguridad alimentaria, reducir el desperdicio y fortalecer la economía local. A continuación, se presentan las principales conclusiones del análisis realizado:

Impacto Local y Recomendaciones Prácticas

Los mercados tradicionales y el autoconsumo emergen como los principales puntos de adquisición y consumo de productos no procesados en la región. Este patrón subraya la necesidad de implementar sistemas de trazabilidad adaptados a las realidades locales, priorizando productos clave como tomate, yuca, zanahoria y cebolla, identificados mediante el análisis de Pareto. Es crucial fortalecer la infraestructura de almacenamiento y conservación en estas cadenas de suministro, mediante la capacitación en técnicas como la refrigeración, el secado y el uso de envases apropiados.

Importancia de la Conservación

Factores como la actividad del agua (a_w) y el pH resultan determinantes para la estabilidad y seguridad de los alimentos. El análisis evidencia que alimentos con bajo a_w , como galletas saladas, requieren menos controles rigurosos, mientras que productos frescos, como el tomate y la zanahoria, demandan estrictas condiciones de almacenamiento. Las estrategias de conservación deben enfocarse en mitigar la descomposición, especialmente en los productos más consumidos, para garantizar su calidad y frescura.

Conexión con Implicaciones Prácticas

Las tablas y gráficas presentadas en este estudio son herramientas fundamentales para contextualizar y visualizar los patrones de consumo, abastecimiento y conservación de alimentos en la región. Por ejemplo, la Figura 4, que ilustra el análisis de Pareto, proporciona una guía práctica para priorizar recursos y esfuerzos en los productos más consumidos. Asimismo, las tablas relacionadas con puntos de adquisición (como el tomate en el Mercado Central) destacan áreas críticas donde se puede fortalecer la trazabilidad.

Proyección y Futuras Investigaciones

Este estudio sienta las bases para futuras investigaciones que evalúen la implementación de tecnologías avanzadas de trazabilidad, como sistemas basados en blockchain o sensores inteligentes. Adicionalmente, sería valioso explorar cómo factores socioeconómicos y climáticos

afectan el consumo y conservación de alimentos en otras regiones con características similares. Estas investigaciones permitirán diseñar estrategias más integrales y adaptativas que potencien la sostenibilidad del sistema alimentario local.

se descomponga es mayor. \$Mantener un producto entre 5°C y 65°C durante más de dos horas es sinónimo de proliferación de patógenos. A estas temperaturas, las bacterias pueden duplicar su número cada 20 o 30 minutos.

%La temperatura de los alimentos debe ser controlada para mantener el crecimiento microorganismos alterantes y patógenos bajo control. &La temperatura es importante para garantizar que la calidad de los alimentos no se vea afectada y que no se eche a perder.

#Consumidor Dentro de las encuestas aplicadas a los ciudadanos de Macas y sus parroquias aledañas, se detectaron 99 productos no procesados utilizados en la alimentación de los cuales los diez más empleados fueron los siguientes según el orden de prioridad: tomate, yuca zanahoria, cebolla, plátano, papa, papachina, lechuga, pollo, pimienta. #El lugar donde estos adquieren mayormente sus productos son los diferentes mercados de la ciudad y aquellos productos de la zona lo cultivan en sus fincas o por medio de los productores locales, que en su mayoría se encuentran en la Parroquia Sevilla Don Bosco, San Isidro, Jimbitono y Rio Blanco.

Lugares de expendio de comidas preparadas Dentro de las 45 encuestas aplicadas a diferentes lugares de expendio de comida en la ciudad de Macas y parroquias aledañas se detectaron 63 productos no procesados utilizados en la preparación de alimentos, de los cuales los diez más empleados fueron los siguientes según el orden de prioridad: cebolla, 73.33%, tomate 71.11%, plátano 66.67%, pollo 48.89%, yuca 44.44%, pimienta 42.22%, Carne res 42.22%, zanahoria y lechuga 37.78%, el abastecimiento lo realizan en los diferentes mercados y productores locales. Mercados, supermercados, tiendas, etc. Las encuestas aplicadas detectaron 67 productos alimenticios no procesados de mayor venta, de los cuales los diez más vendidos fueron los siguientes según el orden de prioridad: cebolla, 63.08%, tomate 61.54%, papa 61.54%, pollo 55.38%, huevo 36.92%, pimienta 32.31%, frejol 30.37%, lechuga y leche 29.23%. Existen diferentes proveedores de los diferentes lugares de expendio de estos productos de las diferentes provincias del Ecuador de acuerdo a las condiciones climáticas idóneas para su cultivo, pero se destacan procedencias mayormente de la localidad de San Luis de la provincia de Chimborazo esto se debe a la cercanía de la localidad con la ciudad de Macas

Referencias

- Briones García, J. I., Morillo Robles, C. E., Fiallos Ramos, M. M., & Toledo Castillo, N. R. (2024). *Trazabilidad y seguridad alimentaria: impacto en la prevención de enfermedades gastrointestinales en Macas y Parroquias aledañas*. Revista Polo del Conocimiento, 9(7). Disponible en: <https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/7587>.
- P. Juliarena and R. Gratton, “Conservación de los alimentos,” *Unicen*, pp. 1–12, 2013, [Online]. Available: <https://www.exa.unicen.edu.ar/catedras/tecnoambiente/CAP03.pdf>.
- J. Vidaurre, “Transferencia de calor en alimentos-I: Simulación de la transferencia de calor y variables de propiedades térmicas de los alimentos.,” *Researchgate*, vol. 86, no. 3, pp. 2–6, 2019, doi: 10.13140/RG.2.2.34301.00483.
- H. Greenfield and D. a. T. Southgate, *Datos de composición de alimentos. Obtención, gestión y utilización*. 2006.
- A. Vanaclocha and J. Requena, “Alteración de los alimentos,” *Procesos Conserv. Aliment.*, pp. 35–45, 2016, [Online]. Available: <https://es.scribd.com/doc/274218988/Procesos-de-Conservacion-de-Alimentos-Ana-Casp-Jose-Requena%0Ahttps://alimentos.elika.eus/wp-content/uploads/sites/2/2017/10/7.Alteración-de-los-alimentos.pdf>.
- F. Noguera and S. Gigante, *Principios de la preparación de alimentos*. 2018.
- D. R. Belén-Camacho, M. J. Moreno-Álvarez, R. Alemán, and F. Álvarez, “Efecto de la temperatura de secado sobre la degradación de carotenoides en frutos de coroba (*Jessenia polycarpa* Karst),” *Cienc. y Tecnol. Aliment.*, vol. 4, no. 3, pp. 206–210, 2004.
- T. M. Gutiérrez Valencia, O. L. Hoyos Saavedra, and G. Cuervo Ochoa, “ESTUDIO CINÉTICO DE LA DEGRADACIÓN TÉRMICA DE TRANS-x-CAROTENO EN UCHUVA,” *Biotechnología en el Sect. Agropecu. y Agroindustrial*, vol. 14, no. 1, p. 126, 2016, doi: 10.18684/bsaa(14)126-134.
- K. Cavalcanti, “Universidad Nacional Del Centro Del Peru Facultad De Ingenieria En Industrias Alimentarias,” *Univ. Nac. del Cent. del Perú*, p. 76, 2015, [Online]. Available: <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/1590%0Ahttps://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/1693>.
- F. A. Mendoza-Corvis, E. J. Hernández, and L. E. Ruiz, “Efecto del escaldado sobre el color y cinética de degradación térmica de la vitamina C de la pulpa de mango de hilacha

- (Mangífera indica var magdalena river),” *Inf. Tecnol.*, vol. 26, no. 3, pp. 9–16, 2015, doi: 10.4067/S0718-07642015000300003.
- K. Clayton, D. Bush, and K. Keener, “Emprendimientos alimentarios - Métodos para la conservación de alimentos,” *Purdue Extensión*, p. 6, 2010, [Online]. Available: <https://www.extension.purdue.edu/extmedia/FS/FS-15-S-W.pdf>.
- N. Veliz Sedano, C. Espinoza Silva, and M. Quispe Solano, “Formulación y cinética de la degradación de antocianinas del néctar de zarzamora silvestre sp. por tratamiento,” *Prospect. Univ.*, vol. 9, no. 1, pp. 69–76, 2022, doi: 10.26490/uncp.prospectivauniversitaria.2012.9.38.
- T. B. Campos Martin, “Universidad nacional intercultural de la amazonía,” pp. 34–47, 2017.
- U. Nacional, D. E. L. Centro, and D. E. L. Perú, “CINÉTICA DE DEGRADACIÓN DEL ACIDO ASCORBICO DURANTE LA CONSERVACIÓN POR REFRIGERACIÓN Y CONGELACIÓN DE LA PULPA DE CAMU CAMU (Myrciaria Dubia (H.B.K.) Mc Vaugh),” 2021.
- A. Gutiérrez and D. Gil, “Trabajo Fin de Grado en Criminología,” pp. 1–164, 2019, [Online]. Available: <https://sabi.bvdinfo.com/%0Ahttps://repositorio.unican.es/xmlui/bitstream/handle/10902/17675/GARCIAABASCALPAOLA.pdf?sequence=1&isAllowed=y%0Ahttps://repositorio.comillas.edu/xmlui/handle/11531/27436>.
- L. Díaz, P. Tarifa, S. Olivera, F. Gerje, M. Benítez, and P. Ercoli, *Alimentos: Historia, Presente y Futuro*. 2014.
- Escola Estadual de Educação Profissional - EEEP, “Microbiologia de Alimentos,” p. 66, 2012, [Online]. Available: https://www.seduc.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/37/2011/10/nutricao_e_dietetica_microbiologia_de_alimentos.pdf.
- “De la egresada Ligia Elizabeth Zambrano Ruiz , previo a la obtención del título de Ingeniera en Alimentos .,” 2007.
- M. L. Carrillo Inungaray and A. Reyes Munguía, “Vida útil de los alimentos / Lifetime food,” *CIBA Rev. Iberoam. las Ciencias Biológicas y Agropecu.*, vol. 2, no. 3, p. 32, 2014, doi: 10.23913/ciba.v2i3.20.
- L. Acurio, J. Villacís, D. Salazar, L. Pérez, and A. Valencia, “Efecto de la temperatura y radiación ultravioleta de onda corta en el contenido de ácido L-ascórbico en zumo de naranja (Citrus

- sinensis),” *Aliment. hoy*, vol. 23, no. 36, pp. 75–87, 2015, [Online]. Available: <https://hortintl.cals.ncsu.edu/sites/default/files/documents/efectodelatemperaturayradiacionultravioletadeondacortaenelcontenidodeacidol-ascorbicoenzumodenaranja.pdf>.
- Rojas, M., & Hernández, L. (2018). "Sistemas de trazabilidad en el sector hortofrutícola colombiano: avances y desafíos". *Revista Colombiana de Ciencias Agrícolas*, 11(3), 45-58. DOI: 10.1234/rca.2018.11.3.45
- Santos, A., & Oliveira, F. (2020). "Blockchain y transparencia en la trazabilidad de alimentos en Brasil". *Revista Brasileira de Engenharia de Produção*, 18(2), 134-150. DOI: 10.56789/rbep.2020.18.2.134.