

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

**EVALUACION DE CONCENTRACIONES DE ALMIDON DE MAIZ EN LA TEXTURA Y
ACEPTABILIDAD SENSORIAL DE FAJITAS DE CERDO MARINADAS**

POR:

ASHLEY GABRIELA PADILLA MEZA

INFORME FINAL DE TESIS



CATACAMAS

OLANCHO

NOVIEMBRE, 2025

**EVALUACION DE CONCENTRACIONES DE ALMIDON DE MAIZ EN LA TEXTURA Y
ACEPTABILIDAD SENSORIAL DE FAJITAS DE CERDO MARINADAS**

PRESENTADO POR:

ASHLEY GABRIELA PADILLA MEZA

M.Sc. BENITO ESAU PEREIRA

ASESOR PRINCIPAL

INFORME FINAL DE TESIS

**PRESENTADO A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA COMO
REQUISITO PREVIO A LA OPTENCIÓN DEL TITULO DE
INGENIERO EN TECNOLOGIA ALIMENTARIA**

CATACAMAS

OLANCHO

NOVIEMBRE, 2025

DEDICATORIA

A Dios, fuente de toda sabiduría y fortaleza, por haberme sostenido en los momentos de dificultad y haber llenado mi vida de esperanza y propósito. Gracias por cada bendición, por abrirme caminos donde parecía no haber salida y por permitirme alcanzar esta meta que representa tanto para mí.

A mi abuela Silvia, que partió hace mucho tiempo, pero cuya presencia sigue viva en mi corazón. Aunque no pueda abrazarla ni escuchar su voz, siento su amor en cada logro y en cada paso que doy. Su memoria es una luz que me inspira a seguir adelante con fe, humildad y gratitud. Este trabajo es también un homenaje a ella, por todo lo que fue y sigue siendo en mi vida.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por ser mi guía y fortaleza en cada momento, por darme la sabiduría, la perseverancia y las oportunidades necesarias para alcanzar mis metas. Sin Su voluntad nada de esto habría sido posible.

A mi mamá, por su amor incondicional, por sus consejos, sacrificios y por creer siempre en mí. Gracias por ser mi ejemplo de esfuerzo, dedicación y bondad.

A mis abuelos, por su cariño, apoyo y oraciones, por enseñarme con su ejemplo el valor del trabajo y la humildad. Su presencia ha sido una fuente constante de motivación y alegría en mi vida.

A mi asesor principal, por su guía, paciencia y compromiso durante el desarrollo de esta investigación. A mis asesores secundarios, por su orientación y conocimientos los cuales han sido fundamentales para lograr cada objetivo propuesto.

Y a todo el personal del Laboratorio de Ciencias de la Carne, por su colaboración, disposición y apoyo técnico durante la ejecución de este trabajo. Gracias por compartir sus conocimientos y por crear un ambiente de aprendizaje y compañerismo.

A todos los que, de una u otra forma, contribuyeron en este proceso, mi más sincero agradecimiento.

CONTENIDO

	pág.
I. INTRODUCCIÓN.....	10
II. OBJETIVOS.....	11
Objetivo general	11
Objetivos específicos	11
III. REVISIÓN DE LITERATURA.....	12
3.1 Almidón de maíz.....	12
3.1.1 Generalidades del almidón de maíz.....	12
3.1.2 Función del almidón de maíz.....	13
3.1.3 Influencia del almidón de maíz en la microestructura de la carne	14
3.1.4 Uso del almidón de maíz en la industria cárnica	14
3.2 Desventajas del uso de almidón de maíz en la industria cárnica.....	15
3.3 Integridad del almidón de maíz durante la cocción y almacenamiento.....	16
3.4 Almidón de maíz como protector frente a la retrogradación y endurecimiento en la carne	16
3.5 Carne.....	17
3.5.1 Composición química de la carne.....	17
3.5.2 Carne de cerdo	18
3.5.3 Cortes de carne de cerdo.....	19
3.5.4 Fajitas	19
3.6 Efecto del almidón de maíz en la uniformidad del corte de la carne.....	20
3.7 Impacto del almidón de maíz en la densidad aparente del producto	20
3.8 Marinado.....	21
3.8.1 Sinergia del almidón de maíz con otros ingredientes del marinado	21
3.8.2 Marinado al vacío	22
3.8.3 Mecánica del marinado.....	23
3.8.4 Efecto de las presiones negativas en el marinado.....	23
3.9 Análisis	24
3.10 Análisis de perfil de textura.....	24
3.10.1 Dureza.....	25

3.10.2	Valores de referencia para el análisis de textura de la carne	25
	Cuadro 1. Valores típicos de fuerza (kgf)	25
3.10.3	Prueba de mordaza Volodkevich	26
3.11	Análisis sensorial.....	26
3.11.1	Prueba sensorial	27
3.11.2	Color	27
3.11.3	Sabor.....	28
3.11.4	Textura	28
3.11.5	Muestra	29
3.11.6	Panel	29
3.12	Diseño completamente aleatorizado	30
3.13	Rendimiento	30
3.13.1	Evaluación de rendimiento	31
3.14	Beneficio.....	31
3.14.1	Costo.....	32
3.14.2	Relación beneficio costo.....	32
3.14.3	Interpretación de valores de relación beneficio costo	33
	Cuadro 2. Valores de relación beneficio costo	33
3.15	Efectos del almidón de maíz en la salud del consumidor.....	33
IV.	MATERIALES Y MÉTODO.....	34
4.1	Materiales y equipo	34
4.2	Manejo experimental	35
4.3	Flujograma para la elaboración del producto	35
4.4	Descripción de los tratamientos.....	37
4.5	Diseño experimental	37
4.5.1	Variables	38
4.6	Análisis de textura	38
4.7	Análisis Sensorial	38
4.7.1	Variables evaluadas.....	39
4.8	Rendimiento del producto final	39
4.9	Relación beneficio-costo	40

V.	RESULTADOS Y DISCUSIONES	42
5.1	Análisis Sensorial	42
5.1.1	Análisis de varianza para el atributo de sabor	42
5.1.2	Análisis de varianza para el atributo de Aroma	43
5.1.3	Análisis de varianza para el atributo de color.....	44
5.1.4	Aceptabilidad general de los tratamientos	45
5.2	Análisis de Textura	46
5.3	Rendimiento del producto final	47
5.4	Relación Beneficio Costo	49
VI.	CONCLUSIONES.....	50
VII.	RECOMENDACIONES	51
VIII.	BIBLIOGRAFÍA.....	52
	ANEXOS.....	57

CONTEIDO DE TABLAS

Tabla 1. Formulaciones propuestas	37
Tabla 2. Regulaciones generales sobre almidón de maíz en productos cárnicos marinados	37
Tabla 3. Rendimiento de la producción	40
Tabla 4. Relación beneficio-costos	41
Tabla 5. Aceptabilidad para el atributo de sabor	42
Tabla 6. Aceptabilidad para el atributo de aroma	43
Tabla 7. Aceptabilidad para el atributo de color	44
Tabla 8. Aceptabilidad general de los tratamientos	45
Tabla 9. Resultados de dureza (fuerza de corte, kgf).....	46
Tabla 10. Rendimiento de las fajitas de cerdo marinadas con diferentes concentraciones de almidón de maíz	48
Tabla 11. Resultados de la Relación beneficio costo.....	49

CONTENIDO DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Resultado de medias para el atributo de sabor.	43
Ilustración 2. Resultado de medias para el atributo de aroma.	44
Ilustración 3. Resultado de medias para el atributo de color.	45
Ilustración 4. Resultados de la aceptabilidad general de los tratamientos.	46
Ilustración 5. Resultado del análisis de textura (dureza).	47
Ilustración 6. Rendimiento de las fajitas de cerdo marinadas.	48
Ilustración 7. Resultados de la Relación beneficio costo.	49

RESUMEN

Ashley Gabriela Padilla Meza¹; Benito Esaú Pereira Sabillón¹; Arlin Daneri Lobo Medina²; Keysi Patricia Diaz Aguilera².

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto de la adición de almidón de maíz en fajitas de cerdo marinadas, analizando sus implicaciones sensoriales, de textura, rendimiento y beneficio costo. Para ello, se elaboraron diferentes formulaciones con niveles de inclusión de 1%, 2% y 3% de almidón, además de un control sin aditivo, que fueron sometidas a análisis sensoriales y texturales.

Los resultados sensoriales mostraron que no existieron diferencias significativas en los atributos de sabor, aroma y color entre los tratamientos, manteniéndose una aceptabilidad superior al 70% en todos los casos, lo cual confirma la estabilidad organoléptica del producto. En relación con la textura, los valores de dureza se mantuvieron en el rango correspondiente a carnes tiernas, indicando que la adición de almidón no afectó la dureza de las fajitas.

En lo referente al rendimiento, todos los tratamientos superaron el 130%, demostrando que el almidón de maíz contribuyó a mejorar la capacidad de retención de la solución de marinado, siendo la formulación con 1% la que alcanzó el mayor valor (134.67%). Finalmente, el análisis de relación beneficio costo reveló que todas las formulaciones resultaron rentables ($B/C > 1$), destacando nuevamente el tratamiento con 1% como la mejor alternativa, al combinar un buen desempeño en rendimiento con la mayor relación beneficio/costo.

En conclusión, la incorporación de almidón de maíz en la formulación de fajitas de cerdo marinadas constituye una estrategia viable, ya que permite mantener la calidad sensorial y textural del producto, mejorar su rendimiento y asegura la rentabilidad del proceso, recomendándose particularmente la concentración del 1% como la más adecuada para su aplicación en la industria cárnica.

Palabras clave: Estadísticas, dureza, análisis, rendimiento, beneficio-costo.

INTRODUCCIÓN

La carne es un aspecto importante en la alimentación, no solo por su valor nutricional, sino también por la experiencia sensorial que ofrece al consumidor. En particular, las fajitas de cerdo se han convertido en un producto ampliamente aceptado por su practicidad, sabor y versatilidad en la cocina. Sin embargo, su calidad final depende en gran medida del proceso de marinado y de los ingredientes que se incorporen durante su preparación.

En los últimos años, el almidón de maíz ha llamado la atención como un ingrediente funcional capaz de mejorar la textura y el rendimiento de los productos cárnicos. Este aditivo, común en la industria alimentaria, puede influir directamente en la jugosidad, firmeza y apariencia del producto, aspectos que determinan la percepción del consumidor. A pesar de su uso frecuente, aún es necesario estudiar su comportamiento en formulaciones específicas como las fajitas de cerdo marinadas, donde la estructura del corte y el método de cocción pueden generar resultados distintos.

Por ello, este estudio se enfocó en evaluar cómo distintas concentraciones de almidón de maíz pueden influir en la textura, aceptabilidad sensorial y rendimiento de las fajitas de cerdo. El interés radicó en comprender si este ingrediente realmente aportó beneficios sin alterar negativamente las características que los consumidores valoran. Además, la investigación constituyó un aporte útil para el Laboratorio de Ciencias de la Carne, al brindar información que podría emplearse en el desarrollo de nuevos productos y en la mejora de formulaciones ya existentes.

El trabajo se desarrolló mediante un enfoque experimental que permitió analizar diferentes niveles de inclusión de almidón, valorando sus efectos y reconociendo tanto los alcances como las limitaciones del proceso. Con ello, se buscó ofrecer una perspectiva clara sobre la aplicabilidad del almidón de maíz en productos cárnicos marinados y su potencial para mejorar la calidad final del producto.

II. OBJETIVOS

Objetivo general

Evaluar el impacto del uso de almidón de maíz en la textura y aceptabilidad sensorial de las fajitas de cerdo marinadas.

Objetivos específicos

- Evaluar la aceptabilidad sensorial de las fajitas de cerdo marinadas con distintas concentraciones de almidón de maíz, utilizando un panel de consumidores.
- Determinar el efecto de la textura de las fajitas de cerdo marinadas tras la adición de diferentes concentraciones de almidón de maíz.
- Determinar el impacto del almidón de maíz en el costo de producción, rendimiento y la relación beneficio costo de fajitas de cerdo marinadas.

III. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1 Almidón de maíz

El almidón es el principal constituyente del maíz (*Zea mays* L.) y las propiedades fisicoquímicas y funcionales de este polisacárido están estrechamente relacionadas con su estructura. El almidón de maíz está formado por dos polímeros de glucosa: amilosa y amilopectina, estas moléculas se organizan en anillos concéntricos para originar la estructura granular (Agama-Acevedo et al. 2013). El almidón tiene una amplia gama de aplicaciones en la industria alimentaria como agente gelificante, espesante y estabilizador, entre otros (Ma et al. 2025).

El almidón de maíz, también conocido como maicena, es uno de los ingredientes más usados en la alimentación y en la propia industria de la elaboración de alimentos. De acuerdo con su origen botánico, éste presenta diferentes propiedades funcionales que pueden ser modificadas por tratamientos químicos, físicos o enzimáticos. Las propiedades y usos del almidón de maíz son muchas, aunque la más destacable es que es un gran agente mejorante de la textura del alimento, algo que mejora mucho la estética del producto y la experiencia del consumidor final. Y, además, es facilitador de la función untante del alimento final, indispensable para algunos productos. (Campuzano, 2024)

3.1.1 Generalidades del almidón de maíz

El uso práctico de los productos de almidón, y del almidón en sí, se desarrolló cuando los egipcios, en el período predinástico, cementaron tiras de papiro junto con el adhesivo de almidón. En su forma nativa es un producto versátil y la materia prima para la producción de muchas modificaciones, edulcorantes y etanol. El almidón es considerado uno de los

biopolímeros más usados en la industria alimentaria debido a las múltiples aplicaciones que tiene, al ser el principal componente nutricional del maíz representa aproximadamente el 60-70% del peso de su grano. (Jiang et al. 2025)

Es una micropartícula compuesta en menor medida de agua, lípidos, fosfolípidos, fibra soluble e insoluble y algunos minerales. El valor nutricional puede variar, pero aproximadamente 100 g de almidón de maíz contienen 91,3 g de carbohidratos, 0,9 g de fibra, 7,5 g de agua, 0.26 g de proteínas, 0,05 g de grasa, 0.9 g de fibra, además de minerales como magnesio, calcio, fósforo, hierro, zinc, selenio, potasio, sodio, yoduro, que en conjunto aportan 374 calorías. Sin embargo, el almidón de maíz es libre de gluten, lo que lo vuelve un producto atractivo para diversos alimentos. (Campuzano, 2024)

3.1.2 Función del almidón de maíz

En los últimos años, los alimentos a base de almidón se han vuelto cada vez más populares en todo el mundo, incluido el pudín de cola, productos marinados, y otros alimentos a base de almidón. El almidón en alimentos a base de almidón sufre retrogradación, en la que las moléculas de almidón se reorganizan. Después de la retrogradación, los alimentos se vuelven más firmes y la velocidad de digestión es limitada. (Xie et al. 2023)

El almidón se utiliza normalmente por sus diversas funcionalidades en texturización, espesamiento, formación de películas, estabilización, gelificación, retención de agua, encapsulación, recubrimiento y encolado, y extensión de la vida útil, entre otras. (Boldrini, 2025)

3.1.3 Influencia del almidón de maíz en la microestructura de la carne

La incorporación del almidón de maíz en la carne contribuye a modificar la microestructura del musculo de manera física, lo que repercute directamente en la textura y la jugosidad del producto final. Los gránulos de almidón se distribuyen entre las fibras musculares, ocupando los huecos naturales de la carne, esto reduce el espacio donde normalmente se perdería agua durante la cocción, lo que disminuye el goteo y mejora el rendimiento. (Li et al. 2025)

El almidón ayuda a mantener las fibras más unidas, generando una textura más firme y uniforme, pero sin sacrificar la jugosidad que caracteriza a la carne. (Li et al. 2025)

3.1.4 Uso del almidón de maíz en la industria cárnica

El constante aumento de la población y la exigencia de los consumidores por productos más diversos y de mayor calidad, demandan la existencia de una gran variedad de productos alimenticios, dando paso a la generación de valor agregado, innovación en elaboración de productos, provocando una demanda más específica en calidad y cantidad para estas industrias transformadoras de alimentos. (Aguilar Aguilar, 2022)

El principal interés comercial del almidón se fundamenta por ser el carbohidrato más utilizado en la industria cárnica debido a su disponibilidad y beneficios económicos. Una de las principales aplicaciones es como agente de textura en el aspecto sensorial, por otro lado, cumplen la función de ser agentes gelificantes, emulsionantes, vizcosantes y estabilizantes que permiten mejorar el rendimiento de los productos cárnicos. (Aguilar Aguilar, 2022)

En función de estos beneficios, se ha documentado que el almidón de maíz puede incorporarse en productos cárnicos procesados en concentraciones que van del 1% al 3%, logrando una mejora significativa en la textura, jugosidad y rendimiento durante la cocción. Estas

proporciones son lo suficientemente efectivas como para observar resultados favorables sin comprometer la aceptabilidad sensorial del producto. Por ello, niveles de 1%, 2% y 3%, permiten evaluar de forma progresiva su influencia sobre las propiedades funcionales de las carnes marinadas.(Zhao et al. 2023)

3.2 Desventajas del uso de almidón de maíz en la industria cárnica

El almidón de maíz se utiliza ampliamente en la industria cárnica por su capacidad para retener agua, mejorar el rendimiento y estabilizar la textura, su uso también conlleva ciertas desventajas que deben ser consideradas. En primer lugar, cuando se emplea en concentraciones elevadas, puede alterar la textura natural de la carne, generando productos con una consistencia gomosa o poco agradable al paladar. Esta modificación puede percibirse como artificial por parte del consumidor, afectando negativamente la aceptabilidad sensorial. (Banerjee et al. 2012)

Además, el almidón de maíz, aunque es un ingrediente de sabor neutro, puede diluir los sabores propios de la carne o interferir con el perfil sensorial de los condimentos utilizados en la formulación. Esto puede ser especialmente problemático en productos marinados o altamente sazonados, donde la percepción del sabor es un atributo crítico de calidad. Desde el punto de vista tecnológico, el almidón puede competir con las proteínas cárnicas por el agua disponible, lo que puede afectar la capacidad de estas para formar estructuras cohesivas o emulsiones estables. Asimismo, algunos tipos de almidón de maíz no modificados presentan una limitada estabilidad térmica, lo que puede ocasionar la ruptura de su estructura durante procesos de cocción a altas temperaturas y, en consecuencia, una menor retención de agua.(Banerjee et al. 2012)

3.3 Integridad del almidón de maíz durante la cocción y almacenamiento

Durante la cocción el almidón de maíz se hidrata y gelatiniza a temperaturas entre 62°C a 72°C, formando una red que retiene agua y mejora la textura de la carne, haciéndola más agradable al momento de consumirla. La red de almidón ayuda a minimizar la pérdida de agua durante la cocción, lo que resulta en una carne más jugosa y con mejor rendimiento. (Revista Internacional de Ciencia y Tecnología de los Alimentos, | 2013)

Durante el almacenamiento hay una inhibición de la oxidación, es decir, que el almidón de maíz puede inhibir la oxidación de las grasas y proteínas en la carne, lo que mejora la estabilidad del producto durante el almacenamiento. También, la presencia de almidón de maíz contribuye a una microestructura más homogénea y compacta, lo que mejora la textura y la retención de agua durante el almacenamiento. (Revista Internacional de Ciencia y Tecnología de los Alimentos, | 2013)

3.4 Almidón de maíz como protector frente a la retrogradación y endurecimiento en la carne

La retrogradación del almidón es un proceso en el cual las moléculas de almidón, después de ser gelatinizadas durante la cocción, se reorganizan y forman estructuras cristalinas más ordenadas al enfriarse. Este fenómeno puede llevar al endurecimiento de la carne y a la pérdida de jugosidad, afectando negativamente la textura y la calidad sensorial del producto. (Park y Park, 2025)

El almidón ha demostrado ser eficaz en la inhibición de la retrogradación y el endurecimiento de la carne durante el enfriamiento, esto se debe a su capacidad 'para formar una red tridimensional que atrapa agua y limita la reorganización de las moléculas de almidón. Además,

el almidón de maíz puede interactuar con las proteínas de la carne, estabilizando su estructura y mejorando la retención de agua. (Park y Park, 2025)

3.5 Carne

La industria de la carne se ha desarrollado mucho en las últimas décadas, y las cualidades de la carne y los productos cárnicos han llamado enormemente la atención (Xu et al. 2025). La carne es una fuente de nutrientes vital para los seres humanos, ya que proporciona proteínas, grasas, minerales y vitaminas de alta calidad. El Codex Alimentarius define la carne como “todas las partes de un animal que han sido dictaminadas como inocuas y aptas para el consumo humano o se destinan para este fin. (Fan et al. 2025).

En las últimas décadas, la combinación del crecimiento de la población mundial y el aumento de los ingresos en los países emergentes y en desarrollo ha contribuido significativamente al aumento del consumo de carne en todo el mundo. La carne representa un estilo de vida en muchos países y casi ningún otro alimento tiene un significado simbólico tan fuerte; por tanto, los factores que impulsan el consumo de carne son más psicológicos que nutricionales, mucho más subjetivos que objetivos y más culturales que racionales. (Soteras et al. 2025)

3.5.1 Composición química de la carne

La carne contribuye de manera importante a satisfacer las necesidades nutritivas del hombre, la composición química de la carne varía según el tipo de animal, el corte, la edad y otros factores. Sus componentes mayoritarios, variables según la especie de origen, son:

- Agua (65-80%)
- Proteína (16-22%)
- Grasa (1 a 15%)
- Carbohidratos (1%)

(Lotfy et al. 2023)

En la composición de la carne también se encuentran pequeñas cantidades de sustancias nitrogenadas no proteicas (aminoácidos libres, péptidos, nucleótidos, etc.), minerales de elevada biodisponibilidad, (hierro y zinc) y vitaminas (B6, B12, retinol y tiamina). (Lotfy et al. 2023)

3.5.2 Carne de cerdo

La carne de cerdo es la más producida en el mundo con 110.4 millones de toneladas, seguida de la de ave con 86.3 millones y la de bovino con 59.2. La tasa media de crecimiento anual (TMCA) mundial en el consumo de carne de cerdo en los últimos 20 años fue de 2.5%. La carne de cerdo es uno de los principales productos cárnicos que se utiliza ampliamente en el procesamiento de alimentos. En China, la carne de cerdo se prepara con varios métodos de cocción, como al vapor, hervida, frita y estofada. En otros países, la carne de cerdo se utiliza habitualmente para elaborar productos como jamón, tocino y cerdo asado. (Bi et al. 2025)

La carne de cerdo y sus productos derivados son tipos de carne de fácil acceso y relativamente baratos que actualmente se utilizan en el mercado como sustitutos de la carne de vacuno, de cabra y otros tipos de carnes (Zhang et al. 2025). La carne de cerdo es una fuente fundamental de diversos nutrientes necesarios en la dieta omnívora de los seres humanos y es particularmente rica en proteínas biológicamente valiosas y péptidos funcionales derivados de las proteínas musculares. (Lee y Choi, 2025)

3.5.3 Cortes de carne de cerdo

Los cortes de cerdo son las diferentes secciones o partes del cuerpo del cerdo que se dividen después del sacrificio para su venta y consumo. Cada corte tiene características particulares en cuanto a textura, contenido de grasa y usos culinarios. El corte de carne de cerdo tiene un mayor impacto en el sabor, lo que probablemente se deba al diferente contenido de grasa en varios de sus cortes. (Bi et al. 2025)

3.5.4 Fajitas

Las fajitas de cerdo son tiras delgadas de carne que se marinan y luego se cocinan. Tradicionalmente, este término proviene de la gastronomía tex-mex, donde se preparaban con carne de res, pero también se ha adaptado para incluir otros tipos de carne, como el cerdo. (Villatoro y Zúñiga, 2023)

El corte de las fajitas de cerdo generalmente se obtiene del lomo o la pierna del cerdo, ya que son partes magras y tiernas que se prestan bien para ser cortadas en tiras delgadas y cocinadas rápidamente. Este corte es ideal porque tiene una textura suave y es relativamente bajo en grasa, lo que lo hace adecuado para marinadas y cocciones a alta temperatura. (Villatoro y Zúñiga, 2023)

3.6 Efecto del almidón de maíz en la uniformidad del corte de la carne

La adición de almidón de maíz puede contribuir a mejorar la uniformidad del corte en la carne, como, por ejemplo, tiras, cubos y fajitas de cerdo. Estudios previos han demostrado que el almidón favorece una microestructura más homogénea, con red de gel bien definida y menos vacuolas entre fibras musculares. Además, el almidón ayuda a la reducción de diámetro durante la cocción, lo que indica que el producto mantiene mejor su forma. Estos efectos sugieren que la carne marinada con almidón de maíz permite cortes más limpios, con bordes más rectos y menos deformación, lo que mejora la presentación y la calidad del producto final. (Zhang et al. 2024)

3.7 Impacto del almidón de maíz en la densidad aparente del producto

El impacto del almidón de maíz en la densidad aparente es un aspecto crucial que influye en la eficiencia del procesamiento y almacenamiento del producto. La densidad aparente se refiere a la masa del producto por unidad de volumen, y su modificación puede tener implicaciones significativas en la calidad del alimento. (Corn starch, 2016)

La adición de almidón de maíz a la carne puede alterar su densidad aparente. Según un estudio sobre almidones, se observó que la densidad aparente de los almidones cambió en función del grado de sustitución, lo que nos sugiere que la incorporación de almidón puede influir en la densidad del producto final. Además, otros estudios muestran que la incorporación de almidón en la carne provoca un aumento del volumen retenido por agua y una disminución de la densidad aparente en comparación con muestras sin almidón, evidenciando su efecto funcional en la estructura del producto. (Corn starch, 2016)

3.8 Marinado

El origen de esta técnica se remonta a la antigüedad, cuando las civilizaciones necesitaban conservar los alimentos y prevenir su deterioro, para lo cual se sumergían en líquidos evitando el contacto con el aire y la proliferación de bacterias. Marinar es el proceso de sumergir o adobar alimentos como carne, pescado o verduras en una mezcla de líquidos y condimentos durante un periodo de tiempo concreto para ablandar los ingredientes y transmitir el sabor del marinado, además de permitir conservar los alimentos durante más tiempo, razón por la cual ha sido un método de conservación de alimentos utilizado históricamente. (Viveur, s. f.)

El proceso puede variar en duración y técnica, desde un marinado rápido de unos minutos hasta uno prolongado que puede durar horas o incluso días. Lo habitual es mezclar todos los ingredientes (normalmente en una proporción de tres partes de aceite por una de ácido, condimentando y añadiendo sal) y cubrir o embadurnar los alimentos completamente con la mezcla, que pueden ser crudos o cocinados. Durante el tiempo de marinado se dan una serie de procesos químicos que transforman los alimentos. Por ejemplo, los ácidos presentes en la mezcla actúan sobre las proteínas, facilitando su descomposición, dando una textura más suave. Asimismo, este mismo proceso permite que los sabores de las especias y otros ingredientes se infundan en los alimentos, dando como resultado sabores más ricos y complejos. (Viveur, s. f.)

3.8.1 Sinergia del almidón de maíz con otros ingredientes del marinado

La combinación de almidón de maíz con otros ingredientes en el marinado genera efectos sinérgicos que mejoran la textura, jugosidad y estabilidad del producto final. El almidón forma una red que se entrelaza con las proteínas de la carne, mejorando la retención de agua y la cohesión de la matriz proteica. (Zhang et al. 2024)

La presencia de ácidos orgánicos en el marinado puede modificar el pH de la carne, lo que afecta la solubilidad de las proteínas y su capacidad para retener agua. El almidón puede interactuar con estos ácidos, modulando su efecto sobre la estructura proteica y mejorando la calidad sensorial del producto. (Zhang et al. 2024)

Las sales como el cloruro de sodio son comúnmente utilizadas en marinados para mejorar la retención de agua y la textura de la carne. El almidón de maíz puede interactuar con estas sales, afectando la conductividad eléctrica de la solución de marinado y, en consecuencia, la capacidad de retención de agua de la carne. Estudios han demostrado que la combinación del almidón de maíz con sales puede mejorar la capacidad de retención de agua y reducir la pérdida de cocción en la carne de cerdo, aves y bovina. (De Vivo et al. 2025)

3.8.2 Marinado al vacío

El marinado al vacío es una técnica de tratamiento previo de carnes que consiste en la aplicación de una solución líquida de marinado (generalmente compuesta por agua, sal, ácidos, azúcares, especias y agentes funcionales) bajo condiciones de presión reducida. Al generar vacío en el envase, se facilita la penetración de los compuestos solubles en la matriz muscular debido a la expansión de los espacios intercelulares y la eliminación del aire, lo que mejora la absorción, acorta el tiempo de marinado y promueve una distribución homogénea del líquido. Esta técnica también reduce la oxidación, mejora la textura y jugosidad del producto, y puede contribuir a prolongar su vida útil. (Pozo Pozo y Benites Vera, 2018)

3.8.3 Mecánica del marinado

Es un proceso de transferencia de masa en el que soluciones líquidas que contienen sales, ácidos orgánicos, azúcares, especias y/o agentes funcionales penetran en la matriz muscular de los productos cárnicos. Esta transferencia ocurre principalmente por difusión, impulsada por gradientes de concentración, y puede ser influenciada por factores como el pH, la temperatura, el tiempo de exposición, la estructura del tejido muscular y la composición de la marinada. En condiciones controladas, los componentes de la marinada interactúan con las proteínas miofibrilares y sarcoplásmicas, afectando la capacidad de retención de agua, la solubilidad proteica y la textura del producto final. Cuando se aplica vacío, la expansión de los espacios intercelulares y la eliminación del aire intramuscular favorecen una penetración más rápida y uniforme de los ingredientes.(Cancho Romani y Ventura Chaico, 2024)

3.8.4 Efecto de las presiones negativas en el marinado

La aplicación de presiones negativas durante el marinado genera una diferencia de presión entre el interior de la matriz muscular y el medio externo, lo que favorece la entrada rápida de la solución de marinado a través de los espacios intercelulares y capilares del tejido. Este proceso mejora la absorción de agua, sales y compuestos funcionales, promoviendo una distribución más uniforme de los ingredientes dentro del músculo. Además, la eliminación del aire residual reduce la oxidación lipídica y proteica, contribuyendo a una mejor retención de color, sabor y textura. Las presiones negativas también inducen una ligera expansión del tejido muscular, lo que facilita la apertura de microcanales y acelera el intercambio de masa, disminuyendo así el tiempo requerido para lograr un marinado efectivo.(Cerrón Mercado, 2024)

Las presiones negativas empleadas en este proceso suelen ser de entre -0.5 y -1.5 bar, dependiendo del tipo de carne y el equipo utilizado, y son aplicadas mediante sistemas de vacío industrial. (Guo et al. 2024)

3.9 Análisis

La concepción general del término análisis dado por el Diccionario de la Real Academia Española indica que es la “distinción y separación de las partes de algo para conocer su composición”, es decir que consiste en desglosar o desmontar un todo en sus partes esenciales, con el propósito de facilitar su comprensión. Este desglose puede hacerse partiendo de distintos criterios o variables, los cuales orientan al analista a fijar su atención en aspectos distintos de un sujeto, objeto o situación. (Peña Vera, 2022)

Cuando se habla de análisis de información, resultan indisociables los procesos de lectura, identificación de palabras clave, comprensión, dominio o familiaridad con el tema tratado, conocimiento del significado de las palabras, caracterización de la estructura del texto, entre otros. Todos ellos se articulan para producir en el analista la capacidad de desglose o separación de las partes, que coadyuva a la comprensión profunda. (Peña Vera, 2022)

3.10 Análisis de perfil de textura

En múltiples industrias, el análisis del perfil de textura busca cuantificar varias propiedades físicas como dureza, adhesividad, fracturabilidad, cohesión, elasticidad, gomosidad, masticabilidad y resiliencia introduciendo una sonda en una muestra a una velocidad específica y repitiendo la compresión. (Texture Profile Analysis, s. f.)

3.10.1 Dureza

La dureza en los alimentos es una propiedad que describe la resistencia que ofrece un alimento al ser mordido, cortado o comprimido. Se refiere a cuanta fuerza se necesita aplicar para romper o deformar el alimento durante el consumo. En productos cárnicos, como las fajitas de cerdo, una dureza excesiva puede ser indicativa de una mala cocción, un corte inapropiado de la carne o un tratamiento insuficiente de ablandado (marinado, por ejemplo). (Meade Almazán et al. 2020)

3.10.2 Valores de referencia para el análisis de textura de la carne

Cuadro 1. Valores típicos de fuerza (kgf)

1-10 kgf	Valores considerados normales o carne más tierna.
2-4 kgf	Cortes blandos.
8-10 kgf	Carnes duras.
Superiores a 12 kgf	Carne de mala calidad.

(American Meat Science Association, s. f.)

3.10.3 Prueba de mordaza Volodkevich

El texturómetro es capaz de medir virtualmente cualquier característica física del producto como dureza, fracturabilidad, adhesividad, resistencia del gel, extensibilidad de alimentos y otros productos de consumo. Se emplea comúnmente para medir y cuantificar pruebas fundamentales, empíricas tanto en compresión como en tensión, cubriendo aquellas relacionadas con el análisis de textura, propiedades de los materiales, así como los efectos de la reología de sólidos, semisólidos, líquidos viscosos, polvo y materiales granulados. Junto con el software, este versátil instrumento está extraordinariamente bien diseñado para una confiabilidad y precisión a largo plazo. (Rincón y Novoa, 2013)

La prueba de quijada Volodkevich es un método utilizado para determinar la calidad del alimento. Consiste en evaluar la dureza y la textura de la carne, especialmente cerdos y vacas. La carne se cocina y se evalúa su dureza. Un resultado duro indica una carne de menor calidad, mientras que una más blanda indica una mejor calidad. (Rincón y Novoa, 2013)

3.11 Análisis sensorial

La satisfacción de los consumidores depende de que los productos les resulten gratos en función de sus características. El análisis sensorial es la ciencia relacionada con la evaluación de los atributos organolépticos de un producto mediante los sentidos según la norma UNE-EN-ISO 5492-2010. Esta evaluación sensorial es una técnica de medición y análisis tan importante como los métodos químicos, físicos, etc. y tiene la ventaja de que la persona que lleva a cabo la evaluación presenta los instrumentos de análisis (los sentidos). (López Ayúcar, 2020)

En cuanto a la industria alimentaria, en el desarrollo de productos es importante estudiar sus características sensoriales relacionadas con la calidad, ya que contribuyen a la aceptación o rechazo de los mismos en el mercado, debido a que los consumidores no solo tienen en cuenta

las propiedades nutricionales de los productos sino también el aspecto y la preferencia sobre otros. (López Ayúcar, 2020)

3.11.1 Prueba sensorial

El propósito de la evaluación sensorial es medir las propiedades sensoriales y determinar la importancia de estas, con el fin de predecir la aceptabilidad del consumidor, se observa el color, la uniformidad y la apariencia general del alimento, se huele cada muestra y se notan los aromas, luego se toma un bocado de cada muestra, se evalúa la textura, considerando la jugosidad, ternura y masticabilidad y se prueba cada muestra y se evalúa el sabor general, los condimentos utilizados y cualquier otro aspecto que sea relevante.(Pérez, 2025)

3.11.2 Color

El color de la carne es uno de los principales indicadores de su frescura y calidad, influenciado por la presencia de pigmentos, principalmente la mioglobina, una proteína que almacena oxígeno en el músculo. Si tenemos en cuenta las tendencias mundiales de los consumidores de carnes podemos afirmar que el color es la principal característica sensorial que condiciona la compra de la carne. Es de vital importancia que en este momento la carne tenga el color rojo atractivo que la caracteriza. De no ser así, el consumidor rechaza la carne sin considerar otras características del producto que puedan resultar atractivas. (Media, 2021)

3.11.3 Sabor

El sabor es una de las características organolépticas más apreciadas de la carne, junto con el color, el olor y la ternura. Una característica que viene determinada por las sensaciones que experimentamos en nuestras papilas gustativas y que está muy relacionada con el olor, por lo que las variaciones en uno u otro suelen estar estrechamente ligadas. Por ejemplo, la carne cruda apenas huele, mientras que la carne cocinada hace que el sabor y el olor se intensifiquen considerablemente. El sabor de la carne depende de distintos factores, algunos de ellos relacionados con su composición nutricional y con su procedencia, pero otros tienen que ver con el tipo de cocción y con el tiempo y las condiciones de conservación. (Calcagno, 2022)

3.11.4 Textura

El concepto de textura engloba una gran variedad de características de orden físico de un producto dado. En la carne, cualidades tan importantes como la dureza, resistencia al corte, ternura, jugosidad, fibrosidad, etc. estarían englobadas dentro de ese amplio concepto que hemos llamado textura y que puede ser valorado tanto instrumental como sensorialmente. La textura de la carne, su principal cualidad organoléptica, varía en relación con una gran cantidad de factores tanto intrínsecos, es decir dependientes del propio animal, como pueden ser la raza, la edad o el sexo, como extrínsecos, por ejemplo, el manejo o la dieta. (Dunne et al. 2025)

3.11.5 Muestra

Una muestra es una porción de un alimento o producto que se utiliza para ser evaluada mediante los sentidos (vista, olfato, gusto, tacto y oído) por panelistas o consumidores. Estas muestras se presentan de forma controlada para evitar sesgos y asegurar que las diferencias percibidas entre ellas se deban únicamente a las características sensoriales. (Manfugás, 2020)

Para garantizar la confiabilidad de los resultados, las muestras deben manipularse bajo condiciones estandarizadas: se sirve la misma cantidad a cada panelista, a una temperatura apropiada y constante según el tipo de alimento, y en recipientes idénticos. Cada muestra se codifica con números aleatorios de tres dígitos para ocultar su identidad y evitar que los panelistas se vean influenciados por el orden o cualquier característica visual externa. El orden de presentación puede ser balanceado o aleatorizado, y entre cada muestra se ofrece agua o galletas sin sal para limpiar el paladar y evitar el efecto de arrastre. Además, se define el tiempo de exposición para cada muestra y se evita cualquier conversación entre panelistas durante la evaluación para no influenciar sus percepciones. (Mu et al. 2025)

3.11.6 Panel

Un panel es un grupo de personas seleccionadas y entrenadas o no entrenadas que evalúan las características sensoriales de un producto, como el sabor, el aroma, la textura, el color y otros atributos percibidos a través de los sentidos. El tamaño y la composición del panel varían según el tipo de prueba y el producto que se está evaluando. (Manfugás, 2020)

En los análisis sensoriales descriptivos, se emplean paneles entrenados que han recibido capacitación para identificar, describir y cuantificar los atributos específicos del producto, usando escalas previamente definidas. En cambio, los paneles no entrenados o consumidores se

utilizan para pruebas de aceptación o preferencia, donde se recopilan opiniones generales sobre la agradabilidad o intención de compra.(Arbeláez-Mejía et al. 2025)

Los panelistas deben trabajar en ambientes controlados, como cabinas individuales con iluminación uniforme (a veces con luz roja para evitar sesgos visuales), temperatura adecuada y sin olores externos. La selección de los panelistas también requiere un control previo: deben estar en buen estado de salud, sin alergias ni enfermedades que afecten sus sentidos, y con disponibilidad para cumplir las normas del protocolo sensorial, como evitar perfumes, fumar o ingerir alimentos muy condimentados antes de las sesiones.(Arbeláez-Mejía et al. 2025)

3.12 Diseño completamente aleatorizado

DCA es un tipo de diseño experimental donde los tratamientos se asignan de manera aleatoria a las unidades experimentales. Este diseño es adecuado cuando las unidades experimentales son homogéneas y no existe una estructura adicional que influya en la variabilidad de los resultados, más allá de los tratamientos. (Reyes Severino, 2025)

3.13 Rendimiento

El rendimiento se refiere a la ganancia o utilidad que se obtiene de una inversión, expresada típicamente como un porcentaje del capital invertido. En otras palabras, el rendimiento es el beneficio que se logra en comparación con los recursos que se han utilizado para esa inversión.(López, 2018)

3.13.1 Evaluación de rendimiento

Obtener los valores de rendimiento en el procesamiento de carne es muy útil, porque se adquiere información que puede ser utilizada para seleccionar proveedores, tomar decisiones en la producción, determinar los costos de producción, entre otros. Con las pruebas de rendimiento, es posible saber el beneficio o el provecho que brinda cierto producto. Las pruebas de rendimiento que se hacen en la industria cárnica, Â contemplan una evaluación puntual del proceso de corte y empackado de carne, midiendo ciertas variables que permiten el cálculo de los rendimientos esperados.(Carnes, s. f.)

Fórmula para el rendimiento:

$$\%rendimiento = \frac{\text{peso final empackado}}{\text{Peso inicial de carne fresca}} \times 100$$

3.14 Beneficio

El término adquiere su concepción más representativa en el campo de la economía, en el que el beneficio se produce de manera estratégica en función de la movilización de recursos y la demanda de algún tipo de actividad comercial. (Delsol, 2024)

3.14.1 Costo

El costo se define, generalmente, como el conjunto de recursos sacrificados o dados a cambio de alcanzar un objetivo específico. Se mide en unidades monetarias que deben ser pagadas para adquirir bienes o servicios. Por tanto, es un valor empleado para la elaboración de un producto o la prestación de un servicio. La incursión en los diferentes costos se realiza para obtener beneficios presentes o futuros. (Aguilera Díaz, 2017)

3.14.2 Relación beneficio costo

Representa la relación global entre los costos y beneficios durante un período determinado. En esencia, se trata del beneficio total propuesto en efectivo dividido por los costos totales propuestos en efectivo. Pero para que el cálculo sea más dinámico, debes calcular el valor actual neto de los costos y beneficios durante el ciclo de vida planificado para el proyecto. Si la relación de beneficio-costos es mayor a uno, significa que los beneficios superan a los costos. (Aguilera Díaz, 2017)

Fórmula para relación beneficio-costos:

$$B/C = \frac{\text{Ingresos}}{\text{Egresos}}$$

3.14.3 Interpretación de valores de relación beneficio costo

Cuadro 2. Valores de relación beneficio costo

$B/C = 1$	Los ingresos son iguales a los egresos.	Punto de equilibrio
$B/C > 1$	Los ingresos superan a los egresos.	Rentable
$B/C < 1$	Los egresos son mayores a los ingresos.	Causa pérdidas

(Benefit-Cost Ratio (BCR), 2025)

3.15 Efectos del almidón de maíz en la salud del consumidor

El almidón de maíz es un carbohidrato refinado que se utiliza ampliamente en alimentos debido a su facilidad de digestión y a su capacidad para aportar energía de manera rápida. En la mayoría de las personas, su consumo moderado es seguro y no representa riesgos importantes para la salud. No obstante, por su naturaleza altamente digerible, el almidón de maíz tiene un índice glucémico elevado, lo que significa que puede generar aumentos rápidos en los niveles de glucosa en sangre. Este efecto puede ser desfavorable para personas con diabetes, prediabetes o resistencia a la insulina, quienes deben controlar la cantidad y tipo de carbohidratos que consumen (Jenkis, 2018).

Cuando se ingiere en grandes cantidades, algunas personas pueden presentar molestias gastrointestinales leves, como gases o distensión abdominal, aunque estos efectos suelen ser poco frecuentes. Aun así, las cantidades empleadas en alimentos procesados o marinados suelen ser bajas, por lo que se consideran seguras y no representan un riesgo significativo para el consumidor (Jenkis, 2018).

IV. MATERIALES Y MÉTODO

El estudio se llevó a cabo en el Laboratorio de Ciencias de la Carne (LCC), de la Universidad Nacional de Agricultura, situada en el barrio El Espino de Catacamas, Olancho. El estudio se centró en cómo la adición de diferentes concentraciones de almidón de maíz en las fajitas marinadas afectó la textura, así como la percepción sensorial del producto final por parte de un panel de evaluadores. Se aplicó un diseño experimental completamente aleatorizado y se realizaron pruebas sensoriales para determinar las concentraciones de almidón que maximizaron la aceptabilidad y calidad del producto.

4.1 Materiales y equipo

Materia prima:

- Fajitas de cerdo: Se utilizaron cortes de cerdo (fajitas) de una sola procedencia, de características homogéneas en cuanto a tamaño y peso. La carne fue adquirida mediante la cosecha de cerdos que ingresan al Laboratorio de Ciencias de la Carne de la Universidad Nacional de Agricultura.
- Almidón de maíz: Se empleó almidón de maíz comercial de calidad alimentaria.

Materiales o ingredientes:

Agua, sal, fosfato, ajo en polvo, cebolla en polvo, antioxidante, pimienta, salsa soya, comino, perejil y vinagre.

Materiales complementarios:

Cuchillos, canastas plásticas, charolas de metal, lápices, libreta, vasos y platos plásticos.

Equipos:

Balanza digital, texturómetro, cuarto frío, parilla eléctrica, termómetro, tumbler.

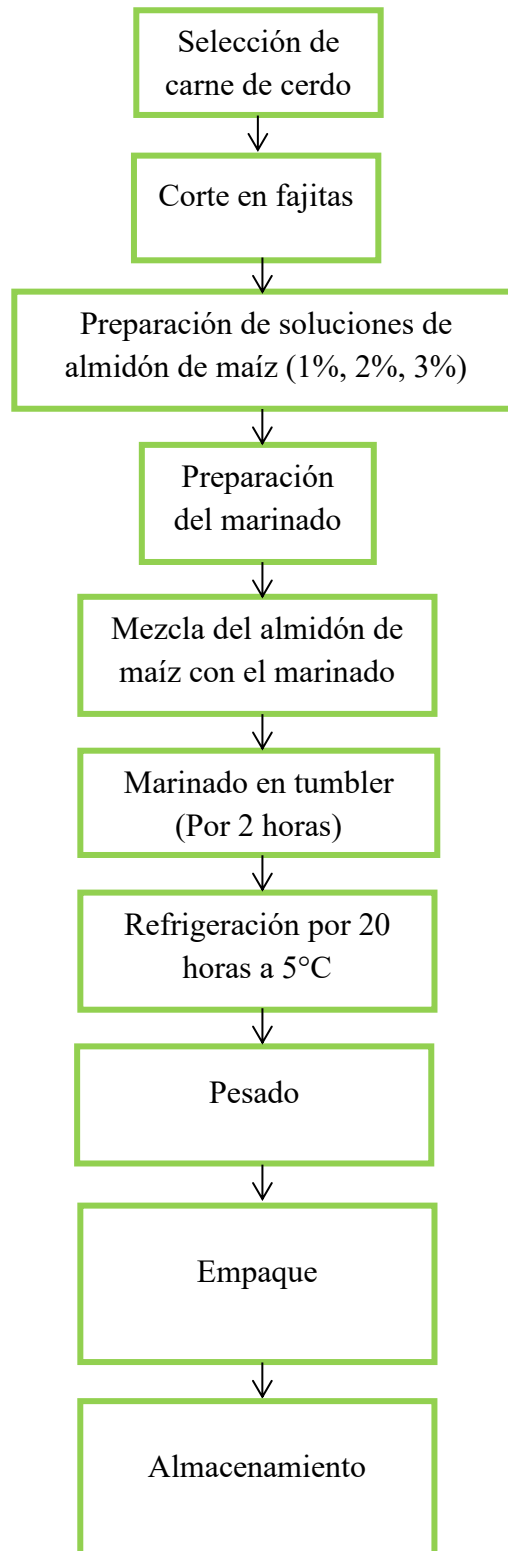
4.2 Manejo experimental

Esta investigación se llevó a cabo bajo un enfoque experimental y cuantitativo, ya que se buscó comprobar los efectos del almidón de maíz sobre las propiedades de las fajitas de cerdo marinadas mediante mediciones y comparaciones objetivas. Para desarrollar este trabajo, se implementó un diseño completamente aleatorizado, lo cual significa que las muestras de fajitas se asignaron al azar a cada uno de los tratamientos. Esto se hace para reducir el riesgo de errores por influencia externa y asegurar que las diferencias observadas se deban únicamente al efecto del almidón de maíz.

Para la preparación de las fajitas de cerdo se seleccionaron por cada repetición tandas de 25 libras, haciendo un total de 75 libras por tratamiento para las tres repeticiones. Las muestras para las variables sensoriales tuvieron un peso de 30 gramos lo que equivale a 6 cm de largo por 1 cm de ancho por 1 cm de altura, correspondiente a una porción comercial estándar. Para la variable de textura tuvieron un tamaño de 1 cm de ancho por 1 cm de altura por 5 cm de longitud. A cada lote o corrida experimental se asignaron aleatoriamente los distintos tratamientos. Cada repetición fue sometida al proceso de marinado en tumbler en el que se incluyó el tratamiento con agua, sal, fosfato, ajo, cebolla, antioxidante, pimienta, salsa soya, comino, perejil, vinagre y la concentración específica de almidón de maíz. El tumbler operó a presión constante negativa de 75 Kpa por un periodo de 15 minutos alternando la rotación hasta completar la hora de marinado. Posteriormente se extrajo del tumbler y se mantuvo en reposo por un periodo de 20 horas a temperatura de refrigeración de 5°C.

4.3 Flujograma para la elaboración del producto

El siguiente flujograma representa, de manera clara y ordenada, las etapas que conformaron el proceso de elaboración de las fajitas de cerdo marinadas. Desde la recepción de la materia prima hasta el empaque del producto crudo, cada paso se llevó a cabo bajo condiciones controladas para garantizar la estandarización entre tratamientos y la calidad del producto final. Este procedimiento se replicó en cada repetición experimental.



4.4 Descripción de los tratamientos

Se establecieron cuatro tratamientos distintos, cada uno con una concentración específica de almidón de maíz en la mezcla de marinado. Uno de ellos sirvió como grupo control, es decir, sin adición del almidón. Cada tratamiento fue evaluado mediante tres repeticiones, es decir, se prepararon tres lotes independientes por tratamiento, lo que permitió obtener datos más precisos y validar los resultados estadísticamente. Para variables como textura, se obtuvieron submuestras (5 por repetición) que luego fueron promediadas para obtener un único dato por repetición.

Tabla 1. Formulaciones propuestas

Tratamiento	Concentración de almidón de maíz	Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3
T1	0% (Control)	T1R1	T1R2	T1R3
T2	1%	T2R1	T2R2	T2R3
T3	2%	T3R1	T3R2	T3R3
T4	3%	T4R1	T4R2	T4R3

Tabla 2. Regulaciones generales sobre almidón de maíz en productos cárnicos marinados

Codex Alimentarius	No establece un límite máximo. (GSFA Online Búsqueda s. f.)
FDA	No establece un límite máximo. (Title undergoing maintenance s. f.)
Reglamento UE 1333/2008	Sin límite específico. (Regulation (EC) No 1333/2008, 2008)
Reglamento Técnico Centroamericano	Concentraciones de hasta 4%. (RTC, 2012)

4.5 Diseño experimental

El diseño experimental fue de tipo completamente aleatorizado (DCA), donde los diferentes tratamientos con distintas concentraciones de almidón de maíz se asignaron aleatoriamente. Se evaluaron múltiples variables, tales como textura, color, sabor y olor, utilizando tres repeticiones por tratamiento de cada producto terminado. El análisis estadístico se llevó a cabo mediante

ANOVA (unifactorial), con el objetivo de determinar si existían diferencias significativas en las propiedades sensoriales y texturales de las fajitas marinadas con las diferentes concentraciones de almidón de maíz. Al obtener resultados significativos en ANOVA, se aplicó la prueba de Tukey para identificar qué tratamientos diferían significativamente entre sí.

4.5.1 Variables

Variable dependiente: Evaluación global de las fajitas marinadas, basada en las puntuaciones combinadas de sus características sensoriales: color, sabor y aroma.

Variable independiente: Nivel de concentración de almidón de maíz, categorizado en tres niveles: bajo, medio y alto contenido de almidón de maíz.

4.6 Análisis de textura

La textura de las fajitas de cerdo marinadas se evaluó mediante un texturómetro equipado con la sonda tipo mordaza Volodkevich, con el fin de analizar el efecto de la adición de almidón de maíz sobre la resistencia al corte. Las muestras fueron preparadas en forma rectangular, con dimensiones de 5 cm de longitud por 1 cm de ancho y 1 cm de altura, y un peso aproximado de 2.06 g. Cada muestra se colocó en el diente inferior del soporte, montado sobre la base del equipo. La sonda, en forma de diente, estuvo conectada a la célula de carga, la cual aplicó una fuerza descendente para comprimir y cortar la muestra.

Para obtener el dato de cada repetición se procesaron 5 submuestras para unificarlo en un dato promediado. El resultado final se expresó en kilogramos de fuerza, lo que permitió determinar la dureza del producto. Cada tratamiento fue evaluado por triplicado.

4.7 Análisis Sensorial

La evaluación fue realizada por 40 jueces, quienes analizaron porciones de 30 gramos, servidas a temperatura de consumo en platos desechables. Entre cada muestra se ofreció agua y galletas, con el fin de limpiar el paladar y garantizar una valoración imparcial.

Para la cocción de las muestras se utilizó un método a la plancha, asegurando una preparación uniforme y adecuada para la evaluación. Cuando las fajitas de cerdo marinadas alcanzaron una temperatura interna de 72 °C, se consideraron aptas para ser sometidas al análisis sensorial. Durante la prueba sensorial se empleó una escala hedónica de siete puntos (**Anexo 5.**), mediante la cual los jueces valoraron los distintos atributos otorgando puntuaciones del 1 al 7 según su grado de aceptación. Las muestras fueron codificadas con combinaciones numéricas aleatorias de tres dígitos para evitar cualquier tipo de identificación o sesgo. El propósito principal de esta investigación fue analizar el impacto que tiene la adición de almidón de maíz, en distintas concentraciones, sobre las características sensoriales de las fajitas de cerdo marinadas

4.7.1 Variables evaluadas

1. **Color:** El color es un atributo esencial para evaluar la frescura y la calidad visual de la carne. Se midió a través de una prueba sensorial utilizando una escala hedónica de 7 puntos, con muestras de 30 gramos.
2. **Aroma:** El aroma es otro factor clave que influye en la percepción de la calidad de la carne. Un aroma fresco y agradable es señal de que la carne está en buen estado. Los panelistas evaluaron el aroma de las muestras utilizando piezas de 30 gramos por tratamiento, y asignaron puntuaciones en la escala de 7 puntos de acuerdo con su percepción.
3. **Sabor:** El sabor es uno de los aspectos más relevantes en la aceptación general del producto. Los panelistas evaluaron el sabor de las muestras, utilizando piezas de 30 gramos, y asignaron puntuaciones en una escala de 7 puntos. La puntuación promedio reflejó la aceptación global del sabor.

4.8 Rendimiento del producto final

La eficiencia del proceso de elaboración de fajitas de cerdo marinadas con adición de almidón de maíz fue analizada a través de distintas etapas del procesamiento. Para ello, se utilizó un cuadro de registro donde se documentaron las mediciones correspondientes a cada fase.

El rendimiento se calculó aplicando la siguiente fórmula:

$$\% \text{rendimiento} = \frac{\text{peso final empacado}}{\text{Peso inicial de carne fresca}} \times 100$$

En este contexto, el peso final hace referencia al peso de las fajitas tras la adición del almidón de maíz, mientras que el peso inicial corresponde al peso de la carne fresca, antes de aplicar cualquier tratamiento.

Este valor permitió determinar cuál de las formulaciones, con distintas concentraciones de almidón de maíz, proporcionó un mayor rendimiento en comparación con el lote control, que no contiene dicho aditivo.

Tabla 3. Rendimiento de la producción

Tratamiento	Replica 1	Replica 2	Replica 3	Total
T1				
T2				
T3				
T4				

4.9 Relación beneficio-costo

Para conocer si la incorporación de almidón de maíz realmente aportó un beneficio económico, se calculó la relación beneficio-costo usando la fórmula:

$$B/C = \frac{\text{Ingresos}}{\text{Egresos}}$$

Los ingresos se estimaron en función de las ganancias proyectadas por la venta de las fajitas de cerdo marinadas, considerando tanto el precio de venta como la cantidad producida. En cuanto a los egresos, se tomaron en cuenta todos los costos asociados a la producción: desde el almidón de maíz, hasta el etiquetado y otros gastos operativos relacionados con su elaboración.

Este análisis permitió valorar si las mejoras observadas en el rendimiento y posiblemente en otras cualidades del producto compensan los costos adicionales generados por la adición del almidón de maíz.

Tabla 4. Relación beneficio-costo

Producto	Beneficio	Costo	B/C
T1			
T2			
T3			
T4			

V. RESULTADOS Y DISCUSIONES

5.1 Análisis Sensorial

En la evaluación sensorial participaron un total de 40 jueces no entrenados, quienes valoraron los atributos de sabor, aroma y color de las muestras. Los resultados obtenidos fueron analizados mediante un Análisis de varianza (ANOVA) de un factor, con el objetivo de determinar si existían diferencias significativas entre los tratamientos. Posteriormente, en los casos donde el ANOVA indico diferencias, se aplicó la prueba de comparación múltiple de Tukey para identificar cuales tratamientos presentaban variaciones en la aceptación de los atributos sensoriales.

5.1.1 Análisis de varianza para el atributo de sabor

En la tabla número 5 se presentan los resultados obtenidos para el atributo de sabor. El ANOVA ayudo a determinar si existían diferencias entre los distintos tratamientos con diferentes concentraciones de almidón de maíz para la percepción sensorial del sabor.

Tabla 5. Aceptabilidad para el atributo de sabor

Tratamiento	Sabor (Media $\pm$ E.E.)	Letras
T1 (0%)	5.14 $\pm$ 0.16	A
T2 (1%)	5.22 $\pm$ 0.16	A
T3 (2%)	5.12 $\pm$ 0.16	A
T4 (3%)	5.10 $\pm$ 0.16	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$).

En el atributo de sabor, no se observaron diferencias significativas entre los tratamientos ($p > 0.05$), lo cual se confirmó mediante la prueba de Tukey, en la que todos los tratamientos presentaron la misma letra (Tabla 5). Las medias oscilaron entre 5.10 y 5.22 puntos, indicando que los jueces percibieron el sabor de manera similar en todas las formulaciones. Esto sugiere

que la incorporación de almidón de maíz no afecta la aceptabilidad sensorial de las fajitas marinadas en este atributo.

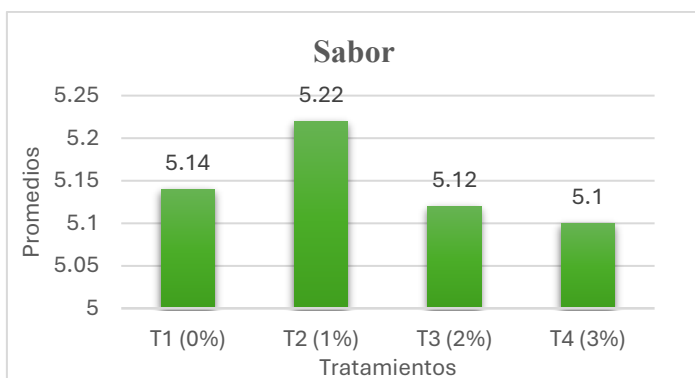


Ilustración 1. Resultado de medias para el atributo de sabor.

5.1.2 Análisis de varianza para el atributo de Aroma

En la tabla numero 6 se presentan los resultados para el atributo de aroma.

Tabla 6. Aceptabilidad para el atributo de aroma

Tratamiento	Aroma (Media $\pm$ E.E.)	Letras
T1 (0%)	5.11 $\pm$ 0.17	A
T2 (1%)	4.92 $\pm$ 0.17	A
T3 (2%)	4.88 $\pm$ 0.17	A
T4 (3%)	4.83 $\pm$ 0.17	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$).

En el atributo de aroma, no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos ($p > 0.05$). La prueba de Tukey confirmó que todos los tratamientos fueron asignados con la misma letra (Tabla 6). Las medias variaron entre 5.11 y 4.83 puntos, lo que indica que la adición de almidón de maíz no influyó de manera significativa en la aceptabilidad del aroma de las muestras.

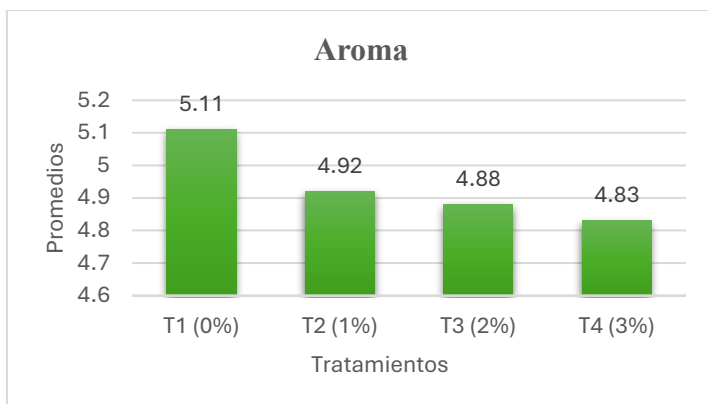


Ilustración 2. Resultado de medias para el atributo de aroma.

5.1.3 Análisis de varianza para el atributo de color

En la tabla numero 7 se presentan los resultados obtenidos para el atributo de color.

Tabla 7. Aceptabilidad para el atributo de color

Tratamiento	Color (Media $\pm$ E.E.)	Letras
T1 (0%)	4.98 $\pm$ 0.16	A
T2 (1%)	4.82 $\pm$ 0.16	A
T3 (2%)	4.90 $\pm$ 0.16	A
T4 (3%)	5.10 $\pm$ 0.16	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$).

En el atributo de color, los resultados muestran que no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados, la prueba de Tukey confirmó que todos compartieron la misma letra. Las medias obtenidas estuvieron en un rango de 4.82 a 5.10 puntos, lo cual refleja que, aunque existieron ligeras variaciones entre tratamientos, estas diferencias no fueron estadísticamente relevantes. Esto evidencia que la adición de distintos niveles de almidón de maíz no influyó de manera significativa en la aceptabilidad sensorial del color de las muestras, manteniéndose la percepción estable en todos los tratamientos.

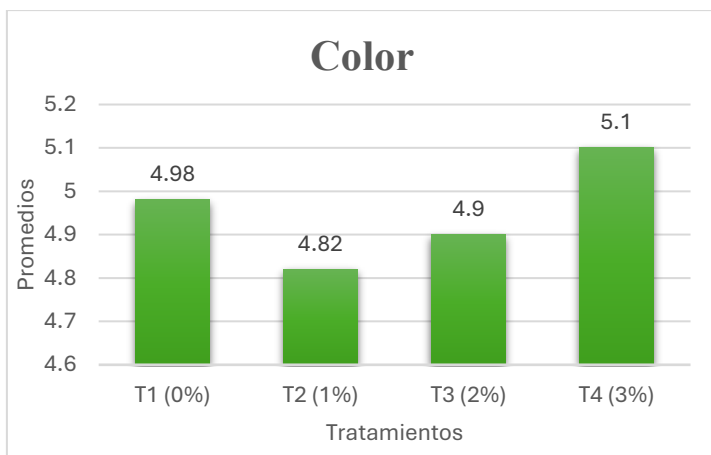


Ilustración 3. Resultado de medias para el atributo de color.

5.1.4 Aceptabilidad general de los tratamientos

En la tabla numero 8 se presentan los resultados de la aceptabilidad general, calculada como el promedio de los tres atributos sensoriales evaluados (Sabor, aroma y color).

Tabla 8. Aceptabilidad general de los tratamientos

Tratamiento	Aceptación general (Media $\pm$ E.E.)	%
T1 (0%)	5.08 $\pm$ 0.11 ^A	72.6%
T2 (1%)	4.98 $\pm$ 0.11 ^A	71.1%
T3 (2%)	4.96 $\pm$ 0.11 ^A	70.9%
T4 (3%)	5.01 $\pm$ 0.11 ^A	71.6%

En la aceptabilidad general los valores oscilaron entre 4.96 y 5.08 puntos, lo que corresponde a un rango de 70.9% a 72.6% de aceptabilidad en la escala empleada (1-7). La prueba de Tukey mostró que no existen diferencias significativas entre los tratamientos, por lo que la adición de almidón de maíz en distintitos niveles no generó variaciones perceptibles en la aceptabilidad global de las fajitas de cerdo marinadas. Esto sugiere que ninguno de los tratamientos destacó de manera particular frente a los demás, ya que todos mantuvieron un comportamiento similar y estable. En términos prácticos, independientemente de la concentración utilizada, las fajitas

conservaron un nivel de aceptabilidad sensorial consistente, con porcentajes superiores al 70%, lo cual refleja una buena aceptación por parte de los jueces.

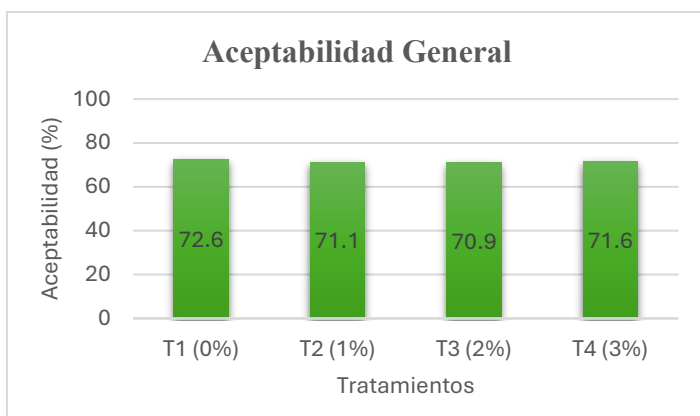


Ilustración 4. Resultados de la aceptabilidad general de los tratamientos.

5.2 Análisis de Textura

El análisis de textura se realizó mediante la determinación de la fuerza de corte utilizando un texturómetro equipado con la cuchilla Volodkevich, la cual permitió medir la dureza de cada muestra en kilogramos-fuerza. Para cada tratamiento se evaluaron 5 submuestras con 3 repeticiones, y posteriormente se calcularon los valores promediados. Este procedimiento permitió obtener un valor representativo de la dureza de cada tratamiento y de esta manera, comparar si la incorporación de almidón de maíz generaba diferencias significativas en la textura de las fajitas de cerdo marinadas.

Tabla 9. Resultados de dureza (fuerza de corte, kgf)

Tratamiento	Dureza (Kgf) Media $\pm$ E.E.	Letras
T1 (0%)	1.53 $\pm$ 0.28	A
T2 (1%)	2.12 $\pm$ 0.28	A
T3 (2%)	2.03 $\pm$ 0.28	A
T4 (3%)	2.08 $\pm$ 0.28	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0.05$).

Los valores obtenidos para la fuerza de corte oscilaron entre 1.53 y 2.12 kgf, lo que indica que todos los tratamientos se encuentran dentro del rango considerado como carnes tiernas o normales (1-10 kgf) según la American Meat Science Association. Además, la mayoría de los resultados se ubican en el intervalo de 2 a 4 kgf, correspondiente a cortes blandos, lo que confirma que las fajitas de cerdo marinadas presentaron una textura adecuada y fácil de masticar.

El análisis estadístico (ANOVA y Tukey) mostró que no existieron diferencias significativas entre los tratamientos, lo que significa que la incorporación de almidón de maíz en diferentes concentraciones no modificó de manera apreciable la dureza de la carne. En términos generales, todos los tratamientos conservaron una textura aceptable y estable, sin superar valores que pudieran clasificarse como carne dura (8-10 kgf) o de mala calidad (> 12 kgf).

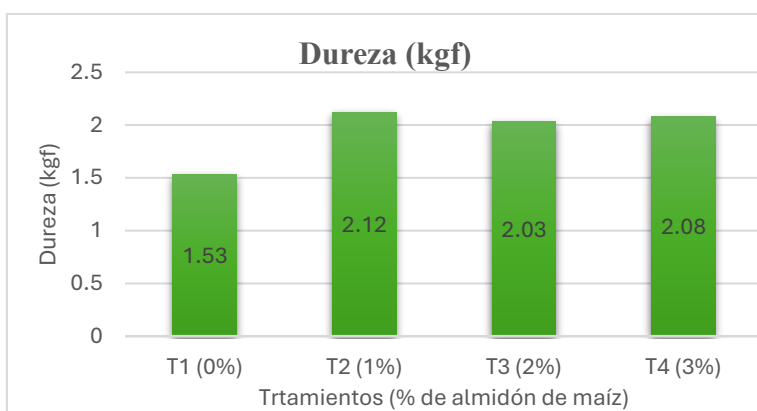


Ilustración 5. Resultado del análisis de textura (dureza).

5.3 Rendimiento del producto final

El rendimiento es un parámetro tecnológico de gran importancia en la industria cárnica, ya que permite evaluar la relación entre el peso final del producto procesado y el peso inicial de la materia prima. En este estudio, el rendimiento se calculó comparando el peso inicial de carne fresca con el peso final de las fajitas de cerdo marinadas tras la adición de los diferentes tratamientos.

Tabla 10. Rendimiento de las fajitas de cerdo marinadas con diferentes concentraciones de almidón de maíz

Tratamiento	Rendimiento (%)
T1 (0%)	131.80%
T2 (1%)	134.67%
T3 (2%)	132.53%
T4 (3%)	131.28%

Los resultados obtenidos para el rendimiento de las fajitas de cerdo marinadas oscilaron entre valores de 131.28% y 134.67%, evidenciando que todos los tratamientos presentaron un aumento en el peso final respecto al peso inicial de la carne fresca. El tratamiento con 1% de almidón de maíz (T2), mostró el mayor rendimiento (134,67%), lo que indica que esta concentración favoreció una mayor retención de la solución de marinado en la carne, contribuyendo así, a conservar más peso después del proceso. Sin embargo, los demás tratamientos también presentaron rendimientos superiores al 130%, lo cual refleja que, independientemente de la concentración utilizada, la adición de almidón de maíz contribuyó positivamente al aumento del peso final de las fajitas en comparación con el lote control. Estos resultados sugieren que el almidón de maíz, aun en bajas concentraciones tiene un efecto funcional en la mejora del rendimiento de las fajitas de cerdo marinadas.

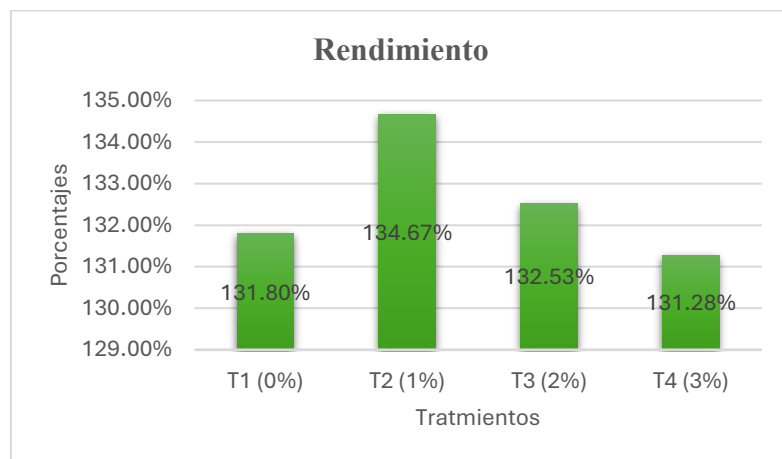


Ilustración 6. Rendimiento de las fajitas de cerdo marinadas.

5.4 Relación Beneficio Costo

La relación beneficio costo es una herramienta de análisis que permite evaluar la rentabilidad de un proceso al comparar los ingresos generados por los costos incurridos en su elaboración. En este estudio, se calculó el beneficio costo para cada tratamiento de fajitas, con el fin de determinar la viabilidad económica y establecer cuál de ellos resulta más conveniente.

Table 11. Resultados de la Relación beneficio costo

Tratamiento	Beneficio	Costo	B/C
T1	7413.20	4308.29	1.72
T2	7575.01	4322.11	1.75
T3	7455.04	4419.16	1.69
T4	7384.30	4473.65	1.65

Los resultados muestran que todos los tratamientos fueron rentables, ya que en cada tratamiento la relación beneficio-costo fue superior a 1. El tratamiento T2 obtuvo el valor más alto (1.75), evidenciando que fue el más eficiente en términos económicos. Por su parte, los tratamientos T1 (1.72), T3 (1.69) Y T4 (1.65) también mostraron rentabilidad positiva, con diferencias mínimas entre sí, lo que demuestra que la producción de fajitas de cerdo marinadas es rentable en todas las formulaciones evaluadas. De manera general, aunque todos los tratamientos fueron favorables, el T2 representa la alternativa más recomendable, al ofrecer el mejor equilibrio entre ingresos y costos.

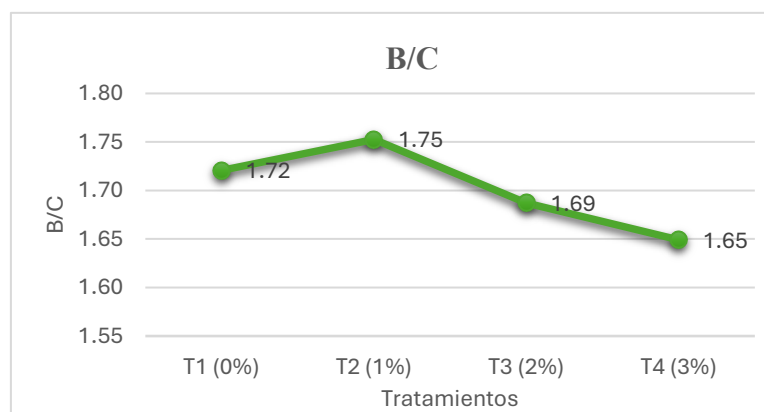


Ilustración 7. Resultados de la Relación beneficio costo.

VI. CONCLUSIONES

- La adición de almidón de maíz en concentraciones de 1%, 2% y 3% no generó diferencias significativas en los atributos de sabor, aroma y color de las fajitas de cerdo marinadas. En general, todos los tratamientos obtuvieron porcentajes de aceptación superiores al 70%, lo cual confirma que las fajitas mantuvieron un nivel de aceptación sensorial estable y favorable para los consumidores.
- Los valores de dureza se mantuvieron dentro del rango considerado como carnes tiernas (1-10 kgf), sin diferencias significativas entre tratamientos. Esto indica que el almidón de maíz, aun en diferentes concentraciones, no modificó de manera apreciable la textura de las fajitas, manteniendo un producto de adecuada terneza y masticabilidad.
- Todos los tratamientos presentaron rendimientos superiores al 130%, demostrando que la adición de almidón de maíz favorece la retención de la solución de marinado en la carne. El tratamiento con 1% de almidón (T2) mostró el mayor rendimiento (134.67%), lo que lo convierte en la formulación más eficiente en términos tecnológicos.
- Todos los tratamientos fueron rentables ($B/C > 1$), confirmando la rentabilidad económica de la producción. Sin embargo, el tratamiento T2 (1% de almidón de maíz) alcanzó la mejor relación beneficio-costos (1.75), evidenciando un mayor aprovechamiento de los recursos en comparación con los demás tratamientos.
- La incorporación de almidón de maíz en la formulación de fajitas de cerdo marinadas resultó ser una estrategia tecnológica viable, ya que permitió mantener la calidad sensorial y textural del producto, mejorar el rendimiento y asegurar la rentabilidad del proceso. De manera particular, la concentración de 1% de almidón de maíz (T2) se identificó como la opción más recomendable para la elaboración de este tipo de productos cárnicos.

VII. RECOMENDACIONES

- Se sugiere emplear almidón de maíz en una concentración de 1%, ya que esta formulación presentó los mejores resultados en rendimiento y relación beneficio/costo, manteniendo a la vez una alta aceptabilidad sensorial.
- Es conveniente realizar estudios adicionales en los que se evalúe la incorporación de almidón de maíz en diferentes tipos de cortes cárnicos, con el fin de ampliar el alcance de esta alternativa tecnológica.
- Para futuras investigaciones, se propone complementar el análisis con evaluaciones microbiológicas y de vida útil, de modo que pueda asegurarse no solo la calidad sensorial y textural del producto, sino también su inocuidad y estabilidad durante el almacenamiento.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

Agama-Acevedo, E; Juárez-García, E; Evangelista-Lozano, S; Rosales-Reynoso, OL; Bello-Pérez, LA. 2013. Características del almidón de maíz y relación con las enzimas de su biosíntesis. *Agrociencia* 47(1):01-12.

Aguilar Aguilar, MM. 2022. Sustitución de almidón de maíz, trigo yuca en la elaboración de mortadela. (en línea). bachelorThesis. s.l., Riobamba, Universidad Nacional de Chimborazo. . Consultado 11 feb. 2025. Disponible en <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/9613>.

Bi, J; Zhang, J; Chen, Z; Jin, S; Yang, Z; Luo, Q; Wang, K; Zhang, Y; He, H. 2025. Analysis of the influence of different cuts of pork on the quality and flavor characteristics of Bazi Pork. *International Journal of Gastronomy and Food Science* 39:101109. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2025.101109>.

Boldrini, DE. 2025. Synthesis and characterization of corn starch esters obtained in oleic acid/L(+)-tartaric acid medium. *Carbohydrate Polymers* 352:123249. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2025.123249>.

Bouyssou, CG; Jensen, JD; Yu, W. 2024. Food for thought: A meta-analysis of animal food demand elasticities across world regions. *Food Policy* 122:102581. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2023.102581>.

Calcagno, F. 2022. Poetas de Color. s.l., BoD – Books on Demand. 49 p.

Campuzano, MFD. 2024. “Propiedades tecno-funcionales y digestibilidad in vitro de un ingrediente con base en almidón de maíz criollo” (en línea) (En accepted: 2023-06-05t17:17:07z). . Consultado 9 feb. 2025. Disponible en <https://ring.uaq.mx/handle/123456789/8457>.

Dunne, RA; Darwin, EC; Perez Medina, VA; Levenston, ME; St. Pierre, SR; Kuhl, E. 2025. Texture profile analysis and rheology of plant-based and animal meat. *Food Research International* 205:115876. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2025.115876>.

Fan, Y; Badar, IH; Liu, Q; Xia, X; Chen, Q; Kong, B; Sun, F. 2025. Insights into the flavor contribution, mechanisms of action, and future trends of coagulase-negative staphylococci in fermented meat products: A review. *Meat Science* 221:109732. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2024.109732>.

Jiang, X; Zheng, F; Yu, J; Lv, P; Ban, H; Liu, H; Cai, D; Xiu, L; Liu, J. 2025. Effects of static magnetic field treatment on the digestive, structural and physicochemical characteristics of germinated corn starch. *Food Chemistry* 470:142670. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2024.142670>.

Lee, B; Choi, YM. 2025. A new perspective on apoptosis: Its impact on meat and organoleptic quality in different animals. *Food Chemistry: X* 25:102120. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fochx.2024.102120>.

López Ayúcar, S. 2020. Aplicación de nuevas metodologías de análisis sensorial con imágenes (en línea) (En accepted: 2020-12-03t08:52:12z). . Consultado 13 feb. 2025. Disponible en <https://uvadoc.uva.es/handle/10324/43829>.

Lotfy, TMR; Shawir, SMS; Badawy, MEI. 2023. The impacts of chitosan-essential oil nanoemulsions on the microbial diversity and chemical composition of refrigerated minced meat. *International Journal of Biological Macromolecules* 239:124237. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2023.124237>.

Ma, L; Liu, J; Cheng, Y; Frank, J; Liang, J. 2025. Structural features, physiological functions and digestive properties of phosphorylated corn starch: A comparative study of four phosphorylating agents and two preparation methods. *International Journal of Biological Macromolecules* 292:139146. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2024.139146>.

Manfugás, JE. 2020. Evaluación Sensorial de los Alimentos. s.l., Editorial Universitaria (Cuba). 129 p.

Meade Almazán, NP; Elizondo Nolazco, BY; Aguilar Lozoya, JA; León de la Fuente, L de. 2020. Prueba del perfil de textura en barra energética de nopal y variación de cereales. *TECTZAPIC: Revista Académico-Científica* 6(1):66-71.

Media, S. 2021. Gris, Verde o Azul: Lo que nos indica el color de la carne. Lo contamos en «ABC» (en línea, sitio web). Consultado 26 feb. 2025. Disponible en <https://saia.es/gris-verde-o-azul-lo-que-nos-indica-el-color-de-la-carne-lo-contamos-en-abc/>.

Peña Vera, T. 2022. Etapas del análisis de la información documental (en línea). *Revista Interamericana de Bibliotecología* 45(3). DOI: <https://doi.org/10.17533/udea.rib.v45n3e340545>.

Reyes Severino, AV. 2025. Métodos de escarificación para la germinación de Canavalia ensiformis en la provincia de Santa Elena (en línea). bachelorThesis. s.l., La Libertad, Universidad Estatal Península de Santa Elena, 2025. . Consultado 27 feb. 2025. Disponible en <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/13009>.

Soteras, T; Szerman, N; Merayo, M; Vaudagna, SR; Denoya, GI; Guerrero, L; Galmarini, MV. 2025. Are Argentinians ready for plant-based meat alternatives? A case study on awareness and willingness for consumption. *Appetite* 206:107817. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.appet.2024.107817>.

Texture Analysis And Texture Profile Analysis. 2025. (en línea, sitio web). Consultado 13 feb. 2025. Disponible en <https://www.rheologylab.com/services/texture-analysis/>.

Villatoro, HGV; Zúñiga, LNE. 2023. Propuesta de mejora en el área administrativa, operativa y de marketing para la empresa carnicería La Favorita (en línea). . Consultado 13 feb. 2025. Disponible en <https://repositorio.unitec.edu/xmlui/handle/123456789/9444>.

Viveur, B. 2025. Qué es el marinado y cuántos tipos hay (en línea, sitio web). Consultado 13 feb. 2025. Disponible en <https://www.bonviveur.es/preguntas/que-es-el-marinado-y-cuantos-tipos-hay>.

Xie, F; Yuan, C; Zhang, H; Wu, Y; Ai, L. 2023. Structure-function relationship between galactomannans and their effects on freeze-thaw stability, retrogradation, and texture of corn starch gels during cold storage. *Food Chemistry* 398:133915. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.133915>.

339_anexo-de-la-resolucion-no-283-rtca-aditivos-alimentarios-_comieco.pdf. s. f. s.l., s.e. Consultado 2 jun. 2025. Disponible en https://www.comex.go.cr/media/3541/339_anexo-de-la-resolucion-no-283-rtca-aditivos-alimentarios-_comieco.pdf.

Aguilera Díaz, A. 2017. El costo-beneficio como herramienta de decisión en la inversión en actividades científicas. *Cofin Habana* 11(2):322-343.

_____. 2017. El costo-beneficio como herramienta de decisión en la inversión en actividades científicas. *Cofin Habana* 11(2):322-343.

Arbeláez-Mejía, SM; Rosas, JM; Ramos-Álvarez, MM. 2025. Dynamics of sensory and decision-making processes in the evaluation of extra virgin olive oil by a consumer tasting panel. *Food Quality and Preference* 131:105577. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2025.105577>.

Aronson, JK. ed. 2016. Corn starch (en línea). Oxford, Elsevier. p. 591-592 DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-53717-1.01716-9>.

Banerjee, R; Verma, AK; Das, AK; Rajkumar, V; Shewalkar, AA; Narkhede, HP. 2012. Antioxidant effects of broccoli powder extract in goat meat nuggets. *Meat Science* 91(2):179-184. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2012.01.016>.

Benefit-Cost Ratio (BCR): Formula, Calculation, and Example Explained. 2025. (en línea, sitio web). Consultado 15 sep. 2025. Disponible en <https://www.investopedia.com/terms/b/bcr.asp>.

Cancho Romani, C; Ventura Chaico, FD. 2024. Efecto del marinado, tiempo y temperatura de deshidratación en la calidad de carne deshidratada de alpaca (*Vicugna pacos*) tipo jerky (en línea). Consultado 9 may 2025. Disponible en <https://repositorio.unsch.edu.pe/handle/20.500.14612/7016>.

Cerrón Mercado, FG. 2024. Nanoencapsulación del aceite esencial de chincho (*Tagetes elliptica* Sm.) en la estabilidad fisicoquímica de la carne de alpaca marinada (en línea) (En accepted: 2024-02-06t17:20:15z). Consultado 9 may 2025. Disponible en <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/6232>.

De Vivo, A; Son, E; Sarghini, F; Marra, F; Lyng, JG; Bedane, TF. 2025. Enhancing brining efficiency and pork quality through electro-heating pretreatments: Insights from salt diffusion

modeling and water transport dynamics. *Innovative Food Science & Emerging Technologies* 104:104115. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2025.104115>.

Efectos de los almidones de maíz ceroso y patata sobre la estabilidad y las propiedades fisicoquímicas de las salsas modelo preparadas con carne fresca de vacuno | *Revista Internacional de Ciencia y Tecnología de los Alimentos* | Académico de Oxford. 2025. (en línea, sitio web). Consultado 15 sep. 2025. Disponible en <https://academic.oup.com/ijfst/article/48/12/2668/7865840>.

GSFA Online Búsqueda. 2025. (en línea, sitio web). Consultado 2 jun. 2025. Disponible en <https://www.fao.org/gsfaonline/additives/search.html?searchQuery=starch>.

Guo, L; Hong, C; Wang, W; Zhang, X; Chen, J; Chen, Z; Ashokkumar, M; Ma, H. 2024. Evaluation of low-temperature ultrasonic marination of pork meat at various frequencies on physicochemical properties, myoglobin levels, and volatile compounds. *Meat Science* 217:109606. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2024.109606>.

Hogar. 2025. (en línea, sitio web). Consultado 14 sep. 2025. Disponible en <https://meatscience.org/>.

Li, J; Li, Y; Wang, W; Lv, L; Pan, X; Wang, Y. 2025. Molecular mechanisms underlying tenderness in Pork: Insights from physicochemical and rheological properties. *LWT* 226:117964. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2025.117964>.

López, JF. 2018. ¿Qué es rendimiento? Cálculo y diferencias con otros términos (en línea, sitio web). Consultado 29 abr. 2025. Disponible en <https://economipedia.com/definiciones/rendimiento.html>.

Mu, Z; Zhu, Y; Ran, L; Li, C; Jin, J; Zhang, L; Tong, S; Wu, Y. 2025. Characterization of the sensory evaluation system for fermented chili pepper (*Capsicum annuum* L.) using GC-O-MS and sensory analysis techniques. *International Journal of Gastronomy and Food Science* 40:101191. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2025.101191>.

¿Para qué sirven las pruebas de rendimiento en las carnes? 2025. (en línea, sitio web). Consultado 29 abr. 2025. Disponible en <http://www.revistalabarra.com/es/informacion-comercial/para-que-sirven-las-pruebas-de-rendimiento-en-las-carne>.

Park, JY; Park, EY. 2025. Improvement of pasting behavior and retrogradation inhibition of normal corn starch treated with phytic acid and malic acid. *Food Chemistry* 463(Pt 1):141052. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2024.141052>.

Pérez, PS. 2025. Manual de evaluación sensorial. s.l., UNAM, Facultad de Química. 189 p.

Pozo Pozo, JF; Benites Vera, HJ. 2018. Mejora del proceso de marinado de carne de res empacada al vacío. (en línea). bachelorThesis. s.l., Espol. . Consultado 9 may 2025. Disponible en <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/43870>.

Regulation (EC) No 1333/2008 of the European Parliament and of the Council of 16 December 2008 on food additives (Text with EEA relevance). 2008. *OJ L*. . s.l., s.e. Consultado 2 jun. 2025. Disponible en <http://data.europa.eu/eli/reg/2008/1333/oj/eng>.

Rincón, DMA; Novoa, NB. 2013. Caracterización física y sensorial de la carne de res industrial durante el desposte producida por un frigorífico en Bogotá D.C. .

Title undergoing maintenance. 2025. (en línea, sitio web). Consultado 2 jun. 2025. Disponible en <https://www.ecfr.gov/current/title-21/chapter-I/subchapter-B/part-184/subpart-B/section-184.1865>.

Zhang, S; Wang, L; Wang, Q; Wang, Y; Wang, L; Du, R. 2024. Effects of Different Types of Starch on Physicochemical Properties and Microstructure of Beef during Cold Storage. *Foods* 13(17):2767. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods13172767>.

Zhao, X; Guo, R; Li, X; Wang, X; Zeng, L; Wen, X; Huang, Q. 2023. Effect of oil-modified crosslinked starch as a new fat replacer on gel properties, water distribution, and microstructures of pork meat batter. *Food Chemistry* 409:135337. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.135337>.

Xu, R; Ding, R; Zheng, X; Shao, J; Xu, X; Zhao, X. 2025. From a metabolomics profiling perspective explaining the deterioration impact induced by chicken meat exudate. *Food Chemistry* 465:141972. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2024.141972>.

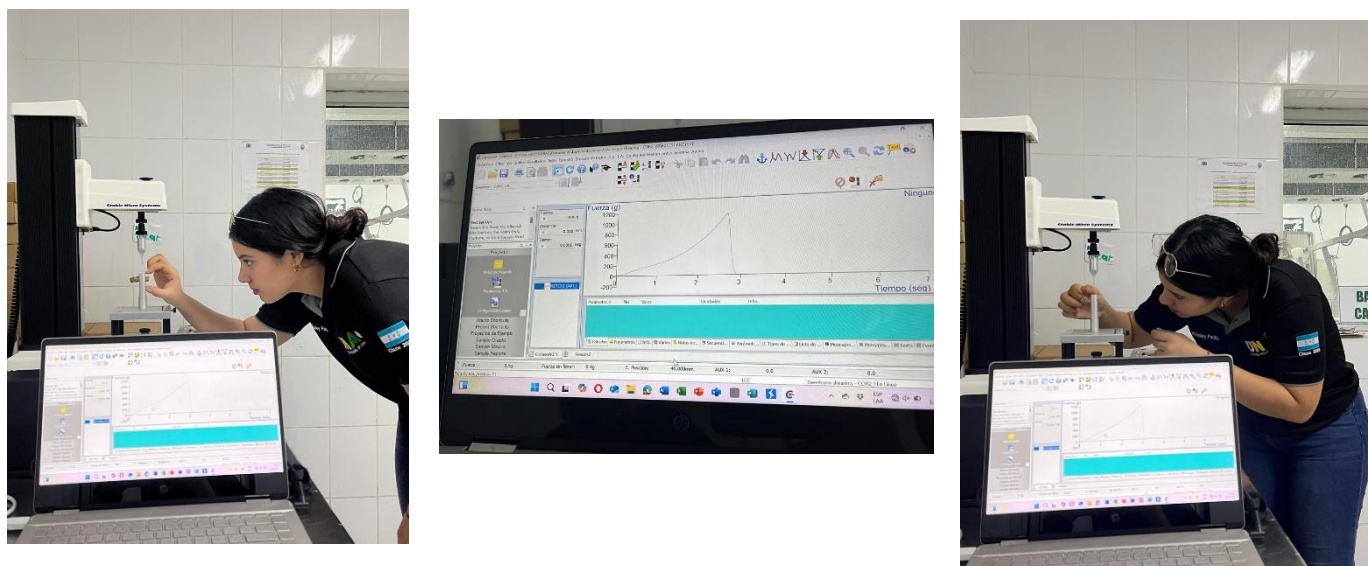
Zhang, D; Abubaker, MA; Jiao, Y; Liu, Y. 2025. Removal of aerosols from the air by seaweed cellulose nanofibers: To improve the authenticity of loop-mediated isothermal amplification for detection of pork adulteration. *Food Control* 172:111205. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2025.111205>.

ANEXOS

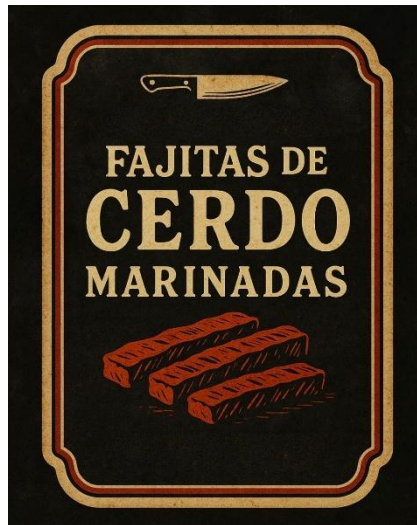
Anexo 1. Evaluación sensorial



Anexo 2. Análisis de textura



Anexo 3. Etiqueta de fajitas de cerdo marinadas



Anexo 4. Equipo utilizado



Anexo 5. Formato de evaluación sensorial

Prueba sensorial de escala hedónica de 7 puntos

Producto: Fajitas de cerdo marinadas

Nombre _____

Fecha _____

Pruebe las muestras que se le proporcionen. Indique su nivel de agrado con la muestra marcando un número del 1 al 7, según con lo que mejor describa su opinión para cada atributo junto al código de muestra. Para tener una mejor percepción de la siguiente muestra, enjuáguese la boca con agua entre cada evaluación.

Puntaje	Calificación hedónica
1	Me disgusta mucho
2	Me disgusta moderadamente
3	Me disgusta poco
4	No me gusta ni me disgusta
5	Me gusta poco
6	Me gusta moderadamente
7	Me gusta mucho

Muestras			
Color			
Aroma			
Sabor			

Anexo 6. Tabla de rendimiento de la producción

Tratamiento	Replica 1	Replica 2	Replica 3	Total
T1				
T2				
T3				
T4				

Anexo 7. Tabla de la relación beneficio-costo

Producto	Beneficio	Costo	B/C
T1			
T2			
T3			
T4			