

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

**EFFECTO DE LA ADICIÓN DE SAL Y BICARBONATO DE SODIO
SOBRE LA TEXTURA DEL CHICHARRON DE LONJA**

POR:

LUIS FRANCISCO VALDERRAMOS HERNANDEZ

INFORME FINAL TESIS



CATACAMAS

OLANCHO

NOVIEMBRE, 2024

EFFECTO DE LA ADICIÓN DE SAL Y BICARBONATO DE SODIO
SOBRE LA TEXTURA DEL CHICHARRON DE LONJA

POR:

LUIS FRANCISCO VALDERRAMOS HERNANDEZ

BENITO ESAU PEREIRA, M.Sc.

INFORME DE TESIS

PRESENTADO A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA COMO
REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO EN TECNOLOGÍA ALIMENTARIA

CATACAMAS

OLANCHO

NOVIEMBRE, 2024

DEDICATORIA

A Dios

Siempre será el primer lugar, le dedico a Dios todos mis esfuerzos ya que por el estoy en el lugar donde estoy en este momento.

A mis padres, Francisco Javier Valderramos Navarro y Marizabel Hernández Mejía, por ser el pilar fundamental en cada paso de mi vida, por su amor incondicional y su sabiduría, que me han guiado incluso en los momentos más difíciles. Gracias por enseñarme la importancia del esfuerzo, la perseverancia y la humildad. Esta meta alcanzada no sería posible sin su apoyo constante, sacrificio y fe inquebrantable en mí. Les dedico este logro con todo mi amor, como una muestra de gratitud por todo lo que han hecho para que hoy sea quien soy. Esta es también su victoria, porque siempre caminaron a mi lado, creyendo en mis sueños incluso cuando yo dudé.

A mis queridas tías,

Gracias por su cariño, su apoyo incondicional y por ser una presencia constante en mi vida. Su amor, consejos y ejemplo han sido una fuente de inspiración que me ha impulsado a superar desafíos y alcanzar mis metas. Cada gesto suyo ha dejado una huella en mi camino, dándome fuerzas para seguir adelante. Les dedico este logro con todo mi corazón, como una forma de agradecerles por su paciencia, sus palabras de aliento y por ser como segundas madres para mí. Sin ustedes, este momento no tendría el mismo significado.

A mis hermanos,

Gracias por ser mis compañeros de vida y por brindarme siempre su apoyo incondicional. Cada uno de ustedes ha sido una inspiración y un impulso para seguir adelante en los momentos difíciles. Su confianza en mí y las risas que compartimos me han dado fuerzas para superar obstáculos y seguir persiguiendo mis sueños. Les dedico este logro con todo el cariño del mundo, porque sé que cada paso que he dado lo he recorrido con ustedes en mente. Este triunfo también es suyo, porque hemos crecido juntos y siempre nos hemos apoyado como una verdadera familia.

AGRADECIMIENTOS

A mi asesor principal, **M.Sc. Benito Esaú Pereira**, expreso mi más sincero agradecimiento por su guía, paciencia y compromiso durante el desarrollo de esta investigación. Su conocimiento, consejos y orientación han sido fundamentales para la culminación de este proyecto. Agradezco su tiempo, su disposición para resolver mis dudas y la confianza que depositó en mí en cada etapa del proceso. Su ejemplo como profesional me ha inspirado a mejorar continuamente y a afrontar los retos con determinación. Gracias por compartir su experiencia y por motivarme a dar lo mejor de mí en este camino hacia la culminación de esta meta.

A la M.Sc. **Keysi Patricia Diaz** su disposición, paciencia y apoyo en el proceso de investigación.

A los **operarios del Laboratorio de Control de Calidad (LCC)**, Gracias por su apoyo y colaboración durante la realización de este proyecto. Su experiencia y disposición fueron esenciales para llevar a cabo cada prueba con éxito. Aprecio su tiempo y profesionalismo, que contribuyeron significativamente al desarrollo de este trabajo

Al **Licenciado Fernando Sánchez y a la M.Sc. Sindy Escobar** por su apoyo invaluable durante el desarrollo de este proyecto. Su orientación y experiencia han sido fundamentales para lograr mis objetivos.

A mis amigos, **Owen Jafeth Salgado y Rony David Saucedo**, Gracias por su apoyo incondicional y por estar siempre a mi lado en cada etapa de este viaje. Su aliento, risas y compañía han hecho que este proceso sea más llevadero y divertido. Aprecio cada momento compartido y todo lo que han hecho por mí.

A mi novia **Mirian Nazareth Pacheco** Gracias por tu amor, apoyo y comprensión incondicional. Tu confianza en mí y tus palabras de aliento me han motivado a seguir adelante y alcanzar mis metas. Aprecio cada momento que hemos compartido y todo lo que haces para hacer de este camino una experiencia aún más especial. Tu presencia en mi vida es un regalo invaluable.

CONTENIDO

	Pág.
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVOS.....	2
2.1 Objetivos generales.....	2
2.2 Objetivo específico	2
III. REVISION DE LITERATURA.....	3
3.1 Carne de cerdo	3
3.1.1 Lonja de cerdo.....	3
3.2 Aditivos para el procesamiento de chicharrones	4
3.2.1 Cloruro de Sodio (Sal).....	4
3.2.2 Propiedades de la sal en la carne de cerdo	4
3.2.3 Funciones de la sal en la carne de cerdo	5
3.2.4 Efectos de la sal en el chicharrón	5
3.2.5 Beneficios de los chicharrones en los humanos	6
3.2.6 Bicarbonato de sodio.....	6
3.2.7 Propiedades del Bicarbonato de sodio en la carne de cerdo	6
3.2.8 Efectos del Bicarbonato de sodio en la carne de cerdo	7
3.2.9 Efectos químicos y biológicos del bicarbonato de sodio en los chicharrones	7
3.3 Cocción	7
3.3.1 Efecto de la temperatura en el chicharrón.....	8
3.4 Análisis de perfil de textura	8
3.4.1 Dureza	9
3.4.2 Firmeza.....	9
3.4.3 Método mecánico de fuerza de cizalla	9
3.4.4 Quijada Volodkevich.....	9
3.5 Análisis Sensorial	10

3.5.1	Sabor.....	10
3.5.2	Color.....	10
3.5.3	Textura	11
3.5.4	Muestra.....	11
3.5.5	Panel	11
3.5.6	Prueba de escala hedónica.....	11
3.6	Modelo estadístico	12
3.6.1	Diseño factorial 3x3	12
3.6.2	Análisis de Varianza Multifactorial	12
3.7	Rendimiento.....	13
3.7.1	Evaluación de rendimiento.....	14
3.8	Beneficio	14
3.8.1	Beneficio-costos.....	14
IV.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	16
4.1	Materiales y Equipo	16
4.2	Metodología.....	17
4.3	Etapa I. Desarrollo de las formulaciones con sal y bicarbonato de sodio.	17
4.3.1	Manejo experimental.....	18
4.3.2	Diagrama de flujo de proceso de elaboración de chicharrones.....	18
4.3.3	Optimización de tratamientos.....	21
4.4	Etapa II. Análisis de los diferentes niveles de sal, bicarbonato de sodio.....	21
4.4.1	Aplicación del análisis sensorial	22
4.4.2	Variables por evaluar	22
4.4.3	Evaluación sensorial de variables dependientes.....	22
4.4.4	Análisis instrumental de las variables dependientes	23
4.4.5	Aplicación de Análisis de perfil de textura	24
4.4.6	Modelo estadístico.....	24
4.5	Etapa III. Determinar el tratamiento de mayor aceptación con los diferentes niveles de sal, bicarbonato de sodio y pimienta.....	25
4.6	Etapa IV. Determinar el rendimiento de extensión del tratamiento de mayor aceptabilidad.	25
4.7	Relación beneficio-costos.....	25
V.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	27

5.1	Pruebas Piloto	27
5.2	Resultados Infostat.....	27
5.2.1	Variable de respuesta color	27
5.2.2	Grafica de la variable de respuesta color	28
5.2.3	Variable de respuesta sabor.....	29
5.2.4	Grafica de variable respuesta sabor.....	29
5.2.5	Variable de respuesta textura	30
5.2.6	Grafica de variable respuesta textura	31
5.2.9	Variable de respuesta de aceptación general.....	32
5.2.10	Grafica de variable respuesta aceptación general	33
5.3	Análisis de perfil de textura	34
5.4	Consideraciones técnicas para descartar tratamientos	34
5.4.1	Grafica de resultados de la plataforma de 3 puntos	35
5.4.2	Optimización de tratamientos.....	36
5.5	Análisis texturales plataforma de 3 puntos	37
5.6	Resultados texturales de Infostat	38
5.7	Análisis texturales de Quijada Volodkevich.....	39
5.8	Resultados texturales Infostat	39
5.9	Rendimiento.....	40
5.9	Relación benéfico-costos.....	42
VI.	CONCLUSIONES.....	43
VII.	RECOMENDACIONES.....	44
VIII.	BIBLIOGRAFÍAS	45
ANEXOS		51

LISTA DE CUADROS

	Pág.
Ilustración 1. Formula de rendimiento.....	13
Ilustración 2. Formula de Beneficio costo	15
Ilustración 3. Fases de la investigación.....	17
Ilustración 4. Formula de rendimiento.....	25
Ilustración 5. Formula de Beneficio costo	26
Ilustración 6. Resultados de las medias en variable respuesta color.....	28
Ilustración 7. Resultados de las medias en variable respuesta sabor	30
Ilustración 8. Resultados de las medias en variable respuesta textura.....	32
Ilustración 9. Resultados de las medias en variable respuesta aceptación general	34
Ilustración 10. Resultados de promedios de la plataforma de 3 puntos.....	36
Ilustración 11. Resultado de los 5 mejores tratamientos.....	36
Ilustración 12. Resultados de la plataforma de 3 puntos	38
Ilustración 13. Resultados texturales de la Quijada Volodkevich	39
Ilustración 14. Promedio de la variable rendimiento de extensión.....	40
Ilustración 15. Resultados de variable de respuesta relación Beneficio/costo.....	42

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Tabla 1. Porcentajes de sal y bicarbonato de sodio	18
Tabla 2. Flujo de proceso de elaboración de chicharrones	19
Tabla 3. Resultados Infostat de la variable color.....	27
Tabla 4. Resultados Infostat en la variable sabor	29
Tabla 5. Resultados Infostat en la variable textura.....	30
Tabla 6 Resultados Infostat en la variable aceptación general	32
Tabla 7. Resultado texturómetro (Plataforma de 3 puntos).....	34
Tabla 8 Resultados texturales de la plataforma de 3 puntos.....	38
Tabla 9. Resultados texturales de la Quijada Volodkevich	39
Tabla 10. Resultados del análisis de varianza en rendimiento	41

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Elaboración de chicharrones de lonja	51
Anexo 2. Evaluación sensorial	52
Anexo 3. Evaluación textural	53
Anexo 4. Fuerza de fracturabilidad (Quijada biscuit bending)	53
Anexo 5. Fuerza de fracturabilidad (Quijada Biscuit Bending R2)	55
Anexo 6. Fuerza de mordaza y firmeza (Quijada Volodkevich).....	56
Anexo 7. Fuerza de mordaza y firmeza (Quijada Volodkevich R2)	58
Anexo 8. Pruebas piloto	59
Anexo 9. Resultados estadísticos de Infostat	60
Anexo 10. FORMATO DE EVALUACIÓN SENSORIAL	61

RESUMEN

La incorporación de sal y bicarbonato de sodio como agentes texturizante en el chicharrón de lonja ha demostrado mejoras significativas en la textura, aceptación sensorial y eficiencia de producción. Este estudio evaluó cinco tratamientos con diferentes niveles de sal y bicarbonato, destacando el tratamiento T5 (1.1% de sal y 0.3% de bicarbonato) como el óptimo para la textura y aceptación general. Los análisis de textura, realizados mediante un texturómetro, revelaron que T5 logró un equilibrio ideal entre consistencia y crujiente sin aumentar la dureza del producto. En la evaluación sensorial, realizada con una escala hedónica, T5 obtuvo las calificaciones más altas, sobresaliendo por su equilibrio en sabor y textura. Por otro lado, el tratamiento T7 (1.3% de sal y 0.3% de bicarbonato) mostró el mejor rendimiento, optimizando la relación entre el peso del producto final y el inicial. Este mayor rendimiento, sin comprometer la calidad, resultó en un ahorro de costos y una mayor eficiencia en el proceso de producción. Además, el análisis de beneficio-costeo destacó que tanto T5 como T7 son opciones económicamente viables, combinando una alta aceptación del consumidor con un procesamiento eficiente, el uso de 1.1% de sal y 0.3% de bicarbonato mejora la textura crujiente y la aceptación sensorial del chicharrón, mientras que el nivel de 1.3% de sal y 0.3% de bicarbonato incrementa el rendimiento del producto, ofreciendo alternativas rentables y de alta calidad para la industria alimentaria.

Palabras clave: Análisis sensorial, textura, consistencia, beneficio/costo, laboratorio de ciencias de la carne.

I. INTRODUCCIÓN

La determinación de textura en los chicharrones es un aspecto crítico en la industria alimentaria, debido que la textura es uno de los atributos sensoriales clave que influyen en la calidad del producto, los chicharrones provenientes de la lonja del cerdo tienen una capa llamada dermis, esta capa es la más rica en colágeno y fibras conectivas, en el proceso de elaboración la dermis se somete a altas temperaturas lo que provoca que el colágeno se descomponga y se derrita, dando lugar a que el chicharrón adquiriera su textura crujiente, atributo inductivo de un chicharrón con excelente calidad.

El Laboratorio de Ciencia de la Carne (LCC) de la Universidad Nacional de Agricultura busca mejorar la preparación de chicharrones, un producto con gran demanda en el mercado nacional. Para ello, se llevó a cabo un estudio para investigar variaciones en la cantidad de sal y bicarbonato de sodio en la formulación. Este estudio incluyó pruebas sensoriales y análisis de textura para evaluar el perfil sensorial y las propiedades de textura de los chicharrones. Además, se realizaron análisis de beneficio-costos para determinar la viabilidad económica de las diferentes formulaciones. Los resultados del estudio proporcionaron recomendaciones para optimizar la calidad y eficiencia en la producción de chicharrones, beneficiando tanto al laboratorio como a los productores y consumidores del producto.

Este estudio se llevó a cabo mediante la aplicación de diversas combinaciones de sal y bicarbonato de sodio, empleando distintos procedimientos de elaboración previos a la producción. El objetivo fue determinar el método más óptimo para lograr una textura sobresaliente en la lonja del chicharrón. Posteriormente, se sometió el producto a evaluación sensorial por parte de un panel de jueces no entrenados, con el fin de obtener información sobre su aceptación por parte de los consumidores.

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivos generales

- 1) Definir un proceso estandarizado para optimizar la textura de chicharrones de lonja, utilizando sal y bicarbonato de sodio.

2.2 Objetivo específico

- 1) Medir el efecto sobre la textura de diferentes concentraciones de sal y bicarbonato de sodio añadidos en el proceso de elaboración de chicharrón de lonja.
- 2) Evaluar el efecto de diferentes niveles de sal y bicarbonato de sodio sobre la aceptación sensorial del chicharrón de lonja.
- 3) Determinar el rendimiento y la relación beneficio costo parcial de los diferentes niveles de inclusión de sal y bicarbonato de sodio en la elaboración de chicharrón de lonja

III. REVISION DE LITERATURA

3.1 Carne de cerdo

La carne de cerdo, también conocida como carne porcina, es el tejido muscular procedente del cerdo doméstico (*Sus scrofa domesticus*). La carne de cerdo se caracteriza por su composición nutricional y su estructura microscópica. Es una fuente importante de proteínas de alta calidad, vitaminas del complejo B (especialmente B1, B2, B3, B6 y B12), minerales como el hierro y el zinc, y ácidos grasos esenciales, incluyendo ácidos grasos monoinsaturados y poliinsaturados.

A nivel microscópico, la carne de cerdo exhibe una disposición de fibras musculares estriadas, rodeadas por tejido conectivo compuesto principalmente por colágeno, elastina y reticulina. La distribución y la calidad de estas estructuras influyen en la textura y ternura de la carne. Además, la composición lipídica y la infiltración grasa intramuscular, conocida como marmoleado, contribuyen a su jugosidad y sabor característicos (Mateo, 2018).

3.1.1 Lonja de cerdo

La lonja de cerdo se refiere a una porción delgada y plana de carne obtenida de cortes específicos del cerdo, como el lomo, la panceta o el jamón. Esta porción de carne está compuesta principalmente por tejido muscular, grasa intramuscular y una capa externa de grasa subcutánea. La composición específica puede variar según el corte del que provenga la lonja (Jurado, 2022).

3.2 Aditivos para el procesamiento de chicharrones

Aditivo alimentario se entiende cualquier sustancia que normalmente no se consume como alimento ni se usa normalmente como ingrediente característico del alimento, tenga o no valor nutritivo y cuya adición intencional al alimento con un fin tecnológico (incluso organoléptico) en la fabricación, elaboración, preparación, tratamiento, envasado, empaquetamiento, transporte conservación de ese alimento, resulta, o es de prever que resulte (directa o indirectamente) en que él o sus derivados pasen a ser un componente de tales alimentos o afecten a las características de éstos. El término no comprende los contaminantes ni las sustancias añadidas a los alimentos para mantener o mejorar la calidad nutricional, ni el cloruro de sodio (Codex, 2023).

3.2.1 Cloruro de Sodio (Sal)

La sal común es un mineral esencial para la vida, su nombre científico es cloruro sódico porque está constituida por iones de sodio y cloruro cristalizados. El sodio es imprescindible para el correcto funcionamiento del sistema nervioso, el sistema muscular y la homeostasis, es decir, la regulación de los líquidos dentro de nuestras células. Para productos cárnicos como los chicharrones, no hay una directiva específica del Codex Alimentarius que mencione un porcentaje exacto de sal mínima permitida. Sin embargo, basándonos en estándares comunes y prácticas industriales, el contenido de sal en productos cárnicos procesados generalmente varía entre 1.5% y 3% del peso del producto. Este rango asegura una adecuada conservación y sabor, además de cumplir con las normas de seguridad alimentaria (alimentaryous, 2023).

3.2.2 Propiedades de la sal en la carne de cerdo

La sal desempeña un papel fundamental en la preparación de la carne de cerdo, proporcionando una serie de beneficios tanto culinarios como de seguridad alimentaria. En primer lugar, la sal realza el sabor natural de la carne de cerdo, potenciando su perfil de

sabores y haciéndola más apetitosa para el paladar. Además, actúa como un conservante natural al inhibir el crecimiento de microorganismos, lo que prolonga la vida útil del producto y reduce el riesgo de contaminación bacteriana. Este efecto antimicrobiano también contribuye a la seguridad alimentaria al prevenir la propagación de patógenos peligrosos como la salmonela y la listeria. Además, la sal ayuda a mejorar la textura de la carne de cerdo al retener la humedad durante el proceso de cocción, lo que resulta en un producto final más jugoso y tierno (Alimentaria, 2024).

3.2.3 Funciones de la sal en la carne de cerdo

La sal desempeña varias funciones en la preparación de chicharrones de cerdo que contribuyen a su textura crujiente. Ayuda a desecar y deshidratar la superficie de la piel del cerdo, lo que es fundamental para eliminar la humedad y permitir que la grasa subcutánea se derrita y se vuelva crujiente durante la fritura. Además, la sal mejora la extracción de líquidos de los tejidos de la piel, eliminando cualquier exceso de humedad que pueda interferir con la formación de una textura crujiente. La sal también modula el sabor, realzando los sabores naturales de la carne y la grasa del cerdo. En conjunto, estos efectos permiten que el chicharrón desarrolle una textura crujiente altamente deseada, que proporciona un contraste agradable con la suavidad de la carne y la grasa, mejorando así la experiencia gastronómica (Calvo, 2019).

3.2.4 Efectos de la sal en el chicharrón

El efecto en la textura crujiente, la sal también influye en el sabor del chicharrón, realzando los sabores naturales de la carne y la grasa del cerdo. Su presencia modula el perfil de sabor general del chicharrón, contribuyendo a una experiencia gastronómica más satisfactoria. Además, la sal puede actuar como conservante, ayudando a prolongar la vida útil del chicharrón al inhibir el crecimiento microbiano y prevenir la deterioración. Esto es especialmente importante en aplicaciones comerciales donde se busca una mayor durabilidad del producto (hurst, 2020).

3.2.5 Beneficios de los chicharrones en los humanos

Los chicharrones, consumidos con moderación, pueden aportar algunos beneficios a los humanos. Son una fuente de proteínas y grasas, proporcionando energía y ayudando a mantener la sensación de saciedad. Además, contienen nutrientes como hierro, zinc y vitaminas del complejo B, importantes para el funcionamiento adecuado del cuerpo. Sin embargo, debido a su alto contenido de grasas saturadas y sodio, se debe consumir con moderación para evitar efectos negativos para la salud, como el aumento del colesterol y la presión arterial (Arana, 2023).

3.2.6 Bicarbonato de sodio

El bicarbonato (NaHCO_3), también conocido como carbonato ácido de sodio, hidrógeno carbonato de sodio, bicarbonato de soda o sal de vichy, es un compuesto blanco sólido cristalino que se obtiene de un mineral presente en la naturaleza llamado natrón, el cual contiene grandes cantidades de bicarbonato sódico. Es un compuesto soluble en agua y que en presencia de ácido se descompone formando dióxido de carbono (CO_2) y agua. El bicarbonato de sodio es un compuesto químico blanco y cristalino con diversas aplicaciones. Se utiliza en la cocina para hacer que las masas suban y neutralizar ácidos. Además, tiene propiedades desodorizantes, se emplea como limpiador suave, y puede utilizarse en cuidado personal. Su capacidad para neutralizar la acidez también lo hace útil en el alivio ocasional de la acidez estomacal. (Mexico, 2021).

3.2.7 Propiedades del Bicarbonato de sodio en la carne de cerdo

El bicarbonato de sodio (NaHCO_3) exhibe propiedades químicas diversas que lo convierten en un componente versátil en la gastronomía y más allá. Como agente leudante, reacciona con ácidos liberando dióxido de carbono, contribuyendo a la esponjosidad de productos horneados. Su capacidad para neutralizar sabores ácidos y regular el pH equilibra perfiles de sabor y afecta la textura. Además, el bicarbonato de sodio mejora la retención de humedad,

controla la coloración y acelera el tiempo de cocción en ciertos alimentos, influyendo en su calidad final. Es crucial utilizarlo con moderación para evitar alterar negativamente el sabor y asegurar su eficacia en diversas aplicaciones culinarias (Monge, 2020).

3.2.8 Efectos del Bicarbonato de sodio en la carne de cerdo

El bicarbonato de sodio, al ser utilizado en la preparación de chicharrones, desempeña una variedad de funciones. Su acción alcalinizante modifica la estructura de la piel del cerdo, facilitando su gelatinización durante la fritura y contribuyendo a una textura más suave y crujiente. Además, al reaccionar con ácidos presentes en la grasa del cerdo, libera dióxido de carbono, formando burbujas que quedan atrapadas en la superficie del chicharrón, aumentando su volumen y esponjosidad. Esta acción también ayuda a retener la humedad en el chicharrón, evitando que se vuelva demasiado seco durante el proceso de fritura. Estos efectos combinados mejoran la calidad y la experiencia sensorial del chicharrón, haciendo que sea más agradable al paladar y más satisfactorio de comer (Paz, 2023).

3.2.9 Efectos químicos y biológicos del bicarbonato de sodio en los chicharrones

El bicarbonato de sodio ejerce diversos efectos químicos y biológicos en la carne de cerdo. Químicamente, su acción alcalinizante modifica la estructura proteica de la carne, facilitando la gelatinización durante la cocción y generando una textura más suave y jugosa. Biológicamente, al reaccionar con ácidos presentes en la carne, como el ácido láctico, libera dióxido de carbono, formando burbujas que quedan atrapadas en la masa, lo que aumenta el volumen y la esponjosidad del producto final. Además, el bicarbonato de sodio ayuda a retener la humedad en la carne, lo que contribuye a mantenerla tierna durante la cocción. Estos efectos combinados mejoran la calidad sensorial y textural de la carne de cerdo, proporcionando una experiencia gastronómica más satisfactoria (Pcc, 2022).

3.3 Cocción

Cocción hace referencia a la consecuencia y al proceso de cocer algo. Este verbo, por su parte, describe el hecho de dejar un alimento crudo en condiciones aptas para el consumo a través de un procedimiento basado en la ebullición o la acción del vapor. En sentido similar, cocer es exponer una determinada cosa a la acción del calor a fin de que éste adquiera ciertas propiedades. La cocción hace que la mayoría de los productos se vuelvan más blandos y sabrosos. El proceso también contribuye a la buena conservación de las comidas. Sin embargo, la mayoría de las frutas y de las verduras no requieren cocción ya que pueden ser ingeridas mientras están crudas. Asimismo, vale recordar que hay ocasiones en que la carne y el pescado se comen crudos, aunque son excepciones (Porto, 2023).

3.3.1 Efecto de la temperatura en el chicharrón

La temperatura ejerce múltiples efectos sobre la textura del chicharrón de lonja. Durante la fritura, una temperatura adecuada promueve la evaporación rápida de la humedad de la piel del cerdo y la gelatinización de las proteínas superficiales, facilitando la formación de una estructura crujiente en la superficie. Además, controlar la temperatura interna asegura que la carne esté tierna y jugosa, mientras que la grasa subcutánea se solidifica para crear una textura crujiente. Un enfriamiento adecuado después de la fritura también es crucial para mantener la textura crujiente. En resumen, el control preciso de la temperatura es fundamental para lograr un chicharrón de lonja con la textura deseada: crujiente por fuera y tierno por dentro (Ivan, 2021).

3.4 Análisis de perfil de textura

El Perfil de Textura es un método descriptivo que contempla todas las características que describen al producto en relación a la textura desde la primera mordida hasta la deglución. Hace algunas décadas, se ha desarrollado un nuevo enfoque de diseño de productos basado en los consumidores (Lobomat, 2022).

3.4.1 Dureza

La dureza se refiere a la resistencia de la carne a ser cortada, masticada y digerida. La dureza de la carne puede estar influenciada por varios factores, como el tipo de animal, la parte del cuerpo de la que proviene la carne, la edad del animal, el método de cocción y el grado de cocción (food, 2022).

3.4.2 Firmeza

Firmeza en carne se refiere a la consistencia y resistencia que presenta la carne al ser manipulada o comprimida. Es una medida de la estructura interna de la carne y su capacidad para conservar la forma y la integridad. Una carne firme se sentirá sólida y compacta al tacto, con poca o ninguna sensación de desintegración o desmoronamiento al aplicar presión (Vergara, 2022).

3.4.3 Método mecánico de fuerza de cizalla

La metodología más utilizada para medir textura en carne es el método mecánico de fuerza de cizalla mediante la célula Warner-Bratzler, esta metodología determina la fuerza máxima necesaria para cortar un cilindro de carne (dureza). A mayor fuerza, mayor dureza de la carne, este atributo de textura es uno de los descriptores de calidad más determinante para el consumidor (Morales, 2020).

3.4.4 Quijada Volodkevich

Las Mordazas Volodkevich (HDP/VB*) son un accesorio que permite realizar un ensayo imitativo que simula la acción de un diente incisivo al morder un producto. Se compone de un soporte de muestra inferior que se monta sobre la base de trabajo elevada (HDP/90) y una sonda de cizalla con forma de diente que se fija a la célula de carga. La muestra se coloca en el “diente” inferior y la acción de morder es proporcionada por el movimiento de compresión

del “diente” superior que cizalla la muestra. En la utilización de este accesorio hay que tener en cuenta los siguientes aspectos: Debido a su tamaño, las mordazas Volodkevich sólo permiten acomodar muestras de hasta 1cm² de sección. Las muestras deben sujetarse con los dedos hasta que la mandíbula superior entra en contacto con la muestra (Smewing, 2020).

3.5 Análisis Sensorial

El análisis sensorial de alimentos hace referencia al proceso de evaluar y comprender las propiedades sensoriales de los alimentos, incluyendo su apariencia, aroma, sabor, textura y, en ocasiones, hasta el sonido que emiten. Este proceso nos permite traducir las experiencias sensoriales subjetivas en datos objetivos y cuantificables, lo que a su vez facilita la toma de decisiones informadas en la industria alimentaria (control, 2024).

3.5.1 Sabor

El sabor es quizás el aspecto más prominente de la experiencia culinaria. Incluye las notas dulces, saladas, amargas y ácidas que percibimos en la lengua. El análisis del sabor no solo revela la calidad de los ingredientes, sino también cómo interactúan y se equilibran entre sí (control, 2024).

3.5.2 Color

El color se refiere a la apariencia cromática y tonal de la porción interna de la carne dentro de la lonja de chicharrón, una vez que ha sido sometida al proceso de fritura. Este atributo visual está influenciado por diversos factores intrínsecos y extrínsecos, como la composición de pigmentos naturales en la carne, la reacción de Maillard durante la fritura, y la presencia de ingredientes adicionales en la receta o marinado. Un color óptimo y deseable en la carne de la lonja de chicharrón es aquel que exhibe una tonalidad dorada o marrón claro en la superficie exterior, denotando una fritura adecuada y una textura crujiente, mientras que la

parte interna de la carne puede mostrar tonos que van desde el blanco pálido hasta el rosa claro, dependiendo de factores como el tiempo y la temperatura de cocción (Process, 2020).

3.5.3 Textura

La terneza determina el precio de la carne y la clasificación en categorías comerciales resultante del despiece. Además, constituye uno de los aspectos selectivos a la hora de elegir por parte del consumidor. Se define como la facilidad o dificultad con que la carne se puede cortar y masticar, clasificándose en muy dura, dura, ligeramente dura, tierna y muy blanda (Martinez, 2020).

3.5.4 Muestra

Término general para una unidad obtenida de la cantidad total de un alimento. Procedimiento previamente establecido para la selección, extracción, conservación y preparación de la muestra. A veces se denomina plan de muestreo. Propiedad o componente que se ha de medir u observar (FAO, 2023).

3.5.5 Panel

En el contexto de la evaluación de chicharrones, un panel se refiere a un grupo de personas designadas para realizar pruebas sensoriales y evaluaciones específicas sobre los chicharrones, cuya tarea es analizar y calificar diferentes aspectos de los chicharrones, como su sabor, textura, aroma, apariencia y calidad general. Las opiniones y puntuaciones recopiladas por este panel proporcionan información crítica sobre la aceptación del producto y pueden guiar ajustes en la receta, proceso de producción o presentación del chicharrón para mejorar su satisfacción y atractivo para los consumidores (Tastelab, 2021).

3.5.6 Prueba de escala hedónica

Una prueba de escala hedónica es una técnica utilizada en la evaluación sensorial de alimentos para medir el agrado o la aceptabilidad de un producto por parte de los consumidores. En esta prueba, los participantes prueban muestras del producto y luego califican su nivel de agrado en una escala, típicamente de 9 puntos, que va desde "me gusta muchísimo" hasta "no me gusta en absoluto". Esta escala permite obtener información sobre la preferencia general del producto y su aceptabilidad en el mercado (Belinda, 2019).

3.6 Modelo estadístico

Los modelos estadísticos utilizan ecuaciones matemáticas para codificar información extraída de los datos. En algunos casos, las técnicas de modelado estadístico pueden proporcionar modelos adecuados de forma rápida. Incluso en el caso de problemas en los que las técnicas más flexibles de aprendizaje de las máquinas (como redes neuronales) pueden ofrecer a la postre mejores resultados, es posible usar algunos modelos estadísticos como modelos predictivos de línea base para juzgar el rendimiento de técnicas más avanzadas (IBM, 2021).

3.6.1 Diseño factorial 3x3

Un diseño factorial es un tipo de experimento diseñado que permite estudiar los efectos que varios factores pueden tener en una respuesta. Al realizar un experimento, variar los niveles de todos los factores al mismo tiempo en lugar de uno a la vez, permite estudiar las interacciones entre los factores (Minitab, 2022).

3.6.2 Análisis de Varianza Multifactorial

El análisis de varianza multifactorial (ANOVA) es una técnica estadística utilizada para examinar la influencia de dos o más factores en una variable de interés. En un ANOVA multifactorial, se investiga si hay diferencias significativas en la variable dependiente debido

a uno o más factores, así como si existen interacciones entre estos factores. Los factores son las variables independientes del estudio, cada una con varios niveles que representan diferentes condiciones o categorías. La variable dependiente, también conocida como variable de respuesta, debe ser continua. Se examinan los efectos principales de cada factor por separado, así como las interacciones entre ellos. El ANOVA descompone la variabilidad total en componentes explicados por los factores, interacciones y error aleatorio. Compara la variabilidad explicada por los factores con la no explicada para determinar si los factores tienen un efecto significativo en la variable dependiente. Esta técnica es ampliamente utilizada en investigaciones científicas, estudios de laboratorio, análisis de datos y campos diversos para comprender cómo múltiples factores influyen en una variable de interés (Rodrigo, 2016).

3.7 Rendimiento

El rendimiento se refiere a la cantidad de producto final obtenido en relación con la cantidad de materia prima utilizada en un proceso de producción. Se puede expresar como un porcentaje o como una proporción. La fórmula más común para calcular el rendimiento es:

$$\text{Rendimiento}(\%) = \frac{\text{Peso del producto final}}{\text{Peso de la materia prima}} \times 100$$

Ilustración 1. Formula de rendimiento.

Donde:

- 1) Peso del producto final" es el peso total del producto terminado o procesado.
- 2) Peso de la materia prima" es el peso total de los ingredientes o materiales utilizados para producir el producto.

Esta fórmula permite calcular el porcentaje de producto final obtenido en relación con la cantidad de materia prima utilizada (López, 2021).

3.7.1 Evaluación de rendimiento

La evaluación de rendimiento es un proceso integral que implica la medición y análisis de las acciones y resultados de un individuo, equipo o sistema en relación con los objetivos y estándares establecidos. Incluye la identificación de fortalezas y áreas de mejora, así como la retroalimentación constructiva para promover el desarrollo y la eficacia en un entorno laboral. Además, puede abarcar diversos métodos y herramientas, como revisión de desempeño, evaluaciones 360 grados, indicadores clave de rendimiento (KPI), entre otros, con el fin de garantizar un seguimiento continuo y una mejora progresiva (Ortega, 2021).

3.8 Beneficio

El beneficio se puede definir entonces como todo aquello que produce un hecho favorable para una persona o grupo de personas. En este sentido, no solo es representativo de un bien o facultad, sino también como la utilidad resultante de dicho beneficio; muchas veces estas son más importantes que el beneficio que las origina (DELSOL, 2021).

3.8.1 Beneficio-costo

Para determinar la relación beneficio costo se realizará el beneficio de la utilidad neta, sobre los costos que implique su producción para lo cual se deberán tomar en cuenta los siguientes criterios

La fórmula básica del beneficio-coste (B/C) es una medida utilizada en el análisis económico para evaluar la rentabilidad de un proyecto o una inversión. Esta fórmula compara los beneficios esperados de una acción con los costos asociados.

$$B/C = \frac{\text{Beneficios Netos}}{\text{Costo Total}}$$

Ilustración 2. Formula de Beneficio costo

- 1) Cuando B/C es mayor que 1, significa que los beneficios esperados del proyecto son mayores que los costos totales, lo que indica que el proyecto es rentable.
- 2) Cuando B/C es igual a 0, significa que los beneficios esperados son iguales a los costos totales, lo que indica que el proyecto no genera ni pérdidas ni ganancias.
- 3) Cuando B/C es menor que 1, significa que los beneficios esperados son menores que los costos totales, lo que indica que el proyecto no es rentable (MaNeil, 2024)

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en el Laboratorio de Ciencia de la Carne de la Universidad Nacional de Agricultura de Honduras, ubicada en barrio El espino en la ciudad de Catacamas, Olancho. Se determinó la aceptabilidad sensorial y propiedades texturales de 3 tratamientos con adición de sal y bicarbonato de sodio donde el factor de estudio es la sal y bicarbonato, con porcentajes al (0.8%, 1.1% y 1.3% de sal) y (0.1%, 0.3% y 0.5% de bicarbonato). Se analizó mediante un diseño multifactorial de 2 vías y una prueba LSD Fisher y pruebas de fuerza de ruptura mediante un texturómetro.

4.1 Materiales y Equipo

Materia cárnica: La obtención de la materia prima se llevó a cabo mediante la cosecha de los cerdos que ingresaron al Laboratorio de Ciencias de la Carne de la Universidad Nacional de Agricultura, realizando los procesos estandarizados del LCC para la obtención de la lonja que forma parte del chicharrón. Los cortes se mantuvieron refrigeración con el propósito de conservar sus características sensoriales hasta el momento de la elaboración del producto.

Materiales:

- Sal, Bicarbonato de sodio y lonja de cerdo.

Materiales complementarios: Bolsas plásticas de color transparente, papel, lápices, libreta, peroles, chuchillos, canastas plásticas, platos, jabón, pazcones, paletas (para mover los chicharrones)

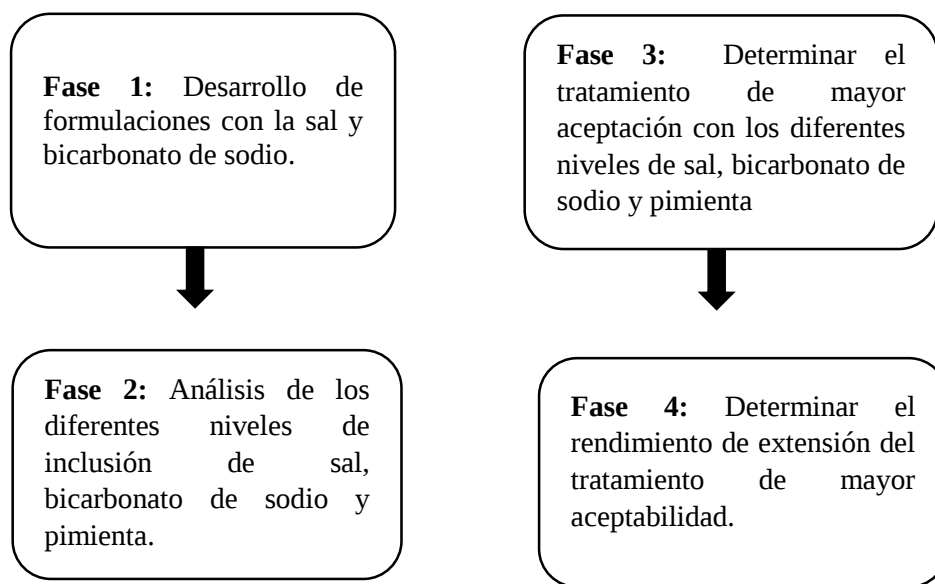
Equipo e instrumentos: Mesas de acero inoxidable, balanza, texturómetro digital, casco,

indumentaria, equipo de protección personal.

4.2 Metodología

La investigación se realizó a través de cuatro fases las que se describen a continuación

Ilustración 3. Fases de la investigación



4.3 Etapa I. Desarrollo de las formulaciones con sal y bicarbonato de sodio.

En la primera fase, se desarrollaron 10 tratamientos distintos con diferentes niveles de sal y bicarbonato de sodio. Los niveles de sal fueron 0.8%, 1.1% y 1.3%, mientras que los niveles de bicarbonato de sodio fueron 0.5%, 0.7% y 0.9%. Estos se mezclaron en diversas combinaciones, además de una muestra control con 1% de sal, establecida por el LCC. Cada tratamiento se utilizó 20 libras de lonja de cerdo y se realizaron dos repeticiones por tratamiento, sumando un total de 20 unidades experimentales.

En la tabla 1 se muestran las concentraciones de sal y bicarbonato de sodio en los diferentes tratamientos.

Tabla 1. Porcentajes de sal y bicarbonato de sodio

Tratamientos	% de Sal	% de Bicarbonato de sodio
T1	0.8%	0.1%
T2	0.8%	0.3%
T3	0.8%	0.5%
T4	1.1%	0.1%
T5	1.1%	0.3%
T6	1.1%	0.5%
T7	1.3%	0.1%
T8	1.3%	0.3%
T9	1.3%	0.5%
T10 (testigo)	1% de sal establecida por el LCC	

4.3.1 Manejo experimental

Con el objetivo de identificar los 5 mejores tratamientos se optimizaron 10 tratamientos a 5 utilizando los resultados del análisis con el texturómetro evaluando textura, dureza y consistencia como criterio de selección para ello se procesaron 5 muestras de chicharrón por cada tratamiento para poder obtener una mayor confianza.

4.3.2 Diagrama de flujo de proceso de elaboración de chicharrones

Para el proceso de elaboración de chicharrones con cada tratamiento y repetición se realizó siguiendo el siguiente diagrama:

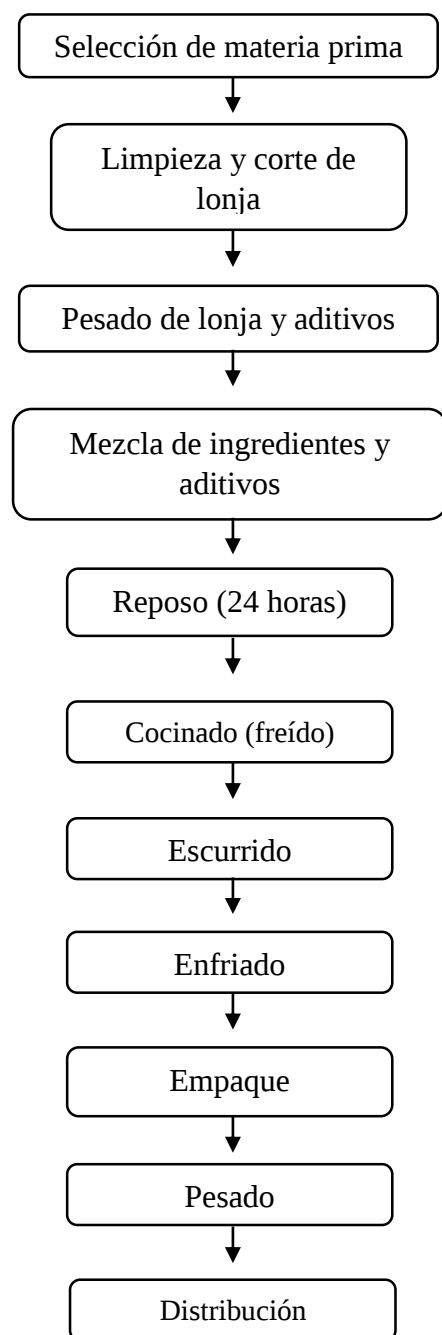


Tabla 2. Flujo de proceso de elaboración de chicharrones

N	Actividad	Descripción
1	Selección de materia prima	Se verifica ausencia de contaminantes físicos, químicos y microbiológicos que afecten a la calidad e inocuidad del producto.

2	Limpieza y corte de lonja	Se eliminaron restos de suciedad, grasa excesiva o partes no deseadas de la lonja, asegurando que quede limpia y lista para su procesamiento.
3	Pesado de lonja y aditivos	Se pesaron la lonja y los ingredientes la sal y el bicarbonato, para garantizar que se utilicen las cantidades exactas requeridas según la formulación.
4	Mezcla de ingredientes y aditivos	Se incorporan los aditivos a la lonja y se mezclan de manera uniforme. Esto asegura que los agentes texturizantes, como la sal y el bicarbonato, estén bien distribuidos para mejorar la textura y el sabor.
5	Reposo (24 horas)	La lonja mezclada con los ingredientes se deja reposar durante un día para permitir que los aditivos actúen sobre la estructura del producto, mejorando su textura y sabor.
6	Cocinado (freído)	La lonja se frío para transformarla en chicharrón. Este proceso es crucial para desarrollar la textura crujiente y el sabor característico.
7	Escurreo	El chicharrón se escurre para eliminar el exceso de grasa, lo que contribuye a una mejor presentación y calidad final del producto.
8	Enfriado	El producto se dejó enfriar para estabilizar su estructura y preparar para el empaque.
9	Empaque	Los chicharrones enfriados se colocan en envases adecuados que los protegen de la contaminación y prolongan su vida útil.
10	Pesado	Se pesó el producto final para verificar que cumple con los estándares establecidos.
11	Distribución	Los chicharrones empaquetados se envían a los puntos de venta o distribución final para que lleguen al consumidor.

Antes de someter la lonja al procesamiento se valoró la inocuidad de la lonja y se siguieron los procesos establecidos por el LLC para asegurar tanto la calidad e inocuidad del producto y por ende del consumidor seguidamente se selecciona la materia prima cárnica, luego, se pesaron la cantidad de lonja, sal, bicarbonato según la formulación. Teniendo en cuenta la materia prima seleccionada y pesada, se procedió a la elaboración de los chicharrones, de acuerdo al flujograma descrito anteriormente se realizaron 2 corridas experimentales a los 10 tratamientos teniendo en total 20 corridas experimentales, de cada corrida experimental se tomaron 5 muestras para evaluar textura, dureza y consistencia en el texturómetro procesando un total de 100 muestras.

4.3.3 Optimización de tratamientos

Una vez determinado las etapas del proceso, se llevó a cabo la optimización de los 10 tratamientos inicialmente propuestos mediante el uso del texturómetro, procesando 5 muestras por corrida experimental, se seleccionó 5 muestras por tratamiento con un tamaño de 5cm para los análisis texturales.

Basándose en los resultados del análisis texturómetro, se seleccionaron los cinco tratamientos que presentaron el mejor desempeño en términos de dureza y fracturabilidad. Estos tratamientos representaron la siguiente fase del estudio y fueron objeto de una evaluación más detallada.

Proceso para prueba discriminante

Con el objetivo de identificar los tratamientos que contienen un sabor muy alto en contenido de sal y de esta manera poder ir descartando de este estudio para poder ajustar los porcentajes necesarios, este se realizó a través de la prueba discriminante mediante una prueba de estala hedónica en la que hace referencia a 1 a 9 puntos (donde 1 representa me disgusta muchísimo y 9 representa me gusta muchísimo) se aplicó a 30 jueces no entrenados con el fin de identificar la variable de sabor.

4.4 Etapa II. Análisis de los diferentes niveles de sal, bicarbonato de sodio.

Luego de tener los 5 mejores tratamientos se realizaron los análisis para determinar el efecto de la adición de sal y bicarbonato a través de:

- ❖ Análisis sensorial
- ❖ Análisis de perfil de textura

4.4.1 Aplicación del análisis sensorial

Se aplicó una prueba de escala hedónica de 9 puntos para evaluar el sabor sensorial de los chicharrones de lonja, en una escala de 1 a 9, donde 1 representaba "me disgusta muchísimo" y 9 "me gusta muchísimo". Cada una de las muestras estuvo asignada un código de 3 dígitos. La variable de respuesta fue sabor. Los factores de estudio fueron los porcentajes de sal y bicarbonato de sodio. Se requirieron 30 jueces no entrenados que evaluaron las muestras, las cuales tuvieron un tamaño de 5 centímetros y se presentaron de forma aleatoria a una temperatura adecuada para el consumo. Las muestras se sirvieron en platos desechables y se ofreció agua entre ellas para neutralizar el sabor de la muestra evaluada.

4.4.2 Variables por evaluar

Dentro de las variables en el análisis sensorial se evaluaron, el color, sabor, textura y aceptación general por parte de los consumidores y se evaluó mediante la utilización del texturómetro fuerza y firmeza.

4.4.3 Evaluación sensorial de variables dependientes

1. Color:

Esta variable se consideró la apariencia visual del chicharrón de lonja y fue evaluada en términos de luminosidad y uniformidad del color. Las posibles unidades de medida fueron:

- 1) **Uniformidad del color:** Se evaluó mediante una escala hedónica (donde 1 representaba "me disgusta muchísimo" y 9 "me gusta muchísimo").

2. Sabor:

Estas variables se consideraron a las características gustativas del chicharrón de lonja, incluyendo dulce, salado, ácido, amargo y sabores específicos asociados con los ingredientes utilizados. La posible unidad de medida fue:

- 1) **Percepción global del sabor:** Se evaluó mediante una escala hedónica (donde 1 representaba "me disgusta muchísimo" y 9 "me gusta muchísimo") para determinar la aceptabilidad del sabor en general.

3. Textura:

Estas variables se consideraron a las características táctiles y mecánicas del chicharrón de lonja, como la suavidad, la firmeza, la crocancia y la jugosidad. Las unidades de medida fueron:

- 1) **Crocancia:** Se evaluó mediante una escala hedónica (donde 1 representaba "me disgusta muchísimo" y 9 "me gusta muchísimo") para determinar la aceptabilidad de textura en general.

4.4.4 Aceptación general:

Esta variable se refirió a la valoración global del chicharrón de lonja por parte de los consumidores, teniendo en cuenta todas las características sensoriales evaluadas. Las unidades de medida fueron una escala hedónica (donde 1 representaba "me disgusta muchísimo" y 9 "me gusta muchísimo") (Vega, 2020).

4.4.5 Análisis instrumental de las variables dependientes

➤ Fuerza de ruptura:

Esta fuerza fue evaluada utilizando una quijada de Volodkevich, diseñada para simular la acción de mordida humana. Este análisis permitió medir la fuerza necesaria para romper la muestra del chicharrón. Los resultados se expresaron en gramos (g), representando la resistencia del producto ante la ruptura.

➤ Dureza de fracturabilidad:

Para realizar este análisis se utilizó una plataforma de tres puntos en el texturómetro. Este método determinó la fuerza requerida para fracturar el chicharrón al aplicar presión en un punto central entre dos soportes. Los valores también se expresaron en gramos (g), indicando el nivel de dureza o fragilidad de la textura.

4.4.5 Aplicación de Análisis de perfil de textura

Se realizó dos enfoques complementarios para evaluar las características texturales del chicharrón de lonja. Por un lado, un panel sensorial calificado por 30 jueces no entrenados que llevo a cabo pruebas para valorar subjetivamente aspectos como la textura, utilizando escalas hedónicas (donde 1 representaba "me disgusta muchísimo" y 9 "me gusta muchísimo") específicas que reflejen la percepción de los evaluadores. Por otro lado, se utilizó un texturómetro realizando mediciones objetivas, incluyendo la fuerza de ruptura, analizada con la quijada de Volodkevich, y la dureza de fracturabilidad, determinada mediante una plataforma de tres puntos.

4.4.6 Modelo estadístico

Se implementó un diseño factorial 3x3 para evaluar los efectos de tres niveles de sal y tres niveles de bicarbonato de sodio en la elaboración de chicharrones de lonja. Este enfoque involucro dos variables independientes (sal y bicarbonato de sodio) examinó cómo afectaron la calidad del producto final. Para analizar el efecto de estas dos variables independientes sobre las variables dependientes, se utilizó un Análisis de Varianza Multifactorial (ANOVA) de dos vías. Este análisis permitió examinar tanto los efectos individuales de la sal y el bicarbonato de sodio como su interacción en la calidad del producto final. El ANOVA de dos vías identifico si existieron diferencias significativas entre los niveles de sal y bicarbonato de sodio, así como si hubo interacción significativa entre estas dos variables. Esto permitió determinar qué combinaciones de niveles de sal y bicarbonato de sodio producen chicharrones de lonja de mayor calidad.

4.5 Etapa III. Determinar el tratamiento de mayor aceptación con los diferentes niveles de sal, bicarbonato de sodio y pimienta

1. Una vez realizado en análisis de los datos en el software de Infostat se procedió a analizar las tablas de (ANOVA) para observar la interacción entre cada uno de los tratamientos, cuál de los 10 fue la mayor aceptación por parte de los panelistas.
2. En el Análisis de perfil de textura se observaron las curvas que se registraron en el software del texturómetro y se tabularon los datos en Excel para determinar en base a las curvas cuál de los tratamientos presentó las mejores características texturales.

4.6 Etapa IV. Determinar el rendimiento de extensión del tratamiento de mayor aceptabilidad.

Para conocer el rendimiento de extensión de los diferentes tratamientos se utilizó la siguiente ecuación matemática donde: el % de rendimiento fue igual al peso final del producto en este caso los chicharrones de lonja con la adición de sal y bicarbonato de sodio esto dividido entre el peso de la pieza base, siendo esta la muestra control que no contó con ningún porcentaje de sal y bicarbonato, dado como resultado el tratamiento con mayor extensión y se utilizó un análisis de beneficio costo para determinar qué tan factible fue la utilización de la sal y el bicarbonato en la elaboración de chicharrones de lonja de cerdo.

$$\% \text{ de rendimiento} = \frac{\text{Peso producto final}}{\text{Peso de la pieza base}} \times 100$$

Ilustración 4. Formula de rendimiento

4.7 Relación beneficio-costos

Para determinar la relación beneficio costo se realizó el beneficio de la utilidad neta, sobre los costos que implicaron su producción, para lo cual se tomaron tomar en cuenta los siguientes criterios.

La fórmula básica del beneficio-coste (B/C) fue una medida utilizada en el análisis económico para evaluar la rentabilidad de un proyecto o una inversión. Esta fórmula comparó los beneficios esperados de una acción con los costos asociados.

$$B / C = \frac{\text{Benefios netos}}{\text{Costo total}}$$

Ilustración 5. Formula de Beneficio costo

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Pruebas Piloto

Se desarrollaron pruebas piloto para ajustar los niveles de sal y bicarbonato, con la finalidad de estandarizar el proceso de elaboración. Además, se realizaron pruebas en el texturómetro para poder calibrar el equipo, asegurando la precisión en la medición de la textura durante el análisis.

5.2 Resultados Infostat

5.2.1 Variable de respuesta color

Tabla 3. Resultados Infostat de la variable color.

Tratamientos	Sal %	Bicarbonato %	Aceptación general
Testigo	1	0	6.6±1.49a,b,c
T1	0.8	0.1	6.67±1.69a,b,c,d
T2	0.8	0.3	6.66±1.99a,b,c
T3	0.8	0.5	7.43±1.35c,d
T4	1.1	0.1	6.5±1.67a,b
T5	1.1	0.3	7.4±1.58c,d
T6	1.1	0.5	6±1.87a
T7	1.3	0.1	6.5±1.99a,b
T8	1.3	0.3	7.26±1.33b,c,d
T9	1.3	0.5	7.5±1.19d

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

El análisis de la variable de respuesta color de los chicharrones mostró diferencias significativas entre los tratamientos testigo (1% sal, sin bicarbonato), T1 (0,8% sal, 0,1% bicarbonato), T2 (0,8% sal, 0,3% bicarbonato), T4 (1,1% sal, 0,1% bicarbonato) y T7 (1,3% sal, 0,1% bicarbonato) presentaron puntajes de color cercanos entre 6.0 y 6.6, lo que sugiere que las variaciones en la cantidad de sal y el bicarbonato no tuvo un efecto significativo en la preferencia sensorial. En contraste, los tratamientos con mayores cantidades de bicarbonato, como T3 (0,8% sal, 0,5% bicarbonato), T5 (1,1% sal, 0,3% bicarbonato), T8 (1,3% sal, 0,3% bicarbonato) y T9 (1,3% sal, 0,5% bicarbonato), mostró una mayor aceptación, con promedios entre 7.2 y 7.5, lo que sugiere que el bicarbonato mejora el sabor. Estos resultados indican que el bicarbonato tiene un impacto positivo sobre el color de los chicharrones.

5.2.2 Grafica de la variable de respuesta color

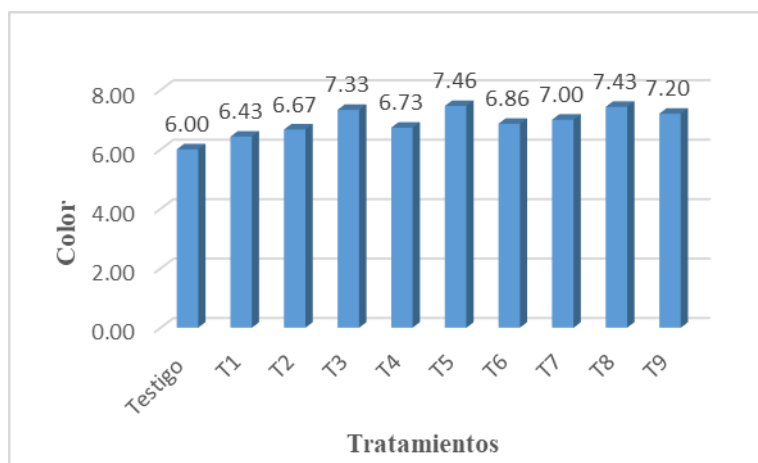


Ilustración 6. Resultados de las medias en variable respuesta color.

El tratamiento 5 es el más aceptado en términos de color, con un nivel de significancia superior y una puntuación promedio de 7,46. Este resultado sugiere que la combinación de 1.1% de sal y 0.3% de bicarbonato es óptima para mejorar la apariencia visual del producto, con esas inclusiones de bicarbonato se optimiza el color del producto. La sal, en esta concentración, facilita la deshidratación superficial y mejora la pigmentación, logrando un

tono dorado atractivo. El bicarbonato, al elevar ligeramente el pH, favorece las reacciones de Maillard, intensificando el color y aportando uniformidad. Esta combinación logra el mayor nivel de aceptación.

5.2.3 Variable de respuesta sabor

Tabla 4. Resultados Infostat en la variable sabor

Tratamientos	Sal %	Bicarbonato %	Sabor
Testigo	1	0	6.60±1.49 ^{a,b,c}
T1	0.8	0.1	6.00±2.12 ^a
T2	0.8	0.3	6.1±2.0 ^{a,b}
T3	0.8	0.5	7.1±1.39 ^c
T4	1.1	0.1	6.43±1.71 ^{a,b,c}
T5	1.1	0.3	7.16±1.74 ^c
T6	1.1	0.5	6.46±1.67 ^{a,b,c}
T7	1.3	0.1	6.86±1.56 ^{a,b,c}
T8	1.3	0.3	7.06±1.76 ^c
T9	1.3	0.5	6.9±1.47 ^{b,c}

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

El análisis estadístico de sabor mostró diferencias significativas en T1 (0.8% sal, 0.1% bicarbonato) y T2 (0.8% sal, 0.3% bicarbonato) fueron los menos aceptados, debido al bajo nivel de sal, que resultó en un sabor simple. En contraste, los tratamientos T3 (0.8% sal, 0.5% bicarbonato), T5 (1.1% sal, 0.3% bicarbonato) y T8 (1.3% sal, 0.3% bicarbonato) fueron los más aceptados. Estas concentraciones, que incluyen niveles moderados a altos de sal y bicarbonato, contribuyeron a un mejor perfil sensorial, logrando un sabor más balanceado y agradable en los chicharrones.

5.2.4 Grafica de variable respuesta sabor

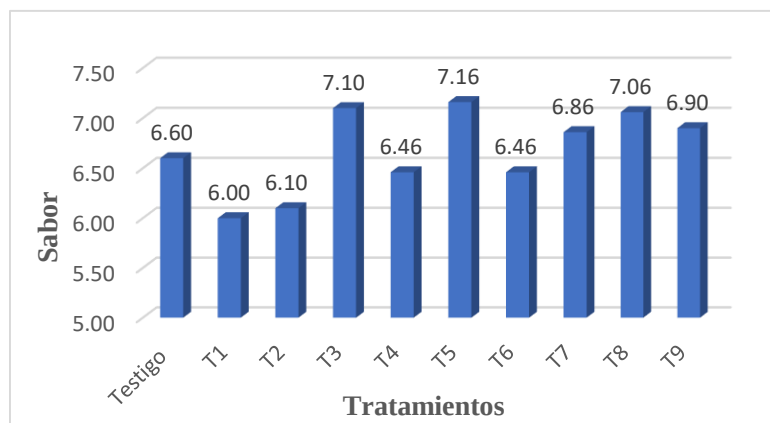


Ilustración 7. Resultados de las medias en variable respuesta sabor

Los tratamientos más aceptados por los panelistas son T5, T3 y T8, los cuales destacan significativamente por su combinación de sal y bicarbonato. T5, con 1.1% de sal y 0.3% de bicarbonato, obtuvo la mayor aceptación, seguido de T3 (0.8% de sal y 0.5% de bicarbonato) y T8 (1.3% de sal y 0.3% de bicarbonato). Estas combinaciones optimizan el perfil sensorial, logrando mejorar el sabor y la textura del producto. Por otro lado, los tratamientos menos aceptados son T1 (0.8% de sal y 0.1% de bicarbonato) y T2 (0.8% de sal y 0.3% de bicarbonato), donde las combinaciones utilizadas no lograron realzar significativamente el sabor, presentando puntuaciones bajas.

5.2.5 Variable de respuesta textura

Tabla 5. Resultados Infostat en la variable textura

Tratamientos	Sal %	Bicarbonato %	Textura
Testigo	1	0	5.8±2.12 ^a
T1	0.8	0.1	6.97±2.22 ^c
T2	0.8	0.3	6.90±1.90b, ^c
T3	0.8	0.5	7.63±1.21 ^c
T4	1.1	0.1	5.86±2.09 ^a
T5	1.1	0.3	7.26±1.94 ^c
T6	1.1	0.5	5.96±1.77 ^{a,b}
T7	1.3	0.1	5.66±1.89 ^a
T8	1.3	0.3	7.06±1.63 ^c
T9	1.3	0.5	7.36±1.40 ^c

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

El análisis estadístico de la percepción la textura en los chicharrones mostró diferencias significativas entre los tratamientos reflejadas en las letras asignadas a cada media. El tratamiento testigo (1% de sal, sin bicarbonato) obtuvo una media de textura de 5.8 ± 2.12 , y se agrupó estadísticamente con T4 (1.1% sal, 0.1% bicarbonato), T6 (1.1% sal, 0.5% bicarbonato) y T7 (1.3% sal, 0.1% bicarbonato), lo que indica que estas combinaciones de sal y bicarbonato no generan una textura distintiva. En contraste, los tratamientos T1 (0.8% sal, 0.1% bicarbonato), T3 (0.8% sal, 0.5% bicarbonato), T5 (1.1% sal, 0.3% bicarbonato), T8 (1.3% sal, 0.3% bicarbonato) y T9 (1.3% sal, 0.5% bicarbonato) de acuerdo a la percepción de los jueces obtuvieron una puntuación más alta, siendo T3 el mejor tratamiento con una media de 7.63 ± 1.21 .

5.2.6 Grafica de variable respuesta textura

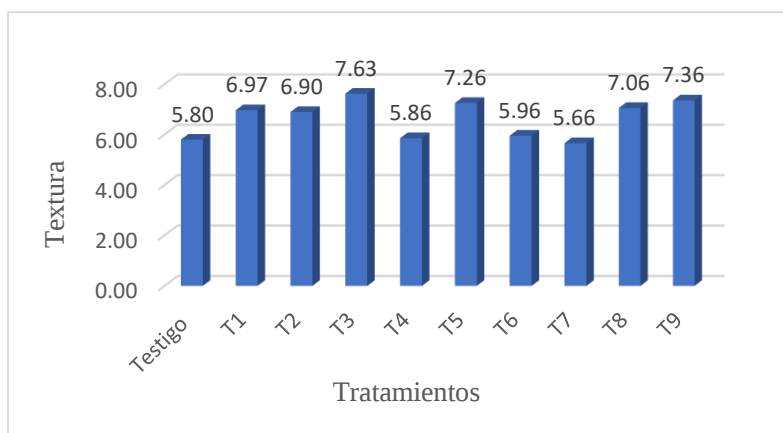


Ilustración 8. Resultados de las medias en variable respuesta textura

De acuerdo a la percepción el tratamiento 3 es el más aceptado en términos de textura con un nivel de significancia superior y una puntuación promedio de 7.70, el tratamiento 3 es el más aceptado en términos de consistencia, lo que destaca la efectividad de la combinación de 0.8% de sal y 0.5% de bicarbonato. En esta concentración, la sal aporta una crocancia ideal al chicharrón, promoviendo una estructura firme que mejora la percepción de una dureza adecuada. El bicarbonato de sodio, al 0,5%, contribuye a estabilizar la estructura del producto durante la cocción, logrando una consistencia equilibrada que mantiene la crocancia sin perder estabilidad. Esta combinación en el tratamiento 3 optimiza la consistencia, obteniendo la mayor aceptación sensorial en comparación con otros tratamientos.

5.2.9 Variable de respuesta de aceptación general

Tabla 6 Resultados Infostat en la variable aceptación general

Tratamientos	Sal %	Bicarbonato %	Aceptación general
Testigo	1	0	6.6±1.49 ^{a,b,c}
T1	0.8	0.1	6.67±1.69 ^{a,b,c,d}
T2	0.8	0.3	6.66±1.99 ^{a,b,c}
T3	0.8	0.5	7.43±1.35 ^{c,d}
T4	1.1	0.1	6.5±1.67 ^{a,b}
T5	1.1	0.3	7.4±1.58 ^{c,d}
T6	1.1	0.5	6±1.87 ^a
T7	1.3	0.1	6.5±1.99 ^{a,b}
T8	1.3	0.3	7.26±1.33 ^{b,c,d}
T9	1.3	0.5	7.5±1.19 ^d

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

La aceptación general de los tratamientos muestra variaciones significativas dependiendo de la combinación de sal y bicarbonato utilizada. Los tratamientos con mayor aceptación general fueron T9 (7.5±1.19), T3 (7.43±1.35), T5 (7.4±1.58) y T8 (7.26±1.33). Estas combinaciones, que incluyen entre 0.8% y 1.3% de sal junto con niveles de bicarbonato entre 0.3% y 0.5%, optimizan el perfil sensorial y son las más valoradas por los panelistas. En contraste, los tratamientos con menor aceptación general fueron T6 (6.0±1.87), T4 (6.5±1.67) y T7 (6.5±1.99), cuyos niveles de sal y bicarbonato no lograron realzar significativamente el sabor y textura, T6, con 1.1% de sal y 0.5% de bicarbonato, presentó la puntuación más baja, indicando que esta combinación no contribuye a una mejora sensorial destacable. El testigo (1% sal, 0% bicarbonato) obtuvo una aceptación intermedia (6.6±1.49), demostrando que la inclusión adecuada de bicarbonato junto con un ajuste en el nivel de sal puede mejorar la percepción general del producto.

5.2.10 Grafica de variable respuesta aceptación general

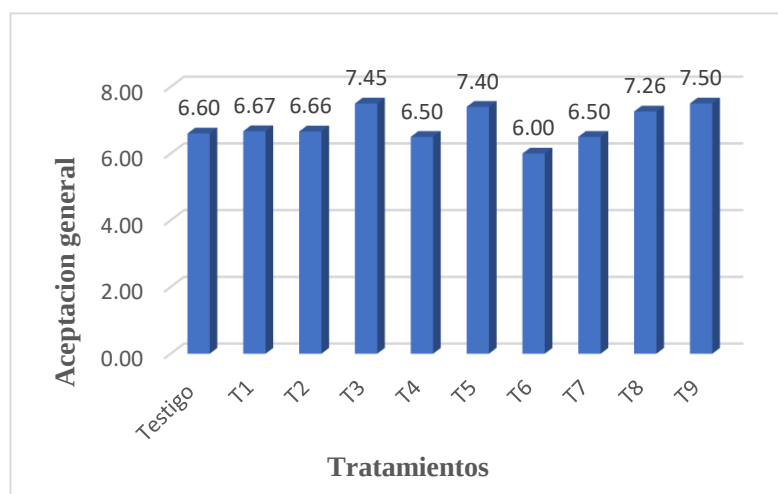


Ilustración 9. Resultados de las medias en variable respuesta aceptación general

Se observa que los tratamientos con mayor aceptación general fueron T9 (7.5 ± 1.19), T3 (7.43 ± 1.35), T5 (7.45 ± 1.58) y T8 (7.26 ± 1.33), los cuales incluyen combinaciones de 0.8% a 1.3% de sal y 0.3% a 0.5% de bicarbonato. Estos optimizan el perfil sensorial y son preferidos por los panelistas. En contraste, los tratamientos menos aceptados fueron T6 (6 ± 1.87), T4 (6.5 ± 1.67) y T7 (6.5 ± 1.99), indicando que estas combinaciones no mejoraron significativamente el sabor y textura. El testigo (6.6 ± 1.49) quedó en un nivel intermedio, mostrando que ajustar los niveles de sal y bicarbonato puede aumentar la aceptación.

5.3 Análisis de perfil de textura

Se realizaron 5 repeticiones por cada uno de los 10 tratamientos utilizando la plataforma de 3 puntos y una cuchilla de fuerza de ruptura Volodkevich, con la ayuda de un texturómetro digital T.A XT plus para determinar el perfil de textura de los chicharrones de lonja, el análisis se realizó a temperatura de consumo.

5.4 Consideraciones técnicas para descartar tratamientos

Tabla 7. Resultado texturómetro (Plataforma de 3 puntos)

Tratamientos	Sal %	Bicarbonato %	Fuerza (g)
Testigo	1	0	6017.18±3203.80 ^{bcd}
T1	0.8	0.1	4595.64±1667.31 ^{abc}
T2	0.8	0.3	3727.12±1496.78 ^{ab}
T3	0.8	0.5	3844.88±1286.02 ^{ab}
T4	1.1	0.1	7166.64±2167.40 ^{cd}
T5	1.1	0.3	3003.28±1142.09 ^a
T6	1.1	0.5	5733.82±526.03 ^{bcd}
T7	1.3	0.1	3117.84±1851.84 ^{ab}
T8	1.3	0.3	4906.76±400.60 ^{abc}
T9	1.3	0.5	7747.02±3559.01 ^d

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

Los resultados del análisis estadístico indican que los tratamientos T5, T1, T2, T3 y T7 no presentan diferencias significativas entre sí en cuanto a la fuerza de fracturabilidad, lo que sugiere que estos tratamientos tienen una textura similar, con una fuerza significativamente menor que los tratamientos con una mayor inclusión de sal y bicarbonato. Estos tratamientos, con menores cantidades de sal y bicarbonato, logran una textura más crujiente y suave al consumir. En cambio, los tratamientos T4, T6 y T9 muestran diferencias significativas con respecto a los tratamientos mencionados anteriormente, presentando una mayor fuerza de fracturabilidad y, por lo tanto, una textura más dura y difícil de masticar. T9, con 1.3% de sal y 0.5% de bicarbonato, presenta la mayor fuerza de fracturabilidad, lo que indica que la combinación de estos ingredientes a altos niveles puede resultar en una textura menos deseable, más rígida y menos crujiente.

5.4.1 Grafica de resultados de la plataforma de 3 puntos

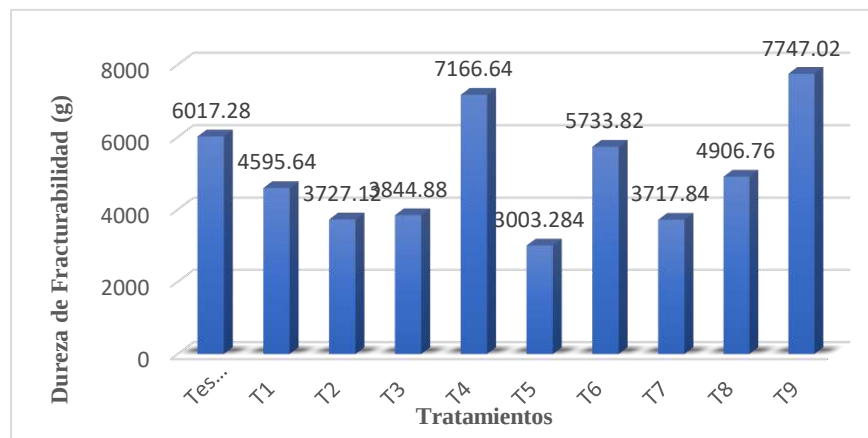


Ilustración 10. Resultados de promedios de la plataforma de 3 puntos.

Se observa que el tratamiento 5 con un 1.1% de sal y 0.3% de bicarbonato de sodio tiene una fuerza de corte ligeramente menor en comparación a los otros 9 tratamientos, estadísticamente las medias del análisis de varianza nos indican que el T5 tiene registrada la media más baja esto indica que no presentan diferencias estadísticamente significativas entre ellos, a estos porcentajes de sal y bicarbonato mejora la textura del producto, logrando una consistencia crujiente y suave. La sal facilita la desnaturalización de las proteínas, lo cual fortalece la estructura del tejido, mientras que el bicarbonato actúa en el ablandamiento del producto al formar una estructura más porosa durante el calentamiento. Esto optimiza la fuerza de fractura, ofreciendo una textura más agradable al consumir.

5.4.2 Optimización de tratamientos

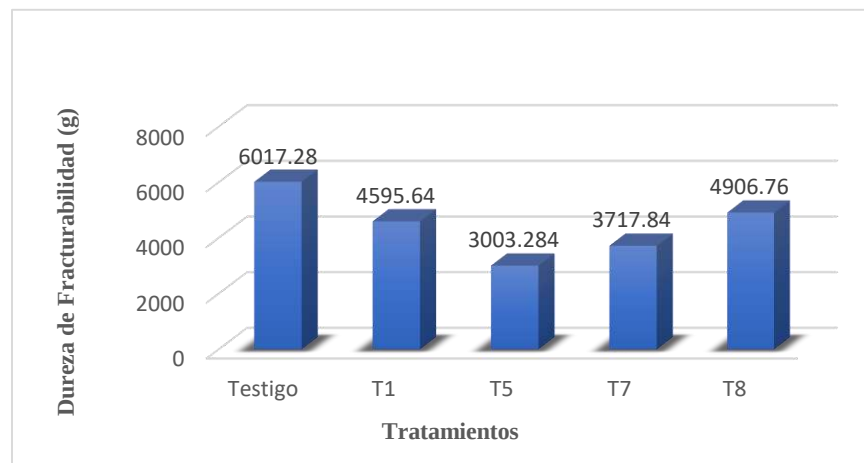


Ilustración 11. Resultado de los 5 mejores tratamientos

Se seleccionaron los 5 mejores tratamientos basados en dos métodos: la evaluación sensorial del sabor y el análisis de textura utilizando una plataforma de 3 puntos. En primer lugar, se descartaron todos los tratamientos con 0.5% de bicarbonato, ya que se observaron reacciones no deseables. Esto se debió a que el bicarbonato liberaba CO₂ en el ambiente caliente y con grasa, lo que generaba una espuma que se expandía rápidamente y dañaba la textura del chicharrón. Los tratamientos afectados fueron T3 (0.8% de sal y 0.5% de bicarbonato), T6 (1.1% de sal y 0.5% de bicarbonato) y T9 (1.3% de sal y 0.5% de bicarbonato). Además, el T2 (0.8% de sal y 0.3% de bicarbonato) de la misma manera no alcanzo altas puntuaciones en las evaluaciones sensoriales, y el T4 (1.1% de sal y 0.3% de bicarbonato) presentó una textura más dura, con un promedio elevado en la plataforma de 3 puntos, lo que lo hizo menos favorable para el consumo.

Los tratamientos seleccionados para continuar la investigación fueron aquellos con las puntuaciones de aceptación sensorial más altas. El T8 (1.3% de sal y 0.3% de bicarbonato) presentó un promedio aceptable en las evaluaciones sensoriales, al igual que el tratamiento Testigo (1% de sal). También se seleccionaron el T1 (0.8% de sal y 0.1% de bicarbonato), T5 (1.1% de sal y 0.3% de bicarbonato) y T7 (1.3% de sal y 0.1% de bicarbonato), los cuales presentaron fuerzas de fracturabilidad más bajas, lo que indica una textura más crujiente y favorable para el consumo.

5.5 Análisis texturales plataforma de 3 puntos

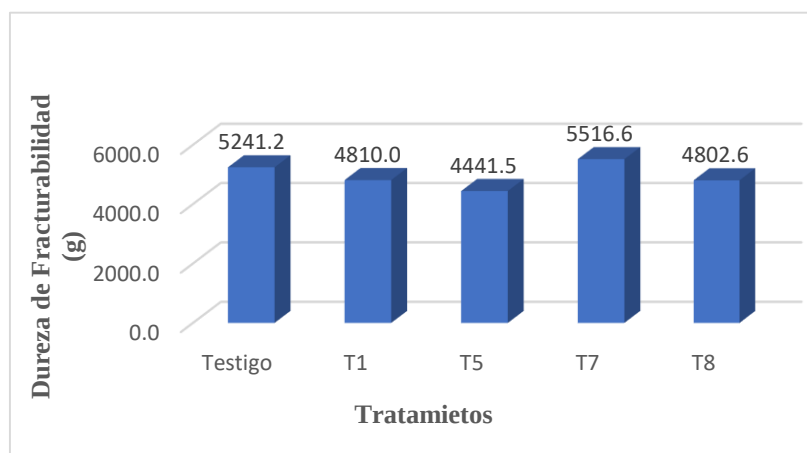


Ilustración 12. Resultados de la plataforma de 3 puntos

Se observa que el tratamiento T5 presenta la menor fuerza de fracturabilidad (g), lo que indica una textura más consistente y agradable para el chicharrón. Tratamientos como T1, T5 y T8 presentan fuerzas de ruptura similares, lo que sugiere que tienen una textura igualmente favorable, con una consistencia crujiente. En contraste, tratamientos como tratamiento testigo y T7 muestran mayor fuerza de ruptura, lo que indica una textura más dura. Sin embargo, una menor fuerza de ruptura es preferible, ya que sugiere un chicharrón más crujiente, optimizando la aceptación sensorial del producto.

5.6 Resultados texturales de Infostat

Tabla 8 Resultados texturales de la plataforma de 3 puntos

Tratamientos	Sal %	Bicarbonato %	Fuerza (g)
Testigo	1	0	5241.12±1966.45 ^a
T1	0.8	0.1	4810.01±2356.22 ^a
T5	1.1	0.3	4441.10±2871.83 ^a
T7	1.3	0.1	5516.51±1668.61 ^a
T8	1.3	0.3	4802.61±1297.19 ^a

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

Los resultados del análisis indican que todos los tratamientos, incluyendo Testigo, T1, T5, T7 y T8, presentan valores de fuerza de ruptura similares, ya que todos tienen la misma letra en el análisis estadístico. Esto significa que no hay diferencias significativas entre ellos en términos de textura. Por lo tanto, no se puede atribuir superioridad o inferioridad a ninguno de estos tratamientos, ya que sus fuerzas de ruptura son estadísticamente equivalentes. Esto sugiere que todos estos tratamientos tienen una textura similar y podrían ser igualmente aceptables en cuanto a su consistencia y crocancia.

5.7 Análisis texturales de Quijada Volodkevich

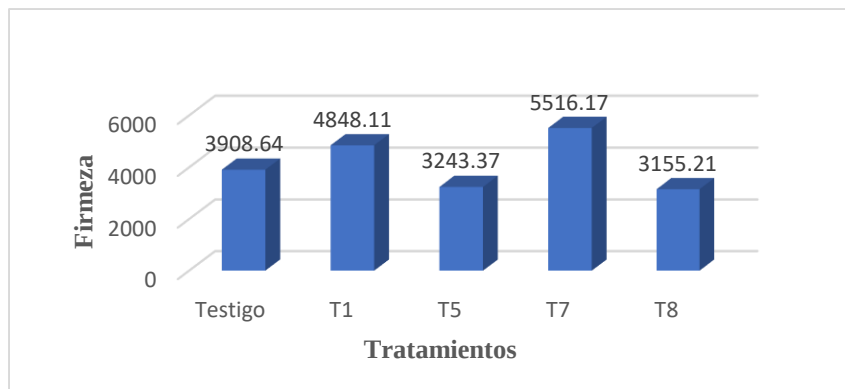


Ilustración 13. Resultados texturales de la Quijada Volodkevich

El tratamiento 5 mostró la menor fuerza de ruptura, lo que indica una textura más tierna y agradable para el chicharrón. Los tratamientos T1, T8 y el testigo presentaron medias similares. En contraste, el tratamiento T7 mostró la mayor fuerza de ruptura, lo que sugiere una textura más dura en comparación con los demás.

5.8 Resultados texturales Infostat

Tabla 9. Resultados texturales de la Quijada Volodkevich

Tratamientos	Sal %	Bicarbonato %	Fuerza (g)
Testigo	1	0	3908.64±1374.99 ^b
T1	0.8	0.1	4848.11±2375.30 ^b
T5	1.1	0.3	3243.37±1705.33 ^b
T7	1.3	0.1	5516.17±4960.50 ^a
T8	1.3	0.3	2989.98±1311.38 ^b

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

En el análisis de varianza multifactorial se observa que la fuerza de corte entre tratamientos, T7 (1.3% de sal y 0.1% de bicarbonato) se distingue significativamente al presentar el valor más alto de fuerza de corte, etiquetado con la letra "a". Esto indica que T7 genera una textura considerablemente más dura en comparación con los otros tratamientos. Por otro lado, los tratamientos Testigo (1% de sal y 0% de bicarbonato), T1 (0.8% de sal y 0.1% de bicarbonato), T5 (1.1% de sal y 0.3% de bicarbonato) y T8 (1.3% de sal y 0.3% de bicarbonato), etiquetados con la letra "b", no muestran diferencias significativas entre sí en términos de fuerza de corte. Aunque presentan valores numéricos distintos, estos tratamientos producen texturas similares, sin una variación estadística relevante en la dureza de la muestra. Dado que el objetivo es obtener fuerzas de corte más bajas para lograr una textura más consistente y crujiente en lugar de simplemente dura, los resultados sugieren que el T5 es adecuado para cumplir con la mejora de textura, mientras que T7, con su mayor resistencia, no ofrece la textura ideal buscada.

5.9 Rendimiento

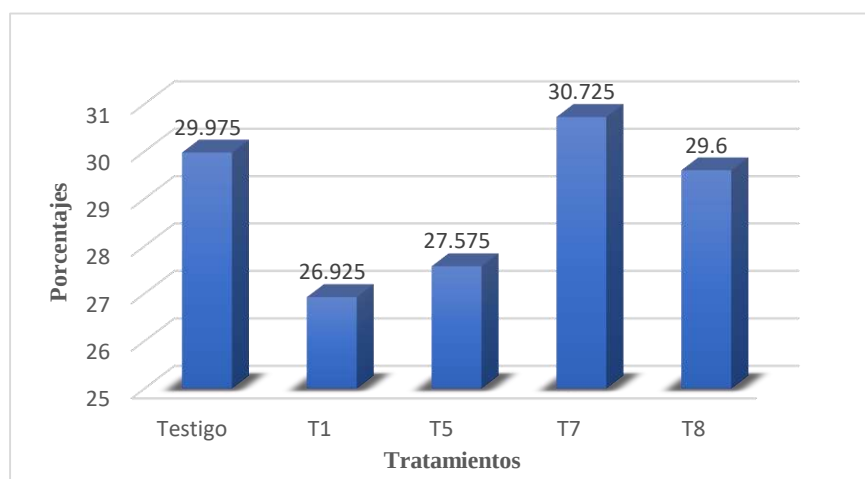


Ilustración 14. Promedio de la variable rendimiento de extensión

La grafica muestra los porcentajes de rendimiento, tratamiento 7 y testigo muestran mayores rendimientos, indicando que retuvieron más masa al final del proceso, en contraste tratamiento 1 y 5 presentaron los rendimientos más bajos, sugiriendo mayor pérdida de agua y aceite al momento de freírlos, por lo tanto, tratamiento 7 es el más eficiente.

Tabla 10. Resultados del análisis de varianza en rendimiento

Tratamientos	Sal %	Bicarbonato %	Fuerza
Testigo	1	0	29.98±0.74 ^c
T1	0.8	0.1	26.93±0.67 ^a
T5	1.1	0.3	27.58±0.30 ^{ab}
T7	1.3	0.1	30.73±0.31 ^c
T8	1.3	0.3	29.60±0.70 ^{bc}

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

En el análisis de varianza se observan diferencias estadísticamente significativas en el rendimiento de los tratamientos Testigo (1% de sal) y T7 (1.3% de sal y 0.1% de bicarbonato). Estas combinaciones permiten que la sal y el bicarbonato fortalezcan las proteínas del chicharrón, como el colágeno, mejorando su estructura y reduciendo la pérdida de masa durante la deshidratación. El bicarbonato facilita la expansión de la estructura, lo que mejora la textura y hace el producto más crujiente, favoreciendo una deshidratación eficiente. Por otro lado, los tratamientos T1 (0.8% de sal y 0.1% de bicarbonato), T5 (1.1% de sal y 0.3% de bicarbonato) y T8 (1.3% de sal y 0.3% de bicarbonato) no muestran diferencias significativas en comparación con el Tratamiento Testigo y T7. No obstante, el tratamiento T7 es el más destacado, ya que proporciona un mayor rendimiento, indicando que la combinación de 1.3% de sal y 0.1% de bicarbonato optimiza mejor las características deseadas en el chicharrón.

5.9 Relación benéfico-costo

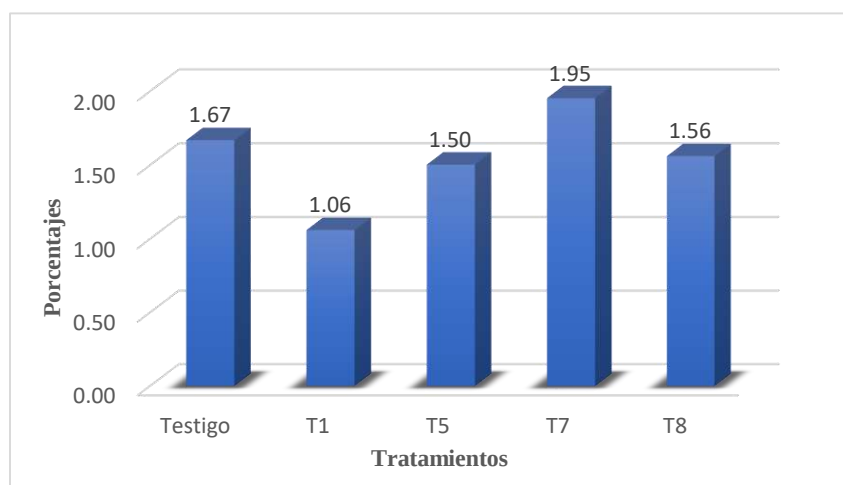


Ilustración 15. Resultados de variable de respuesta relación Beneficio/costo.

Los resultados de la relación beneficio-costo (B/C) para los tratamientos evaluados muestran que todos los tratamientos tienen un B/C superior a 1, lo que indica que los ingresos generados superan los costos de producción, haciendo que cada tratamiento sea rentable. El tratamiento T7 destaca con un B/C de 1,95, siendo el más rentable. Este tratamiento ha demostrado ser el más eficaz, debido a la cantidad de 1.3% sal y 0.1% bicarbonato de sodio añadidos, que optimizan tanto la textura, lo que se refleja en una mayor rentabilidad. Los tratamientos T5, T8 y el testigo tienen relaciones beneficio/costo (B/C) similares, lo que indica que las cantidades de sal y bicarbonato en estos tratamientos no afectan significativamente la rentabilidad, aunque siguen siendo efectivos. En cambio, el tratamiento T1, con menor cantidad de aditivos, muestra una rentabilidad marginal, sugiriendo que las cantidades de sal y bicarbonato no fueron para mejorar el rendimiento económico.

VI. CONCLUSIONES

Mediante la elaboración de chicharrones de lonja se logró determinar que la adición de sal y bicarbonato de sodio como agente texturizante tuvo diferencias significativas en comparación al tratamiento testigo en cuanto a las variables evaluadas por el texturómetro digital TA XT plus. Por lo tanto, si existen diferencias en la textura en comparación al tratamiento testigo.

Mediante la adición de sal y bicarbonato de sodio, el tratamiento T5(1.1% de sal y 0.3% de bicarbonato) mostró diferencias estadísticamente significativas en comparación con los otros tratamientos, destacándose como el más aceptado por los panelistas tanto en textura como en sabor. Los resultados del texturómetro indican, que T5 presentó las fuerzas de dureza y firmeza más bajas, lo que indica una textura más crujiente. Estas características contribuyen a que T5 sea percibido como el tratamiento óptimo, ya que las concentraciones de sal y bicarbonato empleadas lograron un equilibrio ideal que mejoró tanto el perfil sensorial como la textura del chicharrón de lonja.

Desde la percepción sensorial de los consumidores la adición de sal y bicarbonato de sodio tuvo un efecto positivo para el perfil sensorial de los chicharrones ya que mejoro el color, sabor y la consistencia presentando las mejores características en el T3 de adición en comparación con los demás tratamientos.

La adición de sal y bicarbonato de sodio como extensor obtuvo un resultado positivo en cuanto a sus rendimientos de elaboración, por lo cual su implementación desde un punto de vista económico se considera una buena alternativa, en cuanto a la relación beneficio/costo se obtuvieron resultados positivos, por lo que su utilización es rentable para el proyecto.

VII. RECOMENDACIONES

Implementar pruebas de vida útil bajo condiciones de almacenamiento variables, como temperatura y humedad, es fundamental para prever cómo se comportará el producto en escenarios reales y garantizar su estabilidad y calidad durante su tiempo de conservación. Este análisis resulta esencial, ya que permite identificar cómo los factores ambientales influyen en la calidad, textura, frescura y seguridad del producto. Al someterlo a diferentes temperaturas y niveles de humedad, es posible evaluar su resistencia al deterioro físico, químico y microbiológico, así como su capacidad para mantener propiedades organolépticas como sabor, aroma y textura, que son claves para la aceptación del consumidor.

VIII. BIBLIOGRAFIAS

Agrosuper. (12 de Junio de 2023). *Agrosuper.com* . Obtenido de <https://www.agrosuper.com/global/es/products/pork-trimming-60-40/>

Alimentaria, M. (08 de Enero de 2024). *Mitu Alimentaria* . Obtenido de <https://mitualimentaria.pe/sal-de-cura-usos-beneficios-y-desventajas-en-la-elaboracion-de-alimentos/>

Arana, L. (13 de Junio de 2023). *¿Qué tan saludable es el chicharrón de puerco? Esto dice la ciencia*. Obtenido de <https://ensedeciencia.com/2023/06/13/que-tan-saludable-es-el-chicharron-de-puerco-esto-dice-la-ciencia/>

Belinda. (12 de Marzo de 2019). *UNE*. Obtenido de <https://revista.une.org/12/analisis-sensorial.metodologiageneral.html#:~:text=Las%20pruebas%20hed%C3%B3nicas%20sirven%20para,una%20poblaci%C3%B3n%20espec%C3%ADfica%20de%20consumidores.https://revista.une.org/12/analisis-sensorial.-metodologia.-gui>

Bingham, L. (08 de Julio de 2019). *Foodunfolded*. Obtenido de <https://www.foodunfolded.com/es/articulo/la-ciencia-que-esconde-la-sal>

Calvo, V. C. (29 de Agosto de 2019). *Universidad de Costa rica* . Obtenido de <https://repo.sibdi.ucr.ac.cr/bitstream/123456789/11005/1/44689.pdf>

Codex, A. (28 de Diciembre de 2023). *CODEX*. Obtenido de https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/shproxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252FStandards%252FCXS%2B192-1995%252FCXS_192s.pdf

control, P. t. (23 de Enero de 2024). *Proacciona* . Obtenido de <https://www.proacciona.es/que-es-el-analisis-sensorial-de-alimentos/>

DELSOL. (18 de Junio de 2021). *Team System* . Obtenido de <https://www.sdelsol.com/glosario/beneficio/>

Emilia Cancer Minchot Y Francisco Botella Romero. (23 de Agosto de 2022). *SEEN* . Obtenido de https://www.seen.es/modulgex/workspace/publico/modulos/web/docs/apartados/1088/150420_103946_9241185157.pdf

FAO. (09 de Febrero de 2023). *FAO*. Obtenido de https://www.fao.org/fileadmin/templates/food_composition/documents/upload/spanish/Muestreo_para_analisis_george.pdf

Ferreira, L. (08 de Noviembre de 2022). *Bon Viver* . Obtenido de <https://www.bonviver.es/recetas/chicharron-de-cerdo>

food, A. (14 de Noviembre de 2022). *Alfa editors*. Obtenido de <https://www.alfa-editores.com.mx/las-9-propiedades-principales-en-la-evaluacion-de-la-textura-de-un-alimento/>

Gomez, A. (2023). El chicharrón podría ser más saludable que algunas verduras, según estudio. *Infobae*, 14. Obtenido de <https://www.infobae.com/mexico/2023/12/04/el-chicharron-podria-ser-mas-saludable-que-algunas-verduras-segun-estudio/#:~:text=De%20igual%20manera%2C%20el%20chicharr%C3%B3n,la%20elasticidad%20de%20la%20piel.>

Gomez, A. (4 de Diciembre de 2023). *INFOBAE*. Obtenido de <https://www.infobae.com/mexico/2023/12/04/el-chicharron-podria-ser-mas-saludable-que-algunas-verduras-segun-estudio/#:~:text=De%20igual%20manera%2C%20el%20chicharr%C3%B3n,la%20elasticidad%20de%20la%20piel.>

Gomez, A. (04 de Diciembre de 2023). *Infobabe* . Obtenido de <https://www.infobae.com/mexico/2023/12/04/el-chicharron-podria-ser-mas-saludable-que-algunas-verduras-segun-estudio/>

Hierro, C. L. (09 de Marzo de 2023). *Bon Viveur* . Obtenido de <https://www.bonviveur.es/gastroteca/sal>

hurst, P. (23 de Febrero de 2020). *FYI*. Obtenido de <https://www.vice.com/es/article/aeqqyg/come-mas-chicharron-de-cerdo-es-bueno-para-tu-salud>

IBM. (17 de Agosto de 2021). *IBM* . Obtenido de <https://www.ibm.com/docs/es/spss-modeler/saas?topic=nodes-statistical-models>

Ivan, C. (22 de Octubre de 2021). *Universidad Ricardo Palma*. Obtenido de <https://hdl.handle.net/20.500.14138/4448>

Jurado, A. (03 de Noviembre de 2022). *El cerdo y sus chacinas* . Obtenido de https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=YQCT2kHcYlWC&oi=fnd&pg=PA9&dq=que+e+s+la+lonja+de+cerdo+&ots=fSxpZHER3e&sig=O40QxaLrTlmkKsCK_fsUbgShyuo#v=onepage&q=que%20es%20la%20lonja%20de%20cerdo&f=false

Lobomat. (12 de Enero de 2022). *Lobomat* . Obtenido de <https://labomat.eu/es/preguntas-frecuentes-sobre-texturas/600-que-es-el-analisis-de-textura.html>

Macia, H. (24 de Diciembre de 2020). *La Vanguardia* . Obtenido de <https://www.lavanguardia.com/comer/materia-prima/20181102/452670163564/sal-beneficios-propiedades-valor-nutricional-alimentos.html>

MaNeil, C. (11 de Enero de 2024). *Asana* . Obtenido de <https://asana.com/es/resources/cost-benefit-analysis>

Martinez, J. C. (01 de Septiembre de 2020). *Todo Carne* . Obtenido de <https://todocarne.es/la-textura-y-el-flavor-de-la-carne/>

Mateo, J. (03 de Septiembre de 2018). *Universidad de Leon (Peru)*. Obtenido de <https://portalcienciaytecnologia.jcyl.es/documentos/5f77c68f29995278938fddf0?lang=gl>

Mercoleida. (23 de Agosto de 2022). *Mlmercolleida* . Obtenido de <https://www.mercolleida.com/es>

Mexico, D. (23 de Septiembre de 2021). *Cuidate plus* . Obtenido de <https://cuidateplus.marca.com/alimentacion/diccionario/bicarbonato.html>

Ministerio de agricultura, p. y. (18 de Enero de 2021). *Cerdo (sus crofa)*. Obtenido de https://www.mapa.gob.es/es/ministerio/servicios/informacion/cerdo_tcm30-103084.pdf

Minitab. (14 de Octubre de 2022). *Minitab 21* . Obtenido de [https://support.minitab.com/es-mx/minitab/21/help-and-how-to/statistical-modeling/doe/supporting-topics/factorial-and-screeningdesigns/factorialandfractionalfactorialdesigns/#:~:text=Un%20dise%C3%B1o%20factorial%20es%20un,las%20interacciones%20entre%](https://support.minitab.com/es-mx/minitab/21/help-and-how-to/statistical-modeling/doe/supporting-topics/factorial-and-screeningdesigns/factorialandfractionalfactorialdesigns/#:~:text=Un%20dise%C3%B1o%20factorial%20es%20un,las%20interacciones%20entre%20)

Monge, M. S. (16 de Junio de 2020). *Cuidate plus* . Obtenido de <https://cuidateplus.marca.com/medicamentos/2020/06/14/bicarbonato-sirve-173558.html#:~:text=Usos%20gastron%C3%B3micos%20del%20bicarbonato&text=Estos%20son%20algunos%20de%20sus,en%20parte%20los%20%C3%A1cidos%20presentes.>

Nestle. (25 de Enero de 2023). *Nestle recetas* . Obtenido de <https://www.recetasnestle.com.ar/escuela-sabor/tips/bicarbonato-de-sodio-cocinar#:~:text=Carnes%20m%C3%A1s%20tiernas&text=El%20bicarbonato%20de%20sodio%20es%20una%20excelente%20opci%C3%B3n%20para%20ablandar,los%20cortes%20m%C3%A1gros%20de%20res.>

nutrición, S. e. (15 de septiembre de 2022). *SEEN* . Obtenido de https://www.seen.es/modulgex/workspace/publico/modulos/web/docs/apartados/1088/150420_103946_9241185157.pdf

Ortega, C. (21 de Febrero de 2021). *Evaluacion de Rendimiento* . Obtenido de <https://www.questionpro.com/blog/es/evaluacion-del-rendimiento/>

Paz, C. d. (23 de Julio de 2023). *El español* . Obtenido de https://www.elespanol.com/como/ingredientecarnequedetiernanoaportasaborbicarbonatosodio/765923608_0.html#:~:text=El%20ingrediente%20en%20cuesti%C3%B3n%20es,re sulten%20m%C3%A1s%20sencillas%20de%20masticar.

Pcc, G. (03 de 06 de 2022). Obtenido de products.pcc.eu/es/blog/bicarbonato-de-sodio-propiedades-y-aplicaciones/

porcino, E. (25 de Agosto de 2022). *La carne de cerdo* . Obtenido de <http://www.ciap.org.ar/Sitio/Archivos/La%20carne%20de%20cerdo%20y%20su%20valor%20nutricional.pdf>

Porto, J. P. (11 de Septiembre de 2023). *Alimentación/flora* . Obtenido de <https://definicion.de/pimienta/>

Process, A. A. (12 de Abril de 2020). *El color de la carne*. Obtenido de <https://usmefsudamerica.org/wp-content/uploads/2020/04/03-31-El-color-de-la-carne.pdf>

Rodrigo, J. A. (26 de Enero de 2016). *Ciencia de datos* . Obtenido de https://cienciadedatos.net/documentos/19_anova

Rodriguez, N. (20 de Febrero de 2023). *Hubspot* . Obtenido de <https://blog.hubspot.es/sales/analisis-costo-beneficio>

Shamirian, L. (07 de Agosyo de 2023). *BON VIVEUR*. Obtenido de <https://www.bonviveur.es/gastroteca/sal>

Smewing, J. (12 de Octubre de 2020). *Stable micro systems* . Obtenido de <https://textureanalysisprofessionals.blogspot.com/2014/10/texture-analysis-in-action-volodkevich.html>

Tastelab. (20 de Septiembre de 2021). *Tasteab* . Obtenido de <https://tastelab.es/la-importancia-de-los-paneles-de-catadores/#:~:text=Un%20panel%20de%20catadores%20entrenados,en%20su%20fase%20de%20desarrollo.>

Vergara, M. (18 de Enero de 2022). *Grupo Miguel Vergara* . Obtenido de <https://www.miguelvergara.com/actualidad/blog/como-identificar-la-carne-de-calidad/#:~:text=Firmeza,al%20apretarla%20con%20un%20dedo.>

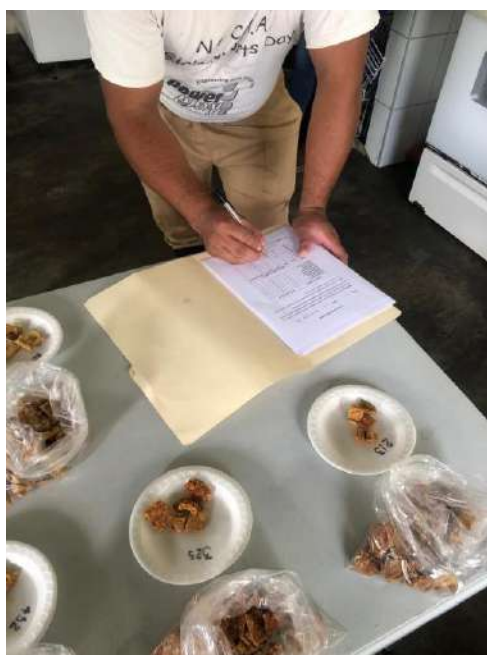
Victoria, M. (28 de Marzo de 2023). *PorciNews*. Obtenido de <https://porcinews.com/carne-de-cerdo-componente-fundamental-de-un-plan-alimentario-saludable/#:~:text=El%20cerdo%20aporta%20prote%C3%ADnas%20de,el%20resto%20de%20las%20carnes.>

ANEXOS

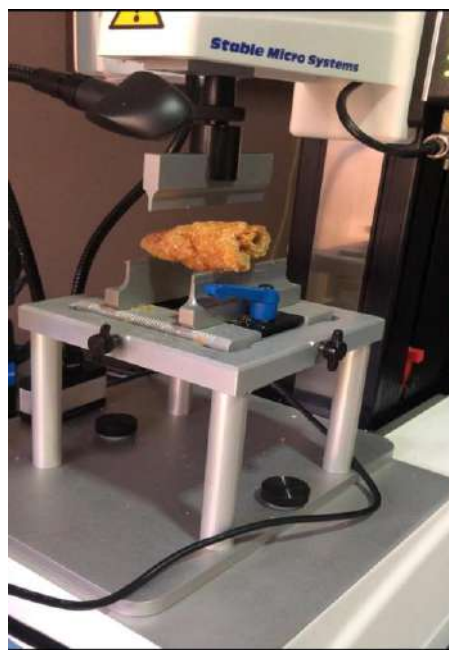
Anexo 1. Elaboración de chicharrones de lonja



Anexo 2. Evaluación sensorial



Anexo 3. Evaluación textural



Anexo 4. Fuerza de fracturabilidad (Quijada biscuit bending)

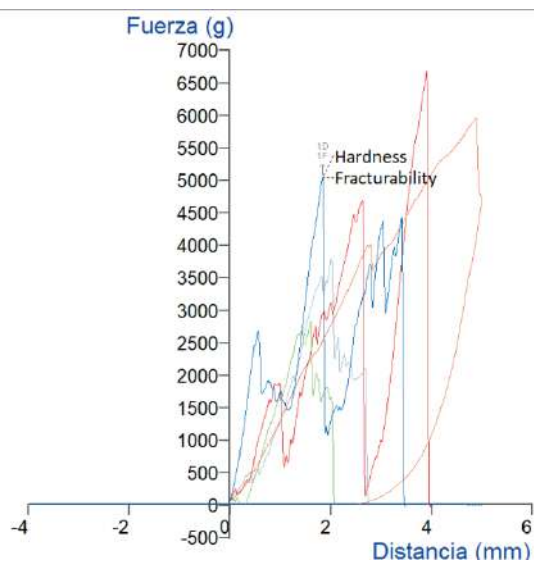


Ilustración 1 Tratamiento testigo R1

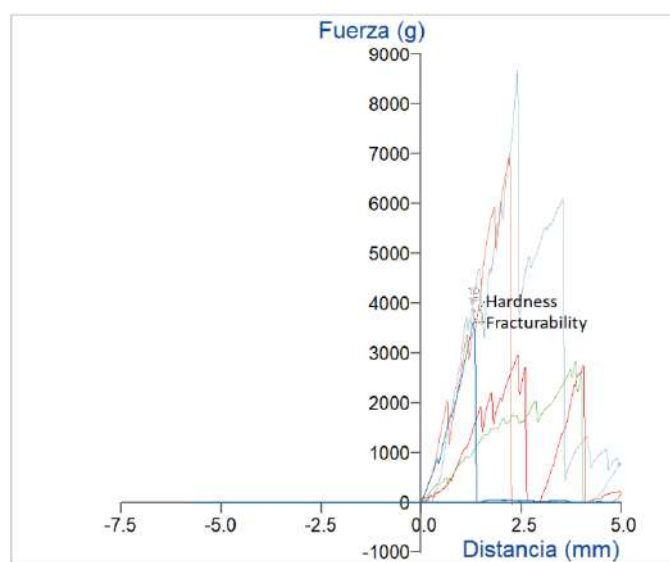


Ilustración 2 Tratamiento 1 R1

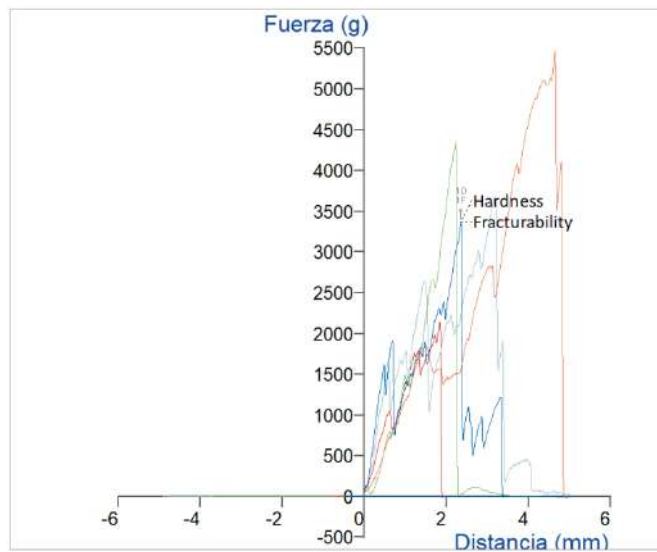


Ilustración 3 Tratamiento 5 R1

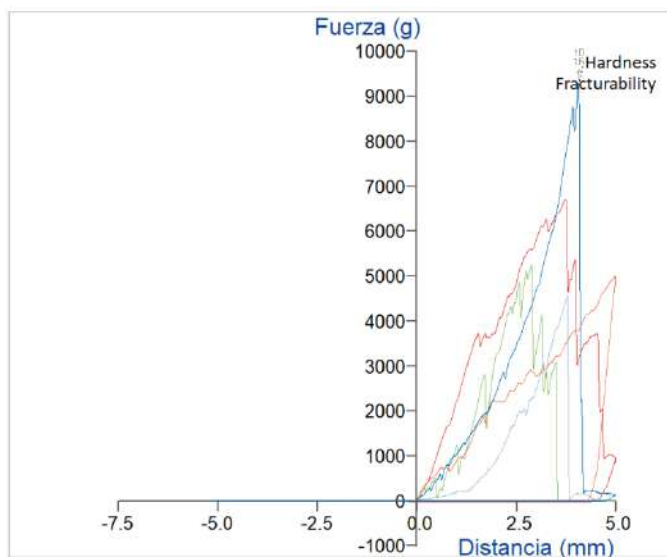


Ilustración 4 Tratamiento 7 R1

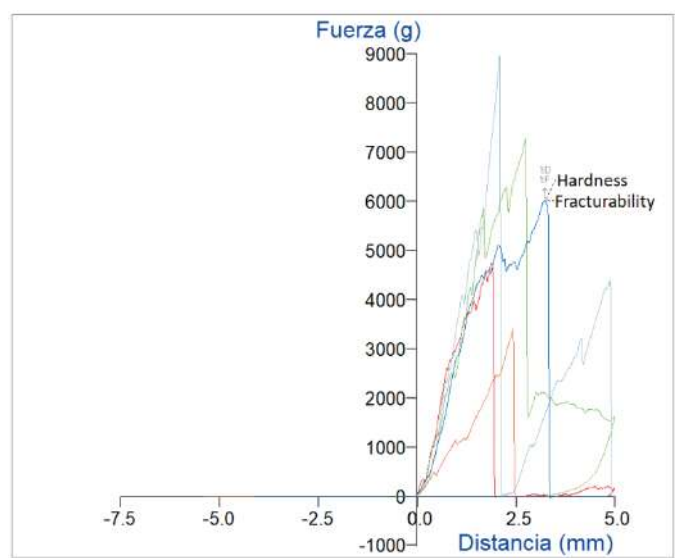


Ilustración 5 Tratamiento 8 R1

Anexo 5. Fuerza de fracturabilidad (Quijada Biscuit Bending R2)

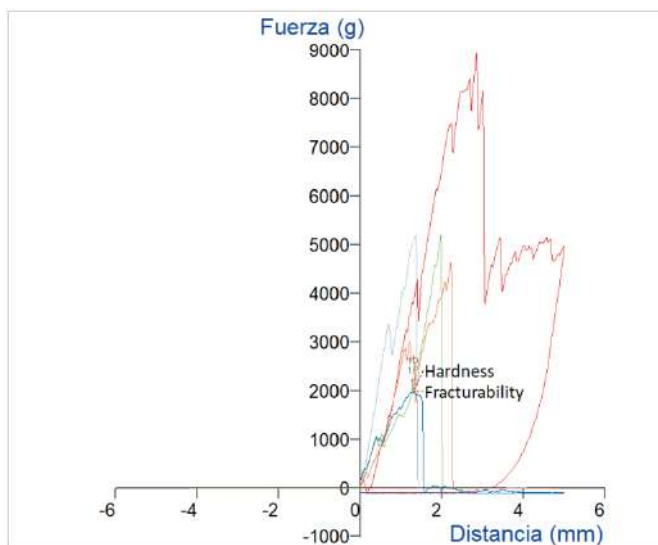


Ilustración 6 Tratamiento testigo R2

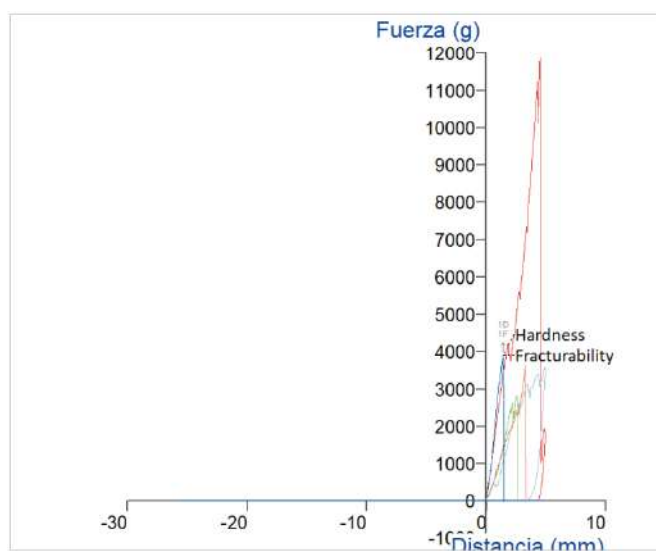


Ilustración 7 Tratamiento 1 R2

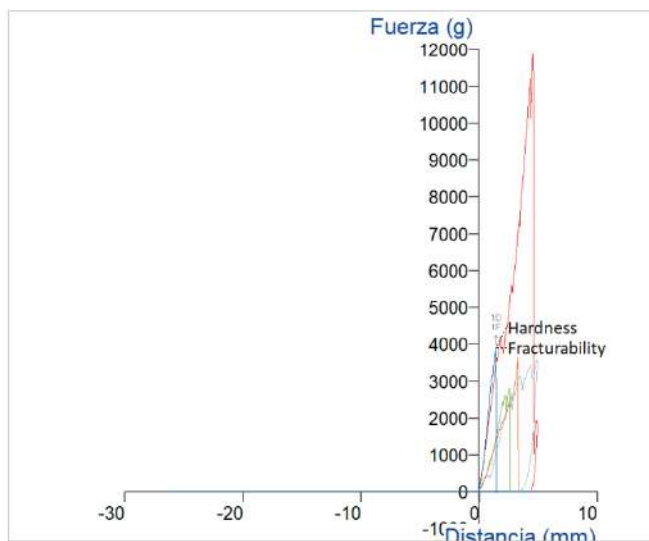


Ilustración 8 Tratamiento 5 R2

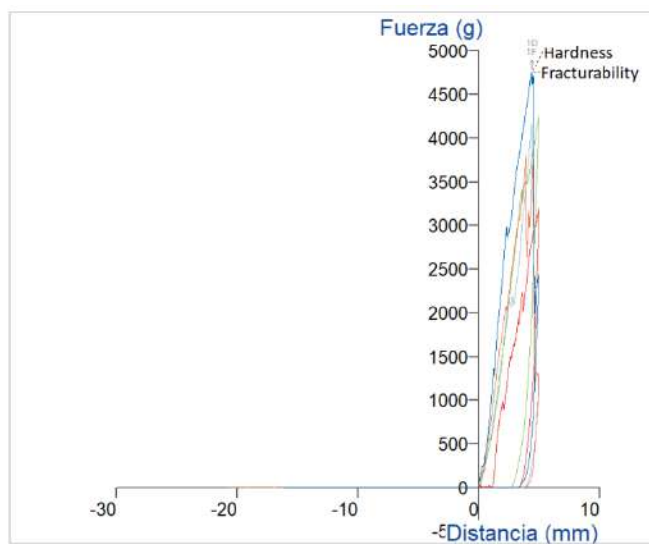


Ilustración 9 Tratamiento 7 R2

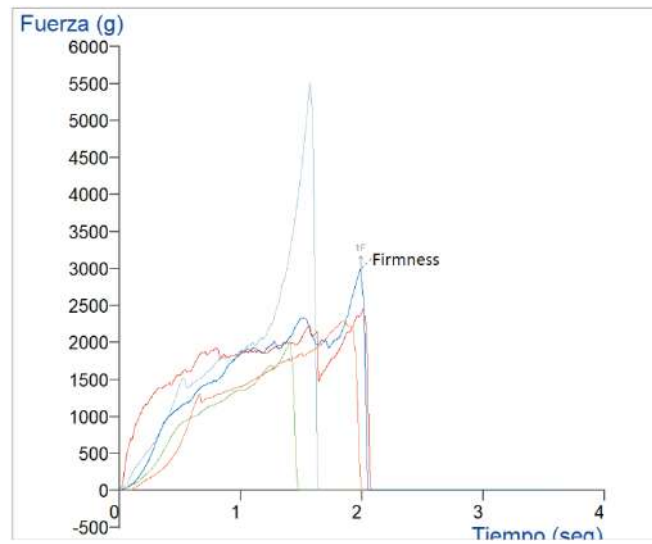


Ilustración 10 Tratamiento 8 R2

Anexo 6. Fuerza de mordaza y firmeza (Quijada Volodkevich)

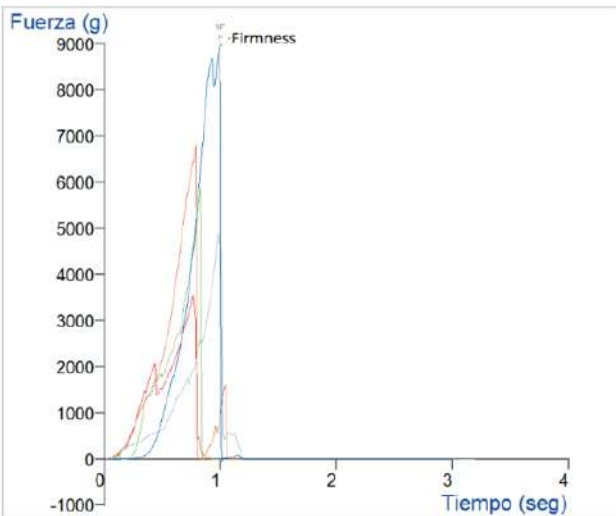


Ilustración 11 Tratamiento testigo R1

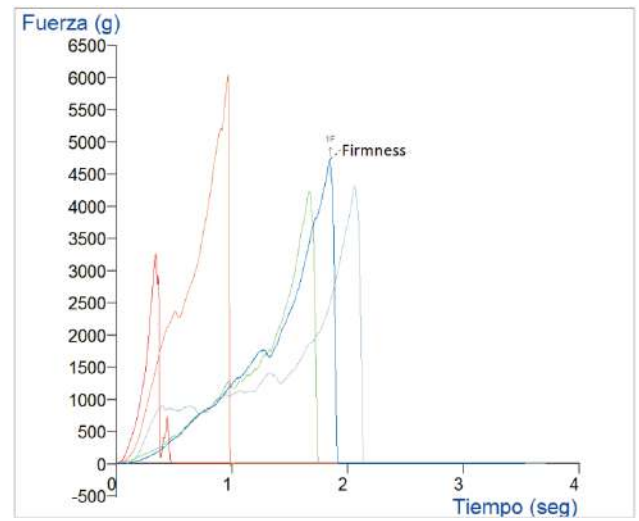


Ilustración 12 Tratamiento 1 R1

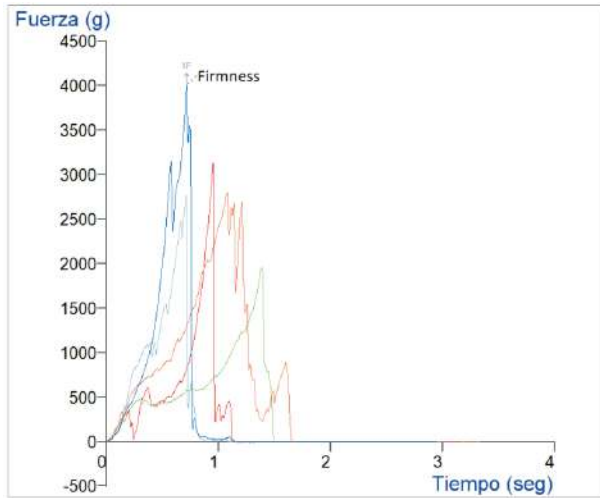


Ilustración 13 Tratamiento 5 R1

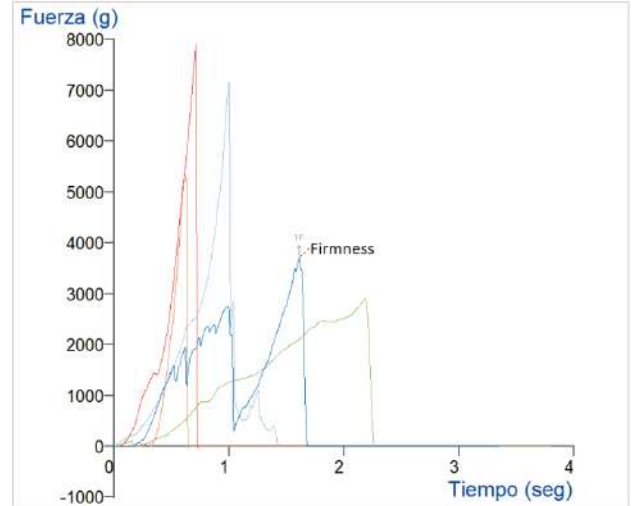


Ilustración 14 Tratamiento 7 R1

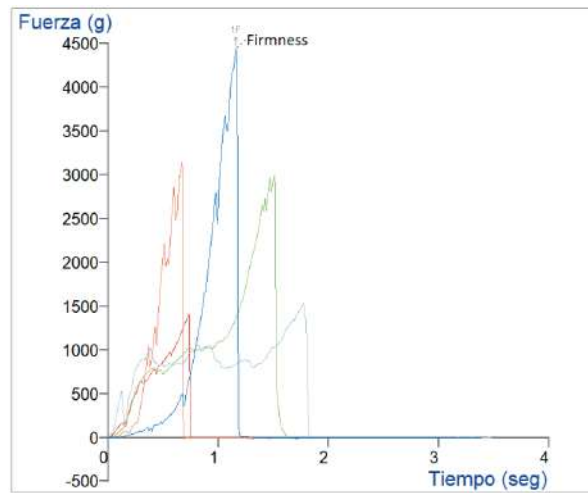


Ilustración 15 Tratamiento 8 R1

Anexo 7. Fuerza de mordaza y firmeza (Quijada Volodkevich R2)

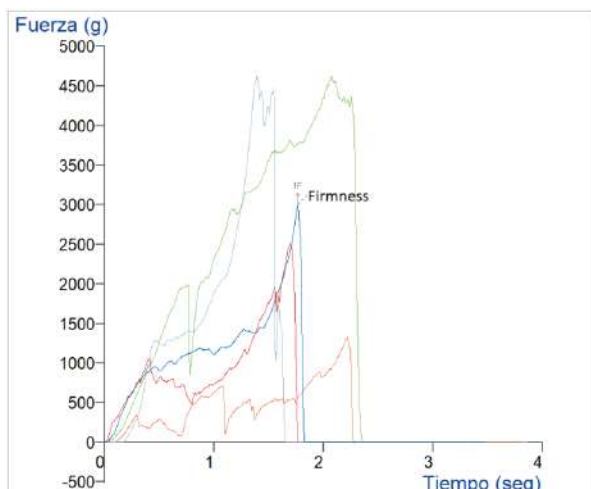


Ilustración 16 Tratamiento testigo R2

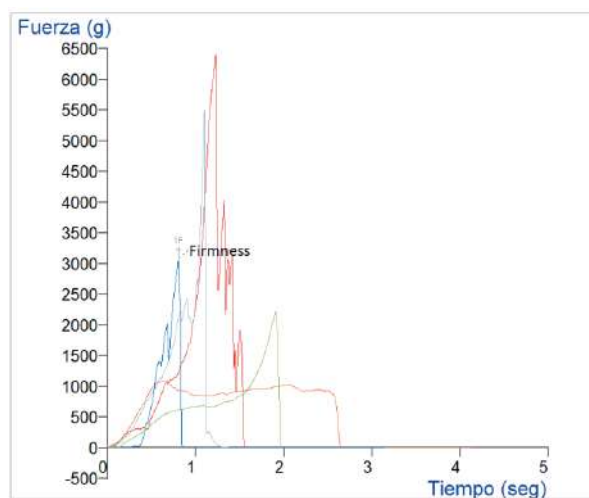


Ilustración 17 Tratamiento 1 R2

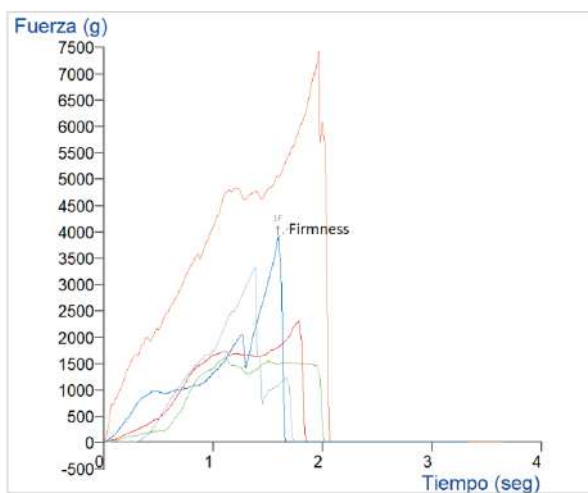


Ilustración 18 Tratamiento 5 R2

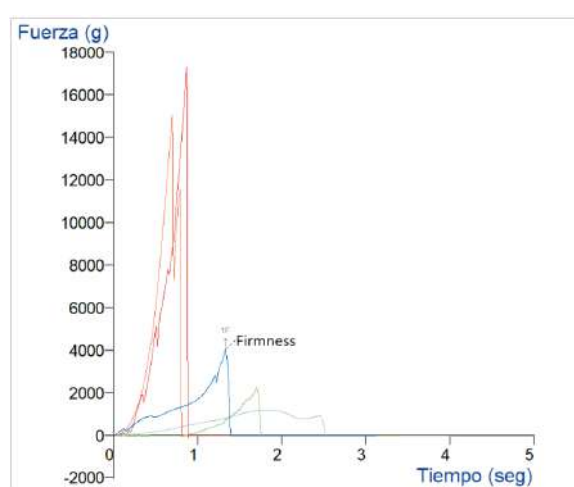


Ilustración 19 Tratamiento 7 R2

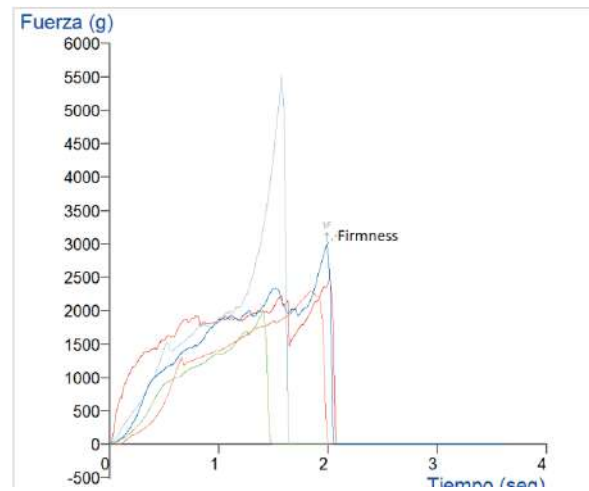


Ilustración 20 Tratamiento 8 R2

Anexo 8. Pruebas piloto



Anexo 9. Resultados estadísticos de Infostat

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=2.09309

Error: 0.6630 gl: 5

Tratamientos Medias n E.E.

T1	26.93	2	0.58	A
T5	27.58	2	0.58	A B
T8	29.60	2	0.58	B C
Testigo	29.98	2	0.58	C
T7	30.73	2	0.58	C

Medias con una letra común no son significativ

Ilustración 21 resultados rendimiento

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=885.06084

Error: 118545.0750 gl: 5

Columnal Medias n E.E.

T5	4441.45	2	243.46	A
T8	4802.55	2	243.46	A B
T1	4810.00	2	243.46	A B
TESTIGO	5241.20	2	243.46	A B
T7	5516.55	2	243.46	B

Medias con una letra común no son significativamente

Ilustración 22 resultados de plataforma de 3 puntos

Fuerza - Medias ajustadas y errores estándar

LSD Fisher (Alfa=0.05)

Procedimiento de corrección de p-valores:

Tratamiento Medias E.E.

T7	7510.17	857.48	A
T1	4848.11	857.48	B
Testigo	3908.64	857.48	B
T5	3243.37	857.48	B
T8	2989.98	857.48	B

Medias con una letra común no son significativas

Ilustración 23 resultados de cuchilla de Volodkevich

Test:LSD Fisher Alfa=0.05 DMS=0.83449

Error: 2.6966 gl: 290

Tratamientos Medias n E.E.

895	6.00	30	0.30	A
785	6.50	30	0.30	A B
580	6.50	30	0.30	A B
803	6.60	30	0.30	A B C
325	6.60	30	0.30	A B C
213	6.67	30	0.30	A B C D
369	7.27	30	0.30	B C D
647	7.40	30	0.30	C D
452	7.43	30	0.30	C D
582	7.50	30	0.30	D

Medias con una letra común no son significativas

Ilustración 24 Resultados de evaluación sensorial

Anexo 10. FORMATO DE EVALUACIÓN SENSORIAL

Fecha: _____ Edad: _____

Sexo: F: ☐ M: ☐

Instrucciones: Por favor enjuague su boca antes de empezar. Hay cuatro muestras a evaluar.
Los

atributos por evaluar son color, textura y sabor prueba cada una de las muestras codificadas
en la

secuencia presentada de izquierda a derecha.

Indique su nivel de agrado marcando el número que corresponda a su puntaje en la escala
hedónica de 1 a 9, siendo el valor 1 más bajo y 9 el más alto

Calificación Hedónica	Calificación numérica
Me disgusta muchísimo	1
Me disgusta mucho	2
Me disgusta bastante	3
Me disgusta ligeramente	4
Ni me gusta, ni me gusta	5
Me gusta ligeramente	6
Me gusta bastante	7
Me gusta mucho	8
Me gusta muchísimo	9

Codigo	Calificacion para cada atributo				
	Color	Sabor	Textura	consistencia	Aceptación general
213					
325					
452					
580					
647					
895					
785					
369					
582					