

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN**

**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA DE INDUSTRIAS  
ALIMENTARIAS**



**“EFECTO DE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE GRASA DE CERDO  
POR HARINAS DE PULPA Y CÁSCARA DE PIJUAYO (*Bactris  
gasipaes*) EN LOS PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS Y  
SENSORIALES DE HAMBURGUESA DE BOVINO”**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO  
EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

**AUTORES:**

**Bach. Heiner Guzmán Villegas**

**Bach. Alex Yeison Llatas Caruajulca**

**ASESORES:**

**Dr. Juan Dario Rios Mera**

**Dr. Hubert Luzdemio Arteaga Miñano**

**Línea de investigación: LI\_IIA\_02 Desarrollo y Caracterización de Productos**

**JAÉN - PERÚ, AGOSTO, 2024**

NOMBRE DEL TRABAJO

**EFFECTO DE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL D  
E GRASA DE CERDO POR HARINAS DE P  
ULPA Y CÁSCARA DE PIJUAYO (Bactri**

AUTOR

**Heiner Guzmán Villegas & Alex Yeison LI  
atas Caruajulca**

RECUENTO DE PALABRAS

**20019 Words**

RECUENTO DE CARACTERES

**103808 Characters**

RECUENTO DE PÁGINAS

**110 Pages**

TAMAÑO DEL ARCHIVO

**2.4MB**

FECHA DE ENTREGA

**Aug 29, 2024 8:58 AM GMT-5**

FECHA DEL INFORME

**Aug 29, 2024 9:00 AM GMT-5**

● **16% de similitud general**

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 10% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 10% Base de datos de trabajos entregados
- 2% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● **Excluir del Reporte de Similitud**

- Material bibliográfico
- Coincidencia baja (menos de 15 palabras)

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN  
  
Dr. Alexander Huamán Mera  
Responsable de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería

Resumen



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

Ley de Creación N° 29304

Universidad Licenciada con Resolución del Consejo Directivo N° 002-2019-SUNEDU/CD

## FORMATO 03: ACTA DE SUSTENTACIÓN

En la ciudad de Jaén, el día 15 de agosto del año 2024, siendo las 10:30 horas, se reunieron los integrantes del Jurado:

Presidente: Dr. Ernesto Hernández Martínez  
Secretario: Dra. Delicia Liliانا Bazán Tantaleán  
Vocal: Mg. Hans Himbler Minchan Velayarce

- ( ) Trabajo de Investigación  
(  ) Tesis  
( ) Trabajo de Suficiencia Profesional

Titulado: "EFECTO DE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE GRASA DE CERDO POR HARINAS DE PULPA Y CÁSCARA DE PIJUAYO (*Bactris gasipaes*) EN LOS PARÁMETROS FÍSICOQUÍMICOS Y SENSORIALES DE HAMBURGUESA DE BOVINO".

presentado por el Bach. Heiner Guzmán Villegas y Bach Alex Yeison Llatas Caruajulca de la Escuela Profesional de Ingeniería de Industrias Alimentarias.

Después de la sustentación y defensa, el Jurado acuerda:

(  ) Aprobar ( ) Desaprobar (  ) Unanimidad ( ) Mayoría

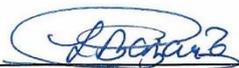
Con la siguiente mención:

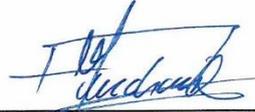
- |                |            |               |
|----------------|------------|---------------|
| a) Excelente   | 18, 19, 20 | ( <u>18</u> ) |
| b) Muy bueno   | 16, 17     | ( )           |
| c) Bueno       | 14, 15     | ( )           |
| d) Regular     | 13         | ( )           |
| e) Desaprobado | 12 ó menos | ( )           |

Siendo las 11:30 horas del mismo día, el Jurado concluye el acto de sustentación confirmando su participación con la suscripción de la presente.

Jaén, 16 de agosto de 2024

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Ernesto Hernández Martínez  
Presidente

  
\_\_\_\_\_  
Dra. Delicia Liliانا Bazán Tantaleán  
Secretaria

  
\_\_\_\_\_  
Mg. Hans Himbler Minchan Velayarce  
Vocal

## ÍNDICE

RESUMEN .....	11
ABSTRACT .....	12
I. INTRODUCCIÓN .....	13
II. MATERIALES Y MÉTODOS .....	17
2.1. Lugar de ejecución .....	17
2.2. Materiales .....	17
2.3. Metodología .....	18
2.3.1. Variables .....	18
2.3.2. Obtención de la harina de pulpa y cáscara de pijuayo .....	18
2.3.3. Elaboración de las hamburguesas .....	20
2.4. Métodos de análisis .....	22
2.4.1. Análisis fisicoquímicos .....	22
2.4.2. Parámetros de rendimiento .....	23
2.4.3. Oxidación lipídica .....	24
2.4.4. Análisis microbiológico .....	25
2.4.5. Caracterización sensorial y aceptabilidad .....	27
2.5. Diseño experimental .....	28
2.5.1. Diseño de investigación para la elaboración de hamburguesas .....	28
2.5.2. Tratamientos de las hamburguesas .....	30
2.6. Análisis de datos .....	32
III. RESULTADOS .....	33
3.1. Caracterización fisicoquímica de la hamburguesa bovina .....	33
3.2. Parámetros de rendimiento .....	35
3.3. Análisis de oxidación lipídica .....	37
3.4. Análisis microbiológico .....	38
3.5. caracterización sensorial y aceptabilidad .....	38

IV. DISCUSIÓN.....	44
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	51
5.1. Conclusiones.....	51
5.2. Recomendaciones .....	52
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	53
DEDICATORIA.....	58
AGRADECIMIENTO .....	59
ANEXOS .....	61

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Formulación de los tratamientos de hamburguesa.....	31
<b>Tabla 2.</b> Parámetros fisicoquímicos de los tratamientos de hamburguesa .....	34
<b>Tabla 3.</b> Análisis de humedad.....	77
<b>Tabla 4.</b> Análisis de varianza de la humedad .....	78
<b>Tabla 5.</b> Modelo de parámetros de la humedad.....	78
<b>Tabla 6.</b> Tratamientos / Tukey (HSD) / Análisis de las diferencias entre las categorías con un intervalo de confianza del 95% (Humedad): .....	80
<b>Tabla 7.</b> Tukey's d critical value:.....	80
<b>Tabla 8.</b> Análisis de varianza de las cenizas.....	81
<b>Tabla 9.</b> Modelo de parámetros de las cenizas .....	81
<b>Tabla 10.</b> Tratamientos / Tukey (HSD) / Análisis de las diferencias entre las categorías con un intervalo de confianza del 95% (cenizas):.....	82
<b>Tabla 11.</b> Tukey's d critical value .....	83
<b>Tabla 12.</b> Análisis de varianza de las grasas .....	83
<b>Tabla 13.</b> Modelo de parámetros de las grasas .....	84
<b>Tabla 14.</b> Tratamientos / Tukey (HSD) / Análisis de las diferencias entre las categorías con un intervalo de confianza del 95% (Humedad):.....	85
<b>Tabla 15.</b> Tukey's d critical value:.....	85
<b>Tabla 16.</b> Análisis de varianza de la dureza .....	86
<b>Tabla 17.</b> Modelo de parámetros de la dureza .....	86
<b>Tabla 18.</b> Análisis de varianza de la elasticidad .....	88
<b>Tabla 19.</b> Modelo de parámetros de la elasticidad .....	88
<b>Tabla 20.</b> Tratamientos / Tukey (HSD) / Análisis de las diferencias entre las categorías con un intervalo de confianza del 95% (elasticidad): .....	90
<b>Tabla 21.</b> Análisis de varianza de la cohesión.....	90
<b>Tabla 22.</b> Modelo de parámetros de la cohesión .....	91
<b>Tabla 23.</b> Tratamientos / Tukey (HSD) / Análisis de las diferencias entre las categorías con un intervalo de confianza del 95% (cohesión): .....	92
<b>Tabla 24.</b> Análisis de varianza de la masticabilidad.....	92
<b>Tabla 25.</b> Modelo de parámetros de la masticabilidad .....	93
<b>Tabla 26.</b> Tratamientos / Tukey (HSD) / Análisis de las diferencias entre las categorías con un intervalo de confianza del 95% (elasticidad): .....	94

<b>Tabla 27.</b> Análisis de varianza de la oxidación lipídica .....	94
<b>Tabla 28.</b> Modelo de parámetros de la oxidación lipídica.....	95
<b>Tabla 29.</b> Tratamientos / Tukey (HSD) / Análisis de las diferencias entre las categorías con un intervalo de confianza del 95% (Humedad):.....	96
<b>Tabla 30.</b> Análisis de varianza.....	97
<b>Tabla 31.</b> Modelo de parámetros de las pérdidas por cocción.....	98
<b>Tabla 32.</b> Tratamientos / Tukey (HSD) / Análisis de las diferencias entre las categorías con un intervalo de confianza del 95% (pérdidas por cocción):.....	99
<b>Tabla 33.</b> Análisis de varianza.....	99
<b>Tabla 34.</b> Modelo de parámetros de la reducción de diámetro.....	100
<b>Tabla 35.</b> Tratamientos / Tukey (HSD) / Análisis de las diferencias entre las categorías con un intervalo de confianza del 95% (Reducción de diámetro).....	10
1	
<b>Tabla 36.</b> Análisis de varianza.....	101
<b>Tabla 37.</b> Multiple Comparison Test: Tukey HSD.....	102
<b>Tabla 38.</b> Análisis de varianza.....	102
<b>Tabla 39.</b> Multiple Comparison Test: Tukey HSD.....	102
<b>Tabla 40.</b> Análisis de varianza.....	103
<b>Tabla 41.</b> Multiple Comparison Test: Tukey HSD.....	103
<b>Tabla 42.</b> Evaluación de los atributos.....	105

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Diagrama de flujo para la obtención de las harinas de pulpa y cáscara de pijuayo.....	19
<b>Figura 2.</b> Diagrama de flujo del proceso de la elaboración de las hamburguesas..	21
<b>Figura 3.</b> Esquema referencial de un diseño de bloques completos al azar .....	28
<b>Figura 4.</b> Esquema experimental de la investigación .....	29
<b>Figura 5.</b> Perdidas por cocción de las hamburguesas (%).....	35
<b>Figura 6.</b> Reducción de diámetro de los tratamientos de hamburguesa (%) .....	36
<b>Figura 7.</b> Oxidación lipídica de los tratamientos de hamburguesa.....	37
<b>Figura 8.</b> Análisis de aceptación de los tratamientos de hamburguesa .....	39
<b>Figura 9.</b> Análisis de penalidad de los atributos sensoriales sobre la aceptación de las hamburguesas .....	40
<b>Figura 10.</b> Análisis de correspondencia de los tratamientos de hamburguesa y atributos sensoriales .....	41
<b>Figura 11.</b> Mapa interno de las preferencias de la hamburguesa bovina.....	42
<b>Figura 12.</b> Dendograma de los consumidores respecto a la preferencia de la hamburguesa bovina .....	43
<b>Figura 13.</b> Recepción de los frutos de pijuayo .....	61
<b>Figura 14.</b> Frutos de pijuayo cocidos .....	61
<b>Figura 15.</b> Pelado del pijuayo cocido .....	62
<b>Figura 16.</b> Pulpa de pijuayo.....	62
<b>Figura 17.</b> Deshidratación de la pulpa y cáscara de pijuayo en estufa.....	63
<b>Figura 18.</b> Control de la humedad de la cáscara y pulpa del pijuayo .....	63
<b>Figura 19.</b> Cáscara de pijuayo secado .....	64
<b>Figura 20.</b> Trituración de la pulpa y cáscara de pijuayo.....	64
<b>Figura 21.</b> Muestras de harina de pulpa y cáscara de pijuayo .....	65
<b>Figura 22.</b> Pesado de los ingredientes .....	65
<b>Figura 23.</b> Mezclado de los ingredientes .....	66
<b>Figura 24.</b> Elaboración de las hamburguesas .....	66
<b>Figura 25.</b> Muestras de la hamburguesa .....	67
<b>Figura 26.</b> Análisis de cenizas de las muestras.....	68
<b>Figura 27.</b> Destilación de proteínas .....	68

<b>Figura 28.</b> Desecado de las muestras.....	69
<b>Figura 29.</b> Pesado de reactivos .....	69
<b>Figura 30.</b> Equipos para el análisis de grasas .....	70
<b>Figura 31.</b> Crisoles con cenizas .....	70
<b>Figura 32.</b> Determinación del análisis de oxidación .....	71
<b>Figura 33.</b> Determinación del análisis de color .....	71
<b>Figura 34.</b> Determinación del pH .....	72
<b>Figura 35.</b> Cocción de las hamburguesas .....	73
<b>Figura 36.</b> Ficha de consentimiento para los panelistas .....	74
<b>Figura 37.</b> Cuestionario del análisis sensorial .....	76
<b>Figura 38.</b> Análisis de datos de la composición fisicoquímica, textura instrumental y oxidación lipídica.....	77
<b>Figura 39.</b> Gráficos de medios .....	79
<b>Figura 40.</b> Gráficos de medios de las cenizas .....	82
<b>Figura 41.</b> Gráficos de medios de las grasas .....	84
<b>Figura 42.</b> Grafico de medios de la dureza.....	87
<b>Figura 43.</b> Gráfico de medios de la elasticidad .....	89
<b>Figura 44.</b> Gráfico de medios de la cohesión .....	91
<b>Figura 45.</b> Gráfico de medios de la masticabilida .....	93
<b>Figura 46.</b> Gráficos de medios de la oxidación lipídica .....	95
<b>Figura 47.</b> Gráfico de medios de las pérdidas por cocción.....	98
<b>Figura 48.</b> Gráfico de medios de la reducción de diámetro.....	100
<b>Figura 49.</b> % comprobado para cada atributo.....	104
<b>Figura 50.</b> % revisado para cada evaluadora y cada atributo .....	104
<b>Figura 51.</b> Análisis de atributos.....	110
<b>Figura 52.</b> Visualización del impacto medio.....	111
<b>Figura 53.</b> Producción científica .....	112

## ÍNDICE DE ANEXOS

<b>Anexo 1.</b> Proceso en la para la elaboración de hamburguesas .....	61
<b>Anexo 2.</b> Evidencia de los análisis fisicoquímicos de las hamburguesas .....	68
<b>Anexo 3.</b> Evidencias para el análisis sensorial.....	73

## RESUMEN

El alto consumo de grasas saturadas se asocia con enfermedades del síndrome metabólico, y productos como la hamburguesa suelen contener alto contenido de estos nutrientes. El pijuayo (*Bactris gasipaes*) es un fruto de la amazonia peruana que presenta propiedades nutricionales y compuestos bioactivos que lo convierten en un ingrediente atractivo para productos cárnicos. El objetivo general fue determinar el nivel adecuado de sustitución parcial de grasa de cerdo por harina de pulpa y cáscara de pijuayo en hamburguesa de bovino (res). La sustitución se realizó en niveles de 25% y 50%. Como resultados, se obtuvo una baja intensidad de color rojo pero alta intensidad de amarillo, debido al color de las harinas, no obstante, se notó una gran disminución del contenido de grasa y la oxidación de lípidos. Los parámetros de textura instrumental, como la dureza, elasticidad, cohesión y la masticabilidad de las hamburguesas también disminuyeron con las harinas de pijuayo, lo que puede estar asociado con menores pérdidas por cocción y reducción del diámetro. Se pudo determinar que el 89% de los consumidores prefirieron a las hamburguesas control y las sustituidas en grasa, excepto la muestra con harina de cáscara de pijuayo con 50% de sustitución de grasa.

**Palabras clave:** Amazonia, fisicoquímico, frutos, sensorial, sustitutos.

## **ABSTRACT**

High consumption of saturated fats is associated with metabolic syndrome diseases, and products such as hamburgers usually contain high content of these nutrients. Pijuayo (*Bactris gasipaes*) is a fruit from the Peruvian Amazon that has nutritional properties and bioactive compounds that make it an attractive ingredient for meat products. The general objective was to determine the appropriate level of partial substitution of pork fat for pijuayo pulp and peel flour in bovine (beef) hamburger. The substitution was carried out at levels of 25% and 50%. As results, a low intensity of red color but high intensity of yellow was obtained, due to the color of the flours, however, a great decrease in fat content and lipid oxidation was noted. Instrumental texture parameters, such as hardness, elasticity, cohesion and chewiness of the burgers also decrease with pijuayo flours, which may be associated with lower cooking losses and diameter reduction. It was determined that 89% of consumers preferred the control and fat-substituted hamburgers, except for the sample with pijuayo shell flour with 50% fat replacement.

**Keywords:** Amazonian, fruits, physicochemical, sensory, substitutes.

## I. INTRODUCCIÓN

Actualmente, existe un creciente consumo masivo de comidas rápidas, como es el caso de las hamburguesas y otros, que son añadidas de grasas saturadas en su formulación mediante el uso de la grasa animal.

Según Vargas-Ramella et al. (2022), durante los últimos años se ha tenido una preocupación a nivel global por la ingesta de alimentos que contengan un alto contenido de grasas saturadas, ya que promueven el desarrollo de enfermedades cardíacas, cancerígenas, obesidad y diabetes, poniendo en riesgo la salud de los consumidores.

La hamburguesa es uno de los alimentos cárnicos más conocidos y consumidos en todo el mundo; de acuerdo a esto en la actualidad la industria cárnica ha puesto en marcha su mayor empeño en crear productos que sean bajos en grasas, tal es así que en su formulación como máximo debe tener un porcentaje de grasa del 10% de acuerdo a la OMS, haciendo referencia a lo descrito anteriormente se ha optado por reemplazar la grasa por productos que sean ricos en nutrientes de tal forma que no altere la composición (Tabarestani et al. 2024).

En los últimos años, se ha optado por contribuir con la innovación de productos saludables y mejorados con el propósito de aplicar estrategias de sustitución, reducción parcial y mejoramiento de la fuente de grasa por otros productos ricos en otros nutrientes, tales como los productos vegetales.

Los frutos de las palmeras, tales como del pijuayo (*Bactris gasipaes*) proporcionan una excelente alternativa de alimentación saludable y nutritiva. Esto se debe a que contiene altos niveles de fibra, los cuales provoca efectos beneficiosos para la salud regulando los niveles de azúcar en la sangre y controlando la ingesta calórica por su efecto saciante. Además, son una excelente fuente de lípidos insaturados. Por lo tanto, es fundamental para el consumo humano, ya que tiene una excelente relación con la disminución del colesterol total, lipoproteínas de baja densidad y triglicéridos en sangre, esto debido a sus nutrientes y alto contenido de ácidos grasos poliinsaturados (Jaramillo-Vivanco et al., 2022).

Santos et al. (2020) señalan que la fruta de pijuayo se puede diversificar realizando nuevos productos tales como snacks, hamburguesas, galletas, cereales, etc, ya que contienen un alto contenido de propiedades nutricionales (macro y micronutrientes), además se ser llamativos por su color, por lo que proporcionan una gran aceptabilidad al paladar de los consumidores.

De acuerdo a Torres-vargas et al. (2021), la fruta de pijuayo contiene una gran variedad de macronutrientes (proteínas, grasas y carbohidratos), micronutrientes (sodio, potasio, calcio, fósforo, etc.) y antioxidantes (carotenoides), además cabe recalcar que la pulpa (mesocarpio) de esta fruta contiene los 9 aminoácidos esenciales, tal es así que lo convierte en una alternativa de consumo para las personas debido a su alto contenido nutricional y contrarrestar algunas enfermedades cancerígenas.

Por otro lado, Echeverria et al. (2020) manifiesta que las grasas pueden ser reemplazadas por subproductos del tallo pijuayo que proporcionan un alto contenido de fibra, dándole un mayor énfasis en el ámbito nutricional, tal es el caso de las hamburguesas de cordero. Además, los insumos y condiciones de procesamiento que intervienen en su formulación influyen de manera directa en la parte industrial, calidad y apreciación nutricional, etc.

Otras aplicaciones del pijuayo incluyen:

Igor et al. (2015) realizaron estudios sobre el análisis de las propiedades de textura y sensorial con adición de harina de pijuayo en salchichas de tilapia roja. Se formularon 2 tipos de salchicha, la primera con adicción de 3% de harina de pijuayo y la segunda fue utilizada como muestra control, donde se observó que el rendimiento fue mayor en 7,12% en relación a otros trabajos previstos, además la gomosidad y elasticidad presentaron valores relevantes en salchichas con adición de pijuayo. Los autores concluyeron que al sumarle la harina de pijuayo en salchichas de tilapia roja mejora de manera significativa su textura por ende su aceptación sensorial.

Santos et al. (2020) realizaron una investigación cuyo objetivo fue elaborar un cereal como desayuno a partir de maíz extruido (75%) enriquecido con harina integral de pijuayo (25%) ,donde se obtuvo como resultado una mayor expansión y por ende una menor dureza en el cereal, así como también los índices de luminosidad fueron adecuados, además los parámetros fisicoquímicos fueron óptimos con proteínas (6.06%), grasa (0,39%), humedad (3,84%) y cenizas (0.63%), donde se concluyó que el cereal de maíz para desayuno enriquecido con harina integral de pijuayo (25%), si cumple con lo

requerido el cual lo convierte en un producto muy alternativo y prometedor para el consumo de las personas.

Además, Dussán-Sarria et al. (2019) realizaron un estudio sobre la elaboración de pastas secas extruidas a partir de cuatro formulaciones diferentes; sémola de trigo (F1) (control), sémola de trigo y harina de quinua (F2), sémola de trigo y harina de pijuayo (F3) y sémola de trigo, harina de quinua y harina de pijuayo (F4), donde se observó que la F4 se muestra como una de las alternativas más adecuadas para el consumo, ya que mantiene sus propiedades nutricionales (proteínas, carbohidratos, etc.) a diferencia de las 3 formulaciones restantes.

Por otro lado, Silva Ribeiro et al. (2021) hicieron un estudio en la elaboración de galletas, haciendo uso de la pulpa y la cáscara de pijuayo a partir de 2 formulaciones; F1 (pulpa de pijuayo) y F2 (pulpa + cáscara de pijuayo), donde se obtuvo como resultados una excelente composición nutricional de las galletas, por ende, en el análisis de aceptación se obtuvo un porcentaje mayor al 75% de aceptabilidad de ambas formulaciones; demostrando de esta manera que los frutos vegetales son una buena alternativa en la generación de nuevos productos alimenticios.

La presente investigación buscó determinar el nivel adecuado de sustitución parcial de grasa de cerdo por harina de pulpa y cáscara de pijuayo. Frente a la problemática presentada, nace el interés de sustituir de manera parcial la cantidad de grasa de cerdo por harina de pulpa y cáscara de pijuayo para reducir el contenido de grasas.

Entonces, ¿cuál será el nivel adecuado de sustitución parcial de la grasa de cerdo en la hamburguesa bovina usando harina de pulpa y cáscara de pijuayo, que cumpla con una buena calidad fisicoquímica, parámetros de rendimiento, oxidación lipídica, características sensoriales y aceptación?

Los objetivos de la investigación fueron:

Objetivo general: Determinar el nivel adecuado de sustitución parcial de grasa de cerdo por harina de pulpa y cáscara de pijuayo (*Bactris gasipaes*).

Objetivos específicos.

- a. Caracterizar la composición fisicoquímica (composición proximal, textura instrumental, color instrumental y pH) de las hamburguesas.
- b. Determinar los parámetros de rendimiento (perdidas por cocción y reducción de diámetro).
- c. Determinar la oxidación lipídica.
- d. Determinar las características sensoriales y aceptación de los consumidores.

## II. MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1. Lugar de ejecución

El proceso experimental, análisis de textura, análisis de color y las pérdidas por cocción y reducción de diámetro se realizaron en las instalaciones del Laboratorio de Tecnología de Alimentos del Departamento de Ingeniería de Industrias Alimentarias la Universidad Nacional de Jaén.

El análisis sensorial se llevó a cabo en el Laboratorio de Ingeniería de Alimentos del Departamento de Ingeniería de Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional de Jaén.

El análisis de composición centesimal y oxidación lipídica se realizaron en la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana (UNAP), en la Planta Piloto de la Facultad de Ingeniería Química e Industrias Alimentarias y en el Laboratorio de la Unidad Especializada de Control de Calidad del Centro de Investigación de Recursos Naturales de la Amazonía – CIRNA, de la ciudad de Iquitos.

En análisis microbiológico se realizó en el Laboratorio de Biotecnología de la Facultad de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional de Chota (UNACH).

### 2.2. Materiales

**Materia prima:** Para elaborar las hamburguesas se empleó carne de bovino y la grasa de cerdo, los cuales fueron obtenidos de la carnicería denominada “Casita Roja”, del centro de la ciudad de Jaén; por otro lado, las harinas de la pulpa y la cáscara de pijuayo se obtuvieron por deshidratación, cuyo proceso de obtención es detallado en la sección de Metodología.

Los frutos de pijuayo fueron recolectados con una madurez caracterizado por el color rojo-anaranjado de la cáscara del fruto, obtenidas del sector de Aguas Verdes, distrito de Pardo Miguel, provincia de Rioja, departamento de San Martín, a una altitud de 1234 m.s.n.m, latitud de 5° 44' 22" y una longitud de 77° 30' 14". Luego las muestras

fueron trasladadas al Laboratorio de Tecnología de Alimentos de la Universidad Nacional de Jaén para el procesamiento de las harinas y hamburguesas.

**Insumos:** Los insumos que se utilizaron en la elaboración de la hamburguesa fueron: pimienta blanca en polvo, ajo en polvo y cebolla en polvo obtenidos de la empresa Alitecno (Lima, Perú). El antioxidante eritorbato de sodio fue obtenido de Frutarom (Lima, Perú). El agua helada, sal, glutamato monosódico fueron obtenidos del centro comercial Mega Plaza de la ciudad de Jaén.

## **2.3. Metodología**

### **2.3.1. Variables**

a. Independiente:

Sustitución de grasa de cerdo por harina de pulpa y cáscara de pijuayo.  
Niveles: 0%, 25% y 50% de sustitución.

b. Dependientes:

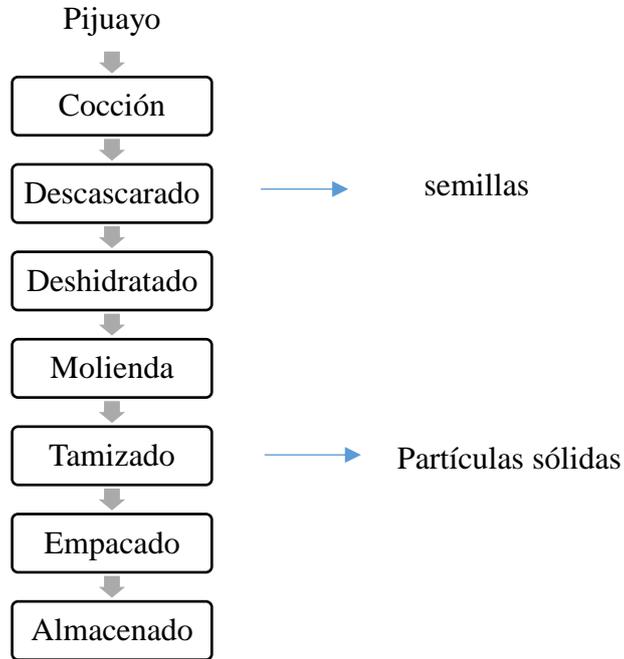
Composición proximal, perfil de textura instrumental, color instrumental, rendimiento, pH, oxidación lipídica, caracterización sensorial y aceptación.

### **2.3.2. Obtención de la harina de pulpa y cáscara de pijuayo.**

Las harinas de pulpa y cáscara de pijuayo se obtuvieron por deshidratación en estufa con circulación de aire, en temperatura de 55 °C, hasta obtener la pulpa y cáscara con humedad igual o inferior a 15%. Previo a esto, el fruto fue cocido en agua en ebullición durante 30 minutos, separándose luego la pulpa, cáscara y semilla con cuchillo. En el diagrama de operaciones siguiente (Figura 1) se muestran los procesos para la obtención de las harinas de pijuayo.

**Figura 1.**

*Diagrama de flujo para la obtención de las harinas de pulpa y cáscara de pijuayo*



**Descripción de las operaciones:**

- 1. Recepción:** En esta etapa de proceso se hizo la respectiva recepción de los frutos de pijuayo que cumplan con la calidad de madurez óptima (rojo-anaranjado). Además, en esta etapa de proceso se podrá percibir el inicio del cambio de la variable independiente (nivel de sustitución de harina y cáscara de pijuayo).
- 2. Selección:** Luego de la recepción del pijuayo se seleccionó los frutos en mal estado (oscuros, malogrados, golpeados, etc.), para luego ser separados.
- 3. Cocción:** Durante esta etapa de proceso los frutos de pijuayo anteriormente seleccionados se cocinan a una temperatura de 100 °C por un periodo de tiempo de 30 minutos.
- 4. Descascarado:** Luego de la cocción se pasa a retirar la cáscara, así como también la semilla de cada uno de los frutos de pijuayo.

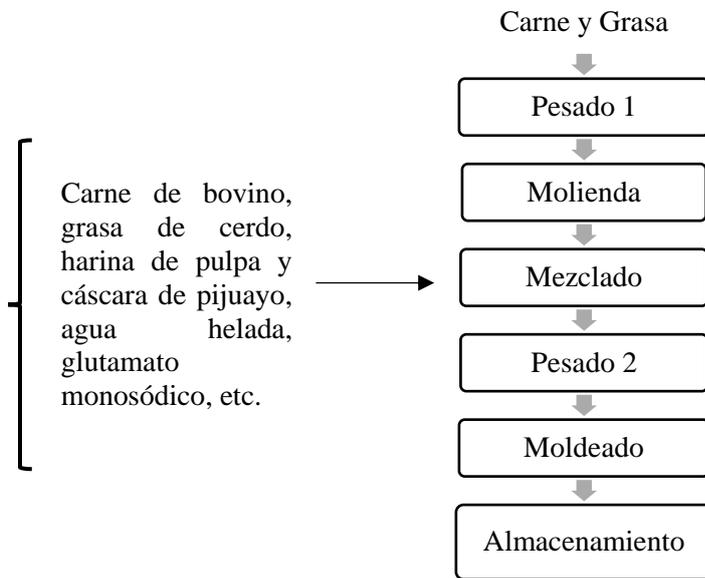
- 5. Deshidratado:** Haciendo uso de una estufa con circulación de aire (Kertlab, modelo ODHG-9053, EE.UU), a una temperatura de 55°C se deshidrataron los frutos de pijuayo hasta obtener la pulpa y cáscara con humedad igual o inferior a 15%.
- 6. Molienda:** Haciendo uso de un molino doméstico manual se molieron tanto la pulpa como la cáscara de pijuayo hasta que se obtuvo las respectivas harinas.
- 7. Tamizado:** Luego de la molienda las harinas se tamizaron en un tamiz de 250  $\mu\text{m}$ .
- 8. Empacado:** Haciendo uso de bolsas herméticas de polietileno se empacaron las harinas de pulpa y cáscara de pijuayo.
- 9. Almacenado:** En esta etapa final del proceso las harinas se almacenaron en un congelador a una temperatura de  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

### **2.3.3. Elaboración de las hamburguesas**

En el diagrama de operaciones siguiente se muestran los procesos para la elaboración de las hamburguesas (Figura 2).

**Figura 2.**

*Diagrama de flujo del proceso de la elaboración de las hamburguesas*



**Descripción de las operaciones:**

- 1. Recepción:** En esta etapa de proceso se hizo la recepción de los insumos que se requieren para la formulación de las hamburguesas.
- 2. Pesado 1:** Haciendo de balanza analítica se pesó cada uno de los ingredientes que van a intervenir en la formulación de la hamburguesa, y en una balanza doméstica, se pesó tanto la carne de bovino como la grasa de cerdo.
- 3. Molienda:** En esta etapa de proceso se hizo uso de una moledora (Boxa-modelo TK32) para la carne de bovino y la grasa de cerdo.
- 4. Mezclado:** Mediante el uso de guantes quirúrgicos y desinfectados, se mezcló manualmente los ingredientes por un tiempo de 5 minutos por tratamiento en un depósito en el siguiente orden: harina de pulpa o cáscara de pijuayo, carne de bovino, grasa de cerdo, agua helada, sal, glutamato monosódico, pimienta blanca en polvo, ajo en polvo, cebolla en polvo y eritorbato de sodio. Los tratamientos son detallados en la sección “Tratamientos de las hamburguesas”.

5. **Pesado 2:** Luego de obtener una mezcla homogénea se pasó a pesar en cantidades de 100 g para cada hamburguesa.
6. **Moldeado:** En esta etapa se hizo uso de un molde de plástico, de forma cilíndrica de 10 cm de diámetro y 1 cm de altura, que ayudó a moldear las hamburguesas de 100 g.
7. **Almacenamiento:** En esta etapa final del proceso las hamburguesas se almacenaron en un congelador a una temperatura de  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Las hamburguesas fueron almacenadas por un periodo de 15 días.

## 2.4. Métodos de análisis

### 2.4.1. Análisis fisicoquímicos

#### a) Composición proximal

Para las harinas (pulpa y cáscara de pijuayo) y hamburguesa bovina se realizaron determinaciones en triplicado de humedad, cenizas, proteínas (método Kjeldahl), lípidos (método Soxhlet) y carbohidratos (diferencia porcentual), de acuerdo con las metodologías descritas por la AOAC (2005).

#### b) pH

Para la determinación del pH en las hamburguesas, se hizo de acuerdo a Rios-Mera et al. (2019), donde se utilizó un potenciómetro (Metrohm, modelo CH-9100, 160 Suiza) acoplado a electrodo de punción de vidrio, previamente calibrado en pH 4, 7 y 10.

#### c) Color instrumental

El color de las harinas y hamburguesas se midió de acuerdo con Arteaga et al. (2021), en la que es usado un sistema de visión computacional, que usa un Smartphone para la Captura de la Imagen para luego ser procesada por el algoritmo IP- WEBCAM-COLOR FOOD PROCESSING implementado MatLab® R2016a (MathWorks®, Natick, MA, USA), a partir del cual se

obtendrán los parámetros de color L\* (luminosidad), a\* (intensidad de rojo) y b\* (intensidad de amarillo).

#### **d) Análisis de textura**

Los parámetros de perfil de textura (dureza, elasticidad, cohesión y masticabilidad) se determinaron en hamburguesas cocidas, de acuerdo con Rios-Mera et al. (2020). Fue utilizado un Texturómetro TVT 6700 (Perkin Elmer, Australia) con una celda de carga de 50 kg, acoplado a sonda cilíndrica de 3.5 cm para la determinación de la textura. Las muestras de hamburguesa (2.5 cm diámetro, 1 cm de altura) fueron presionadas dos veces hasta 75% de su altura original a velocidad constante de 20 cm/min (velocidad pretest y posttest: 40 cm/min) (Rios-Mera et al., 2020).

### **2.4.2. Parámetros de rendimiento**

#### **a) Pérdidas por cocción**

Las hamburguesas fueron cocidas a la plancha (a una temperatura de 150 °C) hasta temperatura interna de 75 °C. Las pérdidas por cocción se calcularon con los valores de peso antes y después de la cocción, utilizando la Ecuación 1 (Rios-Mera et al., 2019).

$$\text{Pérdidas por cocción (\%)} = \frac{\text{PHC(g)} - \text{PHCo (g)}}{\text{PHC (g)}} \times 100 \quad (1)$$

Donde:

PHC= peso de hamburguesa cruda

PHCo= peso de hamburguesa cocida

### **b) Reducción de diámetro**

La reducción de diámetro se midió antes y después de la cocción de las hamburguesas, y calculado utilizando la Ecuación 2 (Rios-Mera et al., 2019):

$$\text{Reducción de diámetro (\%)} = \frac{\text{DHC(cm)} - \text{DHCo(cm)}}{\text{DHC(cm)}} \times 100 \quad (2)$$

Donde:

DHC= Diámetro de hamburguesa cruda

DHCo= Diámetro de hamburguesa cocida

### **2.4.3. Oxidación lipídica**

La oxidación lipídica de las hamburguesas se realizó por cuantificación de las sustancias reactivas al ácido tiobarbitúrico (TBARS), de acuerdo al método Cd 19-90 descrito por la AOCS (1990), con modificaciones descritas por Patinho et al. (2021). A una alícuota de 7 g de hamburguesa se le añadieron 0.015 g de ácido etilendiaminotetraacético (EDTA), 0.015 g de galato de propilo y 15 ml de una solución de ácido tricloroacético 7.5 ml/100 ml. El contenido fue agitado en vórtex (1800 rpm, 1 min) y se añadieron 15 ml de una solución de ácido tricloroacético 7.5 ml/100 ml, para volver a agitar en vórtex. La mezcla fue filtrada en papel filtro de 125 mm (cualitativo #4) y se añadieron 2.5 ml del filtrado a 2.5 ml de una solución acuosa de ácido tiobarbitúrico (TBA) (46 mM). Las muestras se llevaron luego a un baño de agua con agua hirviendo ( $95 \pm 5$  °C) durante 35 min y luego fueron enfriadas en hielo. La absorbancia (532 nm) fue medida en espectrofotómetro, y los valores de TBARS se calcularon a partir de una curva estándar de 1,1,3,3 tetraetoxipropano y se expresaron en mg de malonaldehído (MDA)/kg de muestra (Patinho et al., 2021). Los análisis fueron realizados por triplicado el día 15 después del procesamiento de las hamburguesas, almacenadas a 4 °C.

#### 2.4.4. Análisis microbiológico

El análisis microbiológico se realizó en el Laboratorio de Biotecnología de la Facultad de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional de Chota (UNACH), basándose en la Norma Técnica Peruana N° 071 que establece los criterios y parámetros microbiológicos de calidad e inocuidad sanitaria en alimentos y bebidas para consumo humano (MINSA, 2008), tal es así que esta hamburguesa cumplió los indicadores microbiológicos tales como aerobios mesófilos, *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli* O157: H7.

##### a) Aerobios mesófilos

Se realizó de acuerdo al método 990.12 (AOAC, 1990), se pesó 10 g de muestra de hamburguesa triturada en la balanza analítica. En un matraz Erlenmeyer se añadió la muestra y 90 ml de agua peptonada, se homogeneizó la muestra para la dilución 10. Se tomó una alícuota de 1 ml de la dilución y se colocó en el tubo de ensayo que previamente se le adicionó 9 ml de agua peptonada, se agitó gradualmente hasta llegar a la dilución  $10^{-3}$ . Después de realizar las diluciones se procedió a inocular las placas petri, y se incubó a 30°C por 48 horas. Pasado el tiempo de incubación, se realizó el recuento con la ayuda de un contador de colonias.

##### b) *Staphylococcus aureus*

Se realizó de acuerdo a la AOAC (1990), donde fueron homogenizados y diluidos 10 gramos de muestra de hamburguesa en un frasco conteniendo 90 ml de APT (dilución 10<sup>-1</sup>), a partir de esta dilución se pipeteó 1 mililitro a un tubo de ensayo conteniendo 9 mL de APT, así sucesivamente hasta llegar a la dilución  $10^{-3}$ . De las diluciones se inoculó asépticamente 1 mL sobre 3 placas de agar Baird-Parker, dividido equitativamente (0.3, 0.3, 0.4 mL), y se extendió lo inoculado con la ayuda de una espátula de Drigalsky hasta que el inoculo sea absorbido completamente. Se incubó las placas en posición invertida a 35-37 °C durante 30-48 horas. Posterior a las primeras 30 horas

de incubación se eligió las placas que contengan entre 20-200 colonias aisladas y se contó todas las colonias negras brillantes de margen estrecho blanco y rodeado de halos claros que se extendían en el medio opaco. Se marco la posición de estas colonias y se incubo las placas hasta que se complete las 48 horas. Finalizado la incubación se contó todas las colonias características de *S. aureus* y también aquellas colonias negras con o sin margen estrecho blanco y sin zonas claras, y se llevó a cabo la prueba de la coagulasa con un número significativo colonias sospechosas.

La prueba de la coagulasa consistió en pasar las colonias elegidas a tubos de caldo Infusión cerebro corazón (BHI) e incubar durante 20-24 horas a 35-37°C. Pasado el tiempo de incubación, se pasó 0.2-0.3mL de los cultivos a tubos que contenían 0.5mL de plasma de conejo y se incubo a 35 °C por 6 horas. Terminado este tiempo, se examinó con el fin de detectar la presencia de los coágulos, sino se observa ningún coagulo, mantener los tubos a temperatura ambiente y leer a las 24 horas. La aparición de un coagulo bien diferenciado (4+) es indicativa de la actividad de la coagulasa; para las colonias que presentan coagulasa 2+ y 3+, realizar pruebas adicionales, realizando coloración gram, pruebas de control con un organismo negativo y positivo.

**c) *Escherichia coli* 0157:H7**

Para la determinación de este tipo de microorganismos se utilizó el método 991.14 (AOAC, 1990) Se peso 10 g de muestra de hamburguesa triturada en la balanza analítica. En un matraz Erlenmeyer de 250 ml se añadió la muestra y 90 ml de agua peptonada, se homogeneizó la muestra para la dilución  $10^{-1}$ . Se tomó una alícuota de 1 ml de la dilución y se colocó en el tubo de ensayo que previamente se le adicionó 9 ml de agua peptonada, se agitó gradualmente para preparar las diluciones de  $10^{-2}$  y  $10^{-3}$ . Después de realizar las diluciones se procedió a inocular las placas de petri, y se incubo a 35°C por 24 horas.

Pasado el tiempo de incubación, se realizó el recuento con la ayuda de un contador de colonias.

#### **2.4.5. Caracterización sensorial y aceptabilidad**

Garantizando niveles adecuados de los resultados microbiológicos según el (MINSA, 2008), se procedió con el análisis sensorial de las hamburguesas, el cual se llevó a cabo en cabinas de color blanco y de manera individual en una sola sesión. La iluminación utilizada fue la adecuada y homogénea para evitar influencias en la percepción del color de las muestras. Se utilizó el método “Marque todo lo que se aplica” (Check-All-That-Apply, CATA) para describir las muestras de las hamburguesas utilizando términos sensoriales extraídos de Rios-Mera et al. (2020). Los términos sensoriales fueron: salado, sabroso, grasoso, condimentado, jugoso, carne de res, picante, compacto, característico, asado, suave, duro, sabor residual, seco y aromático.

Para el análisis, se incluyeron personas mayores de 18 años, con disponibilidad de tiempo y consumo habitual de hamburguesa, de lo contrario, no participaron del estudio. Antes de la evaluación, los panelistas fueron instruidos sobre el uso de la escala hedónica y la ficha CATA. Posteriormente, los panelistas firmaron un término de consentimiento (Anexo 39) para aprobar su participación en el análisis sensorial.

Las hamburguesas fueron cocidas en plancha con una temperatura de 150 °C, donde se hizo uso de un termómetro digital de punción que midió la temperatura interior de la hamburguesa. Cuando esta temperatura alcanzó 75 °C, las hamburguesas fueron retiradas, cortadas y servidas a los panelistas en temperatura de 45°C. La temperatura de las muestras se mantuvo constante en baño maría, por un tiempo máximo de 15 min. Se sirvieron muestras de aproximadamente 10 g para cada panelista de forma monódica en platos de color blanco con su respectiva codificación con números aleatorios de tres dígitos. Se utilizó un diseño cuadrado latino de Williams (Wakeling y MacFie, 1995) para el orden de presentación de las muestras a cada panelista.

Además, los consumidores evaluaron la aceptación utilizando escala hedónica categórica de 9 puntos, variando de “me disgusta extremadamente” a “me gusta extremadamente” (Peryam y Pilgrim, 1957)

## 2.5. Diseño experimental

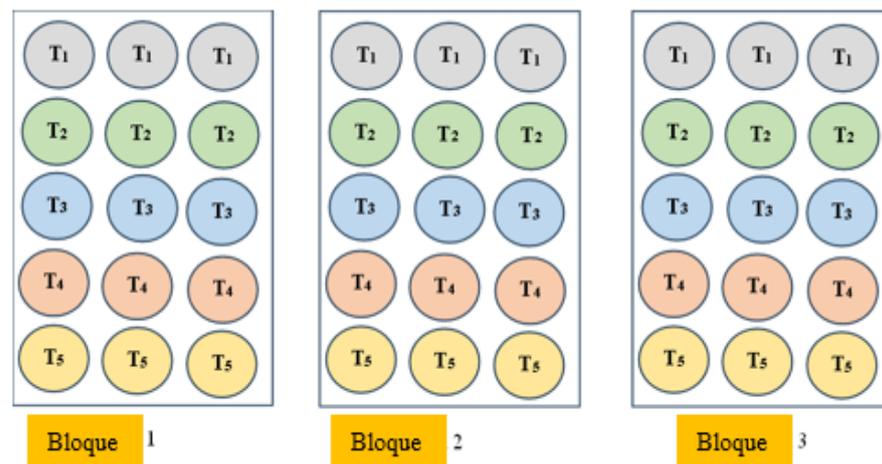
### 2.5.1. Diseño de investigación para la elaboración de hamburguesas

El estudio fue realizado mediante un diseño de bloques completos al azar (3 repeticiones del proceso de elaboración ejecutados en 3 días distintos) para las variables dependientes.

En la Figura 3 se muestra un esquema del diseño utilizado en el estudio; se muestran los bloques y en cada bloque tres unidades de hamburguesa (unidades observacionales) por cada tratamiento.

**Figura 3.**

*Esquema referencial de un diseño de bloques completos al azar*



**Nota:** Nomenclatura de los tratamientos

Cada tratamiento se origina por la variable independiente que es el nivel de sustitución parcial de harina de pulpa y cáscara de pijuayo (25 y 50%)

**T1:** Hamburguesa sin adición de harina de pijuayo.

**T2:** Hamburguesa con 25% de sustitución parcial de grasa por harina de pulpa de pijuayo.

**T3:** Hamburguesa con 50% de sustitución parcial de grasa por harina de pulpa de pijuayo.

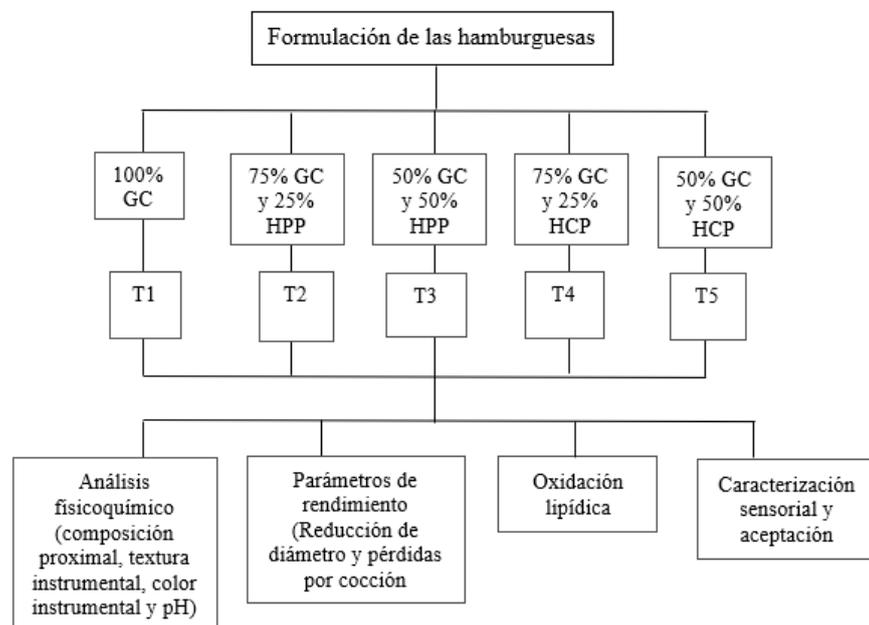
**T4:** Hamburguesa con 25% de sustitución parcial de grasa por harina de cáscara de pijuayo.

**T5:** Hamburguesa con 50% de sustitución parcial de grasa por harina de cáscara de pijuayo.

En la Figura 4 se muestra el esquema experimental realizada en la tesis, donde se indican los tratamientos y los análisis realizados.

**Figura 4.**

*Esquema experimental de la investigación*



**Nota:**

GC= Grasa de cerdo

HPP= Harina de pulpa de pijuayo

HCP= Harina de cáscara de pijuayo

**Nomenclatura de los tratamientos:**

**T1:** Hamburguesa sin adición de harina de pijuayo.

**T2:** Hamburguesa con 25% de sustitución parcial de grasa por harina de pulpa de pijuayo.

**T3:** Hamburguesa con 50% de sustitución parcial de grasa por harina de pulpa de pijuayo.

**T4:** Hamburguesa con 25% de sustitución parcial de grasa por harina de cáscara de pijuayo.

**T5:** Hamburguesa con 50% de sustitución parcial de grasa por harina de cáscara de pijuayo.

**2.5.2. Tratamientos de las hamburguesas**

Las hamburguesas de bovino fueron elaboradas de acuerdo con Rios-Mera et al. (2019). Los ingredientes y sus porcentajes se indican en la Tabla 1, en la que se puede observar la inclusión de harina de pulpa y cáscara de pijuayo como sustitutos parciales de grasa de cerdo en la hamburguesa de bovino.

**Tabla 1.***Formulación de los tratamientos de hamburguesa*

Componente (%)	Tratamientos				
	T1	T2	T3	T4	T5
Carne de bovino (res)	70	70	70	70	70
Grasa de cerdo	20	15	10	15	10
Harina de pulpa de pijuayo	0	5	10	0	0
Harina de cáscara de pijuayo	0	0	0	5	10
Agua helada	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
Sal	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
Glutamato monosódico	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28
Pimienta blanca en polvo	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Ajo en polvo	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28
Cebolla en polvo	0.28	0.28	0.28	0.28	0.28
Eritorbato de sodio	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Total	100	100	100	100	100

## 2.6. Análisis de datos

Los datos fueron procesados en hoja de cálculo de Excel y seguidamente los resultados de composición proximal, color instrumental, pH, pérdidas por cocción, reducción de diámetro, perfil de textura, oxidación lipídica y aceptación sensorial fueron evaluados con Análisis de la Varianza (ANVA). Además, se utilizó el test de Tukey para identificar las diferencias significativas en el ANVA entre los tratamientos a un nivel de significancia  $P < 0.05$ .

Los datos de características sensoriales (CATA) se analizaron calculando las frecuencias de elicitación de cada muestra para los términos sensoriales, denominada tabla de contingencia (TC) (Meyners et al., 2013). A continuación, se realizó un análisis de correspondencia (AC) en la TC para presentar las muestras y los atributos de manera multivariada considerando las distancias del Chi-cuadrado. Además, se hizo un análisis de penalización (AP) para determinar el impacto de las características sensoriales en la aceptación de las hamburguesas. Para ello, se contabilizaron las respuestas binarias (presencia/ausencia de selección del atributo sensorial durante el análisis) de los consumidores para cada atributo sensorial en todos los tratamientos. Luego, mediante la prueba t-Student se determinó el efecto de la presencia de cada atributo sensorial sobre el aumento o disminución de la aceptación de los tratamientos (Saldaña et al., 2018).

También se realizó un mapa de preferencias internas y un dendograma para representar las preferencias de los consumidores hacia los tratamientos (Berget, 2018).

Para los respectivos análisis de datos se utilizaron los softwares XLSTAT 2015 (Addinsoft, New York, EEUU) y R (R Core Team, 2017).

### III. RESULTADOS

#### 3.1. Caracterización fisicoquímica de la hamburguesa bovina

En la Tabla 2 se muestra la composición fisicoquímica de los 5 tratamientos de hamburguesa bovina. En el análisis proximal, el mayor porcentaje de humedad de los 5 tratamientos con 63.60% fue el T2.

El mayor porcentaje de cenizas y grasas fue el tratamiento T1 con 3.03% y 16.52%, respectivamente, siendo el resultado de grasas significativamente ( $P < 0.05$ ) superior a los otros tratamientos. El menor porcentaje en grasas fue el T4 con 9.36%. Por otro lado, el T5 presentó un mayor porcentaje en carbohidratos con 8.90% y menor porcentaje presentó T1 con 4.8%. Sin embargo, en las proteínas un hubo diferencias entre los tratamientos.

En la Tabla 2 se muestra el análisis de textura de los 5 tratamientos de la hamburguesa bovina expresados en Newtons (N) para la dureza y masticabilidad, mientras que para la elasticidad y cohesión los resultados son adimensionales (distancia/distancia y área/área, respectivamente). El T1 presentó una mayor dureza, elasticidad, cohesión y masticabilidad con respecto a los otros tratamientos ( $P < 0.05$ ), con valores de 65.71 N, 0.89, 0.68 y 39.72 N, respectivamente. Además, el T2 evidenció una menor dureza con un valor de 42.10 N, del mismo modo el T3 presentó una menor elasticidad, cohesión y masticabilidad respectivamente con valores de 0.57, 0.38 y 11.5 N.

Así mismo en la Tabla 2 se muestra el parámetro L\*(luminosidad), donde el T4 presenta mayor luminosidad ( $P < 0.05$ ) (ver tabla 37), on respecto al resto de tratamientos. Con respecto al parámetro a\* (intensidad de rojo), el tratamiento control (T1) presentó mayor valor de la coordenada con un valor de 29.8, mientras que, para el T2, T3, T4 y T5 no hubo diferencias ( $P > 0.05$ ) (ver tabla 39). Por otro lado, el parámetro b\*(intensidad de amarillo), el T5 presentó mayor

tendencia para amarillo, pero todos los tratamientos presentaron diferencias entre si ( $P < 0.05$ ) (ver tabla 41)

Con respecto al análisis de pH, un hubo diferencias significativas entre los tratamientos ( $P < 0.05$ ), por lo que la harina de pijuayo no altera este parámetro.

Tabla 2.

*Parámetros fisicoquímicos de los tratamientos de hamburguesa*

<b>Parámetro</b>	<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>	<b>T4</b>	<b>T5</b>
<b>Composición proximal</b>					
Humedad	60.3 ± 1.2 <sup>b</sup>	63.6 ± 0.6 <sup>a</sup>	63.3 ± 0.3 <sup>a</sup>	62.1 ± 1.5 <sup>ab</sup>	63.2 ± 0.2 <sup>a</sup>
Proteínas	15.4 ± 0.2	14.4 ± 0.5	15.7 ± 0.2	15.7 ± 2.5	15.9 ± 0.5
Grasas	16.5 ± 1.2 <sup>a</sup>	13.0 ± 0.9 <sup>b</sup>	9.4 ± 0.5 <sup>c</sup>	13.1 ± 0.4 <sup>b</sup>	9.6 ± 0.3 <sup>c</sup>
Carbohidratos	4.8 ± 0.9	5.2 ± 0.4	8.7 ± 0.4	8.1 ± 2.9	8.9 ± 0.8
Cenizas	3.0 ± 0.0 <sup>a</sup>	2.6 ± 0.1 <sup>ab</sup>	2.7 ± 0.0 <sup>ab</sup>	2.4 ± 0.3 <sup>b</sup>	2.6 ± 0.3 <sup>ab</sup>
<b>Perfil de textura instrumental</b>					
Dureza (N)	65.7 ± 2.1 <sup>a</sup>	42.1 ± 1.7 <sup>c</sup>	53.3 ± 6.9 <sup>b</sup>	45.0 ± 2.2 <sup>bc</sup>	48.3 ± 0.8 <sup>bc</sup>
Elasticidad	0.89 ± 0.0 <sup>a</sup>	0.69 ± 0.1 <sup>bc</sup>	0.57 ± 0.1 <sup>c</sup>	0.79 ± 0.1 <sup>ab</sup>	0.59 ± 0.1 <sup>c</sup>
Cohesión	0.68 ± 0.0 <sup>a</sup>	0.48 ± 0.0 <sup>bc</sup>	0.38 ± 0.0 <sup>d</sup>	0.55 ± 0.0 <sup>b</sup>	0.43 ± 0.0 <sup>cd</sup>
Masticabilidad (N)	39.7 ± 1.9 <sup>a</sup>	13.9 ± 1.3 <sup>bc</sup>	11.5 ± 0.9 <sup>c</sup>	19.7 ± 5.5 <sup>b</sup>	12.2 ± 2.2 <sup>bc</sup>
<b>Color instrumental</b>					
Luminosidad (L*)	80.0 ± 0.3 <sup>ab</sup>	79.8 ± 1.1 <sup>ab</sup>	80.3 ± 0.9 <sup>ab</sup>	80.7 ± 0.3 <sup>a</sup>	79.1 ± 0.1 <sup>b</sup>
Intensidad de rojo (a*)	29.8 ± 1.1 <sup>a</sup>	25.6 ± 1.8 <sup>b</sup>	26.4 ± 1.1 <sup>b</sup>	27.3 ± 1.3 <sup>ab</sup>	25.6 ± 0.9 <sup>b</sup>
Intensidad de amarillo (b*)	27.5 ± 1.8 <sup>c</sup>	42.9 ± 1.9 <sup>c</sup>	48.3 ± 2.1 <sup>b</sup>	38.3 ± 1.6 <sup>d</sup>	53.0 ± 1.3 <sup>a</sup>
<b>pH</b>	6.02 ± 0.00	6.02 ± 0.00	6.02 ± 0.01	6.02 ± 0.01	6.00 ± 0.03

Nota: Letras distintas significan diferencias significativas entre los tratamientos ( $P < 0.05$ ) según la prueba de Tukey.

**T1:** Tratamiento control (100% grasa de cerdo); **T2:** 25% de sustitución parcial de grasa por harina de pulpa de pijuayo; **T3:** 50% de sustitución parcial de grasa por harina de pulpa de pijuayo; **T4:** 25% de sustitución parcial de grasa por harina de cáscara de pijuayo y **T5:** con 50% de sustitución parcial de grasa por harina de cáscara de pijuayo.

### 3.2. Parámetros de rendimiento

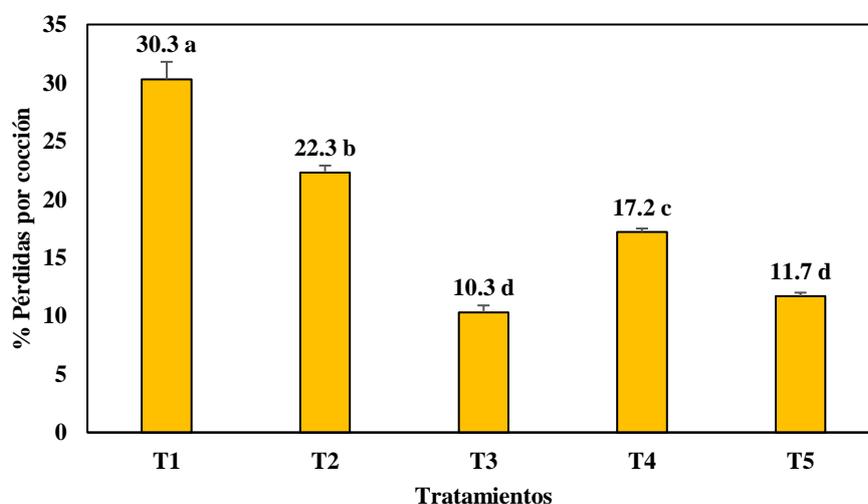
Los análisis de las pérdidas por cocción y reducción de diámetro de los 5 tratamientos de hamburguesa son expresados en porcentajes por cada 100 g de muestra.

#### Perdidas por cocción

En la Figura 5 se muestra que T1 presenta la mayor pérdida de componentes (agua, grasa, etc.) durante la cocción, en comparación con los otros tratamientos, además el T3 y T5, presentan una menor pérdida de componentes por cocción, incluso no presentaron diferencia significativa ( $P > 0.05$ ), tal y como se muestra en la tabla 32.

**Figura 5.**

*Perdidas por cocción de las hamburguesas (%)*



Nota: Letras distintas significan diferencias significativas entre los tratamientos ( $P < 0.05$ ) según la prueba de Tukey.

**T1:** Tratamiento control (100% grasa de cerdo); **T2:** 25% de sustitución parcial de grasa por harina de pulpa de pijuayo; **T3:** 50% de sustitución parcial de grasa por harina de pulpa de pijuayo; **T4:** 25% de sustitución parcial de grasa por

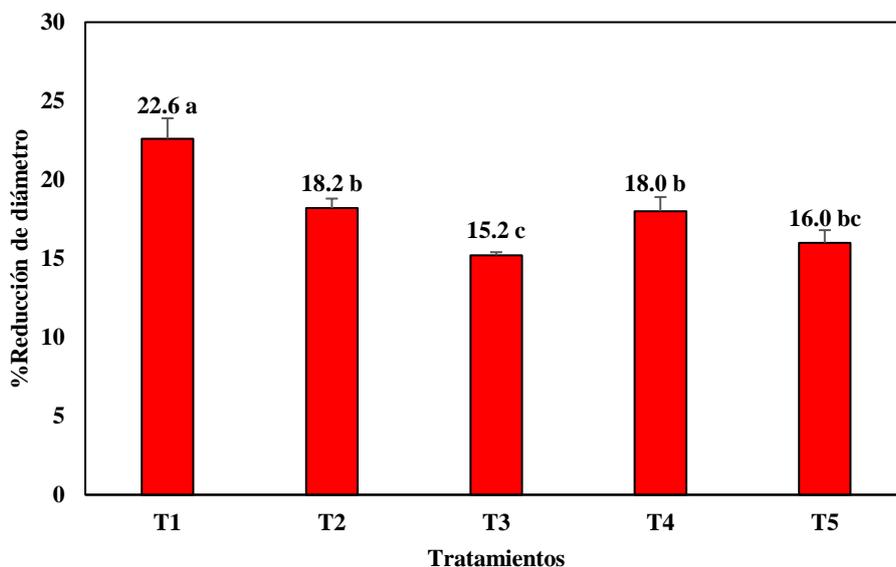
harina de cáscara de pijuayo y **T5**: 50% de sustitución parcial de grasa por harina de cáscara de pijuayo.

### Reducción de diámetro

En la Figura 6 se muestra que el T1 presenta una mayor reducción en el diámetro a diferencia de los otros tratamientos, esto debido a la pérdida de componentes contenidos (agua, grasas, etc). El T3 presentó una menor reducción de diámetro, sin embargo, el T2, T4 y T5 no presentaron diferencias ( $P > 0.05$ ), tal y como se muestra en la tabla 35

**Figura 6.**

*Reducción de diámetro de las hamburguesas (%)*



Letras distintas significan diferencias significativas entre los tratamientos ( $P < 0.05$ ) según la prueba de Tukey.

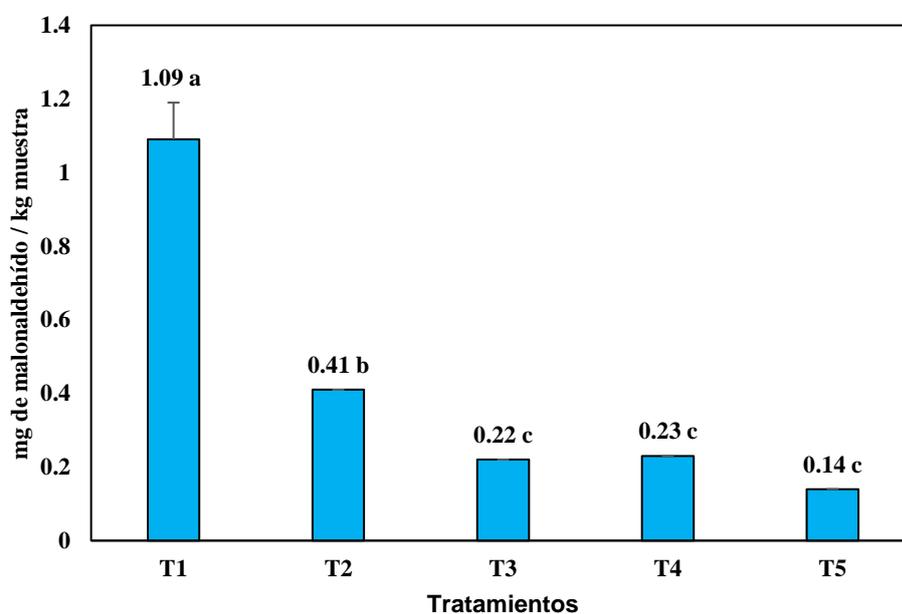
**T1**: Tratamiento control (100% grasa de cerdo); **T2**: 25% de sustitución parcial de grasa por harina de pulpa de pijuayo; **T3**: 50% de sustitución parcial de grasa por harina de pulpa de pijuayo; **T4**: 25% de sustitución parcial de grasa por harina de cáscara de pijuayo y **T5**: 50% de sustitución parcial de grasa por harina de cáscara de pijuayo.

### 3.3. Análisis de oxidación lipídica

En la Figura 7 se observa los análisis de la oxidación lipídica de los 5 tratamientos expresados en mg de malonaldehído por kg de hamburguesa (MDA/kg). La mayor cantidad de mg MDA/kg presentó el T1 con 1.09 mg MDA/kg (ver tabla 29), mientras que las hamburguesas con harina de pijuayo redujeron significativamente la oxidación del producto.

**Figura 7.**

*Oxidación lipídica de los tratamientos de hamburguesa*



Letras distintas significan diferencias significativas entre los tratamientos ( $P < 0.05$ ) según la prueba de Tukey.

**T1:** Tratamiento control (100% grasa de cerdo); **T2:** 25% de sustitución parcial de grasa por harina de pulpa de pijuayo; **T3:** 50% de sustitución parcial de grasa por harina de pulpa de pijuayo; **T4:** 25% de sustitución parcial de grasa por harina de cáscara de pijuayo y **T5:** 50% de sustitución parcial de grasa por harina de cáscara de pijuayo.

### **3.4. Análisis microbiológico**

Previo al análisis sensorial se hizo un análisis microbiológico (aerobios mesófilos, *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli*) de las hamburguesas para asegurar la calidad e inocuidad alimentaria al respecto. El recuento de microorganismos fue entre 2,3 y  $3,2 \times 10^6$  UFC/g aerobios mesófilos, <10 UFC/g *Staphylococcus aureus*, y entre 1,1 y  $4,2 \times 10$  UFC/g *Escherichia coli*, que estaban dentro de los límites según la normativa peruana ( $10^7$ ,  $10^3$  y  $5 \times 10^2$ , respectivamente) (MINSa, 2008)

### **3.5. caracterización sensorial y aceptabilidad**

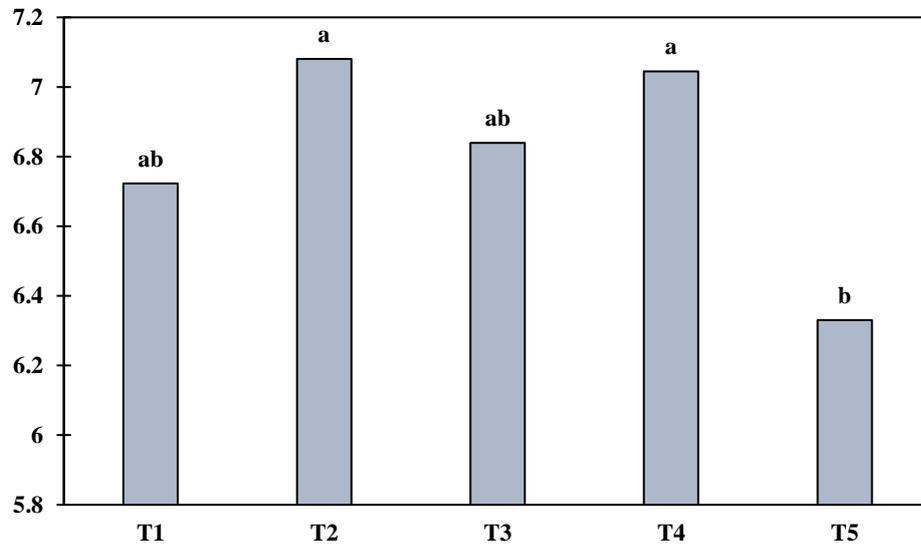
El panel de consumidores estaba formado por 112 consumidores, por recomendación de Hough et al. (2006). Además de todos los consumidores, el total de mujeres representaron el 68%, 31% varones y el 1% prefirieron no declarar. Los panelistas se encontraban entre un rango de edad que iba de 18 a 58 años. Por otro lado, se manifestó consumir hamburguesa con distinta frecuencia: el 3% consumía hamburguesa entre 4 y 6 veces por semana, el 10% entre 1 y 3 veces por semana, el 18% cada 15 días, el 30% una vez por semana y el 39% rara vez. Antes de participar en el análisis sensorial cada uno de los participantes tuvieron que leer y firmar el consentimiento informado para aprobar su participación.

#### **Caracterización sensorial**

De acuerdo con la Figura 8, la evaluación sensorial de los 112 panelistas, el más aceptable es el T2 con un 25% de harina de pulpa de pijuayo y el T4 con un 25% de harina de cáscara de pijuayo, superando los 7 puntos en la escala hedónica de 9 puntos. Estos tratamientos puntajes de aceptación más altos incluso que el control (T1). Por otro lado, el T5 tuvo el menor puntaje con 6.33 puntos en la escala hedónica.

**Figura 8.**

*Análisis de aceptación de los tratamientos de hamburguesa*



Letras distintas significan diferencias significativas entre los tratamientos ( $P < 0.05$ ) según la prueba de Tukey.

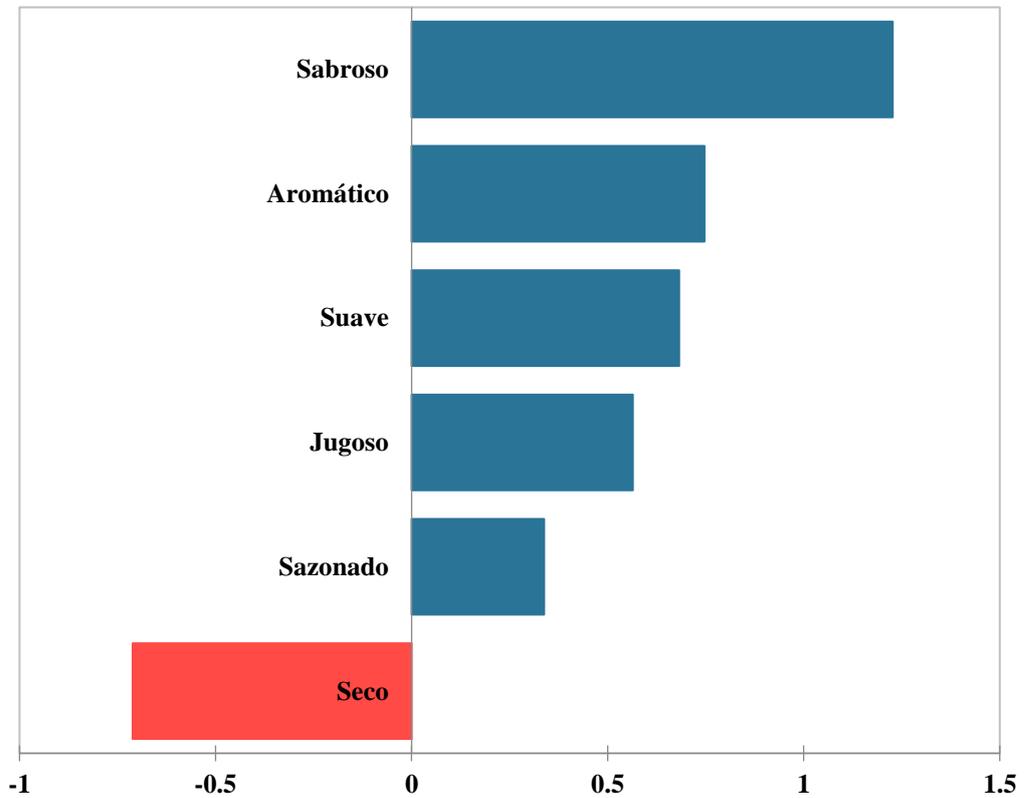
**T1:** Tratamiento control (100% grasa de cerdo); **T2:** 25% de sustitución parcial de grasa por harina de pulpa de pijuayo; **T3:** 50% de sustitución parcial de grasa por harina de pulpa de pijuayo; **T4:** 25% de sustitución parcial de grasa por harina de cáscara de pijuayo y **T5:** 50% de sustitución parcial de grasa por harina de cáscara de pijuayo.

### **Análisis de penalidad del impacto de los atributos sensoriales sobre la aceptación**

En la Figura 9 se observa el análisis de penalidad de la hamburguesa donde reveló que los atributos sabroso, aromático, suave, jugoso y sazonado influían positivamente en la aceptación general de las hamburguesas. Mientras que el atributo seco impactaba negativamente en la aceptación.

**Figura 9.**

*Análisis de penalidad de los atributos sensoriales sobre la aceptación de las hamburguesas*



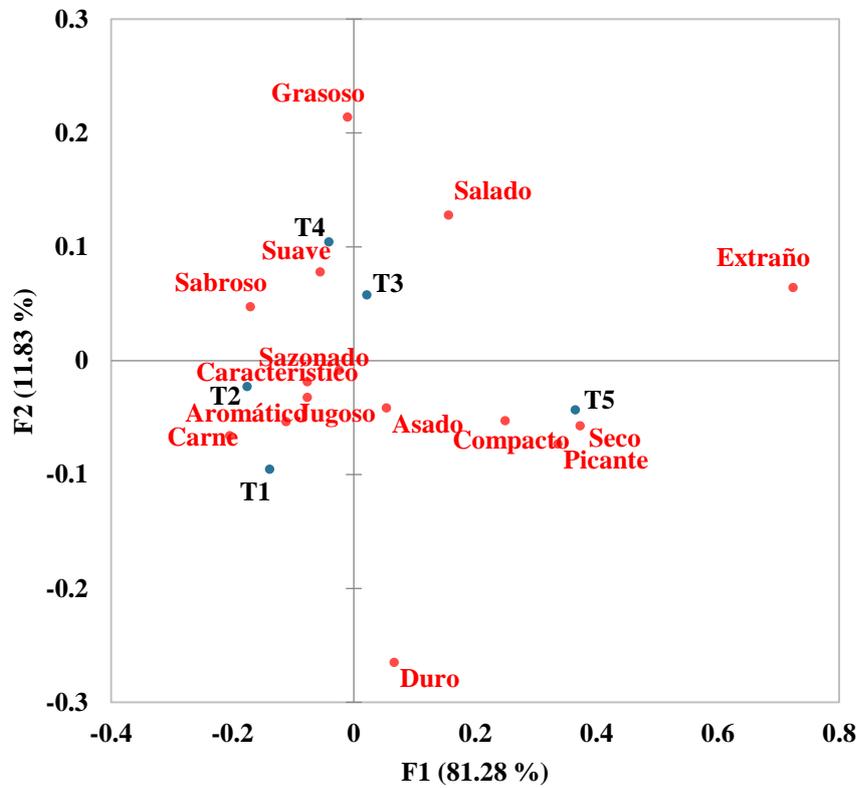
#### **Análisis d**

#### **Análisis de correspondencia del perfil sensorial – método CATA**

En la Figura 10 se muestra el análisis de correspondencia, representado por el 93,11% de variabilidad de los datos para las dos primeras dimensiones. Los tratamientos T1, T2, T3 y T4 se caracterizaron con los atributos sabroso, aromático, suave, jugoso y sazonado, los cuales fueron los direccionadores positivos de la aceptación, mientras que seco era el atributo que influía negativamente en el agrado general y era característico de T5.

**Figura 10.**

*Análisis de correspondencia de los tratamientos de hamburguesa y atributos sensoriales*



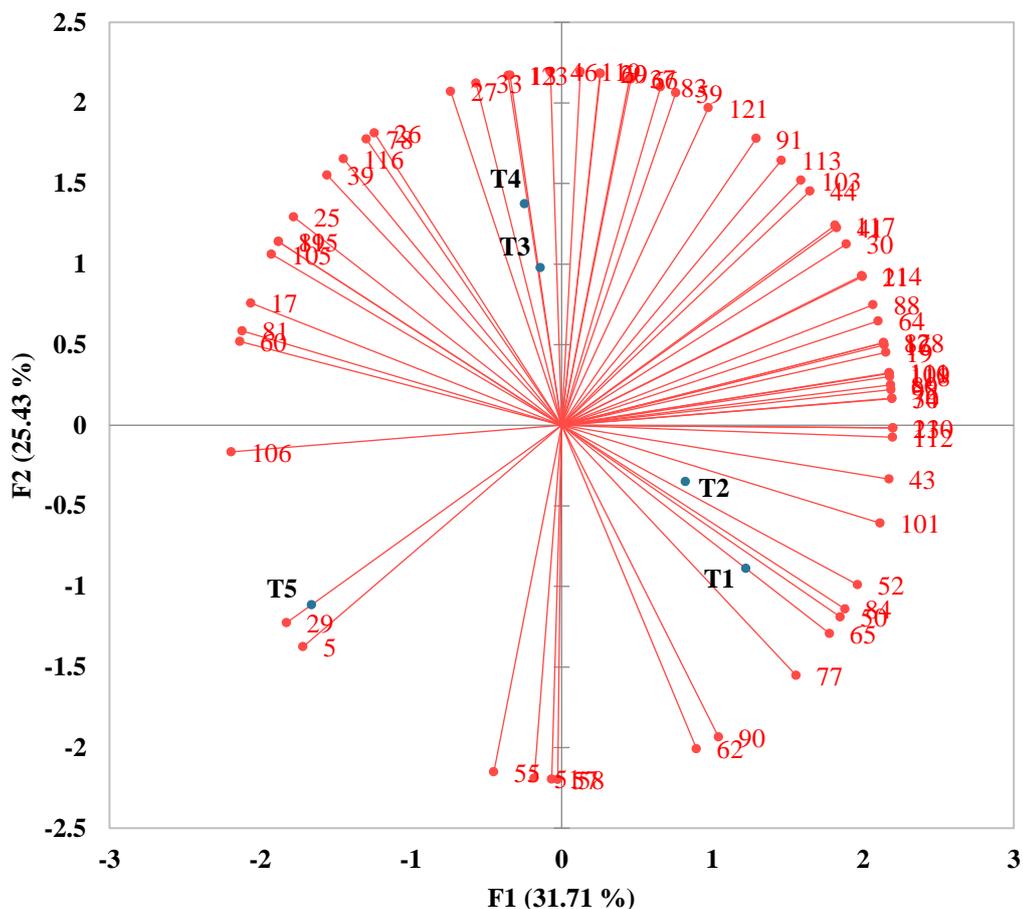
**T1:** Tratamiento control (100% grasa de cerdo); **T2:** 25% de sustitución parcial de grasa por harina de pulpa de pijuayo; **T3:** 50% de sustitución parcial de grasa por harina de pulpa de pijuayo; **T4:** 25% de sustitución parcial de grasa por harina de cáscara de pijuayo y **T5:** 50% de sustitución parcial de grasa por harina de cáscara de pijuayo.

### Mapa interno de preferencias de los consumidores respecto a los tratamientos

En la Figura 11 se muestran los vectores que representan a los 112 panelistas, de los cuales se puede observar los consumidores prefirieron los tratamientos T1, T2, T3 y T4; por otro lado, se aprecia que solo un pequeño grupo de personas tuvieron preferencia por el T5.

**Figura 11.**

*Mapa interno de las preferencias de la hamburguesa bovina*



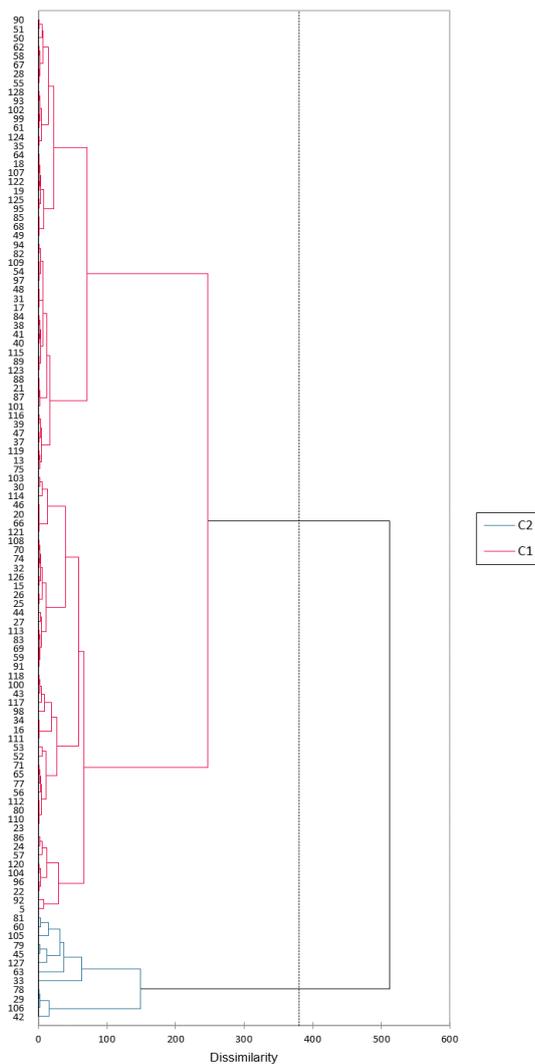
**T1:** Tratamiento control (100% grasa de cerdo); **T2:** 25% de sustitución parcial de grasa por harina de pulpa de pijuayo; **T3:** 50% de sustitución parcial de grasa por harina de pulpa de pijuayo; **T4:** 25% de sustitución parcial de grasa por harina de cáscara de pijuayo y **T5:** 50% de sustitución parcial de grasa por harina de cáscara de pijuayo.

## Dendrograma de los consumidores respecto a la preferencia de las hamburguesas

En la Figura 12, se observa un dendrograma en el cual trata de agrupar por familias a los consumidores y su perfil de preferencias por los distintos tratamientos, donde se puede ver que el clúster 1 representa los tratamientos T1, T2, T3 y T4, que fueron los más preferidos con un 89% de panelistas; mientras que el clúster 2 representa el T5, que es el tratamiento menos preferido con un 11%.

**Figura 12.**

*Dendrograma de los consumidores respecto a la preferencia de la hamburguesa bovina. C1 y C2: clúster 1 y 2, respectivamente.*



## IV. DISCUSIÓN

Al reemplazar parcialmente la grasa de cerdo por harina de pulpa y cáscara de pijuayo para la elaboración de las hamburguesas bovinas, se debe tener cuenta las proporciones a sustituir, ya que debido a eso dependerá la calidad de las hamburguesas.

### **Análisis fisicoquímico**

Según Langer, (2022) realizó un estudio donde tuvo como principal objetivo reducir el contenido de cloruro de sodio para ser reemplazado por moléculas de cloruro de potasio y cloruro de calcio en hamburguesa de paco, donde realizaron 5 tratamientos, el cual obtuvo una mayor humedad y un menor contenido de grasas conforme se fue sustituyendo el cloruro de sodio en los tratamientos, sin embargo Saavedra et al., (2022) en su estudio de sustitución y reducción de cloruro de sodio en hamburguesa de paco determinó que el contenido de humedad en los 5 tratamientos no presentaron diferencias significativas, del mismo modo el contenido de cenizas reflejó un aumento, por otro lado Patinho et al., (2021) revelaron en su estudio del efecto del hongo *Agaricus bisporus* (AB) como sustituto de grasa en hamburguesa de res, donde obtuvieron como resultado que el T1 (control) presentó un mayor contenido de grasas con 14.77%, del mismo modo el mayor porcentaje de cenizas y humedad se reflejaron en el T3 (15% AB y 5% grasa animal) con 3.13% y 70.93% , presentando un resultado similar al presente estudio con una humedad de 63.6% en el T2, a diferencia de las grasas que difieren con un y 9.4% en el T3 , pero similar al T1 con 16,5% , además la humedad de las hamburguesas elaboradas con harinas de pulpa y cáscara de pijuayo aumentó, esto se debió a la reducción de la grasa de cerdo y el reemplazo por las harinas de pijuayo, donde la humedad de las harinas pudo haber aportado humedad a las hamburguesas. El contenido de cenizas fue similar a lo reportado por Selani et al. (2016) quienes utilizaron harina de subproductos de piña y aceite de canola como sustitutos de grasa. Los carbohidratos aumentaron conforme se redujo el contenido de grasa, sin embargo, el impacto no fue suficiente para causar diferencias significativas, tal y como se aprecia en este estudio.

### **Análisis de textura**

Las harinas de pulpa y cáscara de pijuayo disminuyeron las características de textura como la dureza, elasticidad, cohesión y masticabilidad, frente al tratamiento control (T1). Sin embargo, Echeverría et al. (2020) utilizaron formulaciones similares en su investigación cuyo principal objetivo fue producir hamburguesas de cordero reemplazando la grasa de cerdo por harina de subproductos del tallo del pijuayo (TP), para ello plantearon 4 formulaciones (0% TP y 9% grasa de cerdo; 3% TP y 6% grasa de cerdo; 6% TP y 3% grasa de cerdo; 9% TP y 0% grasa de cerdo), donde observaron que la elasticidad y cohesión no presentaron ningún efecto, esto podría estar relacionado con el contenido de agua del producto, el papel de las grasas en la hamburguesa bovina, la calidad de la fibra contenida en la harina como sustituto de la grasa y la interferencia de la harina en la formación de un gel proteico que afecta directamente la textura. La hipótesis de este estudio sobre la disminución de los parámetros de textura radica en una mejor retención de agua y grasa en los tratamientos con harina de pulpa y cáscara de pijuayo, lo que expresa en los menores valores en pérdidas por cocción y reducción de diámetro (Tabla 2). Además Saavedra et al., (2022) afirmaron que en la formulación de hamburguesa de pescado de agua dulce para reducir el contenido de cloruro de sodio, donde hubo aumento con respecto a la dureza y la masticabilidad; además, no hubo diferencias en la cohesión y elasticidad, en el presente proyecto el T1 presentó una mayor dureza, elasticidad, cohesión y masticabilidad con respecto a los otros tratamientos ( $P < 0.05$ ). Además, el T2 evidenció una menor dureza, del mismo modo el T3 presentó una menor elasticidad, cohesión y masticabilidad respectivamente.

### **Análisis de color**

Según los parámetros  $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$ , las hamburguesas que contienen harina de pulpa y cáscara de pijuayo (T2, T3, T4 y T5) oscilaron entre 79.1-80.3; 25.6-27.3; 38.3-53.0, respectivamente. Sin embargo, de acuerdo a un estudio realizado por Pinzón-Zárate et al., (2015) donde tuvieron como objetivo evaluar el uso de un extracto oleoso (EO) con residuos de pijuayo en la coloración de salchichas Frankfurt, para lo cual plantearon 6 tratamientos (0 ml/kg EO; 9 ml/kg EO; 19 ml/kg EO; 29 ml/kg EO; 42 ml/kg EO;

92ml/kg EO), los cuales afirmaron que los parámetros de color variaron con la adición del EO, aumentando el parámetro L\* y b\*; sin embargo el parámetro a\* disminuyó, tal es así que los autores atribuyen que el aumento del color amarillo (b\*) alude a la presencia de carotenoides presentes en el pijuayo; además el aumento del parámetro L\* podría estar relacionado con el agua libre presente en la superficie, el contenido de grasa, etc; mientras que la disminución del parámetro a\* podría deberse a factores tecnológicos (tipo de picado de la carne, etc.) y de composición (carne magra/grasa, etc.). En otro estudio descrito por Santos et al. (2020) donde tuvieron como principal objetivo desarrollar un cereal de desayuno con maíz extruido enriquecido con harina de pijuayo, donde realizaron 2 formulaciones (F1 y F2: (25% de harina de pijuayo y 75% de harina de maíz; 100% harina de maíz) obteniendo como resultado en la F1 un aumento en el parámetro L\*, una disminución en el parámetro a\*, y en el parámetro b\* no se mostraron diferencias entre las formulaciones, donde afirman que las burbujas de gas reducen la cantidad de pigmentos de la materia prima por ende aumenta la humedad de tal manera que la luminosidad es más reflejada; de acuerdo a esto existe una relación con el presente estudio ya que la parte externa de la cáscara de pijuayo tiene un color rojo-anaranjado, pero la amarillez de la pulpa por la parte interna de la cáscara se destaca de color amarillo (ver Figura 19 de los Anexos). Por otro lado Melchor (2013) en su trabajo de investigación que tenía como finalidad desarrollar un snack tipo tortilla, en el cual sustituyó harina de maíz por la de pijuayo empleando 3 formulaciones (50% pijuayo y 50% maíz; 60% pijuayo y 40% maíz; 70% pijuayo y 30% maíz), donde a un 50% de sustitución de harina de maíz por harina de pijuayo el parámetro L\* es más relevante con respecto a las formulaciones restantes, de esta manera el autor afirma que al aumentar la cantidad de harina de pijuayo se obtiene como resultado un producto más oscuro, ya que la harina de maíz es blanca y la de pijuayo es amarillo-anaranjado, así como también el parámetro b\* se mostró con una tendencia al color amarillo a medida que se aumentó el porcentaje de sustitución, sin embargo el parámetro a\* se presentó con una coloración rojiza. De tal manera que este estudio guarda mucha relación con respecto a los resultados de este estudio descritos anteriormente.

### **Parámetros tecnológicos**

De acuerdo a Rios-Mera et al., (2021) realizaron un estudio donde tuvo como principal objetivo reducir el contenido de sal, incorporando aceite de pescado para enriquecer la hamburguesa en Ac. Gr. Poliinsaturados, el cual afirmaron que no hubo diferencias significativas en las pérdidas por cocción, sin embargo, se observaron cambios en la reducción de diámetro. Por otro lado Saavedra et al., (2022) en su trabajo de investigación donde tuvo como principal finalidad el efecto de la reducción de sal en hamburguesa de paco, donde también no encontraron diferencias significativas entre los tratamientos de las pérdidas por cocción. Sin embargo Dalvi-Isfahan (2023) afirma en su trabajo de investigación que tuvo como principal finalidad el impacto del número de vueltas de la hamburguesa en las pérdidas de cocción, donde el autor acoplándose a un modelo matemático de calor y masa, afirmó que al aumentar el número de vueltas el calor se distribuye de manera más uniforme aumentando las pérdidas por cocción, guardando este estudio mucha relación con nuestros resultados el cual T1 presentó mayores pérdidas por cocción debido a la cantidad de grasa y agua contenida en la hamburguesa, además el T3 y T5 presentaron menores pérdidas por cocción, así mismo el T1 presentó una mayor reducción de diámetro, así como también el T3 presentó un menor reducción de diámetro.

### **Análisis de la oxidación lipídica**

Se ha encontrado que la adición de las harinas de pulpa y cáscara de pijuayo disminuyen la oxidación lipídica de los tratamientos siendo más notorio en el T3 y T5 (50% de harina de pulpa de pijuayo y 50% de harina de cáscara de pijuayo) frente al tratamiento control (T1), tal y como se muestra en la Figura 7. Santos et al. (2023) realizaron un estudio donde tuvieron como principal objetivo la predicción de fenoles y capacidad antioxidante en galletas haciendo uso de un espectrofotómetro Micro-Nir, donde realizaron 5 formulaciones que incluyó la harina de pijuayo y se sustituyó la harina de trigo (sustituciones de 12,5 %, 25%, 50%, 75% y 100%). Como resultados, a medida que se fue aumentando el % del pijuayo la oxidación de las galletas disminuyó, concretando así una estricta relación con el presente estudio. La capacidad antioxidante puede deberse principalmente a la presencia de compuestos como los carotenoides y

fenoles presentes en el pijuayo (Avila-Sosa, 2019; Jaramillo-Vivanco et al., 2022; Noronha Matos et al., 2019; Peixoto Araujo et al., 2021).

Rubira Martínez, (2018) en su trabajo de investigación donde tenía como finalidad caracterizar la harina de pijuayo, los compuestos bioactivos y capacidad antioxidante de un snack a base de maíz (75%) y pijuayo (25%), realizaron 2 extractos en fracción lipofílico e hidrofílico para dos tipos de determinación de capacidad antioxidante (método FRAP y DPPH), donde obtuvo como resultado que la harina de pijuayo presentó un alto contenido de fenoles (ácido gálico y ácido ascórbico) y carotenoides ( $\beta$ -Caroteno), por ende en la fracción hidrofílica presentó mayor capacidad antioxidante en los snacks pasado los 2 y 4 meses de vida útil, sin embargo en este estudio se atribuye que la capacidad antioxidante se debe al proceso de extrusión donde haciendo uso de parámetros como temperatura y presión produciendo malanoidinas, además, se afirma que la capacidad antioxidante podría deberse a los carotenoides y fenoles que presentó la harina de pijuayo. No obstante, en el presente estudio no se hizo uso de un proceso forzado; por este motivo se sigue teniendo la certeza que la capacidad antioxidante de las hamburguesas se debe a la cantidad de carotenoides teniendo similitud de con la segunda opción del estudio.

### **Análisis sensorial**

La media general de la aceptación sensorial se situó en un intervalo de 6.33 a 7.08 para todos los tratamientos (Figura 8). Las hamburguesas que contenían un 25% de reducción de grasa de cerdo obtuvieron las puntuaciones generales de agrado más altas incluso que el control (T1). Es decir, las harinas de pulpa y cáscara de pijuayo mejoraron la aceptación de la hamburguesa. Patinho et al. (2021) también observaron una tendencia similar cuando sustituyeron hasta el 75% del contenido de grasa de cerdo en las hamburguesas por el hongo *Agaricus bisporus*. Por el contrario, Cócaro et al. (2019) observaron una disminución en la aceptación de las hamburguesas de pollo cuando sustituyeron la piel de pollo por harina de linaza dorada. Asimismo, Echeverría et al. (2020) no encontraron diferencias significativas al reemplazar la grasa de cerdo por harina de tallo de pijuayo. En el presente estudio sugiere que la cáscara de pijuayo, al 50% de sustitución de grasa de cerdo, reduce la aceptación de la hamburguesa, el cual

fue significativamente menor que los tratamientos con 25% de reducción de grasa (T2 y T4) con  $P>0.05$ . Además, todos los tratamientos presentaron una aceptación global de agrado superior al punto medio (4,5) en la escala hedónica de 9 puntos.

En un estudio descrito por Rebeca et al. (2015), donde tuvo como finalidad evaluar la aceptación de 4 formulaciones de un bocadillo a base de maíz con harina de pijuayo, haciendo uso de un análisis por conglomerados determinaron que el conglomerado 2 obtuvo una mayor aceptación por parte de los consumidores, ya que en las 4 formulaciones de este conglomerado se aumentó el porcentaje de harina de pijuayo, de acuerdo a los autores el agrado de los consumidores del conglomerado 2 vendría dado por una mejor textura, color y sabor que contiene el pijuayo, tal es así que estos resultados tienen mucha similitud con el presente estudio ya que los consumidores prefirieron el conglomerado 1 (89%) representado por los tratamientos T1, T2, T3, T4.

El análisis de penalización reveló que los atributos sabroso, aromático, tierno, jugoso y sazonado influían positivamente en el agrado general de las hamburguesas (Figura 9), que caracterizaban a T1, T2, T3 y T4 en el AC (Figura 10), mientras que el atributo seco influía negativamente en el agrado general de las hamburguesas y era característico del T5. En el presente estudio se observó que la mayoría de los impulsores del gusto coinciden con los identificados en un estudio anterior de Rios-Mera et al. (2020), donde utilizaron los mismos descriptores sensoriales. Sin embargo, algunas diferencias pueden deberse al tipo de experimento y a los ingredientes utilizados. El estudio también reveló que el tratamiento más similar al control (T1) fue la harina de pulpa de pijuayo con una reducción del 25% de grasa. No obstante, el estudio sugiere que la cáscara de pijuayo podría utilizarse con el mismo nivel de reducción de la grasa.

Las hamburguesas elaboradas con cáscara de pijuayo resultaron sabrosas y suaves, que son los dos principales direccionadores positivos de agrado de la hamburguesa (Figura 10). Además, cabe recalcar que el nivel de textura instrumental de T4 puede ser adecuado, según la respuesta de los consumidores. Este estudio sugiere el uso de cáscara de pijuayo, que a menudo es desechado, para impactar positivamente en la utilización de los residuos de frutas por parte de los pobladores amazónicos.

Según el mapa interno de las preferencias de los consumidores (Figura 11), se sugiere que la grasa de cerdo puede sustituirse parcialmente por harina de pulpa y cáscara de pijuayo. Esto se debe a que la mayoría de los consumidores prefirieron los tratamientos T1, T2, T3 y T4, que tienen una alta densidad de vectores de agrado. Sin embargo, el tratamiento T5 tenía una baja densidad de vectores de agrado, lo que da a conocer una baja preferencia por parte de los consumidores. Estas 2 tendencias también se reflejan en el dendograma (figura 12), que muestra 2 grupos de consumidores, donde el primer grupo está formado por los consumidores que prefirieron los tratamientos T1, T2, T3 y T4, mientras que el segundo grupo en gran minoría prefirió el T5. Ambos grupos representan el 89% y el 11% de los consumidores respectivamente.

## V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1. Conclusiones

- Las harinas de pijuayo afectaron la composición proximal de las hamburguesas. El T4 destacó con un bajo nivel de grasa con un valor de 9.36%, y el T5 presentó un alto contenido de carbohidratos con un valor de 8.90%. Sin embargo, el T1 presentó una mayor dureza, elasticidad, cohesión y masticabilidad. Por otro lado, el T5 presentó una mayor tendencia de color amarillo.
- Las harinas de pulpa y cáscara de pijuayo permitieron tener mejor rendimiento que la hamburguesa sin sustitución de grasa, es decir, hubo menores pérdidas por cocción y reducción de diámetro, principalmente en los tratamientos T3 y T5.
- Se evaluó la oxidación lipídica de los 5 tratamientos de las hamburguesas bovinas, donde el T5 presenta menor oxidación lipídica con una cantidad de 0.13 mg MDA/kg, además el T1 evidenció la más alta oxidación lipídica con un valor de 1.09 mg MDA/kg, evidenciándose que el pijuayo además de sustituir grasa tiene la capacidad de reducir la oxidación lipídica de las hamburguesas.
- Las respuestas sensoriales por parte de los consumidores sugieren que los resultados instrumentales de textura son apropiados para una sustitución de grasa de cerdo por harina de pulpa y cáscara de pijuayo hasta un 25%. Por lo tanto, se sugiere el uso de pulpa o cáscara de pijuayo para reemplazar parcialmente la grasa de cerdo en hamburguesa garantiza la presencia de características sensoriales que aumentan la aceptación y representa una alternativa viable para personas que desean reducir el consumo de grasa animal en productos cárnicos sin comprometer características tradicionales de las hamburguesas.

## **5.2. Recomendaciones**

A los estudiantes de la Universidad Nacional de Jaén y otras universidades que estén interesados en realizar investigaciones sobre el tema, profundizar el estudio enfatizando en temas de fenoles, carotenoides totales, perfil de ácidos grasos y modelamiento matemático para predecir la vida útil de la hamburguesa.

A la Universidad Nacional de Jaén promover el desarrollo con la creación de una planta piloto de productos cárnicos exclusivo para la Carrera Profesional de Ingeniería de Industrias Alimentarias para el escalamiento de una mejor investigación; así como también promover con la creación de un laboratorio de análisis y control de alimentos y microbiología, para que lo estudiantes puedan realizar investigaciones de productos innovadores.

## VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AOAC (2005). Official methods of analysis (18th ed.). Rockville, Maryland: Association of Official Analytical Chemists.
- AOAC (1990). Official methods of analysis (15th ed.). Rockville, Maryland: Association of Official Analytical Chemists.
- Arteaga, H., Robleto-Martinez, E., Carolina de Sousa Silva, A., Souto, S., Batista, J., y Xavier Costa, E. J. (2021). Postharvest freezing process assessment of the blueberry structure in three acts: Bioimpedance, color, and granulometry analysis. *Lwt*, *151*(March). <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2021.112237>
- Avila-Sosa, et al. (2019). Propiedades antioxidantes de las frutas amazónicas: una mini revisión de estudios in vivo e in vitro. *Oxid Med Cell Longev*, *17*. <https://doi.org/10.1155/2019/8204129> Artículo
- Berget, I. (2018). Chapter 14 - Statistical Approaches to Consumer Segmentation. En G. Ares y P. B. T.-M. in C. R. Varela Volume 1 (Eds.), *Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition* (pp. 353–382). Woodhead Publishing. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-08-102089-0.00014-5>
- Dalvi-Isfahan, M. (2023). Mathematical modeling for investigating the effect of single-sided flipping on moisture, fat content, and safety of hamburger patty. *Journal of Food Process Engineering*, *46*(12), e14450. <https://doi.org/https://doi.org/10.1111/jfpe.14450>
- Dussán-Sarria, S., de la Cruz-Noguera, R. E., y Godoy, S. P. (2019). Study of the amino acid profile and proximal analysis of extruded dry pastas based on quinoa flour and peach palm flour. *Informacion Tecnologica*, *30*(6), 93–100. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642019000600093>
- Echeverria, L., Jéssica Da, :, Rigoto, M., Antônio, :, Martinez, C., Daniele, B., Porciuncula, A., Scanavacca, J., Cervejeira, B., y Barros, B. (2020). Characterization of Lamb Burgers With Addition of Flour From Peach Palm By-Product Caracterização De Hambúrgueres De Cordeiro Com Adição De Farinha De Subproduto De Pupunha. *Bioscience Journal Original Article Biosci. J*, *36*, 280–289. <http://dx.doi.org/BJ-v36n0a2020-53635>
- Igor, J., Zapata, H., Carmenza, G., y De, R. (2015). *Propiedades texturales y sensoriales de*

*salchichas de tilapia roja ( Oreochromis sp .) con adición de harina de chontaduro*  
*Textural and sensory properties of sausages made with red tilapia ( Oreochromis sp .)*  
*with addition of chontaduro flour ( Bactris. 3461.*

Jaramillo-Vivanco, T., Balslev, H., Montúfar, R., Cámara, R. M., Giampieri, F., Battino, M., Cámara, M., y Alvarez-Suarez, J. M. (2022). Three Amazonian palms as underestimated and little-known sources of nutrients, bioactive compounds and edible insects. *Food Chemistry*, 372(July 2021).  
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2021.131273>

José de Souza Santos, Y., Carolina Almeida Silva, A., Aparecida de Carvalho, R., Alberto Colnago, L., y Maria Vanin, F. (2023). Rapid quantification of phenolic content and antioxidant activity in cookies produced with amazonian palm fruit flour using Micro-NIR spectrometer and PLS regression. *Microchemical Journal*, 195, 109398.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.microc.2023.109398>

Langer, A. R. S. (2022). *ELABORACIÓN DE HAMBURGUESA DE PACO (Piaractus brachypomus) CON ADICIÓN DE CLORURO DE CALCIO Y CLORURO DE POTASIO* [Universidad Nacional de la Amazonía Peruana].  
<https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/20.500.12737/9499>

Melchor, V. (2013). Universidad Nacional Agraria De La Selva. *Facultad de ingeniería en industrias alimentarias*, 1–105. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/<https://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14292/291/FIA-209.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Meyners, M., Castura, J. C., y Carr, B. T. (2013). Existing and new approaches for the analysis of CATA data. *Food Quality and Preference*, 30(2), 309–319.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2013.06.010>

MINSA. (2008). Norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano. RM N° 591-2008/MINSA. 2008. Diario El Peruano. 29 de agosto del 2008. En *El Peruano*.  
[http://repositorio.unia.edu.pe/bitstream/unia/277/1/T084\\_48227021\\_T.pdf](http://repositorio.unia.edu.pe/bitstream/unia/277/1/T084_48227021_T.pdf)

Noronha Matos, K. A., Praia Lima, D., Pereira Barbosa, A. P., Zerlotti Mercadante, A., y Campos Chisté, R. (2019). Peels of tucumã (*Astrocaryum vulgare*) and peach palm (*Bactris gasipaes*) are by-products classified as very high carotenoid sources. *Food*

- Chemistry*, 272, 216–221. <https://doi.org/10.1016/J.FOODCHEM.2018.08.053>
- Patinho, I., Selani, M. M., Saldaña, E., Bortoluzzi, A. C. T., Rios-Mera, J. D., da Silva, C. M., Kushida, M. M., y Contreras-Castillo, C. J. (2021). Agaricus bisporus mushroom as partial fat replacer improves the sensory quality maintaining the instrumental characteristics of beef burger. *Meat Science*, 172, 108307. <https://doi.org/10.1016/J.MEATSCI.2020.108307>
- Peixoto Araujo, N. M., Arruda, H. S., Marques, D. R. P., de Oliveira, W. Q., Pereira, G. A., y Pastore, G. M. (2021). Functional and nutritional properties of selected Amazon fruits: A review. *Food Research International*, 147(February). <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2021.110520>
- Peryam, D. R., y Pilgrim, F. J. (1957). Hedonic scale method of measuring food preferences. *Food technology*.
- Pinzón-Zárate, L. X., Hleap-Zapata, J. I., y Ordóñez-Santos, L. E. (2015). Análisis de los parámetros de color en salchichas frankfurt adicionadas con extracto oleoso de residuos de chontaduro (*Bactris Gasipaes*). *Informacion Tecnologica*, 26(5), 45–54. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642015000500007>
- Rebeca, L.-C., Ana M, P., Carmen, I. G., Sandra, C. V., y María Lourdes, P. C. (2015). Evaluación de la aceptación por consumidores de un bocadillo de pejibaye (*Bactris gasipaes*) y estudio de su potencial como alimento funcional / Evaluation of consumer's acceptance of a peach palm snack (*Bactris gasipaes*) and determination of its potential. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición VO - 65*, 65(1), 51. <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edssci&AN=edssci.S0004.06222015000100007&lang=es&site=eds-live>
- Rios-Mera, J. D., Saldaña, E., Cruzado-Bravo, M. L. M., Martins, M. M., Patinho, I., Selani, M. M., Valentin, D., y Contreras-Castillo, C. J. (2020). Impact of the content and size of NaCl on dynamic sensory profile and instrumental texture of beef burgers. *Meat Science*, 161. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2019.107992>
- Rios-Mera, J. D., Saldaña, E., Cruzado-Bravo, M. L. M., Patinho, I., Selani, M. M., Valentin, D., y Contreras-Castillo, C. J. (2019). Reducing the sodium content without modifying the quality of beef burgers by adding micronized salt. *Food Research International*, 121. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.03.044>

- Rios-Mera, J. D., Saldaña, E., Patinho, I., Selani, M. M., y Contreras-Castillo, C. J. (2021). Enrichment of NaCl-reduced burger with long-chain polyunsaturated fatty acids: Effects on physicochemical, technological, nutritional, and sensory characteristics. *Meat Science*, *177*, 108497. <https://doi.org/10.1016/J.MEATSCI.2021.108497>
- Rubira Martínez, J. (2018). Efecto de la humedad relativa y del almacenamiento en los compuestos bioactivos y la actividad antioxidante de un producto extruído de harina de maíz y chontaduro (*Bactris gasipaes* H.B.K). *Tesis de Pregrado, Universidad Politécnica de Valencia. España*, 37.
- Saavedra, A. R. L., Rios-Mera, J. D., Imán, A., Vásquez, J., Saldaña, E., Siche, R., y Tello, F. (2022). A sequential approach to reduce sodium chloride in freshwater fish burgers considering chemical, texture, and consumer sensory responses. *LWT*, *167*, 113854. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.lwt.2022.113854>
- Saldaña, E., de Oliveira Garcia, A., Selani, M. M., Hagiwara, M. M. H., de Almeida, M. A., Siche, R., y Contreras-Castillo, C. J. (2018). A sensometric approach to the development of mortadella with healthier fats. *Meat Science*, *137*, 176–190. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2017.11.027>
- Santos, I. L., Schmiele, M., Aguiar, J. P. L., Steel, C. J., Silva, E. P., y Souza, F. das C. do A. (2020). Evaluation of extruded corn breakfast cereal enriched with whole peach palm (*Bactris Gasipaes*, Kunth) flour. *Food Science and Technology (Brazil)*, *40*(2), 458–464. <https://doi.org/10.1590/fst.04019>
- Selani, M. M., Shirado, G. A. N., Margiotta, G. B., Saldaña, E., Spada, F. P., Piedade, S. M. S., Contreras-Castillo, C. J., y Canniatti-Brazaca, S. G. (2016). Effects of pineapple byproduct and canola oil as fat replacers on physicochemical and sensory qualities of low-fat beef burger. *Meat Science*, *112*, 69–76. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2015.10.020>
- Silva Ribeiro, G., Conceição Monteiro, M. K., Rodrigues do Carmo, J., da Silva Pena, R., y Campos Chisté, R. (2021). Peach palm flour: production, hygroscopic behaviour and application in cookies. *Heliyon*, *7*(5), e07062. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e07062>
- Tabarestani, H. S., Mahoonak, A. S., y Ghorbani, M. (2024). Formulating low-fat beef burger with fenugreek seed gum: Impact on texture, chemistry, and sensory

characteristics. *Food and Humanity*, 2, 100260.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.foohum.2024.100260>

Torres-vargas, O. L., Luzardo-ocampo, I., Hernandez-becerra, E., y Rodríguez-garcía, M. E. (2021). *Machine Translated by Google Caracterización fisicoquímica de inmaduros y maduros Chontaduro ( Bactris gasipaes Kunth ) Fruta Harinas y almidones*. 2000242, 1–7.

Vargas-Ramella, M., Lorenzo, J. M., Zamuz, S., Montes, L., Santos López, E. M., Moreira, R., y Franco, D. (2022). Influence of pork backfat replacement by microencapsulated fish oil on physicochemical, rheological, nutritional, and sensory features of pork liver pâtés. *LWT*, 163, 113522. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.lwt.2022.113522>

Wakeling, I. N., y MacFie, H. J. H. (1995). Designing consumer trials balanced for first and higher orders of carry-over effect when only a subset of k samples from t may be tested. *Food Quality and Preference*, 6(4), 299–308.  
[https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0950-3293\(95\)00032-1](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/0950-3293(95)00032-1)

## **DEDICATORIA**

Gracias a Dios.

Por haberme permitido llegar hasta este punto  
para lograr mis objetivos;  
ademas, de haber puesto en nuestro camino  
persona que fueron de soporte y compañía  
para no desistir en nuestro objetivo.

Esta investigacion va dedicada a nuestros padres  
Omar Llatas Lozada y Elva Edith Caruajulca Díaz;  
Santos Villegas Chumacero y Genaro Guzmán Ruíz  
por ser los guías en el sendero de cada acto que realizamos hoy,  
mañana y siempre; y sobrellevar las adversidades  
y alcanzar nuestros objetivos.

También a nuestros hermanos y familiares,  
por ser el incentivo para seguir adelante  
con este objetivo ya que gracias a sus enseñanzas  
se pudo hacer realidad nuestras metas trazadas.

Atte.

Alex Yeison Llatas Caruajulca y Heiner Guzmán Villegas

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios primeramente por ser mi roca fuerte y parte fundamental de mi vida.

A nuestra casa superior de estudios que nos formó, la Universidad Nacional de Jaén (UNJ), a la Escuela Profesional de Ingeniería de Industrias Alimentarias y sus docentes por la labor que desempeña en la formación profesional; en especial a nuestros asesores de tesis Dr. Juan Dario Rios Mera y el Dr. Hubert Luzdemio Arteaga Miñano por su orientación, exigencia y apoyo durante el desarrollo del proyecto y a los docentes quienes compartieron enseñanzas y conocimientos durante los 5 años de universidad.

De igual manera nuestro sincero agradecimiento al personal de laboratorio de la Escuela Profesional de Ingeniería de Industrias Alimentarias y la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana (UNAP), en la planta piloto de la Facultad de Ingeniería Química e Industrias Alimentarias y en el laboratorio de Unidad Especializada de Control de Calidad centro de investigación CIRNA de la ciudad de Iquitos. Así también, a todo el personal del laboratorio de biotecnología de la facultad de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional de Chota (UNACH).

A los amigos y compañeros con los que hemos compartido gratos momentos, quienes nos han brindado su apoyo, colaboración, ánimo, cariño y amistad, que de alguna u otra manera formaron parte de este logro.



## ANEXOS

Evidencias de los tesistas de la ejecución de los objetivos de la tesis

### **Anexo 1.** *Proceso de elaboración de hamburguesas*

#### **Figura 13.**

*Recepción de los frutos de pijuayo*



#### **Figura 14.**

*Frutos de pijuayo cocidos*



**Figura 15.**

*Pelado del pijuayo cocido*



**Figura 16.**

*Pulpa de pijuayo*



**Figura 17.**

*Deshidratación de la pulpa y cáscara de pijuayo en estufa*



**Figura 18.**

*Control de la humedad de la cáscara y pulpa del pijuayo*



**Figura 19.**

*Cáscara de pijuayo secado*



**Figura 20.**

*Trituración de la pulpa y cáscara de pijuayo*



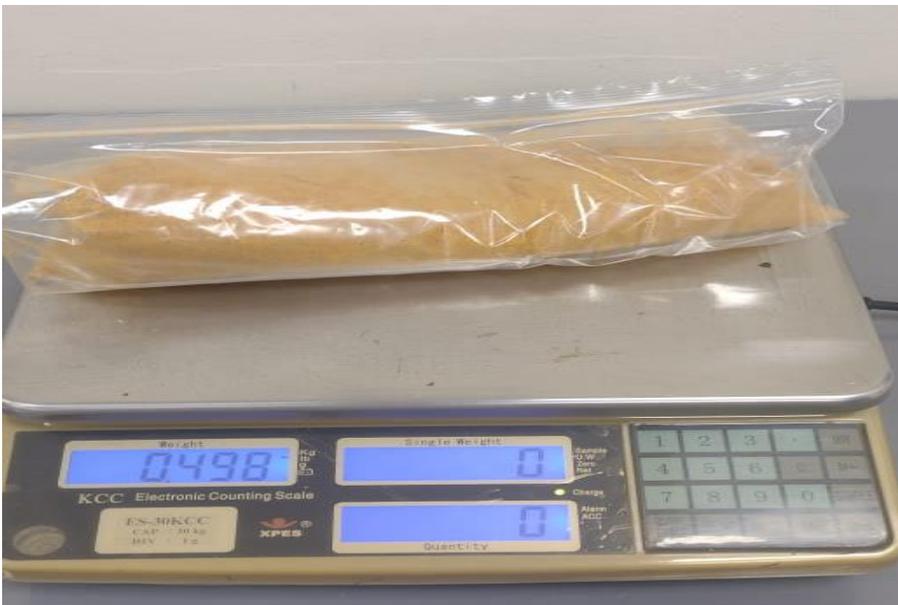
**Figura 21.**

*Muestras de harina de pulpa y cáscara de pijuayo*



**Figura 22.**

*Pesado de los ingredientes*



**Figura 23.**

*Mezclado de los ingredientes*



**Figura 24.**

*Elaboración de las hamburguesas*



**Figura 25.**

*Muestras de la ha burguesa*



**Anexo 2. Evidencia de los análisis fisicoquímicos de las hamburguesas**

**Figura 26.**

*Análisis de cenizas de las muestras*



**Figura 27.**

*Destilación de proteínas*



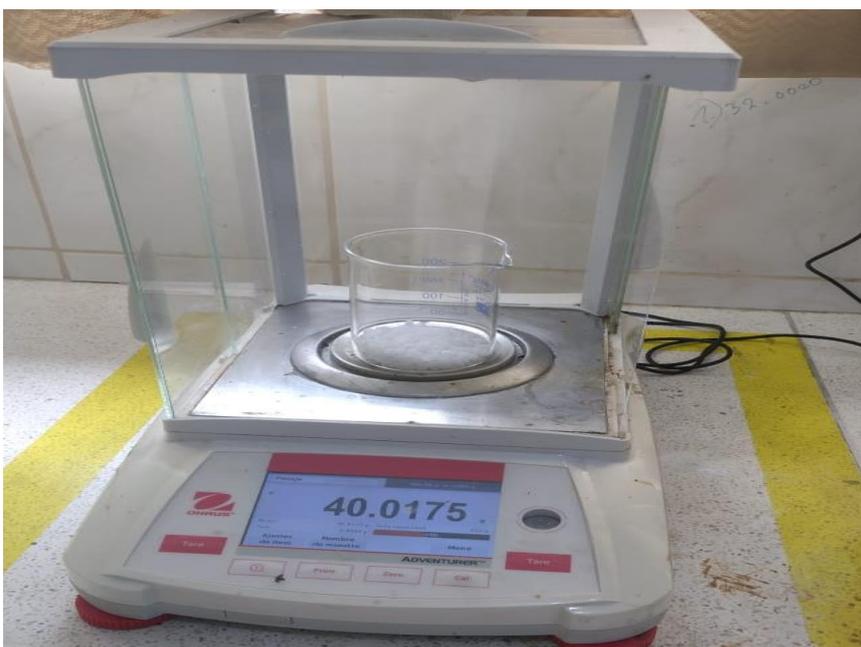
**Figura 28.**

*Desecado de las muestras*



**Figura 29.**

*Pesado de reactivos*



**Figura 30.**

*Equipos para el análisis de grasas*



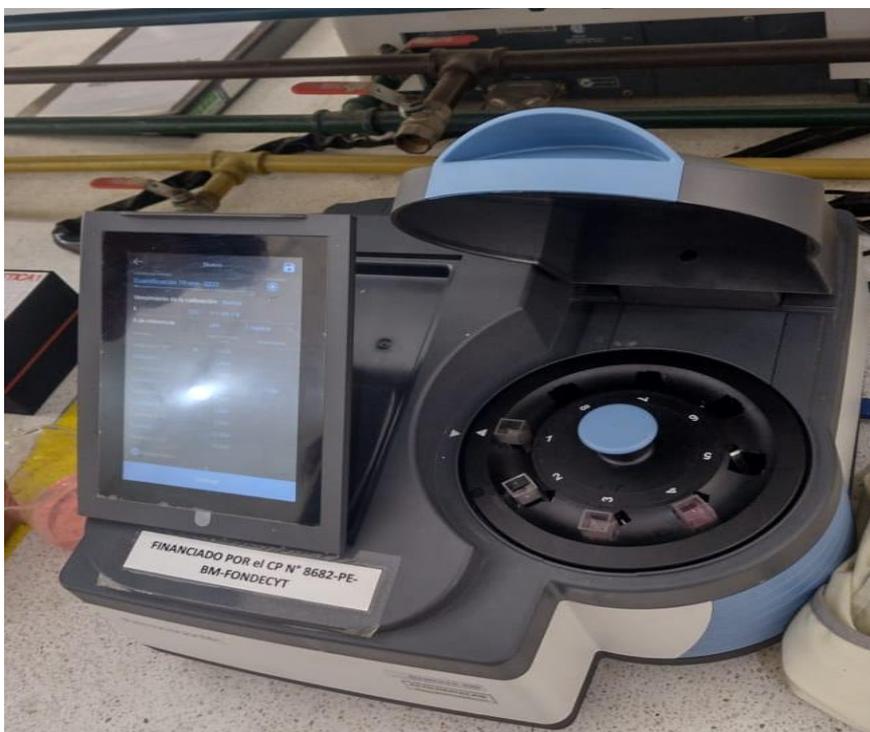
**Figura 31.**

*Crisoles con cenizas*



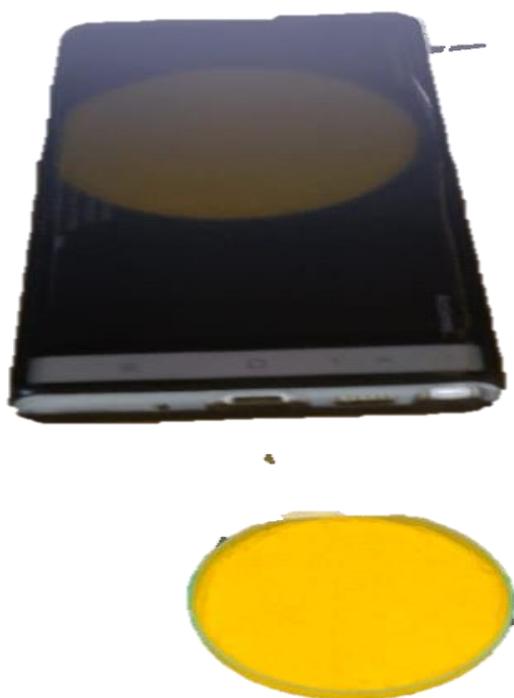
**Figura 32.**

*Determinación del análisis de oxidación*



**Figura 33.**

*Determinación del análisis de color*



**Figura 34.**

*Determinación del pH*



**Anexo 3. Evidencias del análisis sensorial y análisis de datos**

**Figura 35.**

*Cocción de las hamburguesas*



## Figura 36.

*Ficha de consentimiento para los panelistas*

### CONSENTIMIENTO LIBRE E INFORMADO

**Título de la investigación:** Sustitución parcial de grasa de cerdo por harina de pulpa y cáscara de pijuayo (*Bactris gasipaes*), en hamburguesa de bovino.

**Justificación:** Se obtendrá una hamburguesa que cumpla con una buena calidad microbiológica, fisicoquímica, textura y características sensoriales, llegando a sustituir hasta 50% de la grasa de cerdo en el producto usando harina de pulpa y cáscara de pijuayo.

**Objetivo:** Determinar el nivel adecuado de sustitución parcial de grasa de cerdo por harina de pulpa y cáscara de pijuayo (*Bactris gasipaes*).

**Material y métodos:** Se añadió a las muestras distintas concentraciones de pijuayo para reducir el contenido de grasa. Los participantes evaluarán la aceptación utilizando escala hedónica categórica de 9 puntos, variando de “me disgusta extremadamente” a “me gusta extremadamente”.

**Población participante del estudio:** Estudiantes, personal administrativo y docente de la Universidad nacional de Jaén.

**Riesgo:** La presente investigación no representa ningún tipo de riesgo microbiológico para los consumidores.

**Beneficios:** En dicha investigación el participante no tendrá ningún tipo de beneficio del estudio, sino que a partir de los datos brindados por el mismo serán de mucha importancia para caracterizar el producto y también saber la aceptación del consumidor.

**Privacidad:** A partir de este tipo de estudio los resultados obtenidos serán presentados en congresos y mediante la publicación de artículos científicos, sin embargo, la identidad de todos los participantes será de manera confidencial, por lo que no se divulgará información personal sensible.

Los investigadores a cargo del estudio garantizan dar respuestas o aclarar cualquier pregunta sobre los procedimientos, riesgos, beneficios y otros asuntos relacionados con la investigación inclusive se entregarán copias del “CONSENTIMIENTO LIBRE E INFORMADO” a los participantes (una hoja por participante). También serán responsables de resolver cualquier problema e inconveniente que surja durante la etapa del análisis sensorial.

La participación para el análisis sensorial es voluntaria y puede retirar su consentimiento y dejar de participar en la investigación en cualquier momento sin más consecuencias. El catador no soportará ninguna responsabilidad por participar en la investigación.

### **CONSENTIMIENTO DE PARTICIPACIÓN DE LA PERSONA COMO SUJETO**

Yo \_\_\_\_\_, acepto participar en el estudio: “Sustitución parcial de grasa de cerdo por harina de pulpa y cáscara de pijuayo (*bactris gasipaes*), en hamburguesa de bovino, bajo en contenido de grasas saturadas y de características aceptables”. Fui debidamente informado por el investigador sobre los procedimientos involucrados en el mismo, así como los posibles riesgos y beneficios derivados de mi participación. Se me ha asegurado la confidencialidad de la información e indicado que puedo retirar mi consentimiento en cualquier momento.

Fecha: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_\_

Firma del sujeto: \_\_\_\_\_

Firma del investigador responsable: \_\_\_\_\_

Si necesita información adicional sobre la investigación, póngase en contacto con los investigadores responsables: Heiner Guzmán Villegas ([heiner.guzman@est.unj.edu.pe](mailto:heiner.guzman@est.unj.edu.pe) – 946 122 043), Alex Yeison Llatas Caruajulca ([alex.llatas@est.unj.edu.pe](mailto:alex.llatas@est.unj.edu.pe) - 959 851 032), Juan Dario Rios Mera ([juan.rios@unj.edu.pe](mailto:juan.rios@unj.edu.pe) - 953 227 588).

Dirección: Carretera Jaén - San Ignacio KM 24 - Sect. Yanuyacu – Jaén.

**Figura 37.**

*Cuestionario del análisis sensorial*

**2.8.2. Cuestionario de análisis sensorial Análisis sensorial de hamburguesa bovina**

Bienvenido al análisis sensorial de la hamburguesa bovina. Será entregado a Usted muestras de hamburguesa bovina para evaluar la aceptación y sus características sensoriales. Por favor, lea atentamente las instrucciones antes de realizar la evaluación.

Por cada muestra será entregada una ficha de evaluación. Al finalizar una muestra, por favor consuma agua y galleta de agua para limpiar el paladar. Al finalizar la evaluación, será entregado una ficha para llenado de algunos datos de interés y un chocolate por su participación.

Nombre y Apellidos: \_\_\_\_\_

Código de muestra:

1. Por favor indique con una línea vertical cuanto le gustó utilizando la escala de aceptación que varía de “me disgustó extremadamente” hasta “me gustó extremadamente” (Rios-Mera, Saldaña et al., 2021)



2. Marque con una “x” en el espacio a lado de la(s) característica(s) sensorial(es) que según Usted crea que se aplica para la muestra. Usted podrá marcar la cantidad de características sensoriales que crea que se aplica a la muestra, o no marcar ninguna (Rios-Mera et al., 2020)

- |   |                                   |   |
|---|-----------------------------------|---|
| <input type="checkbox"/> Salado         | <input type="checkbox"/> Sabroso  | <input type="checkbox"/> Grasoso        |
| <input type="checkbox"/> Condimentado   | <input type="checkbox"/> Jugoso   | <input type="checkbox"/> Carne de res   |
| <input type="checkbox"/> Picante        | <input type="checkbox"/> Compacto | <input type="checkbox"/> Característico |
| <input type="checkbox"/> Asado          | <input type="checkbox"/> Suave    | <input type="checkbox"/> Duro           |
| <input type="checkbox"/> Sabor residual | <input type="checkbox"/> Seco     | <input type="checkbox"/> Aromático      |
| <input type="checkbox"/>                |                                   |   |

**Figura 38.**

***Análisis de datos de la composición fisicoquímica, textura instrumental y oxidación lipídica***

*XLSTAT 2023.1.2.1406 - ANOVA - Start time: 06/27/2023 at 11:10:24 / End time: 06/27/2023 at 11:10:36 / Microsoft Excel 16.016501*

*Y / Dependent variables: Workbook = Data\_instrumental\_pijuayo\_hamburguesa.xlsx / Sheet = Hoja1 / Range = Hoja1!\$C\$1:\$L\$16 / 15 rows and 10 columns*

*X / Qualitative: Workbook = Data\_instrumental\_pijuayo\_hamburguesa.xlsx / Sheet = Hoja1 / Range = Hoja1! \$A\$1: \$B\$16 / 15 rows and 2 columns*

*Constraints: an=0*

*Confidence interval (%): 95*

*Tolerance: 0.0001*

*Use least squares means: Yes*

**Estadísticas resumidas (datos cuantitativos)**

**Tabla 3.**

***Análisis de humedad***

<b>Summary statistics (Quantitative data):</b>	<b>Observations</b>	<b>Obs. with missing data</b>	<b>Obs. without missing data</b>	<b>Minimum</b>	<b>Maximum</b>	<b>Mean</b>	<b>Std. deviation</b>
Humedad	15	0	15	59.520	64.229	62.492	1.493
Cenizas	15	0	15	2.146	3.077	2.672	0.253
Proteínas	15	0	15	12.343	17.078	15.408	1.130
Grasas	15	0	15	8.857	17.936	12.298	2.812
Carbohidratos	15	0	15	4.159	11.087	7.130	2.211
Dureza (N)	15	0	15	40.101	67.104	50.887	9.081
Elasticidad	15	0	15	0.490	0.910	0.705	0.144
Cohesión	15	0	15	0.350	0.690	0.504	0.110
Masticabilidad (N)	15	0	15	10.124	41.936	19.418	11.184
TBARS	15	0	15	0.090	1.198	0.419	0.365

**Tabla 4.***Análisis de varianza de la humedad*

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F	p-values signification codes
<b>Model</b>	6.000	25.107	4.185	5.478	0.016	*
<b>Error</b>	8.000	6.112	0.764			
<b>Corrected Total</b>	14.000	31.219				

Computed against model  $Y = \text{Mean}(Y)$

Signification codes: 0 < \*\*\* < 0.001 < \*\* < 0.01 < \* < 0.05 < . < 0.1 < ° < 1

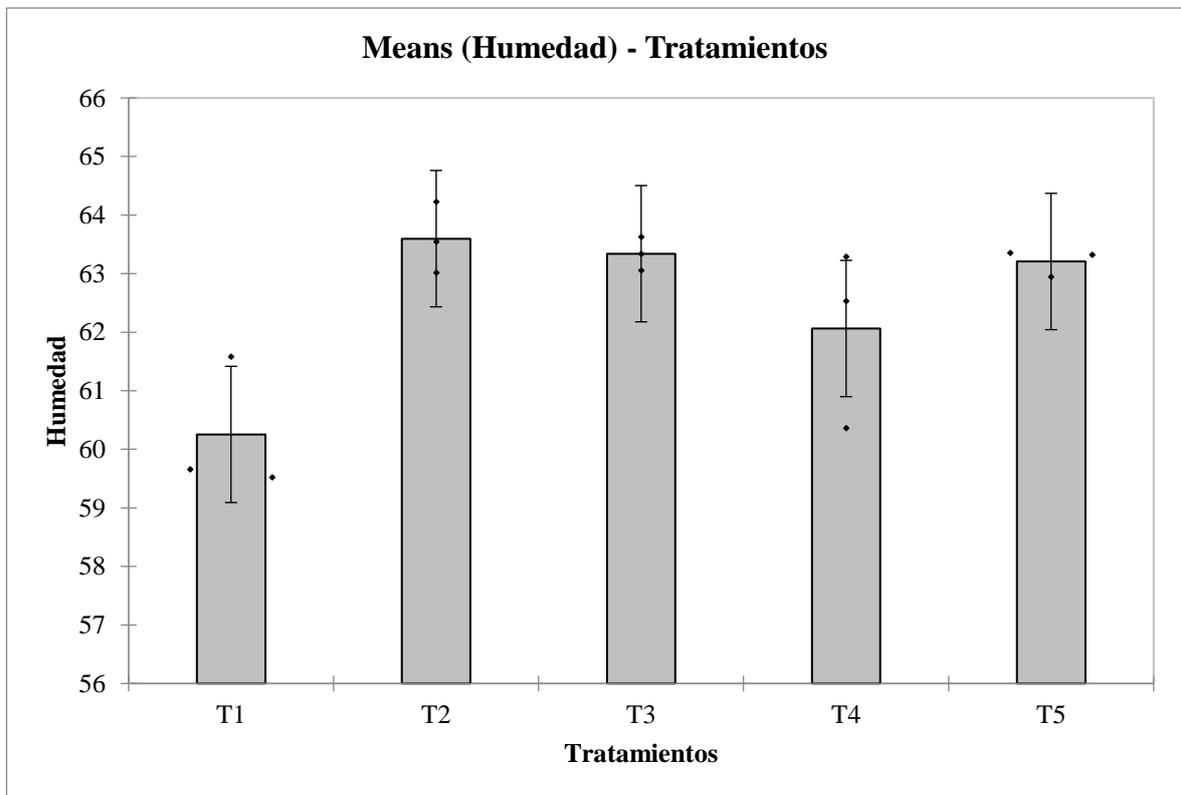
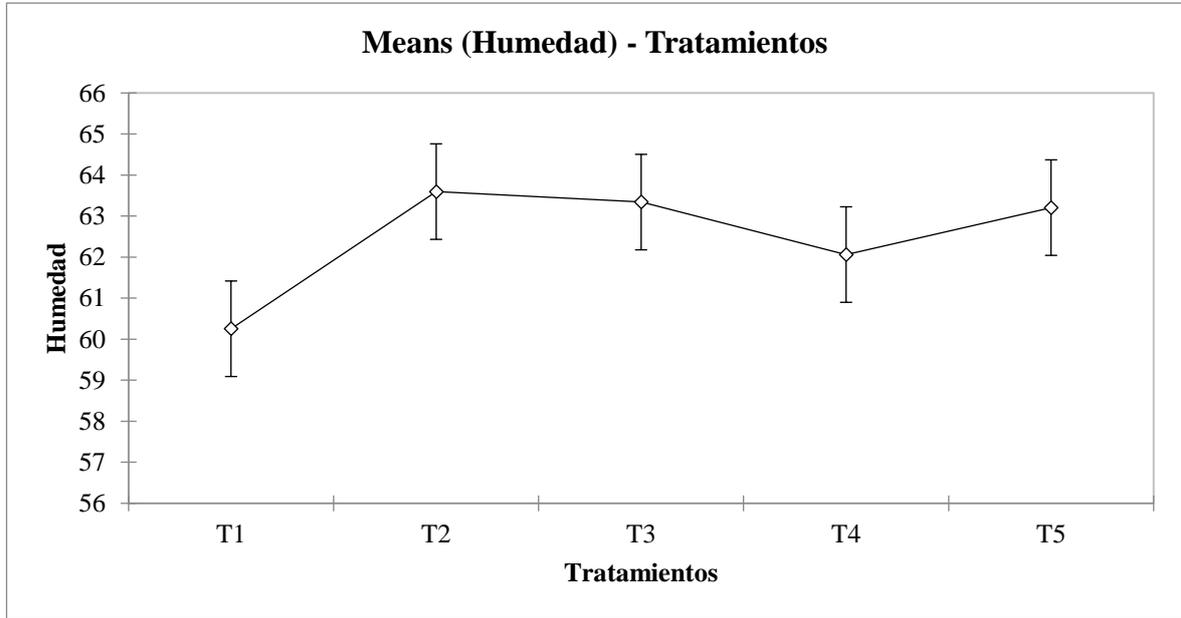
**Tabla 5.***Modelo de parámetros de la humedad*

Source	Value	Standard error	t	Pr >  t	Lower bound (95%)	Upper bound (95%)	p-values signification codes
Intercept	62.691	0.597	104.995	<0.0001	61.314	64.068	***
Tratamientos-T1	-2.953	0.714	-4.138	0.003	-4.599	-1.307	**
Tratamientos-T2	0.390	0.714	0.547	0.600	-1.256	2.036	°
Tratamientos-T3	0.134	0.714	0.188	0.856	-1.512	1.780	°
Tratamientos-T4	-1.144	0.714	-1.603	0.148	-2.790	0.502	°
Tratamientos-T5	0.000	0.000					
Bloque-B1	0.641	0.553	1.159	0.280	-0.634	1.915	°
Bloque-B2	0.906	0.553	1.640	0.140	-0.368	2.181	°
Bloque-B3	0.000	0.000					

Signification codes: 0 < \*\*\* < 0.001 < \*\* < 0.01 < \* < 0.05 < . < 0.1 < ° < 1

**Figura 39.**

*Gráficos de medios de la humedad*



**Tabla 6.**

**Tratamientos / Tukey (HSD) / Análisis de las diferencias entre las categorías con un intervalo de confianza del 95% (Humedad):**

Contrast	Difference	Standardized difference	Critical value	Pr > Diff	Significant	Lower bound (95%)	Upper bound (95%)	Lower bound (95%)	Upper bound (95%)
T2 vs T1	3.343	4.684	3.455	0.01	Yes	0.877	5.808	////	////////////////////////////////////
T2 vs T4	1.534	2.150	3.455	0.287	No	0.931	4.000	////////	////////////////////////////////////
T2 vs T5	0.390	0.547	3.455	0.979	No	2.075	2.856	////////	////////////////////////////////////
T2 vs T3	0.256	0.359	3.455	0.996	No	2.209	2.722	////	////////////////////////////////////
T3 vs T1	3.087	4.325	3.455	0.016	Yes	0.621	5.552	////	////////////////////////////////////
T3 vs T4	1.278	1.791	3.455	0.439	No	1.187	3.744	////////	////////////////////////////////////
T3 vs T5	0.134	0.188	3.455	1.000	No	2.331	2.599	////	////////////////////////////////////
T5 vs T1	2.953	4.138	3.455	0.020	Yes	0.487	5.418	////	////////////////////////////////////
T5 vs T4	1.144	1.603	3.455	0.534	No	1.321	3.610	////////	////////////////////////////////////
T4 vs T1	1.809	2.535	3.455	0.175	No	0.657	4.274	////////	////////////////////////////////////

**Tabla 7.**

**Valor crítico de Tukey's :**

Category	LS means	Standard error	Lower bound (95%)	Upper bound (95%)	Groups
T2	63.597	0.505	62.433	64.760	A
T3	63.341	0.505	62.177	64.504	A
T5	63.207	0.505	62.043	64.370	A
T4	62.062	0.505	60.899	63.226	A B
T1	60.254	0.505	59.090	61.417	B

*Análisis de cenizas*

**Tabla 8.**

*Análisis de varianza de las cenizas*

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F	p-values signification codes
Model	6.000	0.629	0.105	3.109	0.071	.
Error	8.000	0.270	0.034			
Corrected Total	14.000	0.899				

Computed against model  $Y = \text{Mean}(Y)$

Signification codes: 0 < \*\*\* < 0.001 < \*\* < 0.01 < \* < 0.05 < . < 0.1 < ° < 1

**Tabla 9.**

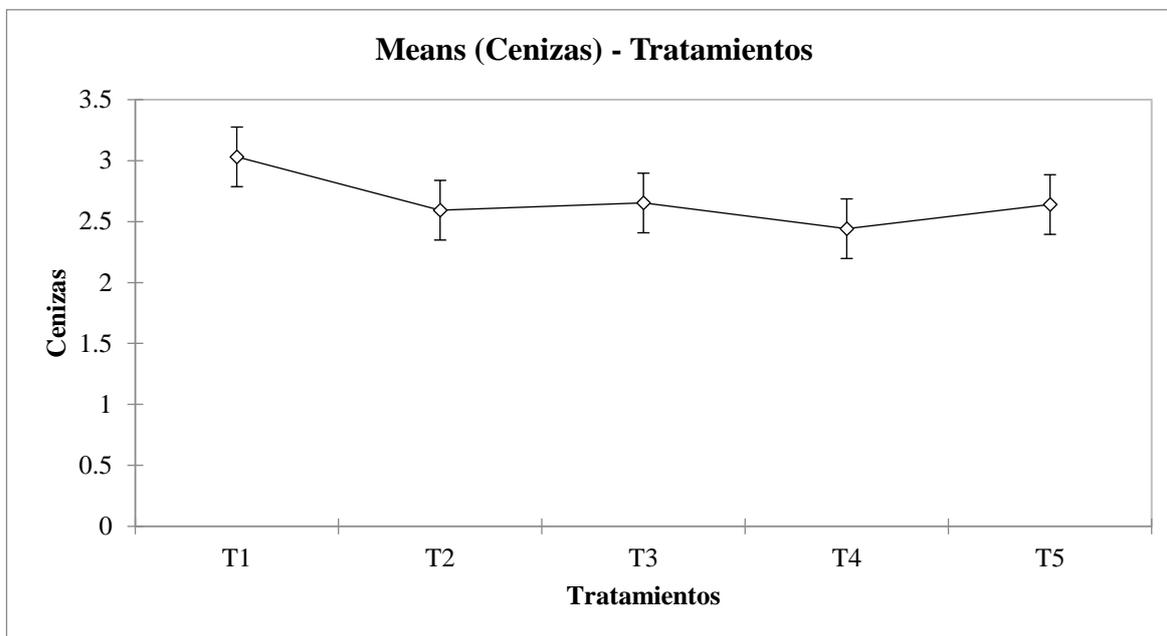
*Modelo de parámetros de las cenizas*

Source	Value	Standard error	t	Pr >  t	Lower bound (95%)	Upper bound (95%)	p-values signification codes
Intercept	2.617	0.125	20.859	< <b>0.0001</b>	2.328	2.906	***
Tratamientos-T1	0.391	0.150	2.608	<b>0.031</b>	0.045	0.737	*
Tratamientos-T2	-0.047	0.150	-0.312	0.763	-0.393	0.299	°
Tratamientos-T3	0.013	0.150	0.085	0.934	-0.333	0.359	°
Tratamientos-T4	-0.198	0.150	-1.321	0.223	-0.544	0.148	°
Tratamientos-T5	0.000	0.000					
Bloque-B1	-0.041	0.116	-0.357	0.731	-0.309	0.226	°
Bloque-B2	0.110	0.116	0.943	0.373	-0.158	0.377	°
Bloque-B3	0.000	0.000					

Signification codes: 0 < \*\*\* < 0.001 < \*\* < 0.01 < \* < 0.05 < . < 0.1 < ° < 1

**Figura 40.**

*Gráficos de medios de las cenizas*



**Tabla 10.**

*Tratamientos / Tukey (HSD) / Análisis de las diferencias entre las categorías con un intervalo de confianza del 95% (cenizas):*

Contrast	Difference	Standardized difference	Critical value	Pr > Diff	Significant	Lower bound (95%)	Upper bound (95%)	Lower bound (95%)	Upper bound (95%)
T1 vs T4	0.589	3.929	3.455	<b>0.026</b>	Yes	0.071	1.107		
T1 vs T2	0.438	2.920	3.455	0.104	No	-0.080	0.956		
T1 vs T5	0.391	2.608	3.455	0.158	No	-0.127	0.909		
T1 vs T3	0.378	2.523	3.455	0.178	No	-0.140	0.896		
T3 vs T4	0.211	1.406	3.455	0.641	No	-0.307	0.729		
T3 vs T2	0.060	0.397	3.455	0.994	No	-0.459	0.578		
T3 vs T5	0.013	0.085	3.455	1.000	No	-0.505	0.531		
T5 vs T4	0.198	1.321	3.455	0.688	No	-0.320	0.716		
T5 vs T2	0.047	0.312	3.455	0.997	No	-0.471	0.565		
T2 vs T4	0.151	1.009	3.455	0.845	No	-0.367	0.669		

**Tabla 11.***Valor crítico de Tukey's*

Category	LS means	Standard error	Lower bound (95%)	Upper bound (95%)	Groups	
T1	3.031	0.106	2.786	3.275	A	
T3	2.653	0.106	2.408	2.897	A	B
T5	2.640	0.106	2.395	2.884	A	B
T2	2.593	0.106	2.348	2.837	A	B
T4	2.442	0.106	2.197	2.686	B	

*Análisis de datos de las grasas***Tabla 12.***Análisis de varianza de las grasas*

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F	p-values signification codes
Model	6.000	107.050	17.842	38.940	<0.0001	***
Error Corrected	8.000	3.665	0.458			
Total	14.000	110.716				

Computed against model  $Y = \text{Mean}(Y)$ Signification codes:  $0 < *** < 0.001 < ** < 0.01 < * < 0.05 < . < 0.1 < ^\circ < 1$

**Tabla 13.**

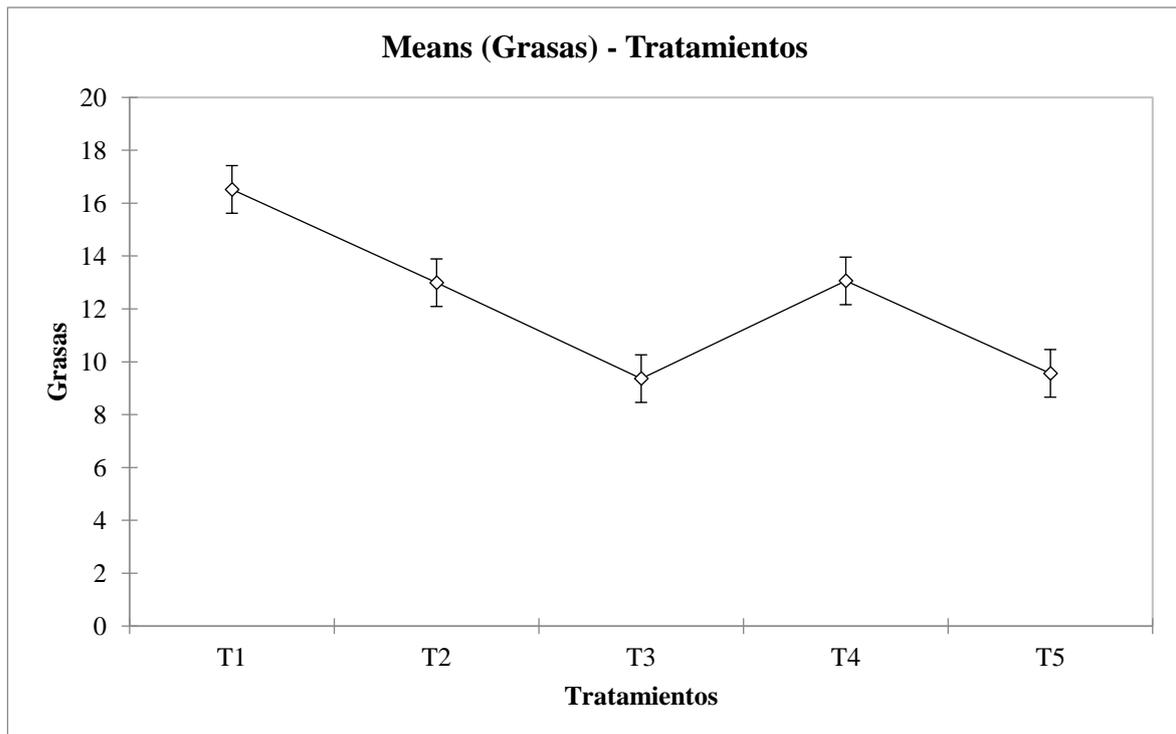
*Modelo de parámetros de las grasas*

Source	Value	Standard error	t	Pr >  t	Lower bound (95%)	Upper bound (95%)	p-values signification codes
Intercept	10.081	0.462	21.801	<b>&lt;0.0001</b>	9.014	11.147	***
Tratamientos-T1	6.960	0.553	12.593	<b>&lt;0.0001</b>	5.685	8.234	***
Tratamientos-T2	3.430	0.553	6.207	<b>0.000</b>	2.156	4.705	***
Tratamientos-T3	-0.199	0.553	-0.361	0.728	-1.474	1.075	°
Tratamientos-T4	3.498	0.553	6.329	<b>0.000</b>	2.223	4.772	***
Tratamientos-T5	0.000	0.000					
Bloque-B1	-0.753	0.428	-1.759	0.117	-1.740	0.234	°
Bloque-B2	-0.808	0.428	-1.887	0.096	-1.795	0.179	.
Bloque-B3	0.000	0.000					

Signification codes: 0 < \*\*\* < 0.001 < \*\* < 0.01 < \* < 0.05 < . < 0.1 < ° < 1

**Figura 41.**

*Gráficos de medios de las grasas*



**Tabla 14.**

*Tratamientos / Tukey (HSD) / Análisis de las diferencias entre las categorías con un intervalo de confianza del 95% (Humedad):*

Contrast	Difference	Standardized difference	Critical value	Pr > Diff	Significant	Lower bound (95%)	Upper bound (95%)	Lower bound (95%)	Upper bound (95%)
T1 vs T3	7.159	12.953	3.455	<0.0001	Yes	5.250	9.068		
T1 vs T5	6.960	12.593	3.455	<0.0001	Yes	5.050	8.869		
T1 vs T2	3.529	6.386	3.455	0.001	Yes	1.620	5.439		
T1 vs T4	3.462	6.264	3.455	0.002	Yes	1.553	5.371		
T4 vs T3	3.697	6.689	3.455	0.001	Yes	1.788	5.606		
T4 vs T5	3.498	6.329	3.455	0.002	Yes	1.588	5.407		
T4 vs T2	0.067	0.122	3.455	1.000	No	-1.842	1.977		
T2 vs T3	3.630	6.567	3.455	0.001	Yes	1.720	5.539		
T2 vs T5	3.430	6.207	3.455	0.002	Yes	1.521	5.340		
T5 vs T3	0.199	0.361	3.455	0.996	No	-1.710	2.109		

**Tabla 15.**

*Valor crítico de Tukey's :*

Category	LS means	Standard error	Lower bound (95%)	Upper bound (95%)	Groups
T1	16.520	0.391	15.619	17.421	A
T4	13.058	0.391	12.157	13.960	B
T2	12.991	0.391	12.090	13.892	B
T5	9.560	0.391	8.659	10.462	C
T3	9.361	0.391	8.460	10.262	C

*Análisis de textura instrumental*

*Dureza*

**Tabla 16.**

*Análisis de varianza de la dureza*

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F	p-values signification codes
Model	6.000	1044.624	174.104	12.669	<b>0.001</b>	**
Error	8.000	109.937	13.742			
Corrected Total	14.000	1154.562				

Computed against model Y=Mean(Y)

Signification codes: 0 < \*\*\* < 0.001 < \*\* < 0.01 < \* < 0.05 < . < 0.1 < ° < 1

**Tabla 17.**

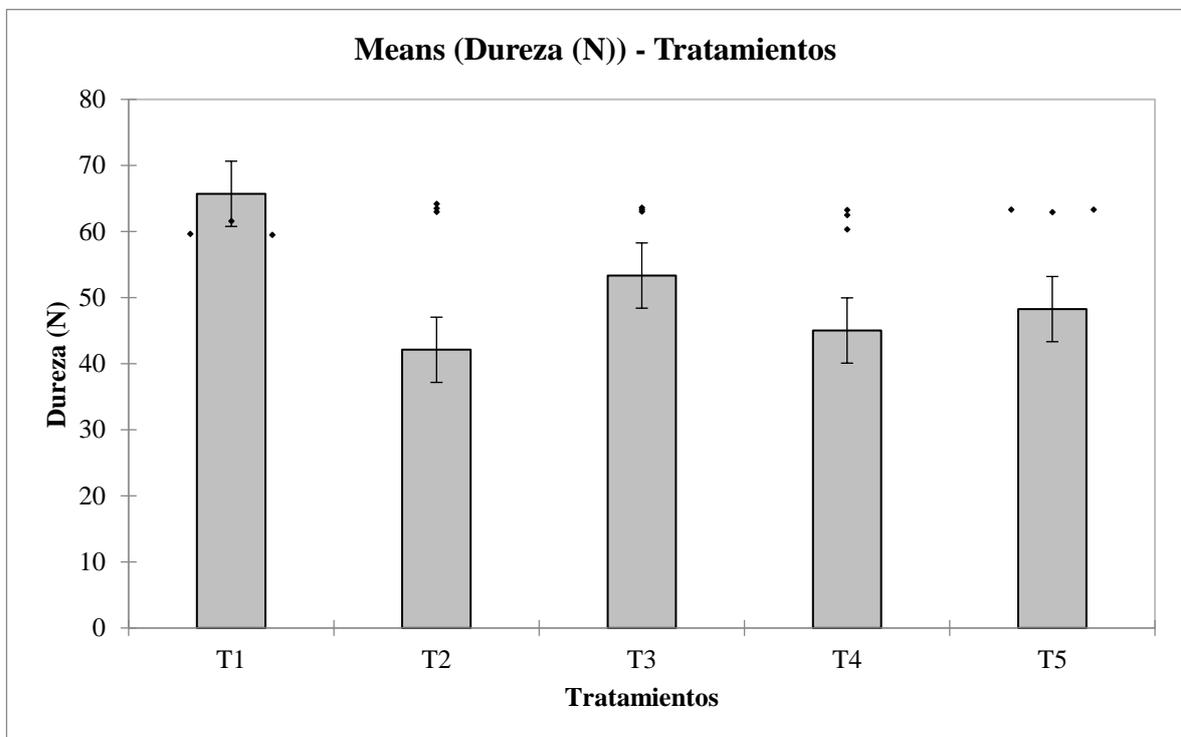
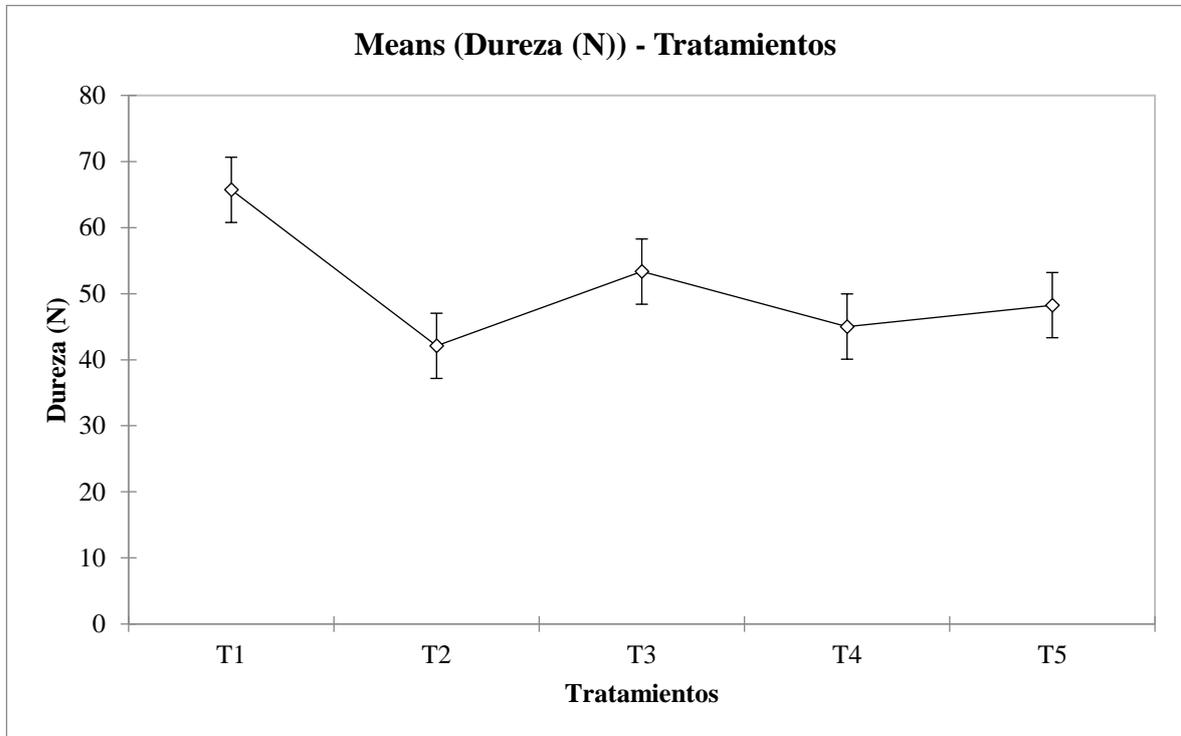
*Modelo de parámetros de la dureza*

Source	Value	Standard error	t	Pr >  t	Lower bound (95%)	Upper bound (95%)	p-values signification codes
Intercept	47.700	2.532	18.836	<b>&lt;0.0001</b>	41.860	53.539	***
Tratamientos-T1	17.452	3.027	5.766	<b>0.000</b>	10.472	24.431	***
Tratamientos-T2	-6.155	3.027	-2.034	0.076	-13.135	0.825	.
Tratamientos-T3	5.078	3.027	1.678	0.132	-1.902	12.058	°
Tratamientos-T4	-3.239	3.027	-1.070	0.316	-10.218	3.741	°
Tratamientos-T5	0.000	0.000					
Bloque-B1	1.821	2.345	0.777	0.460	-3.585	7.228	°
Bloque-B2	-0.141	2.345	-0.060	0.953	-5.548	5.265	°
Bloque-B3	0.000	0.000					

Signification codes: 0 < \*\*\* < 0.001 < \*\* < 0.01 < \* < 0.05 < . < 0.1 < ° < 1

**Figura 42.**

*Gráfico de medios de la dureza*



*Análisis de datos de la elasticidad*

**Tabla 18.**

*Análisis de varianza de la elasticidad*

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F	p-values signification codes
Model	6.000	0.252	0.042	8.788	<b>0.004</b>	**
Error Corrected	8.000	0.038	0.005			
Total	14.000	0.290				

Computed against model Y=Mean(Y)

Signification codes: 0 < \*\*\* < 0.001 < \*\* < 0.01 < \* < 0.05 < . < 0.1 < ° < 1

**Tabla 19.**

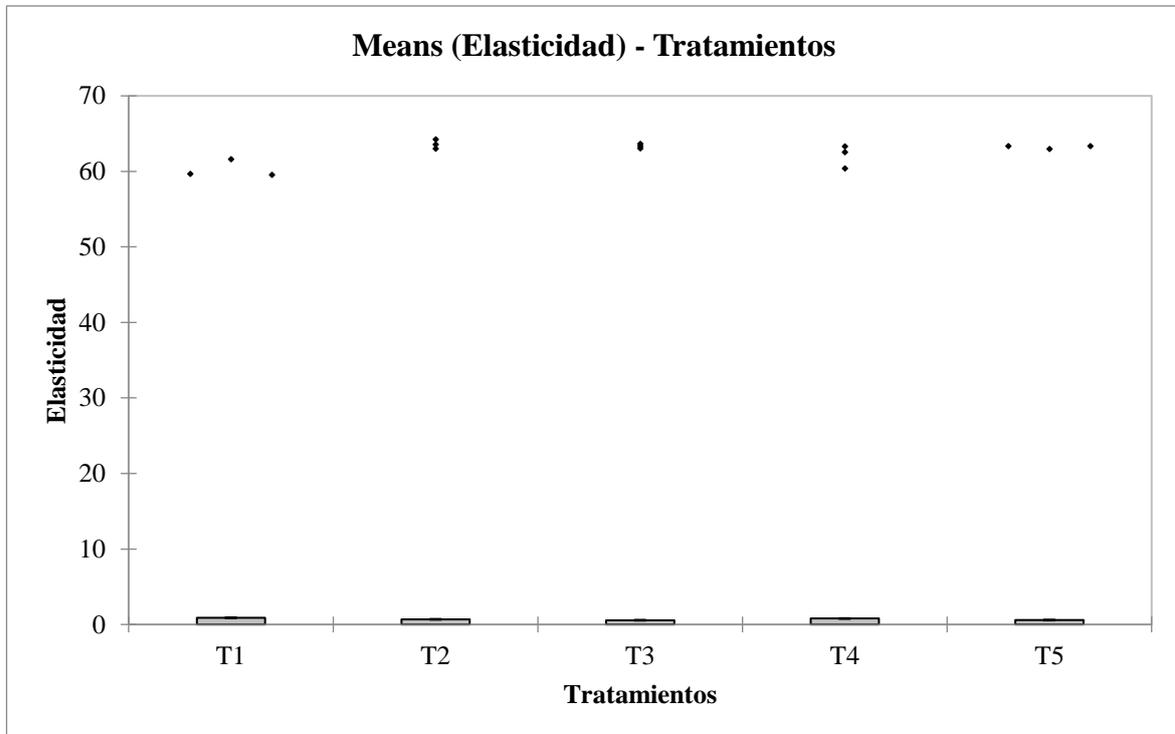
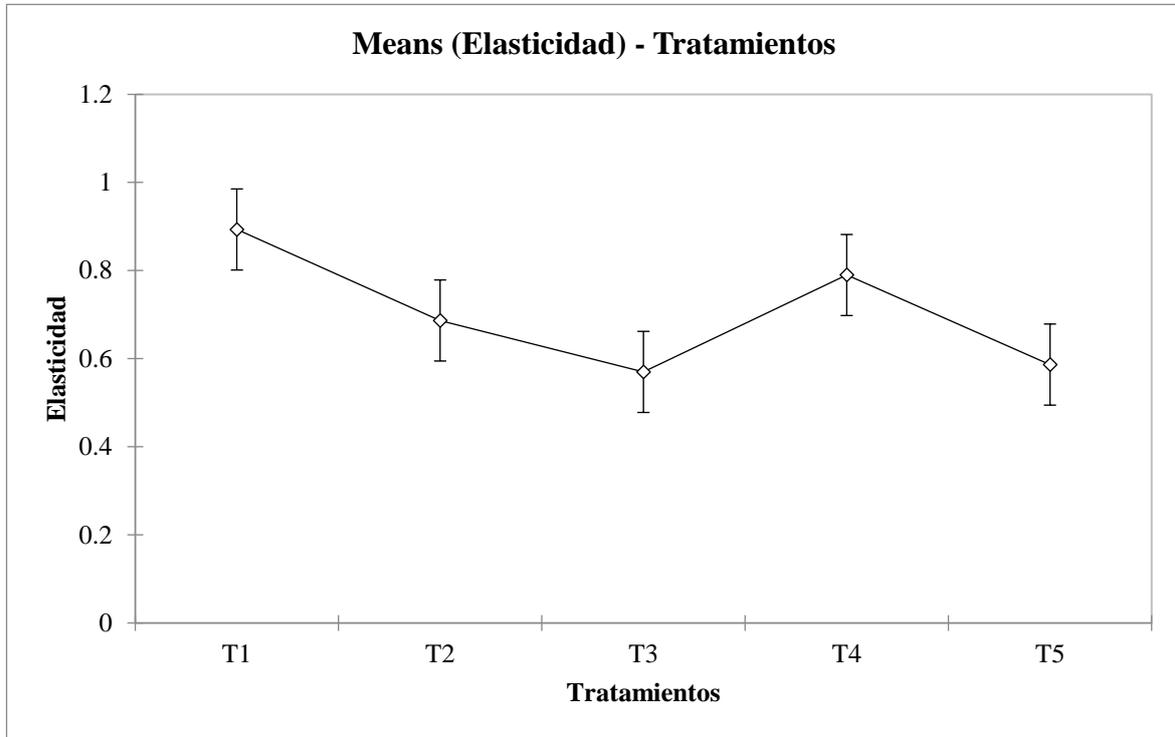
*Modelo de parámetros de la elasticidad*

Source	Value	Standard error	t	Pr >  t	Lower bound (95%)	Upper bound (95%)	p-values signification codes
Intercept	0.635	0.047	13.454	<b>&lt;0.0001</b>	0.526	0.744	***
Tratamientos-T1	0.307	0.056	5.433	<b>0.001</b>	0.177	0.437	***
Tratamientos-T2	0.100	0.056	1.772	0.114	-0.030	0.230	°
Tratamientos-T3	-0.017	0.056	-0.295	0.775	-0.147	0.113	°
Tratamientos-T4	0.203	0.056	3.603	<b>0.007</b>	0.073	0.333	**
Tratamientos-T5	0.000	0.000					
Bloque-B1	-0.102	0.044	-2.333	<b>0.048</b>	-0.203	-0.001	*
Bloque-B2	-0.044	0.044	-1.006	0.344	-0.145	0.057	°
Bloque-B3	0.000	0.000					

Signification codes: 0 < \*\*\* < 0.001 < \*\* < 0.01 < \* < 0.05 < . < 0.1 < ° < 1

**Figura 43.**

*Gráfico de medios de la elasticidad*



**Tabla 20.**

*Tratamientos / Tukey (HSD) / Análisis de las diferencias entre las categorías con un intervalo de confianza del 95% (elasticidad):*

Category	LS means	Standard error	Lower bound (95%)	Upper bound (95%)	Groups	
T1	0.893	0.040	0.801	0.985	A	
T4	0.790	0.040	0.698	0.882	A	B
T2	0.687	0.040	0.595	0.779		B C
T5	0.587	0.040	0.495	0.679		C
T3	0.570	0.040	0.478	0.662		C

**Análisis de datos de la cohesión**

**Tabla 21.**

*Análisis de varianza de la cohesión*

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F	p-values signification codes
Model	6.000	0.160	0.027	26.915	<0.0001	***
Error Corrected	8.000	0.008	0.001			
Total	14.000	0.168				

Computed against model Y=Mean(Y)

Signification codes: 0 < \*\*\* < 0.001 < \*\* < 0.01 < \* < 0.05 < . < 0.1 < ° < 1

**Tabla 22.**

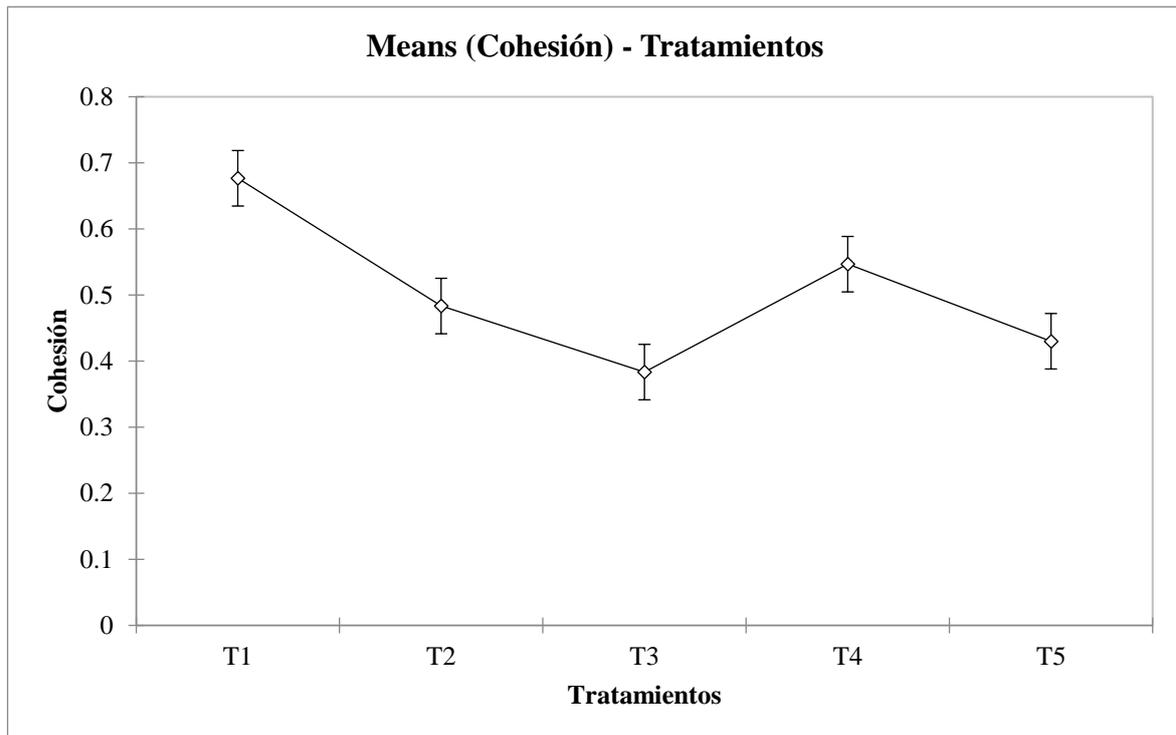
*Modelo de parámetros de la cohesión*

Source	Value	Standard error	t	Pr >  t	Lower bound (95%)	Upper bound (95%)	p-values signification codes
Intercept	0.452	0.022	20.994	<0.0001	0.402	0.502	***
Tratamientos-T1	0.247	0.026	9.585	<0.0001	0.187	0.306	***
Tratamientos-T2	0.053	0.026	2.073	0.072	-0.006	0.113	.
Tratamientos-T3	-0.047	0.026	-1.813	0.107	-0.106	0.013	°
Tratamientos-T4	0.117	0.026	4.534	0.002	0.057	0.176	**
Tratamientos-T5	0.000	0.000					
Bloque-B1	-0.026	0.020	-1.304	0.228	-0.072	0.020	°
Bloque-B2	-0.040	0.020	-2.007	0.080	-0.086	0.006	.
Bloque-B3	0.000	0.000					

Signification codes: 0 < \*\*\* < 0.001 < \*\* < 0.01 < \* < 0.05 < . < 0.1 < ° < 1

**Figura 44.**

*Gráfico de medios de la cohesión*



**Tabla 23.**

*Tratamientos / Tukey (HSD) / Análisis de las diferencias entre las categorías con un intervalo de confianza del 95% (cohesión):*

Category	LS means	Standard error	Lower bound (95%)	Upper bound (95%)	Groups	
T1	0.677	0.018	0.635	0.719	A	
T4	0.547	0.018	0.505	0.589	B	
T2	0.483	0.018	0.441	0.525	B	C
T5	0.430	0.018	0.388	0.472	C D	
T3	0.383	0.018	0.341	0.425	D	

*Análisis de datos de la masticabilidad*

**Tabla 24.**

*Análisis de varianza de la masticabilidad*

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F	p-values signification codes
Model	6.000	1693.520	282.253	39.111	<0.0001	***
Error	8.000	57.733	7.217			
Corrected Total	14.000	1751.253				

Computed against model Y=Mean(Y)

Signification codes: 0 < \*\*\* < 0.001 < \*\* < 0.01 < \* < 0.05 < . < 0.1 < ° < 1

**Tabla 25.**

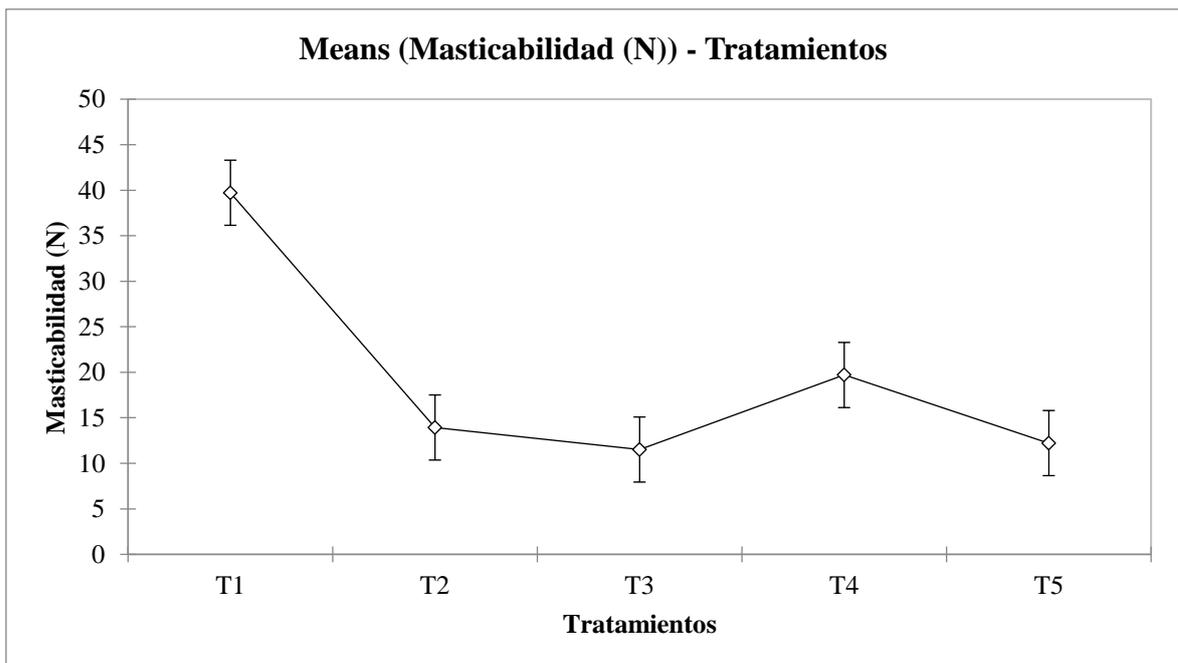
*Modelo de parámetros de la masticabilidad*

Source	Value	Standard error	t	Pr >  t	Lower bound (95%)	Upper bound (95%)	p-values signification codes
Intercept	13.928	1.835	7.590	< <b>0.0001</b>	9.696	18.160	***
Tratamientos-T1	27.496	2.193	12.536	< <b>0.0001</b>	22.438	32.554	***
Tratamientos-T2	1.709	2.193	0.779	0.458	-3.349	6.767	°
Tratamientos-T3	-0.712	2.193	-0.324	0.754	-5.770	4.346	°
Tratamientos-T4	7.474	2.193	3.408	<b>0.009</b>	2.416	12.532	**
Tratamientos-T5	0.000	0.000					
Bloque-B1	-3.002	1.699	-1.767	0.115	-6.919	0.916	°
Bloque-B2	-2.110	1.699	-1.242	0.249	-6.028	1.808	°
Bloque-B3	0.000	0.000					

Signification codes: 0 < \*\*\* < 0.001 < \*\* < 0.01 < \* < 0.05 < . < 0.1 < ° < 1

**Figura 45.**

*Gráfico de medios de la masticabilidad*



**Tabla 26.**

*Tratamientos / Tukey (HSD) / Análisis de las diferencias entre las categorías con un intervalo de confianza del 95% (elasticidad):*

Category	LS means	Standard error	Lower bound (95%)	Upper bound (95%)	Groups
T1	39.720	1.551	36.143	43.297	A
T4	19.698	1.551	16.122	23.275	B
T2	13.933	1.551	10.356	17.509	B C
T5	12.224	1.551	8.648	15.801	B C
T3	11.512	1.551	7.936	15.089	C

***Análisis de datos de la oxidación lipídica***

**Tabla 27.**

***Análisis de varianza de la oxidación lipídica***

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F	p-values signification codes
Model	6.000	1.837	0.306	78.080	<0.0001	***
Error	8.000	0.031	0.004			
Corrected Total	14.000	1.869				

Computed against model Y=Mean(Y)

Signification codes: 0 < \*\*\* < 0.001 < \*\* < 0.01 < \* < 0.05 < . < 0.1 < ° < 1

**Tabla 28.**

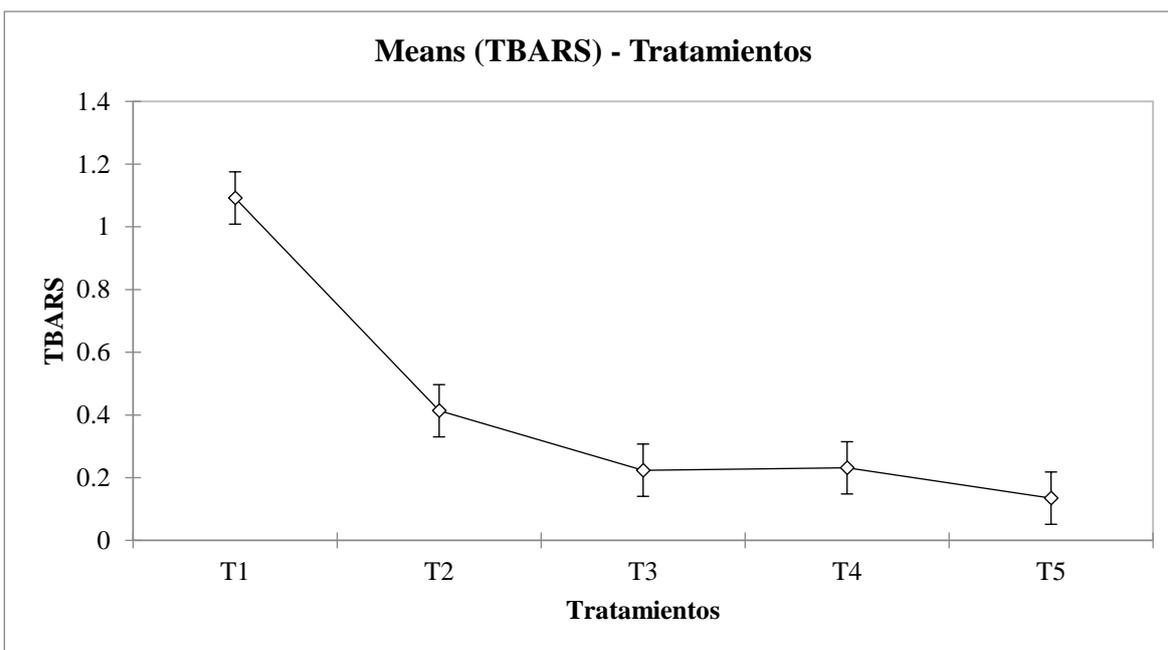
*Modelo de parámetros de la oxidación lipídica*

Source	Value	Standard error	t	Pr >  t	Lower bound (95%)	Upper bound (95%)	p-values signification codes
Intercept	0.151	0.043	3.531	<b>0.008</b>	0.052	0.250	**
Tratamientos-T1	0.957	0.051	18.722	<b>&lt;0.0001</b>	0.839	1.075	***
Tratamientos-T2	0.279	0.051	5.451	<b>0.001</b>	0.161	0.397	***
Tratamientos-T3	0.089	0.051	1.744	0.119	-0.029	0.207	°
Tratamientos-T4	0.097	0.051	1.890	0.095	-0.021	0.215	.
Tratamientos-T5	0.000	0.000					
Bloque-B1	0.013	0.040	0.324	0.754	-0.079	0.104	°
Bloque-B2	-0.062	0.040	-1.565	0.156	-0.153	0.029	°
Bloque-B3	0.000	0.000					

Signification codes: 0 < \*\*\* < 0.001 < \*\* < 0.01 < \* < 0.05 < . < 0.1 < ° < 1

**Figura 46.**

*Gráficos de medios de la oxidación lipídica*



**Tabla 29.**

*Tratamientos / Tukey (HSD) / Análisis de las diferencias entre las categorías con un intervalo de confianza del 95% (oxidación lipídica):*

---

<b>Category</b>	<b>LS means</b>	<b>Standard error</b>	<b>Lower bound (95%)</b>	<b>Upper bound (95%)</b>	<b>Groups</b>
T1	1.092	0.036	1.009	1.175	A
T2	0.413	0.036	0.330	0.497	B
T4	0.231	0.036	0.148	0.315	C
T3	0.224	0.036	0.140	0.307	C
T5	0.135	0.036	0.051	0.218	C

---

***Análisis de propiedades de rendimiento (pérdidas por cocción y reducción de diámetro)***

XLSTAT-Student 2023.1.2.1406 - ANOVA - Start time: 06/28/2023 at 18:43:16 / End time: 06/28/2023 at 18:43:20 / Microsoft Excel 16.016501

X / Qualitative: Workbook = Data\_propiedades-rendimiento\_pijuayo\_hamburguesa.xlsx / Sheet = Hoja1 / Range = Hoja1!\$A\$1:\$B\$16 / 15 rows and 2 columns

Constraints: an=0

Confidence interval (%): 95

Tolerance: 0.0001

Use least squares means: Yes

***Análisis de pérdidas por cocción***

**Tabla 30.**

***Análisis de varianza***

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F	p-values signification codes
Model	6.000	810.042	135.007	260.851	<0.0001	***
Error Corrected	8.000	4.141	0.518			
Total	14.000	814.183				

Computed against model Y=Mean(Y)

Signification codes: 0 < \*\*\* < 0.001 < \*\* < 0.01 < \* < 0.05 < . < 0.1 < ° < 1

**Tabla 31.**

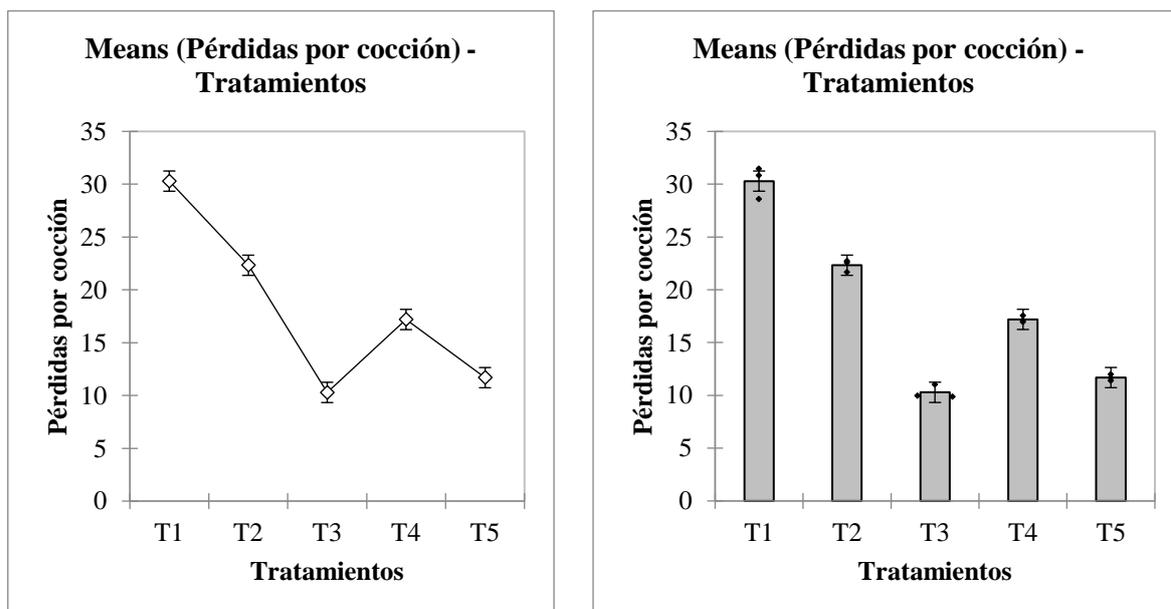
*Modelo de parámetros de las pérdidas por cocción*

Source	Value	Standard error	t	Pr >  t	Lower bound (95%)	Upper bound (95%)	p-values signification codes
Intercept	11.171	0.491	22.730	<0.0001	10.037	12.304	***
Tratamientos-T1	18.610	0.587	31.681	<0.0001	17.255	19.964	***
Tratamientos-T2	10.641	0.587	18.116	<0.0001	9.287	11.996	***
Tratamientos-T3	-1.399	0.587	-2.381	0.044	-2.753	-0.044	*
Tratamientos-T4	5.509	0.587	9.378	<0.0001	4.154	6.863	***
Tratamientos-T5	0.000	0.000					
Bloque-B1	0.925	0.455	2.034	0.076	-0.124	1.975	.
Bloque-B2	0.629	0.455	1.382	0.204	-0.420	1.678	o
Bloque-B3	0.000	0.000					

Signification codes: 0 < \*\*\* < 0.001 < \*\* < 0.01 < \* < 0.05 < . < 0.1 < ° < 1

**Figura 47.**

*Gráfico de medios de las pérdidas por cocción*



**Tabla 32.**

*Tratamientos / Tukey (HSD) / Análisis de las diferencias entre las categorías con un intervalo de confianza del 95% (pérdidas por cocción):*

Category	LS means	Standard error	Lower bound (95%)	Upper bound (95%)	Groups
T1	30.298	0.415	29.341	31.256	A
T2	22.330	0.415	21.372	23.288	B
T4	17.197	0.415	16.240	18.155	C
T5	11.689	0.415	10.731	12.646	D
T3	10.290	0.415	9.332	11.248	D

**Análisis de la reducción de diámetro**

**Tabla 33.**

*Análisis de varianza*

Source	DF	Sum of squares	Mean squares	F	Pr > F	p-values signification codes
Model	6.000	100.963	16.827	21.191	<b>0.000</b>	***
Error Corrected	8.000	6.353	0.794			
Total	14.000	107.315				

Computed against model Y=Mean(Y)

Signification codes: 0 < \*\*\* < 0.001 < \*\* < 0.01 < \* < 0.05 < . < 0.1 < ° < 1

**Tabla 34.**

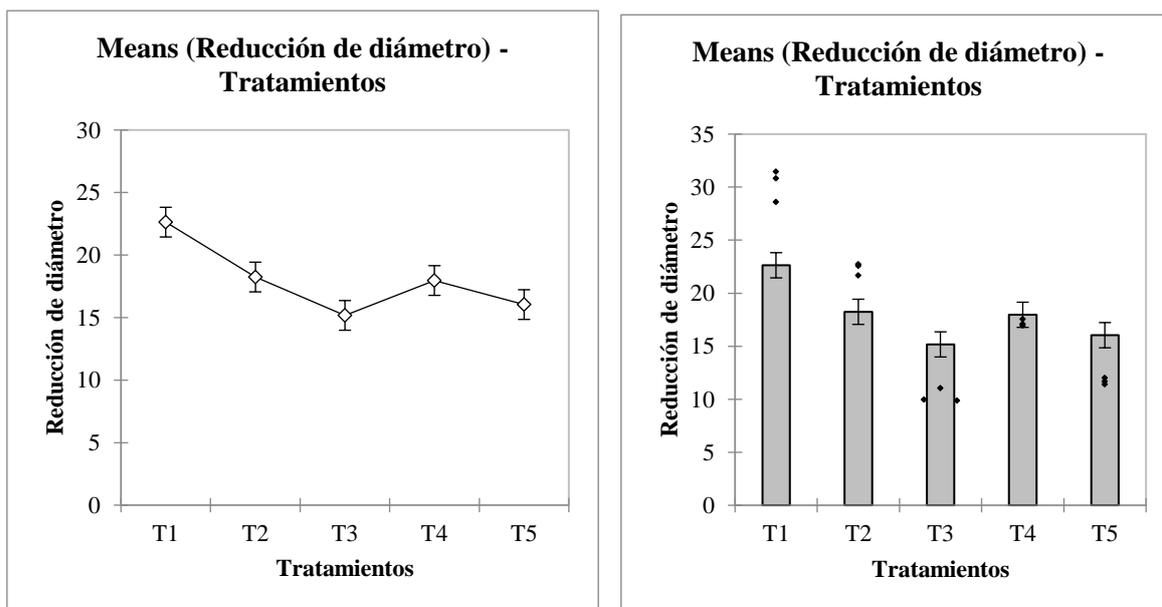
*Modelo de parámetros de la reducción de diámetro*

Source	Value	Standard error	t	Pr >  t	Lower bound (95%)	Upper bound (95%)	p-values signification codes
Intercept	15.755	0.609	25.881	<0.0001	14.351	17.159	***
Tratamientos-T1	6.594	0.728	9.063	<0.0001	4.916	8.272	***
Tratamientos-T2	2.204	0.728	3.030	<b>0.016</b>	0.527	3.882	*
Tratamientos-T3	-0.867	0.728	-1.191	0.268	-2.545	0.811	°
Tratamientos-T4	1.923	0.728	2.643	<b>0.030</b>	0.245	3.601	*
Tratamientos-T5	0.000	0.000					
Bloque-B1	0.271	0.564	0.481	0.643	-1.028	1.571	°
Bloque-B2	0.585	0.564	1.038	0.330	-0.714	1.885	°
Bloque-B3	0.000	0.000					

Signification codes: 0 < \*\*\* < 0.001 < \*\* < 0.01 < \* < 0.05 < . < 0.1 < ° < 1

**Figura 48.**

*Gráfico de medios de la reducción de diámetro*



**Tabla 35.**

*Tratamientos / Tukey (HSD) / Análisis de las diferencias entre las categorías con un intervalo de confianza del 95% (Reducción de diámetro)*

---

Category	LS means	Standard error	Lower bound (95%)	Upper bound (95%)	Groups	
T1	22.635	0.514	21.448	23.821	A	
T2	18.245	0.514	17.059	19.431	B	
T4	17.964	0.514	16.778	19.150	B	
T5	16.041	0.514	14.854	17.227	B	C
T3	15.174	0.514	13.988	16.360	C	

---

*Análisis de color*

*Análisis del parámetro L\**

**Tabla 36.**

*Análisis de varianza*

	Df	Sum Sq	Mean.Sq	F value	Pr(F)
Treatment	4	4.547518	1.1368795	4.452935	0.03469829
Block	2	2.448855	1.2244275	4.795843	0.04276909
Residuals	8	2.042481	0.2553102		

Como valor p calculado, es inferior al nivel de significancia del 5%. Se rechaza la hipótesis H0 de igualdad de medias. Por lo tanto, al menos dos tratamientos difieren

**Tabla 37.**

**Multiple Comparison Test: Tukey HSD**

resp groups
T4 80.71366 a
T3 80.33069 ab
T1 79.99871 ab
T2 79.80599 ab
T5 79.07222 b

**Parámetro a\***

Método Estadística valor p.

Prueba de normalidad de Shapiro-Wilk(W) 0,951454 0,5476381

Como el valor p calculado es mayor que el nivel de significancia del 5%, la hipótesis H0 no se rechaza. Por tanto, los errores pueden considerarse normales.

**Tabla 38.**

**Análisis de varianza**

	Df	Sum Sq	Mean.Sq	F value	Pr(F)
Treatment	4	35.433979	8.8584948	10.248056	0.003090469
Block	2	9.422636	4.7113180	5.450345	0.032095882
Residuals	8	6.915259	0.8644073		

Como valor p calculado, es inferior al nivel de significancia del 5%. Se rechaza la hipótesis H0 de igualdad de medias. Por lo tanto, al menos dos tratamientos difieren.

**Tabla 39.**

**Comparación Multiple de Test: Tukey HSD**

resp	groups
T1 29.75062	a
T4 27.26366	ab
T3 26.36686	b
T2 25.63842	b
T5 25.60374	b

**Parámetro b\***

**Tabla 40.**

**Análisis de varianza**

	Df	Sum Sq	Mean.Sq	F value	Pr(F)
Treatment	4	1159.10195	289.775488	137.96686	2.060611e-07
Block	2	14.71514	7.357570	3.50306	8.077674e-02
Residuals	8	16.80261	2.100327		

**Tabla 41.**

**Comparación Multiple de Test: Tukey HSD**

resp groups
T5 53.03372 a
T3 48.27592 b
T2 42.86302 c
T4 38.33112 d
T1 27.47307 e

**Análisis de datos para el análisis sensorial**

XLSTAT-Student 2023.1.2.1406 - CATA data analysis - Start time: 01/21/2024 at 10:03:14 / End time: 01/21/2024 at 10:03:22 / Microsoft Excel 16.017126

CATA data (0/1): Workbook = Hamburguesa Dario.xlsx / Sheet = Hoja1 / Range = Hoja1!\$D\$1:\$R\$561 / 560 rows and 15 columns

Products: Workbook = Hamburguesa Dario.xlsx / Sheet = Hoja1 / Range = Hoja1!\$B\$1:\$B\$561 / 560 rows and 1 column

Assessors: Workbook = Hamburguesa Dario.xlsx / Sheet = Hoja1 / Range = Hoja1!\$A\$1:\$A\$561 / 560 rows and 1 column

Preference data: Workbook = Hamburguesa Dario.xlsx / Sheet = Hoja1 / Range = Hoja1!\$C\$1:\$C\$561 / 560 rows and 1 column

Format: Vertical ((N x P) x K)

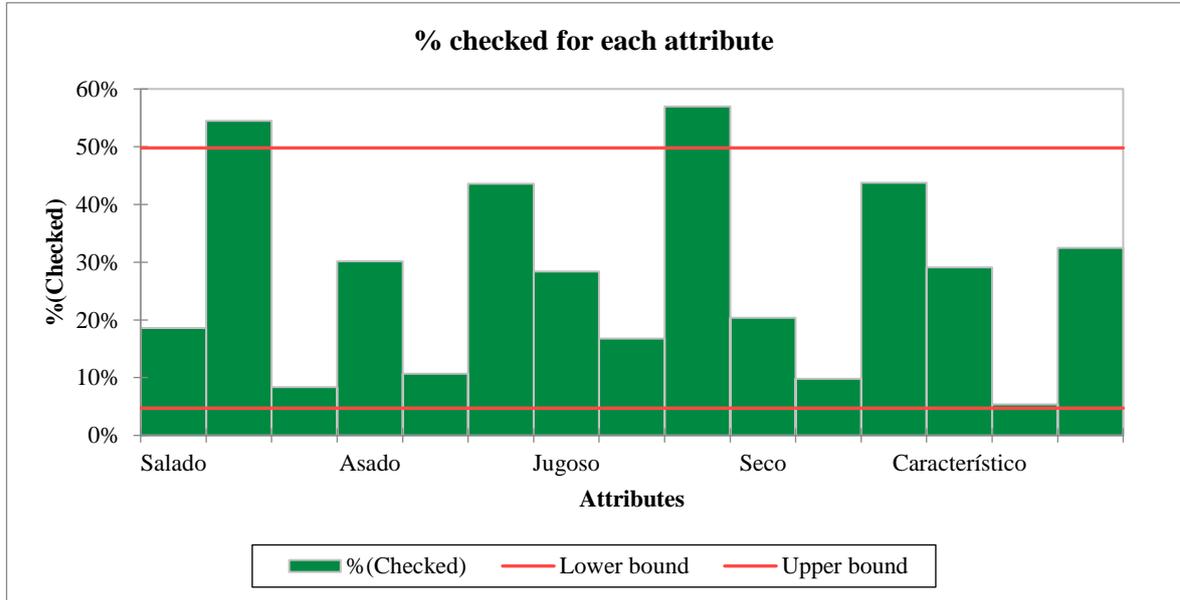
Cochran's Q test / Multiple pairwise comparisons McNemar(Bonferroni)

Filter out non significant attributes: No

Distance: Chi-square

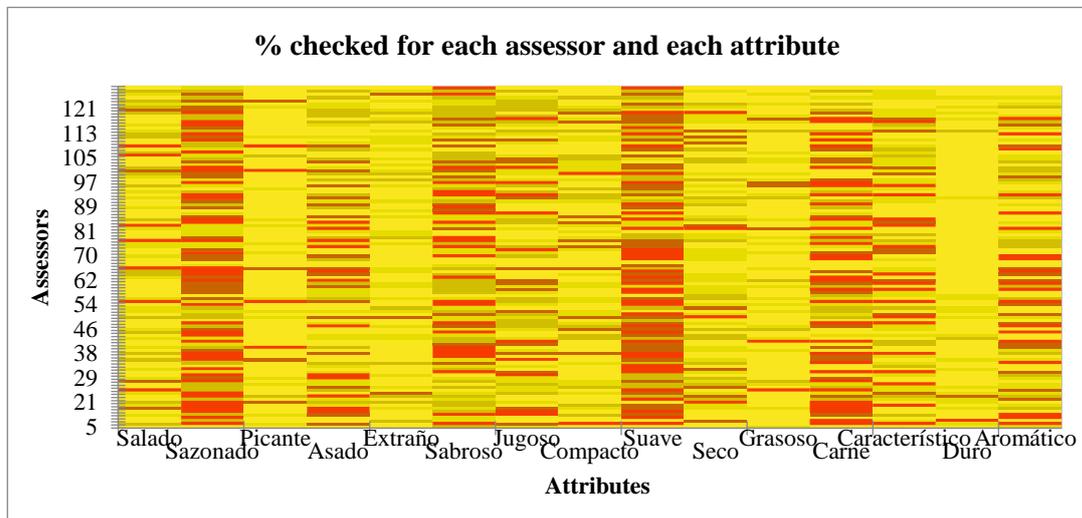
**Figura 49.**

*% comprobado para cada atributo*



**Figura 50.**

*% revisado para cada evaluadora y cada atributo*



**Tabla 42.*****Evaluación de los atributos***

Salado / p-values:

	<b>25% cáscara</b>	<b>25% pulpa</b>	<b>50% cáscara</b>	<b>50% pulpa</b>	<b>Control</b>
25% cáscara	1	0.345	1.000	0.441	0.264
25% pulpa	0.345	1	0.265	0.063	0.814
50% cáscara	1.000	0.265	1	0.556	0.211
50% pulpa	0.441	0.063	0.556	1	0.037
Control	0.264	0.814	0.211	0.037	1

Bonferroni corrected significance level: 0.005

Sazonado / p-values:

	<b>25% cáscara</b>	<b>25% pulpa</b>	<b>50% cáscara</b>	<b>50% pulpa</b>	<b>Control</b>
25% cáscara	1	0.883	0.429	0.755	0.461
25% pulpa	0.883	1	0.322	1.000	0.651
50% cáscara	0.429	0.322	1	0.243	0.134
50% pulpa	0.755	1.000	0.243	1	0.770
Control	0.461	0.651	0.134	0.770	1

Nivel de significancia corregido de Bonferroni: 0.005

**Picante / p-values:**

	<b>25% cáscara</b>	<b>25% pulpa</b>	<b>50% cáscara</b>	<b>50% pulpa</b>	<b>Control</b>
25% cáscara	1	0.505	0.181	1.000	0.683
25% pulpa	0.505	1	0.039	0.773	0.371
50% cáscara	0.181	0.039	1	0.121	0.149
50% pulpa	1.000	0.773	0.121	1	1.000

Control	0.683	0.371	0.149	1.000	1
---------	-------	-------	-------	-------	---

Nivel de significancia corregido de Bonferroni: 0.005

Asado / p-values:

	25% cáscara	25% pulpa	50% cáscara	50% pulpa	Control
25% cáscara	1	0.868	0.607	0.860	0.735
25% pulpa	0.868	1	0.868	0.860	1.000
50% cáscara	0.607	0.868	1	0.607	1.000
50% pulpa	0.860	0.860	0.607	1	0.728
Control	0.735	1.000	1.000	0.728	1

Nivel de significancia corregido de Bonferroni: 0.005

Extraño / p-values:

	25% cáscara	25% pulpa	50% cáscara	50% pulpa	Control
25% cáscara	1	0.096	0.009	0.823	0.061
25% pulpa	0.096	1	<b>0.000</b>	0.146	1.000
50% cáscara	0.009	<b>0.000</b>	1	0.009	<b>&lt;0.0001</b>
50% pulpa	0.823	0.146	0.009	1	0.061
Control	0.061	1.000	<b>&lt;0.0001</b>	0.061	1

Nivel de significancia corregido de Bonferroni: 0.005

Sabroso / p-values:

	25% cáscara	25% pulpa	50% cáscara	50% pulpa	Control
25% cáscara	1	0.885	<b>0.000</b>	0.041	0.504
25% pulpa	0.885	1	<b>&lt;0.0001</b>	0.028	0.302
50% cáscara	<b>0.000</b>	<b>&lt;0.0001</b>	1	0.059	<b>0.004</b>

50%					
pulpa	0.041	0.028	0.059	1	0.212
Control	0.504	0.302	<b>0.004</b>	0.212	1

Nivel de significancia corregido de Bonferroni: 0.005

**Jugoso / p-values:**

	<b>25% cáscara</b>	<b>25% pulpa</b>	<b>50% cáscara</b>	<b>50% pulpa</b>	<b>Control</b>
25% cáscara	1	0.091	0.123	0.860	0.118
25% pulpa	0.091	1	<b>0.001</b>	0.176	0.874
50% cáscara	0.123	<b>0.001</b>	1	0.059	<b>0.002</b>
50% pulpa	0.860	0.176	0.059	1	0.200
Control	0.118	0.874	<b>0.002</b>	0.200	1

Nivel de significancia corregido de Bonferroni: 0.005

**Compacto / p-values:**

	<b>25% cáscara</b>	<b>25% pulpa</b>	<b>50% cáscara</b>	<b>50% pulpa</b>	<b>Control</b>
25% cáscara	1	0.646	0.045	0.522	0.823
25% pulpa	0.646	1	0.137	1.000	0.663
50% cáscara	0.045	0.137	1	0.230	0.045
50% pulpa	0.522	1.000	0.230	1	0.571
Control	0.823	0.663	0.045	0.571	1

Nivel de significancia corregido de Bonferroni: 0.005

**Suave / p-values:**

	<b>25% cáscara</b>	<b>25% pulpa</b>	<b>50% cáscara</b>	<b>50% pulpa</b>	<b>Control</b>
25% cáscara	1	0.243	<b>0.001</b>	1.000	0.470
25% pulpa	0.243	1	0.067	0.203	0.770

50% cáscara	<b>0.001</b>	0.067	1	<b>0.001</b>	0.021
50% pulpa	1.000	0.203	<b>0.001</b>	1	0.381
Control	0.470	0.770	0.021	0.381	1

Nivel de significancia corregido de Bonferroni: 0.005

**Seco / p-values:**

	<b>25% cáscara</b>	<b>25% pulpa</b>	<b>50% cáscara</b>	<b>50% pulpa</b>	<b>Control</b>
25% cáscara	1	0.424	0.009	0.441	1.000
25% pulpa	0.424	1	<b>0.000</b>	0.078	0.307
50% cáscara	0.009	<b>0.000</b>	1	0.055	0.012
50% pulpa	0.441	0.078	0.055	1	0.540
Control	1.000	0.307	0.012	0.540	1

Nivel de significancia corregido de Bonferroni: 0.005

**Grasoso / p-values:**

	<b>25% cáscara</b>	<b>25% pulpa</b>	<b>50% cáscara</b>	<b>50% pulpa</b>	<b>Control</b>
25% cáscara	1	0.480	0.286	0.646	0.096
25% pulpa	0.480	1	0.789	1.000	0.546
50% cáscara	0.286	0.789	1	0.628	1.000
50% pulpa	0.646	1.000	0.628	1	0.480
Control	0.096	0.546	1.000	0.480	1

Nivel de significancia corregido de Bonferroni: 0.005

**Carne / p-values:**

	<b>25% cáscara</b>	<b>25% pulpa</b>	<b>50% cáscara</b>	<b>50% pulpa</b>	<b>Control</b>
25% cáscara	1	0.188	0.176	0.871	0.043
25% pulpa	0.188	1	<b>0.004</b>	0.310	0.584
50% cáscara	0.176	<b>0.004</b>	1	0.082	<b>0.000</b>
50% pulpa	0.871	0.310	0.082	1	0.072
Control	0.043	0.584	<b>0.000</b>	0.072	1

Nivel de significancia corregido de Bonferroni: 0.005

#### Característico / p-values:

	<b>25% cáscara</b>	<b>25% pulpa</b>	<b>50% cáscara</b>	<b>50% pulpa</b>	<b>Control</b>
25% cáscara	1	0.458	0.345	0.663	0.850
25% pulpa	0.458	1	0.100	0.201	0.742
50% cáscara	0.345	0.100	1	0.719	0.216
50% pulpa	0.663	0.201	0.719	1	0.458
Control	0.850	0.742	0.216	0.458	1

Nivel de significancia corregido de Bonferroni: 0.005

#### Duro / p-values:

	<b>25% cáscara</b>	<b>25% pulpa</b>	<b>50% cáscara</b>	<b>50% pulpa</b>	<b>Control</b>
25% cáscara	1	1.000	0.505	1.000	0.228
25% pulpa	1.000	1	0.752	0.724	0.343
50% cáscara	0.505	0.752	1	0.752	0.789
50% pulpa	1.000	0.724	0.752	1	0.386
Control	0.228	0.343	0.789	0.386	1

Nivel de significancia corregido de Bonferroni: 0.005

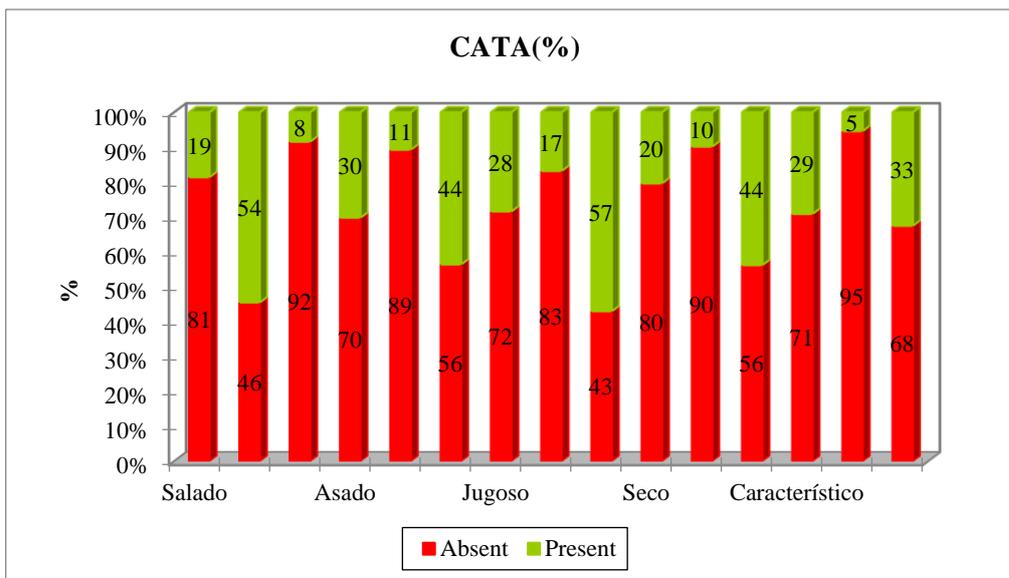
**Aromático / p-values:**

	25% cáscara	25% pulpa	50% cáscara	50% pulpa	Control
25% cáscara	1	0.281	0.511	0.868	0.511
25% pulpa	0.281	1	0.025	0.248	0.855
50% cáscara	0.511	0.025	1	0.486	0.089
50% pulpa	0.868	0.248	0.486	1	0.458
Control	0.511	0.855	0.089	0.458	1

Nivel de significancia corregido de Bonferroni: 0.005

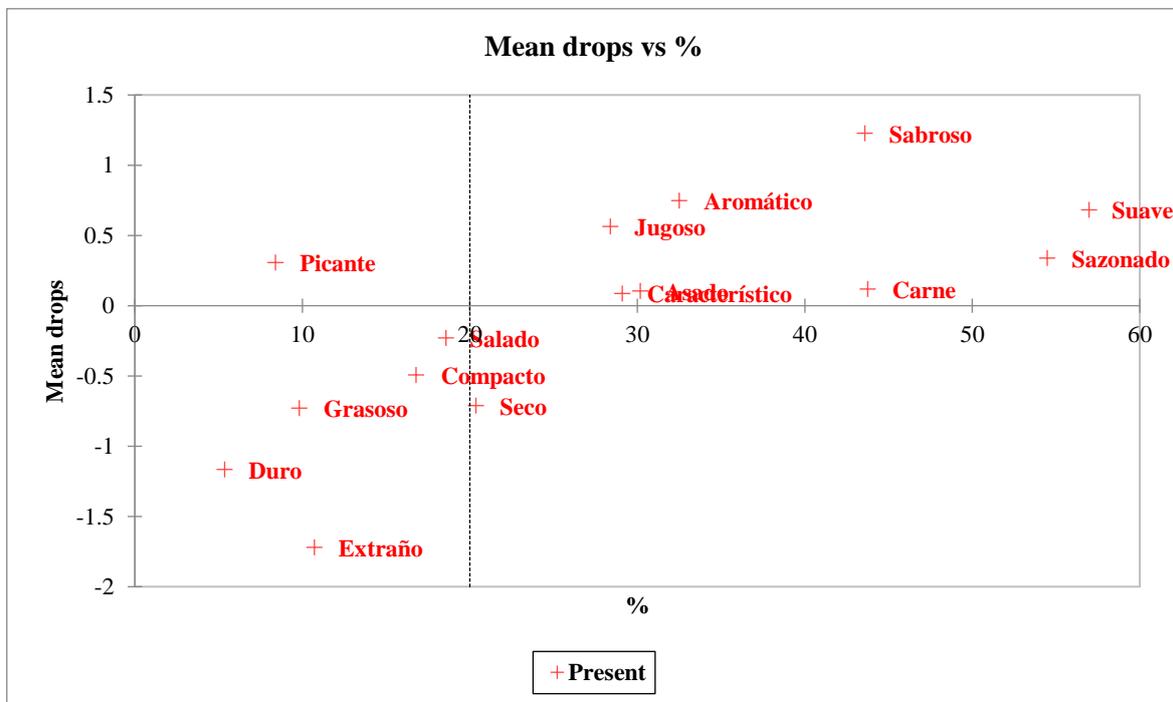
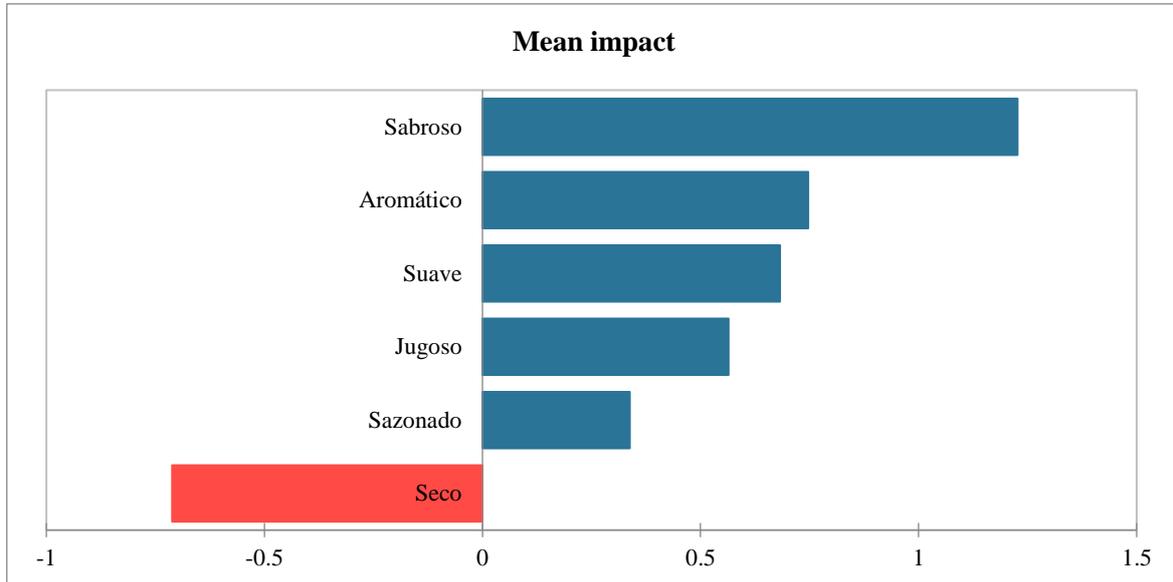
**Figura 51.**

*Análisis de atributos*



**Figura 52.**

*Visualización del impacto medio*



## Figura 53.

*Producción científica*

Open Access	Feature Paper	Article	15 pages, 3561 KiB 
<b>Exploring <i>Pijuayo</i> (<i>Bactris gasipaes</i>) Pulp and Peel Flours as Fat Replacers in Burgers: A Multivariate Study on Physicochemical and Sensory Traits</b>			
by Alex Y. Llatas, Heiner Guzmán, Fernando Tello, Roger Ruiz, Jessy Vásquez, Grisel Chiroque, Jhony Mayta-Hancco, Melina L. M. Cruzado-Bravo, Hubert Arteaga, Erick Saldaña and Juan D. Rios-Mera			
<i>Foods</i> 2024, 13(11), 1619; <a href="https://doi.org/10.3390/foods13111619">https://doi.org/10.3390/foods13111619</a> - 23 May 2024			

Open Access	Proceeding Paper	282 KiB 
<b><i>Pijuayo</i> (<i>Bactris gasipaes</i>) Pulp and Peel Flours as Partial Substitutes for Animal Fat in Burgers: Physicochemical Properties</b>		
by Heiner Guzmán, Alex Y. Llatas, Hubert Arteaga, Erick Saldaña, Fernando Tello and Juan D. Rios-Mera		
<i>Biol. Life Sci. Forum</i> 2023, 26(1), 78; <a href="https://doi.org/10.3390/Foods2023-15039">https://doi.org/10.3390/Foods2023-15039</a> - 14 Oct 2023		