

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Escuela Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias

**DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS DE PRECOCCIÓN EN LA
ELABORACIÓN DE MASA DE PIZZA INTEGRAL**

TESIS

Presentada por:

Bach. EDWADR AURELIO OCHOA PARI

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

TACNA – PERÚ

2025

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

Facultad de Ciencias Agropecuarias


Escuela Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias

**DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS DE PRECOCCIÓN EN LA
ELABORACIÓN DE MASA DE PIZZA INTEGRAL**

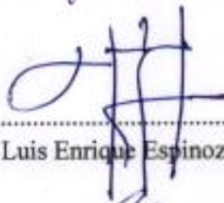
TESIS

Tesis sustentado y aprobado el 21 de mayo del 2025, estando conformado el jurado calificador por:


Presidente:


.....
Dr. Oscar Octavio Fernández Cutire

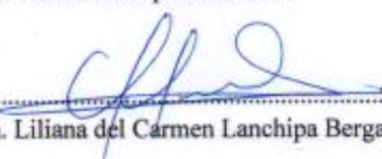
Secretario:


.....
Dr. Luis Enrique Espinoza Villalobos

Vocal:


.....
Msc. Rolando Céspedes Rossell

Asesor:


.....
Dra. Liliana del Carmen Lanchipa Bergamini

CERTIFICADO DE SIMILITUD


Yo, Liliana del Carmen Lanchipa Bergamini, en mi condición de asesor de tesis, acreditada por la Resolución de Facultad N° 7391-2023-FCAG-UN/JBG, certifico que el trabajo de tesis titulado: "DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS DE PRECOCCIÓN EN LA ELABORACIÓN DE MASA DE PIZZA INTEGRAL" presentado por el Bachiller EDWADR AURELIO OCHOA PARI, para optar el título profesional de Ingeniero en Industrias Alimentarias, ha cumplido con lo establecido en el reglamento de originalidad de similitud de trabajos de investigación y producción intelectual.

De acuerdo con la revisión, evaluación y análisis realizado a mediante el software de similitud textual TURNITIN, se ha verificado que el trabajo cuenta con un nivel de similitud de 5 % el cual se encuentra dentro del rango permitido.

Por lo tanto, **CERTIFICO QUE LA SIMILITUD** del **TRABAJO DE TESIS** está conforme con el nivel **PERMITIDO**, pudiendo continuar con los trámites correspondientes y su publicación en el repositorio institucional.

Se emite el presente certificado con fines de continuar con los trámites respectivos para obtención de Título.

Tacna, 27 de mayo del 2025



Dra. Liliana del Carmen Lanchipa Bergamini
Asesor
DNI: 00427135
ORCID: 0000-0003-0732-7172



Edwadr Aurelio Ochoa Pari
DNI: 41056346

DEDICATORIA

A Dios quien me ha guiado durante mi recorrido universitario dándome la fuerza para afrontar las dificultades.

A mis amados padres Marce y Tino por brindarme todo su amor e inculcarme los valores que hoy son la base en día a día.

A mis hermanos Alex, Faustino y Celia por su ejemplo y apoyo.

A mi esposa Karen por su paciencia y amor incondicional.

AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann y a mis docentes quienes brindaron sus conocimiento y experiencia para formarme profesionalmente.

A mi asesora Dra. Liliana del Carmen Lanchipa Bergamini y a mi co-asesora Mtro. Dennys Sihuayro Larico por su apoyo incondicional para llevar a cabo mi tesis.

A todos aquellos que fueron partícipes del desarrollo de mi tesis.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I	2
EL PROBLEMA	2
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
1.2. FORMULACIÓN Y SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA	3
1.2.1. Problema principal.....	3
1.2.2. Problemas específicos.....	3
1.3. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	3
1.3.1. Delimitación teórica	3
1.3.2. Delimitación temporal	3
1.3.3. Delimitación espacial.....	3
1.4. JUSTIFICACIÓN	4
1.5. LIMITACIONES	4
1.6. OBJETIVO	4
1.6.1. Objetivo general	4
1.6.2. Objetivo específico	4
CAPÍTULO II	5
HIPÓTESIS Y VARIABLES	5
2.1. HIPÓTESIS	5
2.1.1. Hipótesis general.....	5
2.1.2. Hipótesis específico.....	5
2.2. DIAGRAMA DE VARIABLES.....	5
2.3. INDICADORES DE VARIABLES	6
2.3.1. Parámetros de precocción.....	6
2.3.2. Masa de pizza integral.....	6
2.4. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES	7
CAPÍTULO III	8
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	8
3.1. CONCEPTOS GENERALES Y DEFINICIONES.....	8
3.1.1. Pizza	8
3.1.2. Masa	8
3.1.3. Color.....	8
3.1.4. Porocidad	8
3.1.5. Fermentación	8

3.1.6. Precocción.....	9
3.2. ENFOQUES TEÓRICO – TÉCNICO	9
3.2.1. Historia	9
3.2.2. Pizza	10
3.2.3. Masa de pizza	10
3.3. MARCO REFERENCIAL	15
CAPÍTULO IV	17
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN	17
4.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN	17
4.2. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	17
4.2.1. Ubicación geográfica y temporal.....	17
4.2.2. Unidad de estudio.....	17
4.2.3. Población.....	17
4.2.4. Muestra	17
4.3. MÉTODO	18
4.3.1. Diseño procedimental.....	18
4.3.2. Instrumentos de medición.....	19
4.3.3. Recolección de datos	20
4.3.4. Análisis de datos	20
CAPÍTULO V	21
TRATAMIENTO DE LOS RESULTADOS	21
5.1. Técnicas aplicadas en la recolección de información de medición	21
5.2. Resultados	23
5.2.1. Volumen específico	23
5.2.2. Prueba sensorial.....	24
5.2.3. Gráfica radial	35
5.2.4. Prueba ANOVA	40
5.2.5. Prueba LSD.....	40
5.2.6. Diagramas de cajones y bigotes.....	43
5.2.7. Prueba de Shapiro – WILK.....	46
5.2.8. Prueba de Levene	48
5.2.9. Prueba de Durbin – Watson.....	51
5.3. Discusión de resultados	58
CONCLUSIONES	59
RECOMENDACIONES.....	60
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	61
ANEXOS	63

INDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1. Variables dependientes e independientes.....</i>	<i>5</i>
<i>Figura 2. Diagrama procedimental del proceso de precocción de la masa de pizza integral.....</i>	<i>19</i>
<i>Figura 3. Pesado de ingredientes.....</i>	<i>21</i>
<i>Figura 4. Amasado.....</i>	<i>22</i>
<i>Figura 5. Pesado de la masa.....</i>	<i>22</i>
<i>Figura 6. Almacenado de pizza integral.....</i>	<i>23</i>
<i>Figura 7. Gráfica radial de la muestra 518.....</i>	<i>35</i>
<i>Figura 8. Gráfica radial de la muestra 825.....</i>	<i>36</i>
<i>Figura 9. Gráfica radial de la muestra 437.....</i>	<i>36</i>
<i>Figura 10. Gráfica radial de la muestra 648.....</i>	<i>37</i>
<i>Figura 11 Gráfica radial de la muestra 952.....</i>	<i>37</i>
<i>Figura 12. Gráfica radial de la muestra 269.....</i>	<i>38</i>
<i>Figura 13. Gráfica radial de la muestra 673.....</i>	<i>38</i>
<i>Figura 14 Gráfica radial de la muestra 381.....</i>	<i>39</i>
<i>Figura 15 Gráfica radial de la muestra 791.....</i>	<i>39</i>
<i>Figura 16. Gráfico de cajones y bigotes del análisis de color.....</i>	<i>43</i>
<i>Figura 17. Gráfica de cajones y bigotes del análisis de apariencia.....</i>	<i>44</i>
<i>Figura 18. Gráfica de cajones y bigotes del análisis de aroma.....</i>	<i>44</i>
<i>Figura 19. Gráfica de cajones y bigotes del análisis de sabor.....</i>	<i>45</i>
<i>Figura 20. Gráfica de cajas y bigotes del análisis de la textura.....</i>	<i>45</i>
<i>Figura 21. Gráfica de cajas y bigotes del análisis de la apariencia.....</i>	<i>46</i>
<i>Figura 26. Prueba de Shapiro – Wilk para el análisis de la textura.....</i>	<i>47</i>
<i>Figura 27. Prueba de Shapiro - Wilk para el análisis de la aceptabilidad.....</i>	<i>47</i>

<i>Figura 28 Prueba de Levene para el color</i>	<i>48</i>
<i>Figura 29. Prueba de Levene para la apariencia.....</i>	<i>49</i>
<i>Figura 30. Prueba de Levene para el aroma</i>	<i>49</i>
<i>Figura 31. Prueba de Levene para la textura</i>	<i>50</i>
<i>Figura 32. Prueba de Levene para la aceptabilidad</i>	<i>50</i>
<i>Figura 33. Prueba de Durbin – Watson para el color</i>	<i>51</i>
<i>Figura 34. Prueba de Durbin – Watson para la apariencia.....</i>	<i>52</i>
<i>Figura 35. Prueba de Durbin – Watson para el aroma</i>	<i>52</i>
<i>Figura 36. Prueba de Durbin – Watson para el sabor</i>	<i>53</i>

INDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1. Operacionalización de variables.....</i>	<i>7</i>
<i>Tabla 2. Clasificación de tipos de harinas según la ley italiana.....</i>	<i>11</i>
<i>Tabla 3. Prueba sensorial de la muestra 518.....</i>	<i>24</i>
<i>Tabla 4. Prueba sensorial de la muestra 825.....</i>	<i>25</i>
<i>Tabla 5. Prueba sensorial de la muestra 437.....</i>	<i>27</i>
<i>Tabla 6. Prueba sensorial de la muestra 648.....</i>	<i>28</i>
<i>Tabla 7. Prueba sensorial de la muestra 952.....</i>	<i>29</i>
<i>Tabla 8. Prueba sensorial de la muestra 269.....</i>	<i>30</i>
<i>Tabla 9. Prueba sensorial de la muestra 673.....</i>	<i>31</i>
<i>Tabla 10. Prueba sensorial de la muestra 381.....</i>	<i>33</i>
<i>Tabla 11. Prueba sensorial de la muestra 791.....</i>	<i>34</i>
<i>Tabla 12. Tabla de ANOVA para el volumen por tratamiento.....</i>	<i>40</i>
<i>Tabla 13. Contraste de los tratamientos.....</i>	<i>41</i>
<i>Tabla 14. Tabla de LSD para los tratamientos.....</i>	<i>42</i>
<i>Tabla 15. Prueba de LSD de los tratamientos.....</i>	<i>43</i>
<i>Tabla 16. Prueba de Friedman en el color.....</i>	<i>54</i>
<i>Tabla 17. Prueba de Friedman en la apariencia.....</i>	<i>55</i>
<i>Tabla 18. Prueba de Friedman en el aroma.....</i>	<i>55</i>
<i>Tabla 19. Prueba de Friedman en el sabor.....</i>	<i>56</i>
<i>Tabla 20. Prueba de Friedman en la textura.....</i>	<i>57</i>
<i>Tabla 21. Prueba de Friedman en la aceptabilidad.....</i>	<i>57</i>

RESUMEN

La presente tesis experimental tuvo como objetivo evaluar la influencia de la temperatura y el tiempo de precocción en las características sensoriales, la aceptabilidad y, principalmente, el volumen específico de una masa de pizza integral. La metodología empleada se basó en un diseño completamente al azar (DCA) con arreglo factorial 3^2 , correspondiente a dos factores con tres niveles cada uno, lo que dio lugar a nueve tratamientos.

Los resultados del volumen específico (cm^3/g) fueron analizados mediante pruebas ANOVA y LSD, identificando diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos. Para las características sensoriales y la aceptabilidad, se aplicó una escala de valoración de 1 a 10 y una escala hedónica de 5 puntos, respectivamente. Los datos fueron sometidos a pruebas estadísticas como Shapiro-Wilk, Levene, Durbin-Watson y Friedman.

Se concluye que $p < 0,05$, lo que indica diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos. El tratamiento T4 (140 °C / 10 min) presentó el mayor volumen específico, mientras que el tratamiento T5 (140 °C / 13 min) destacó en características sensoriales y aceptabilidad. Por el contrario, los tratamientos T1 (130 °C / 10 min) y T6 (140 °C / 16 min) mostraron los peores resultados en cuanto a volumen, análisis sensorial y nivel de aceptabilidad.

Palabra Clave: Pizza, temperatura, tiempo, volumen específico.

ABSTRACT

This experimental thesis aims to understand the influence of temperature and time on the sensory characteristics and acceptability during the pre-baking process of a whole-wheat pizza dough, but primarily on the specific volume of the final product. The methodology used to determine the number of treatments was a completely randomized statistical design with a 32-point factorial arrangement, involving three factors with two levels each, resulting in nine treatments. The results of the variations in specific volume (cm³/g) were evaluated using anova and lsd tests to determine statistically significant differences. Regarding sensory characteristics and acceptability, a 1–10 rating scale and a sensory acceptability sheet with a 5-point hedonic scale were used, respectively. The results were then tested using the shapiro-wilk, levene, durbin-watson, and friedman tests.

Concluding that $p < 0.05$, there were statistically significant differences between treatments. Treatment t4 (140°C/10 min) was recognized as the best in terms of specific volume (v/m). Treatment t5 (140°C/13 min) was established as the best in terms of sensory characteristics and acceptability. Likewise, the worst treatments in terms of volume, sensory analysis, and acceptability were t1 (130°C/10 min) and t6 (140°C/16 min).

Keywords: pizza, temperature, time, specific volume.

INTRODUCCIÓN

El Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI, 2018), en uno de sus informes, ha señalado que la pizza es un producto de panificación cuyo consumo ha mostrado una tendencia creciente, con un aumento del 7,7 % desde el año 2005, alcanzando un 33,2 % de preferencia, lo que convierte su ingesta en un hecho cotidiano. En este contexto, el presente trabajo tiene como objetivo conocer la influencia de los parámetros de temperatura y tiempo en el proceso de precocción de una masa de pizza integral, considerando como variables dependientes el volumen específico, las características sensoriales y la aceptabilidad.

Para ello, se empleó un diseño estadístico completamente al azar (DCA) con un arreglo factorial 3^2 , es decir, tres factores con dos niveles cada uno, lo que dio lugar a nueve tratamientos. En cada uno se evaluó el volumen específico mediante medición directa, mientras que las características sensoriales y la aceptabilidad fueron evaluadas mediante encuestas aplicadas a 30 panelistas en el laboratorio de análisis sensorial de la Escuela Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias. Los resultados obtenidos fueron sometidos a análisis estadísticos utilizando las pruebas de ANOVA, LSD, Shapiro-Wilk, Levene, Durbin-Watson y Friedman, con el fin de determinar diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos. Esto permitió identificar los parámetros óptimos de temperatura y tiempo para el proceso de precocción de la masa de pizza integral.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los cereales y sus productos derivados, especialmente aquellos provenientes de la panificación, constituyen una fuente primordial en la distribución alimentaria del Perú. Según la Sociedad Peruana de Nutrición, una dieta equilibrada debe contener entre un 55 % y 60 % de carbohidratos (Castro, 2006). Si bien los cereales son la principal fuente de carbohidratos, la mayoría de estos se consume en su forma refinada, siendo bajo el promedio de ingesta de cereales integrales.

Un grano de cereal integral es un aglomerado complejo de nutrientes, cuya composición física puede variar, pero mantiene una estructura anatómica común: el salvado (capa externa), el germen y el endospermo. La harina integral, también denominada "harina de grano entero", conserva estos tres componentes. Entre sus propiedades funcionales destacan la reducción del colesterol en sangre, la prevención de ciertos tipos de cáncer y de diabetes, así como la disminución del riesgo de enfermedades coronarias, enfermedad celíaca y obesidad (Aimaretti et al., 2011).

este panorama, se hace evidente la necesidad de desarrollar alimentos elaborados con harinas de grano entero, de manera que se conserven sus propiedades funcionales y nutricionales. Estos alimentos contienen mayores niveles de minerales — como calcio, magnesio, potasio, fósforo, sodio y hierro—, así como vitaminas del complejo B, como tiamina, niacina, riboflavina y ácido pantoténico (Aimaretti et al., 2011).

El desarrollo de alimentos funcionales mantiene una tendencia creciente a nivel internacional. Sin embargo, los parámetros tecnológicos asociados a su elaboración, junto con sus características sensoriales, representan un reto constante para la industria alimentaria (Aimaretti et al., 2011).

En este contexto, el presente estudio tiene como propósito evaluar el proceso de preparación de masa de pizza integral precocida, a fin de establecer los parámetros óptimos de temperatura y tiempo de precocción que garanticen un producto con cualidades sensoriales aceptables, especialmente en lo que respecta al volumen específico y otras propiedades sensoriales relevantes.

1.2. FORMULACIÓN Y SISTEMATIZACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. *Problema principal*

¿Cuáles son los parámetros de precocción para la producción de la masa de pizza integral?

1.2.2. *Problemas específicos*

¿Cuál es la influencia de la temperatura y el tiempo de precocción en las características sensoriales de una masa de pizza integral?

¿Cuál es la influencia de la temperatura y tiempo de precocción en el volumen específico de una masa de pizza integral?

¿Cuál es la influencia de la temperatura y tiempo de precocción en la aceptabilidad general de una masa de pizza integral?

1.3. DELIMITACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1. *Delimitación teórica*

El presente trabajo se sustenta en fundamentos teóricos relacionados con los efectos que tienen la temperatura y el tiempo sobre el proceso de precocción de masas integrales, específicamente aplicados a la elaboración de pizza. La investigación considera principios que explican la interacción de estos factores sobre las propiedades físicas y sensoriales del producto final.

1.3.2. *Delimitación temporal*

El desarrollo de la investigación, así como la elaboración de esta tesis, ha sido programado para ejecutarse íntegramente durante el año 2024.

1.3.3. *Delimitación espacial*

Las actividades experimentales, procesamiento de datos y análisis sensorial del producto final fueron llevadas a cabo en las instalaciones del laboratorio de panificación y el laboratorio de análisis sensorial de alimentos pertenecientes a la Escuela Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional Jorge

Basadre Grohmann, ubicada en la avenida Miraflores, en la provincia y departamento de Tacna, Perú.

1.4. JUSTIFICACIÓN

La presente investigación se fundamenta en el estudio de la masa precocida, una técnica aplicada desde la década de 1980. No obstante, en el ámbito local, el desarrollo y estandarización de la masa de pizza integral precocida ha sido limitado, impidiendo su adopción por parte de panificadoras tanto a pequeña como a gran escala. El estudio plantea establecer parámetros técnicos de precocción que puedan integrarse en los sistemas de producción existentes para optimizar la elaboración de este tipo de masa. Asimismo, desde una perspectiva nutricional, se busca ofrecer a la población una alternativa saludable basada en el uso de harina integral, reconocida por su valor funcional y contenido de micronutrientes. En términos tecnológicos, la investigación tiene como propósito desarrollar un proceso eficaz y replicable para la elaboración de masa precocida de pizza integral, utilizando condiciones de temperatura y tiempo validadas experimentalmente (Lescano, 2011).

1.5. LIMITACIONES

Para la presente investigación, no se han encontrado limitaciones que han impedido su desarrollo teórico, metodológico entre otros; pudiéndose así alcanzar el propósito planteado.

1.6. OBJETIVO

1.6.1. *Objetivo general*

Determinar los parámetros de precocción en la elaboración de masa de pizza integral.

1.6.2. *Objetivo específico*

Determinar la influencia de la temperatura y el tiempo de precocción en las características sensoriales de la masa de pizza integral.

Determinar la influencia de la temperatura y tiempo de precocción en el volumen específico de la masa de pizza integral.

Establecer la influencia de la temperatura y tiempo de precocción en la aceptabilidad sensorial de la masa de pizza integral.

CAPÍTULO II

HIPÓTESIS Y VARIABLES

2.1. HIPÓTESIS

2.1.1. *Hipótesis general*

Los parámetros de precocción influyen en la producción de masa de pizza integral.

2.1.2. *Hipótesis específico*

La temperatura y el tiempo de precocción influyen en las características sensoriales descriptivas de la masa de pizza integral.

La temperatura y tiempo de precocción influyen en el volumen específico de la masa de pizza integral.

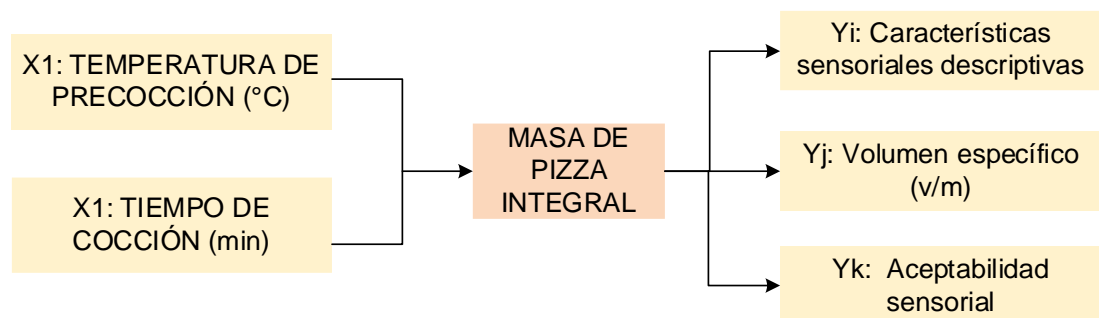
La temperatura y tiempo de precocción influyen en la aceptabilidad sensorial de la masa de pizza integral.

2.2. DIAGRAMA DE VARIABLES

La investigación posee variables independientes de temperatura y tiempo, así como variables dependientes reflejados en la masa de pizza integral como características sensoriales, volumen específico y aceptabilidad sensorial (ver fig. 1).

Figura 1.

Variables dependientes e independientes



Nota: Estructuración de las variables del presente estudio.

2.3. INDICADORES DE VARIABLES

2.3.1. *Parámetros de precocción*

Tiempo de precocción (min).

Temperatura de precocción (°C).

2.3.2. *Masa de pizza integral*

Características Sensoriales.

Volumen específico (v/m).

Aceptabilidad sensorial (Escala hedónica 9 puntos).

2.4. OPERACIONALIZACIÓN DE LAS VARIABLES

Tabla 1.
Operacionalización de variables

Variable	Dimensiones	Indicadores	Instrumento de Medición
Variable (x) Parámetros de Precocción	Proceso de Precocción	-Tiempo de precocción (min)	- Cronómetro digital
		-Temperatura de precocción(°C)	- Pirómetro digital
Variable (y) Masa de pizza integral	Características sensoriales	Color Aroma Sabor Textura	Escala de valoración 1-10
	Volumen específico	Volumen / peso	cm ³ /g (Instrumental)
	Aceptabilidad sensorial	Escala hedónica 5 puntos	Ficha de aceptabilidad sensorial

Nota: Operacionalización de las variables de estudio, elaboración propia (2024).

CAPÍTULO III

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

3.1. CONCEPTOS GENERALES Y DEFINICIONES

3.1.1. *Pizza*

Es un alimento que tiene origen italiano, similar al pan que tiene forma redonda de 3 a 5 mm aproximadamente de grosor, que contiene salsa de tomate principalmente, queso u otros ingredientes (Rafael Esposito 1889).

3.1.2. *Masa*

Sustancia elaborada a base de harina de trigo principalmente, usada para hacer pan, al contener gluten, la masa también se elabora a base de sal, azúcar y levadura (Riso 1945).

3.1.3. *Color*

Según Vargas y Rojas (2016), el color representa una característica clave que influye en la percepción de calidad de los alimentos, siendo un factor determinante en la aceptación del producto por los consumidores. Este atributo suele modificarse en procesos como la maduración o el horneado.

3.1.4. *Porocidad*

Rojas (2016) indica que esta propiedad física resulta fundamental para evaluar tanto la textura como la calidad de los alimentos. Se manifiesta en productos de humedad intermedia o seca y está influenciada por variables como la fuerza del gluten, el proceso de fermentación, el amasado y la temperatura aplicada durante el horneado. Su medición, expresada como la relación entre el volumen vacío y el volumen total, permite anticipar diversas características del alimento.

3.1.5. *Fermentación*

Pasteur (1857) describió el proceso fermentativo como una secuencia de reacciones bioquímicas en la masa, inducidas principalmente por levaduras, bacterias lácticas y acéticas, que derivan en la producción de etanol y dióxido de

carbono. A este proceso le siguen fermentaciones secundarias responsables del desarrollo de los aromas y sabores característicos de la masa.

3.1.6. Precocción

Este proceso, también denominado primera cocción, se realiza utilizando hornos rotativos. En este contexto, el aire caliente circula dentro del horno, permitiendo que la masa se cocine mediante la transferencia de calor. Este tipo de transferencia, conocida como convección, se basa en el movimiento del aire calentado. Ya en el siglo XIX, Joule (1840) estudiaba los principios físicos que fundamentan esta forma de transmisión térmica.

3.2. ENFOQUES TEÓRICO – TÉCNICO

3.2.1. Historia

Desde el punto de vista etimológico, el término *pizza* podría tener su origen en la palabra “bizzopizzo”, que significa “trozo de pan”. Otra posible raíz se encuentra en el vocablo italiano *pizzicare*, que hace alusión al acto de extraer rápidamente la pizza del horno. Su evolución histórica está profundamente relacionada con la tradición del consumo de pan en diversas civilizaciones (Caffelli, 1992).

En el antiguo Egipto, al descubrir la levadura, se elaboraba un tipo de pan con forma y color similares al sol, utilizando ingredientes como harina, agua y miel. En Grecia, este pan fue enriquecido con grasa, especias, ajo y cebolla, marcando una etapa importante en su transformación. Más adelante, durante el reinado de Darío I el Grande, los soldados persas añadían queso fundido y dátiles al pan. Asimismo, en la antigua Roma se preparaban piezas de pan redondas cubiertas con queso derretido, consideradas precursoras de la pizza actual (Caffelli, 1992).

El uso del tomate en la elaboración de la pizza significó un punto de inflexión. Aunque inicialmente se consideraba tóxico y se usaba como planta ornamental, su consumo se popularizó en Nápoles en el siglo XVI. Se cuenta que un campesino, impulsado por la necesidad, combinó pan seco con tomate, iniciando así una práctica que pronto se extendió entre las clases populares. Ya en el siglo XVII, la pizza comenzó a venderse como alimento callejero, motivo por el cual se reconoce a Italia, y especialmente a Nápoles, como su lugar de origen. En ese contexto, se sabe que el rey

Fernando se aventuraba en secreto a los barrios humildes para disfrutar de este plato, lo que llevó incluso a su prohibición por razones sociales y políticas (Caffelli, 1992).

Por otra parte, diversos estudios coinciden en que la pizza moderna, tal como la conocemos hoy, nace en Nápoles como una comida típica de los sectores populares. Su forma más simple consiste en una base de pan horneada cubierta con salsa de tomate y queso (Wikipedia, 2020). Según CurioSfera (2020), tanto el pan como el queso poseen una larga trayectoria en la historia alimentaria. El pan se consume desde alrededor del 8000 a.C., mientras que el queso se remonta incluso a épocas anteriores. El primer registro escrito del término *pizza* data del año 997 d.C. y fue hallado en la ciudad italiana de Gaeta, aunque aún existen ciertas incertidumbres sobre el origen exacto del vocablo.

3.2.2. Pizza

Garay (2014) caracteriza a la pizza como un alimento cocido al horno, elaborado comúnmente a partir de una masa compuesta por harina de trigo, agua, sal y levadura. Esta base suele estar recubierta con salsa de tomate, queso y una variedad de ingredientes que varían según la tradición culinaria de cada región. En la mayoría de los casos, su preparación conserva un enfoque artesanal; sin embargo, desde los años 50, la industria alimentaria ha desarrollado múltiples presentaciones del producto, disponibles en supermercados como opciones de consumo rápido.

Por otro lado, platos como la pizza, la pasta o el risotto se han convertido en emblemas de la gastronomía italiana y figuran entre sus principales productos de exportación cultural. La pizza, en particular, forma parte de distintas categorías gastronómicas como comida rápida, casual, para llevar (*take out*) e incluso gourmet. En el Perú, representa aproximadamente el 17,5% de la oferta total en los restaurantes y ocupa el cuarto lugar en la preferencia de los consumidores al momento de elegir una comida fuera de casa. Esta creciente popularidad ha sido impulsada por la presencia de cadenas como Pizza en 1969 (Aguirre, 2011).

3.2.3. Masa de pizza

3.1.1.1 Harina

La harina es uno de los ingredientes fundamentales en la preparación de productos horneados, ya que proporciona volumen y estructura a la masa. Los

panaderos profesionales suelen seleccionar distintos tipos de harina en función de sus propiedades y calidades específicas (Wayne, 2011). Su composición está dominada por el almidón (entre 63% y 75%) y las proteínas (entre 7% y 15%). Además, contiene pequeñas cantidades de humedad, grasas, azúcares y minerales. Desde una perspectiva anatómica, está conformada aproximadamente por un 72% de endospermo y un 28% de salvado y cáscaras, donde también se encuentran las proteínas (Isique, 2014).

Las harinas pueden clasificarse en dos grandes grupos. Por un lado, las harinas fuertes, que contienen entre 10% y 13% de proteínas, son de alta calidad debido a su elevada capacidad de absorción de líquidos y adecuada retención de gases. Contienen glutenina y gliadina, proteínas responsables de la formación del gluten al hidratar y amasar la harina. Esto da lugar a una miga con buena textura y resistencia al proceso de fermentación (Isique, 2014).

Por otro lado, las harinas débiles tienen un contenido proteico inferior, entre 7.5% y 10%, lo que da lugar a un gluten menos elástico y menos capaz de retener gases, por lo que no absorben bien el agua. Este tipo de harina se utiliza principalmente para elaborar productos como galletas, pasteles y pays (Isique, 2014). La clasificación completa puede observarse en la Tabla 2.

En el caso particular de la pizza, la selección de la harina es crucial. La técnica de molienda permite obtener harinas con diferentes niveles de contenido mineral. En Italia, se utilizan criterios basados en el nivel de ceniza: cuanto menor es este valor, más blanca es la harina, ya que procede casi exclusivamente del endospermo. En consecuencia, la calidad de la pizza dependerá directamente del contenido de ceniza presente en la harina utilizada (Ntatsis, 2013).

Tabla 1.

Clasificación de tipos de harinas según la ley italiana

Tipo de harina	Humedad máx	Cenizas min.	Cenizas máx.	Proteínas min.	Cernido
0	14,50%		0,55%	9%	68%
0	14,50%		0,65%	11%	75%
1	14,50%		0,80%	12%	80%
2	14,50%		0,95%	12%	85%
Integral	14,50%	1,35%	1,65%	12%	100%

Nota. Modificado de Ntatsis (2013).

3.1.1.2 Levadura

La levadura es un agente fermentador esencial que, además de contener proteínas e hidratos de carbono, destaca por su alto contenido de micronutrientes. Se trata de un microorganismo vivo que cumple una función crucial en la fermentación de la masa. Un aspecto distintivo de la levadura es su interacción con la malta, la cual cumple dos funciones fundamentales. Primero, durante el proceso de reproducción por gemación, la malta sirve de alimento en presencia de oxígeno, permitiendo la división celular a partir de una célula madre, aproximadamente cada hora. Segundo, en condiciones anaeróbicas (sin oxígeno), la levadura lleva a cabo la fermentación, transformando los azúcares en dióxido de carbono, lo que provoca el aumento de volumen de la masa (Birch et al., 2013).

La fermentación, en este contexto, es un proceso donde la levadura convierte el azúcar en gas (bióxido de carbono) y alcohol. El gas liberado es el responsable del efecto leudante en las masas, es decir, del incremento en su volumen. Durante el horneado, el alcohol generado se evapora (Birch et al., 2013).

El término *leudar* hace referencia al proceso de incorporación de gases en la masa con el objetivo de expandir su volumen, mejorar su textura y definir su forma. Para que estos gases se mantengan atrapados en la mezcla hasta que esta adquiera suficiente firmeza, es fundamental un control riguroso del uso de la levadura. Incluso pequeñas variaciones en la cantidad empleada pueden provocar fallas significativas en los productos horneados. Además, el desempeño de la levadura está influenciado por la temperatura: a mayor temperatura, mayor rapidez en la fermentación (Birch et al., 2013).

3.1.1.3 Azúcar

El azúcar, conocido químicamente como sacarosa, es un compuesto que se obtiene principalmente de la caña de azúcar o de la remolacha. Forma parte del grupo de los carbohidratos debido a su composición de carbono, hidrógeno y oxígeno. Asimismo, está relacionado con los almidones por su naturaleza estructural. Los azúcares pueden clasificarse en tres grandes categorías: monosacáridos, disacáridos y polisacáridos. Los primeros, como la dextrosa y la fructosa (también denominada levulosa), son azúcares simples que pueden ser metabolizados directamente por la levadura. Los disacáridos, por otro lado, como la sacarosa, la maltosa y la lactosa, son azúcares dobles y son los más apropiados en procesos de panificación. Finalmente, los polisacáridos incluyen compuestos como el almidón y la celulosa, algunos de los cuales pueden convertirse en azúcares fermentables mediante la acción de la levadura (Wayne, 2011).

En la elaboración de productos horneados, el azúcar desempeña múltiples funciones. Además de aportar dulzura y sabor, contribuye a suavizar la textura de la masa, ya que debilita parcialmente la estructura del gluten, favoreciendo una masa más delicada. Durante el horneado, el azúcar interviene en la formación de la corteza a través de su caramelización, generando una barrera que reduce el ingreso directo del calor al interior del producto, lo cual ayuda a una cocción más uniforme y evita la pérdida excesiva de humedad. También aporta color a la superficie del pan. Gracias a su propiedad higroscópica, el azúcar retiene agua, lo que proporciona una textura más tierna al producto final, incrementa su volumen y contribuye a prolongar su frescura al conservar la humedad (Madrid, 2001).

3.1.1.4 Salvado de trigo

El salvado de trigo es la cubierta externa del grano de este cereal, obtenida tras la molienda y procesamiento del mismo. Representa aproximadamente el 15% del peso total del grano y se caracteriza por su alto contenido de fibra dietética, así como por una considerable concentración de micronutrientes. Entre los nutrientes más relevantes presentes en el salvado se encuentran las vitaminas del grupo B y K, además de minerales como fósforo, hierro, magnesio y selenio. Asimismo, contiene proteínas y grasas beneficiosas para la salud.

El consumo de fibra proveniente del salvado ofrece diversos beneficios fisiológicos. En primer lugar, promueve el adecuado funcionamiento del sistema digestivo al favorecer el equilibrio de la microbiota intestinal y regular el tránsito intestinal, contribuyendo así a la prevención del estreñimiento. En segundo lugar, la fibra ayuda a ralentizar la absorción de ciertos compuestos como azúcares y colesterol, lo que puede disminuir el riesgo de enfermedades cardiovasculares. Finalmente, la fibra genera una sensación prolongada de saciedad, lo que la convierte en un componente útil en planes alimenticios orientados al control de peso corporal.

3.1.1.5 Aceite

El aceite, una grasa de consistencia líquida, es utilizado con menor frecuencia en panificación en comparación con otras grasas. Esto se debe a que su incorporación en ciertas masas tiende a dispersarse ampliamente, lo cual puede debilitar significativamente la red de gluten, afectando así la textura deseada en productos como panes, pasteles o masas de fermentación rápida. Generalmente, su uso se limita a funciones específicas, tales como el engrasado de moldes, la fritura de donas o como recubrimiento superficial en ciertos panes dulces.

No obstante, el aceite cumple un rol importante en preparaciones que no dependen del gluten, ya que proporciona suavidad, aroma y contribuye a una mejor conservación del producto terminado. Además, favorece el desarrollo de un color atractivo en la corteza, mejorando la apariencia visual de los productos horneados.

3.1.1.6 Agua

El agua, un líquido incoloro, inodoro e insípido, desempeña un papel fundamental en la producción de pizzas. Su calidad es un factor determinante, ya que influye directamente en el resultado final del producto, afectando tanto la textura como el sabor. En el ámbito de la panificación, el agua no solo actúa como medio de hidratación para los ingredientes secos, sino que también interviene en procesos físicos y químicos esenciales durante la elaboración de la masa, por lo que su adecuada selección es clave para lograr productos de alta calidad.

3.1.1.7 Sal

El cloruro de sodio (NaCl), comúnmente conocido como sal, cumple múltiples funciones en la preparación de masas para panificación, especialmente en la elaboración de pizzas. No solo realza el sabor y el aroma del producto final, sino que también contribuye a fortalecer la red glutinosa, generando una masa más firme gracias a las interacciones electrostáticas entre sus componentes. Esta propiedad permite que las fibras del gluten se estructuren en forma más compacta y cohesionada.

Durante la cocción, la sal favorece el dorado de la superficie de la masa y aporta una textura crujiente. Además, gracias a su carácter higroscópico, mejora la hidratación de la masa, previniendo la pegajosidad. Actúa también como antioxidante, lo que ayuda a mantener el color claro de la masa, y como antiséptico, impidiendo el desarrollo de microorganismos indeseables como los que producen moho.

La proporción adecuada de sal se encuentra entre el 2,4% y el 2,6% del total de ingredientes. Un contenido inferior al 2% podría generar una masa débil que fermente con demasiada rapidez, mientras que cantidades superiores al 4,5% darían como resultado una masa excesivamente rígida. Es importante no mezclar directamente la sal con la levadura, ya que esto puede afectar negativamente a las células del fermento debido a la presión osmótica ejercida por la sal (Ntatsis, 2013).

3.3. MARCO REFERENCIAL

En el ámbito internacional, Amaury (2018) concluyó en su tesis que es posible sustituir hasta un 30% de harina de trigo por harina de arroz en la elaboración de masa para pizza, manteniendo una textura adecuada y un sabor agradable, lo cual garantiza una masa de alta calidad. No obstante, al superar el 60% de sustitución, la masa adquiere una elasticidad excesiva, lo que dificulta su manipulación y estiramiento.

Por otro lado, Guanoluisa (2020) determinó que utilizando el modelo Monod-Hinshelwood se puede alcanzar una vida útil de entre 52 y 70 días para masas de pizza, evaluadas en función de su calidad microbiológica. En términos de costos, se estimó que el precio por unidad de 200 gramos oscila entre 2,19 y 2,34 dólares estadounidenses para las formulaciones P1 y P2. Aunque esta cifra supera a la de las masas convencionales elaboradas con harina de trigo, se considera aceptable para el

nicho de consumidores que buscan productos libres de gluten y están dispuestos a pagar un precio premium.

A nivel nacional, Ochoa (2022) identificó que la mayoría de los hogares en Lima Metropolitana disponen de los equipos necesarios para almacenar y consumir pizzas precocidas. Además, desde la pandemia de COVID-19 se ha evidenciado un cambio en las preferencias de los consumidores, quienes se inclinan por productos que promuevan la salud y estén alineados con prácticas sostenibles. La autora también resalta que, debido al aumento de enfermedades asociadas a malos hábitos alimenticios y su vínculo con la mortalidad durante la pandemia, se ha generado una mayor demanda de alimentos saludables, como la quinua, junto con un crecimiento en la población vegana y vegetariana.

Por su parte, Medina (2021) concluye que la línea de producción de pre pizzas representa el segmento de mayor volumen y, por ende, requiere especial atención. Subraya también la importancia de implementar el sistema HACCP (Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control) para asegurar la inocuidad en la fabricación de masas de pizza.

Finalmente, Condori (2019) encontró que el método de amasado seguido por refrigeración, con una sustitución del 10% de harina de trigo por harina de quinua, fue el más valorado sensorialmente según la prueba de Tukey, con puntuaciones entre 2,53 y 4,70. El análisis químico proximal de esta formulación reveló: 22,20% de humedad, 1,75% de ceniza, 10,70% de proteína, 7,89% de grasa, 2,26% de fibra, 55,20% de carbohidratos y un aporte energético de 334,73 kilocalorías.

CAPÍTULO IV

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

4.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN

La presente investigación se enmarca dentro del enfoque aplicado, el cual representa el nivel más alto dentro de la jerarquía de investigación, ya que no solo exige cumplir con los niveles exploratorio, descriptivo y explicativo, sino que también demanda la implementación práctica de una solución al problema identificado. Según Robles (2015), este tipo de investigación se orienta a la resolución concreta de una problemática, mediante la manipulación de la variable independiente.

En cuanto al diseño metodológico, se adopta un diseño experimental, caracterizado por la observación y análisis del efecto que produce la variable independiente sobre la variable dependiente, permitiendo así establecer relaciones de causalidad entre ambas.

4.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

4.2.1. *Ubicación geográfica y temporal*

El presente estudio está proyectado realizarse en la región y provincia de Tacna, durante el año 2024.

El estudio experimental se desarrollará en el laboratorio de panificación de la ESIA-FCAG.

4.2.2. *Unidad de estudio*

La unidad de estudio está compuesta por las distintas unidades de masa de pizza integral de acuerdo a los tratamientos establecidos.

4.2.3. *Población*

Está conformada por las unidades de masa de pizza integral precocida; las cuales serán diseñadas en el proceso de aplicación de la investigación.

4.2.4. *Muestra*

Para el desarrollo del presente estudio, las muestras serán seleccionadas considerando los niveles establecidos de tiempo y temperatura propuestos para el proceso de precocción. Se empleará un diseño experimental factorial 3^2 , el cual contempla tres niveles para cada una de las dos variables independientes (tiempo y temperatura), generando así un total de nueve unidades experimentales, correspondientes a las combinaciones posibles entre dichos niveles.

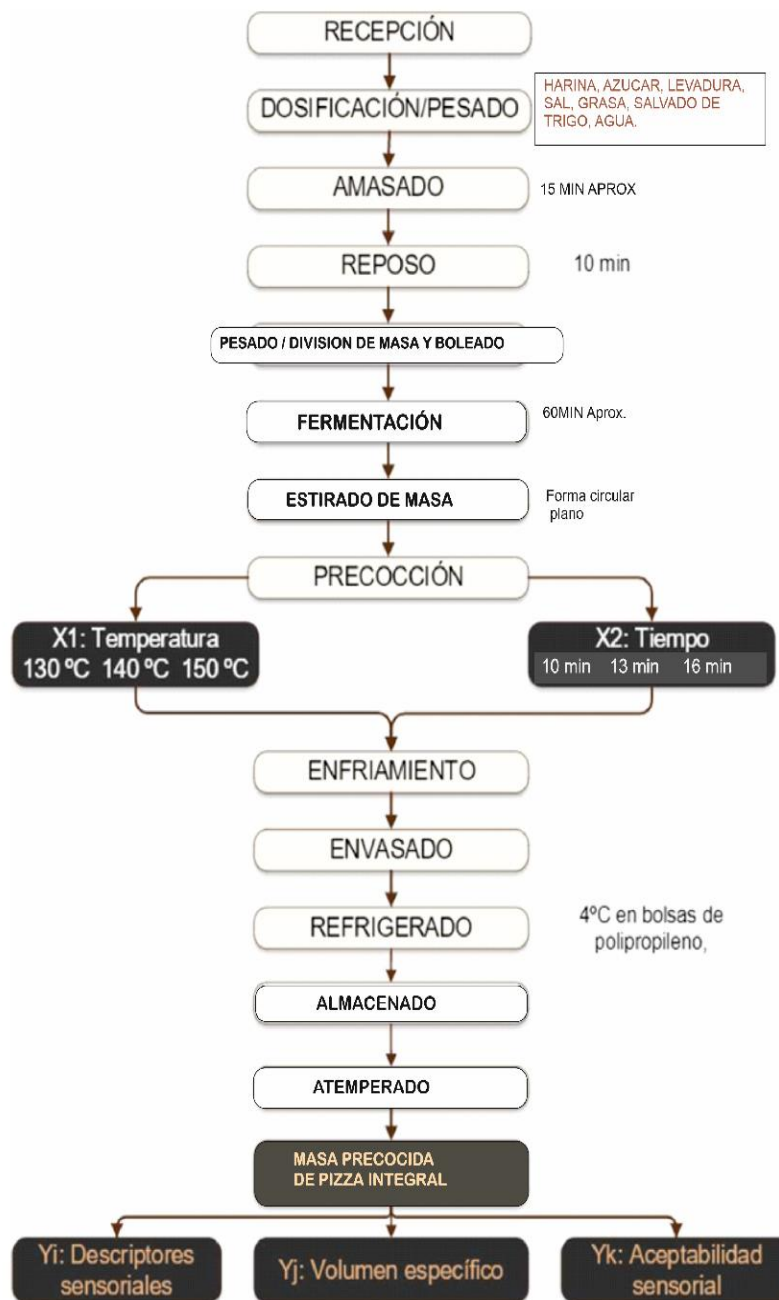
4.3. MÉTODO

4.3.1. *Diseño procedimental*

La elaboración de la masa de pizza integral precocida se desarrollará a escala de laboratorio; considerando un arreglo factorial 3^2 como el diseño que se muestra en la fig. 2.

Figura 2.

Diagrama procedimental del proceso de precocción de la masa de pizza integral



4.3.2. Instrumentos de medición

Para la medición de los parámetros y la obtención de los resultados de la presente investigación, se empleará las fichas de cata de aceptabilidad sensorial ver Anexo 1.

4.3.3. *Recolección de datos*

Para la recolección de datos en el presente estudio, se empleará un enfoque prospectivo, característico de los diseños experimentales. Este enfoque implica que los datos serán recopilados a medida que se desarrollen los ensayos, permitiendo la cuantificación directa de los resultados obtenidos. Asimismo, se destaca la participación activa y sistemática del investigador en las actividades realizadas en laboratorio, aspecto fundamental en este tipo de investigación (Supo, 2012).

4.3.4. *Análisis de datos*

Para el análisis de los datos que se irán recogiendo, serán analizados mediante la metodología de superficie de respuesta, se desarrollarán formas matemáticas, con la finalidad de brindar explicación sobre los efectos de las variables.

Por último, se determinarán las condiciones que son óptimas para el proceso del horneado. Para dar validez de la predicción y explicación de los modelos será evaluada por análisis de varianza (ANVA) al 5% de significancia. Para realizar los cálculos necesarios se empleará la hoja de cálculo de Excel y el SPSS.

CAPÍTULO V

TRATAMIENTO DE LOS RESULTADOS

5.1. Técnicas aplicadas en la recolección de información de medición

La recepción de los ingredientes donde se pesa y revisa las condiciones de los envases y fechas de caducidad.

Figura 3.

Pesado de ingredientes



Nota: Imágenes de captura propia (2024).

La dosificación de harina, azúcar, levadura, sal, grasa, salvado de trigo y agua. El amasado se realizó en un tiempo de 15 min aprox.

Figura 4.

Amasado



- El reposo conllevó un tiempo de 10 min. Se realizó el pesado y división de la masa para su respectiva fermentación de 60 min aprox., posteriormente durante el estirado se procuró una forma circular.

Figura 5.

Pesado de la masa



- Para la precocción se tomó las temperaturas (130°C, 140°C y 150°C) y tiempo (13 min y 16 min) dependiendo el diseño de los 9 tratamientos.
- Los 9 tratamiento siguieron los mismos procesos de enfriamiento, envasado, refrigerado y almacenado.

Figura 6.

Almacenado de pizza integral



5.2. Resultados

5.2.1. Volumen específico

Los resultados obtenidos en los nueve tratamientos, definidos conforme al Diseño Completamente Aleatorizado (DCA) con arreglo factorial, fueron evaluados con el fin de garantizar la confiabilidad y reproducibilidad de los datos. Para ello, se realizaron tres repeticiones por tratamiento, efectuando mediciones de altura y radio, necesarias para el cálculo del volumen específico correspondiente. Los valores presentados en cada tratamiento corresponden al promedio de las tres repeticiones realizadas, tal como se detalla en la Tabla 3.

Tabla 2.

Resultados para cálculo de volumen específico de los tratamientos.

Tratamiento	Altura (cm)	Radio (cm)	Volumen específico	Promedio
T1	2,50	10,20	817,1	827,9
	2,52	10,30	839,9	
	2,48	10,30	826,6	
T2	2,49	10,50	862,4	863,9
	2,52	10,40	856,3	
	2,52	10,50	872,8	
T3	2,45	11,00	931,3	928,9

	2,46	11,10	952,2	
	2,42	10,90	903,3	
T4	2,50	11,20	985,2	
	2,51	11,30	1006,9	985,9
	2,45	11,20	965,5	
T5	2,45	10,80	897,8	
	2,48	10,80	908,8	905,8
	2,44	10,90	910,7	
T6	2,36	10,50	817,4	
	2,44	10,50	845,1	834,2
	2,38	10,60	840,1	
T7	2,43	11,10	940,6	
	2,50	11,20	985,2	971,6
	2,51	11,20	989,1	
T8	2,51	10,60	886,0	
	2,52	10,60	889,5	881,6
	2,51	10,50	869,4	
T9	2,53	10,60	893,1	
	2,51	10,70	902,8	890,4
	2,48	10,60	875,4	

Nota: Valores determinados por medición instrumental, haciendo uso de un vernier.

5.2.2. Prueba sensorial

La tabla 4 muestra los resultados respecto al análisis sensorial, para la muestra codificada 518 correspondiente al tratamiento 1, cuyos valores de temperatura de horneado es de 130°C y tiempo de horneado de 10 minutos.

Tabla 4.

Prueba sensorial de la muestra 518

Panelistas	T1: 130°C x 10 min				
	Color	Volumen	Olor	Sabor	Crujiente
Panelista 1	5	6	5	7	6
Panelista 2	8	5	7	8	4
Panelista 3	6	6	8	6	5
Panelista 4	7	5	8	7	6

Panelista 5	6	7	4	8	5
Panelista 6	5	6	6	7	6
Panelista 7	7	8	7	7	8
Panelista 8	8	7	7	7	8
Panelista 9	6	5	8	7	4
Panelista 10	3	2	2	3	4
Panelista 11	2	4	3	3	4
Panelista 12	5	5	4	5	5
Panelista 13	5	7	5	7	7
Panelista 14	6	6	7	8	7
Panelista 15	4	1	4	1	4
Panelista 16	6	3	4	7	4
Panelista 17	7	6	5	5	5
Panelista 18	6	3	4	6	7
Panelista 19	6	4	5	4	4
Panelista 20	3	2	3	4	3
Panelista 21	9	10	8	9	9
Panelista 22	7	2	5	8	2
Panelista 23	6	4	5	8	4
Panelista 24	5	7	6	3	4
Panelista 25	2	2	2	5	3
Panelista 26	5	7	5	7	7
Panelista 27	6	6	7	8	7
Panelista 28	4	1	4	1	4
Panelista 29	6	3	4	7	4
Panelista 30	7	6	5	5	5
Promedio	6	5	5	6	5

Nota: Resultados correspondiente a la evaluación de 30 panelistas semientrenados.

La tabla 5 muestra los resultados respecto al análisis sensorial, para la muestra codificada 825 correspondiente al tratamiento 2, cuyos valores de temperatura de horneado es de 130°C y tiempo de horneado de 13 minutos.

La tabla 5 muestra los resultados respecto al análisis sensorial, para la muestra codificada 825 correspondiente al tratamiento 2, cuyos valores de temperatura de horneado es de 130°C y tiempo de horneado de 13 minutos.

Tabla 5.*Prueba sensorial de la muestra 825*

Panelista	T2: 130°C x 13 min				
	Color	Volumen	Olor	Sabor	Crujiente
Panelista 1	6	6	5	8	6
Panelista 2	7	7	5	8	7
Panelista 3	4	5	4	5	7
Panelista 4	5	6	4	8	7
Panelista 5	6	7	4	7	7
Panelista 6	6	7	6	8	6
Panelista 7	7	7	8	7	9
Panelista 8	8	5	5	8	5
Panelista 9	8	7	8	6	6
Panelista 10	5	5	6	6	5
Panelista 11	4	5	4	5	5
Panelista 12	3	4	3	4	3
Panelista 13	5	8	5	8	8
Panelista 14	6	6	7	9	6
Panelista 15	5	2	4	3	4
Panelista 16	4	4	4	9	5
Panelista 17	7	6	6	6	5
Panelista 18	6	4	3	6	7
Panelista 19	6	8	4	7	3
Panelista 20	3	3	3	4	4
Panelista 21	7	5	6	6	7
Panelista 22	5	5	8	10	5
Panelista 23	6	5	6	7	4
Panelista 24	5	5	3	5	6
Panelista 25	2	5	1	9	5
Panelista 26	8	5	5	8	5
Panelista 27	8	7	8	6	6
Panelista 28	5	5	6	6	5
Panelista 29	4	5	4	5	5
Panelista 30	3	4	3	4	3
Promedio	5	5	5	7	6

Nota: Resultados correspondiente a la evaluación de 30 panelistas semientrenados.

La tabla 6 muestra los resultados respecto al análisis sensorial, para la muestra codificada 437 correspondiente al tratamiento 3, cuyos valores de temperatura de horneado es de 130°C y tiempo de horneado de 16 minutos.

Tabla 6.

Prueba sensorial de la muestra 437

Panelista	T3: 130°C x 16 min				
	Color	Volumen	Olor	Sabor	Crujiente
Panelista 1	6	4	5	8	4
Panelista 2	10	6	5	9	8
Panelista 3	7	8	6	9	7
Panelista 4	9	6	7	8	7
Panelista 5	7	6	4	4	5
Panelista 6	5	5	6	5	6
Panelista 7	8	9	8	9	8
Panelista 8	10	5	5	4	5
Panelista 9	8	7	7	7	7
Panelista 10	5	4	4	3	4
Panelista 11	4	5	6	6	6
Panelista 12	5	4	5	6	5
Panelista 13	5	8	5	8	8
Panelista 14	6	6	7	7	5
Panelista 15	5	2	4	3	4
Panelista 16	6	5	6	8	7
Panelista 17	3	4	5	6	5
Panelista 18	7	2	5	7	3
Panelista 19	7	6	4	3	3
Panelista 20	4	4	3	3	3
Panelista 21	5	6	5	7	8
Panelista 22	5	4	7	8	5
Panelista 23	6	6	8	9	4
Panelista 24	3	5	6	6	3
Panelista 25	5	2	4	6	3
Panelista 26	6	6	7	7	5
Panelista 27	5	2	4	3	4

Panelista 28	6	5	6	8	7
Panelista 29	3	4	5	6	5
Panelista 30	7	2	5	7	3
Promedio	6	5	5	6	5

Nota: Resultados correspondiente a la evaluación de 30 panelistas semientrenados.

La tabla 7 muestra los resultados respecto al análisis sensorial, para la muestra codificada 648 correspondiente al tratamiento 4, cuyos valores de temperatura de horneado es de 140°C y tiempo de horneado de 10 minutos.

Tabla 7.

Prueba sensorial de la muestra 648

Panelista	T4: 140°C x 10 min				
	Color	Volumen	Olor	Sabor	Crujiente
Panelista 1	6	4	5	7	4
Panelista 2	10	5	9	10	9
Panelista 3	8	6	6	8	7
Panelista 4	8	6	8	8	7
Panelista 5	6	7	4	5	7
Panelista 6	6	7	7	7	8
Panelista 7	7	8	7	8	7
Panelista 8	5	8	5	3	8
Panelista 9	8	7	7	6	6
Panelista 10	5	4	5	5	4
Panelista 11	7	7	8	8	6
Panelista 12	6	5	6	7	5
Panelista 13	8	8	5	8	8
Panelista 14	6	6	8	7	7
Panelista 15	6	2	4	4	4
Panelista 16	8	3	4	8	7
Panelista 17	7	4	6	7	5
Panelista 18	6	3	4	8	3
Panelista 19	7	6	4	6	3
Panelista 20	4	4	4	3	3
Panelista 21	9	7	8	8	9

Panelista 22	8	2	7	8	3
Panelista 23	6	5	3	5	3
Panelista 24	4	6	7	5	4
Panelista 25	5	4	5	6	4
Panelista 26	8	3	4	8	7
Panelista 27	7	4	6	7	5
Panelista 28	6	3	4	8	3
Panelista 29	7	6	4	6	3
Panelista 30	4	4	4	3	3
Promedio	7	5	6	7	5

Nota: Resultados correspondiente a la evaluación de 30 panelistas semientrenados.

La tabla 8 muestra los resultados respecto al análisis sensorial, para la muestra codificada 952 correspondiente al tratamiento 5, cuyos valores de temperatura de horneado es de 140°C y tiempo de horneado de 13 minutos.

Tabla 8.

Prueba sensorial de la muestra 952

Panelista	T5: 140°C x 13 min				
	Color	Volumen	Olor	Sabor	Crujiente
Panelista 1	6	5	7	8	5
Panelista 2	10	8	10	9	10
Panelista 3	7	6	6	8	7
Panelista 4	10	5	7	9	6
Panelista 5	8	7	6	5	7
Panelista 6	8	8	7	9	8
Panelista 7	7	8	8	9	8
Panelista 8	8	7	7	10	6
Panelista 9	8	6	7	5	4
Panelista 10	6	5	6	4	5
Panelista 11	5	6	4	6	5
Panelista 12	6	5	6	6	7
Panelista 13	8	8	5	8	9

Panelista 14	6	7	7	7	7
Panelista 15	6	3	4	4	5
Panelista 16	7	5	6	9	7
Panelista 17	7	6	7	7	6
Panelista 18	7	6	5	8	5
Panelista 19	9	4	4	3	3
Panelista 20	5	4	6	5	5
Panelista 21	9	7	7	8	7
Panelista 22	8	8	9	10	4
Panelista 23	8	6	7	6	5
Panelista 24	3	5	6	6	8
Panelista 25	9	5	5	9	5
Panelista 26	6	3	4	4	5
Panelista 27	7	5	6	9	7
Panelista 28	7	6	7	7	6
Panelista 29	7	6	5	8	5
Panelista 30	9	4	4	3	3
Promedio	7	6	6	7	6

Nota: Resultados correspondiente a la evaluación de 30 panelistas semientrenados.

La tabla 9 muestra los resultados respecto al análisis sensorial, para la muestra codificada 269 correspondiente al tratamiento 6, cuyos valores de temperatura de horneado es de 140°C y tiempo de horneado de 16 minutos.

Tabla 9.

Prueba sensorial de la muestra 269

Panelista	T6: 140°C x 16 min				
	Color	Volumen	Olor	Sabor	Crujiente
Panelista 1	5	6	5	7	6
Panelista 2	8	5	7	8	4
Panelista 3	6	6	8	6	5
Panelista 4	7	5	8	7	6
Panelista 5	6	7	4	8	5
Panelista 6	5	6	6	7	6
Panelista 7	7	8	7	7	8
Panelista 8	8	7	7	7	8
Panelista 9	6	5	8	7	4

Panelista 10	3	2	2	3	4
Panelista 11	2	4	3	3	4
Panelista 12	5	5	4	5	5
Panelista 13	5	7	5	7	7
Panelista 14	6	6	7	8	7
Panelista 15	4	1	4	1	4
Panelista 16	6	3	4	7	4
Panelista 17	7	6	5	5	5
Panelista 18	6	3	4	6	7
Panelista 19	6	4	5	4	4
Panelista 20	3	2	3	4	3
Panelista 21	9	10	8	9	9
Panelista 22	7	2	5	8	2
Panelista 23	6	4	5	8	4
Panelista 24	5	7	6	3	4
Panelista 25	2	2	2	5	3
Panelista 26	6	6	7	8	7
Panelista 27	4	1	4	1	4
Panelista 28	6	3	4	7	4
Panelista 29	7	6	5	5	5
Panelista 30	6	3	4	6	7
Promedio	6	5	5	6	5

Nota: Resultados correspondiente a la evaluación de 30 panelistas semientrenados.

La tabla 10 muestra los resultados respecto al análisis sensorial, para la muestra codificada 673 correspondiente al tratamiento 7, cuyos valores de temperatura de horneado es de 150°C y tiempo de horneado de 10 minutos.

Tabla 10.

Prueba sensorial de la muestra 673

Panelista	T7: 150°C x 10 min				
	Color	Volumen	Olor	Sabor	Crujiente
Panelista 1	6	6	5	8	6
Panelista 2	7	7	5	8	7
Panelista 3	4	5	4	5	7

Panelista 4	5	6	4	8	7
Panelista 5	6	7	4	7	7
Panelista 6	6	7	6	8	6
Panelista 7	7	7	8	7	9
Panelista 8	8	5	5	8	5
Panelista 9	8	7	8	6	6
Panelista 10	5	5	6	6	5
Panelista 11	4	5	4	5	5
Panelista 12	3	4	3	4	3
Panelista 13	5	8	5	8	8
Panelista 14	6	6	7	9	6
Panelista 15	5	2	4	3	4
Panelista 16	4	4	4	9	5
Panelista 17	7	6	6	6	5
Panelista 18	6	4	3	6	7
Panelista 19	6	8	4	7	3
Panelista 20	3	3	3	4	4
Panelista 21	7	5	6	6	7
Panelista 22	5	5	8	10	5
Panelista 23	6	5	6	7	4
Panelista 24	5	5	3	5	6
Panelista 25	2	5	1	9	5
Panelista 26	7	6	6	6	5
Panelista 27	6	4	3	6	7
Panelista 28	6	8	4	7	3
Panelista 29	3	3	3	4	4
Panelista 30	7	5	6	6	7
Promedio	6	5	5	7	6

Nota: Resultados correspondiente a la evaluación de 30 panelistas semientrenados.

La tabla 11 muestra los resultados respecto al análisis sensorial, para la muestra codificada 381 correspondiente al tratamiento 8, cuyos valores de temperatura de horneado es de 150°C y tiempo de horneado de 13 minutos.

Tabla 11.*Prueba sensorial de la muestra 381*

Panelista	T8: 150°C x 13 min				
	Color	Volumen	Olor	Sabor	Crujiente
Panelista 1	6	4	5	8	4
Panelista 2	10	6	5	9	8
Panelista 3	7	8	6	9	7
Panelista 4	9	6	7	8	7
Panelista 5	7	6	4	4	5
Panelista 6	5	5	6	5	6
Panelista 7	8	9	8	9	8
Panelista 8	10	5	5	4	5
Panelista 9	8	7	7	7	7
Panelista 10	5	4	4	3	4
Panelista 11	4	5	6	6	6
Panelista 12	5	4	5	6	5
Panelista 13	5	8	5	8	8
Panelista 14	6	6	7	7	5
Panelista 15	5	2	4	3	4
Panelista 16	6	5	6	8	7
Panelista 17	3	4	5	6	5
Panelista 18	7	2	5	7	3
Panelista 19	7	6	4	3	3
Panelista 20	4	4	3	3	3
Panelista 21	5	6	5	7	8
Panelista 22	5	4	7	8	5
Panelista 23	6	6	8	9	4
Panelista 24	3	5	6	6	3
Panelista 25	5	2	4	6	3
Panelista 26	6	5	6	8	7
Panelista 27	3	4	5	6	5
Panelista 28	7	2	5	7	3
Panelista 29	7	6	4	3	3
Panelista 30	4	4	3	3	3
Promedio	6	5	5	6	5

La tabla 12 muestra los resultados respecto al análisis sensorial, para la muestra codificada 791 correspondiente al tratamiento 9, cuyos valores de temperatura de horneado es de 150°C y tiempo de horneado de 16 minutos.

Tabla 12.

Prueba sensorial de la muestra 791

Panelista	T9: 150°C x 16 min				
	Color	Volumen	Olor	Sabor	Crujiente
Panelista 1	6	4	5	7	4
Panelista 2	10	5	9	10	9
Panelista 3	8	6	6	8	7
Panelista 4	8	6	8	8	7
Panelista 5	6	7	4	5	7
Panelista 6	6	7	7	7	8
Panelista 7	7	8	7	8	7
Panelista 8	5	8	5	3	8
Panelista 9	8	7	7	6	6
Panelista 10	5	4	5	5	4
Panelista 11	7	7	8	8	6
Panelista 12	6	5	6	7	5
Panelista 13	8	8	5	8	8
Panelista 14	6	6	8	7	7
Panelista 15	6	2	4	4	4
Panelista 16	8	3	4	8	7
Panelista 17	7	4	6	7	5
Panelista 18	6	3	4	8	3
Panelista 19	7	6	4	6	3
Panelista 20	4	4	4	3	3
Panelista 21	9	7	8	8	9
Panelista 22	8	2	7	8	3
Panelista 23	6	5	3	5	3
Panelista 24	4	6	7	5	4
Panelista 25	5	4	5	6	4
Panelista 26	8	3	4	8	7
Panelista 27	7	4	6	7	5
Panelista 28	6	3	4	8	3

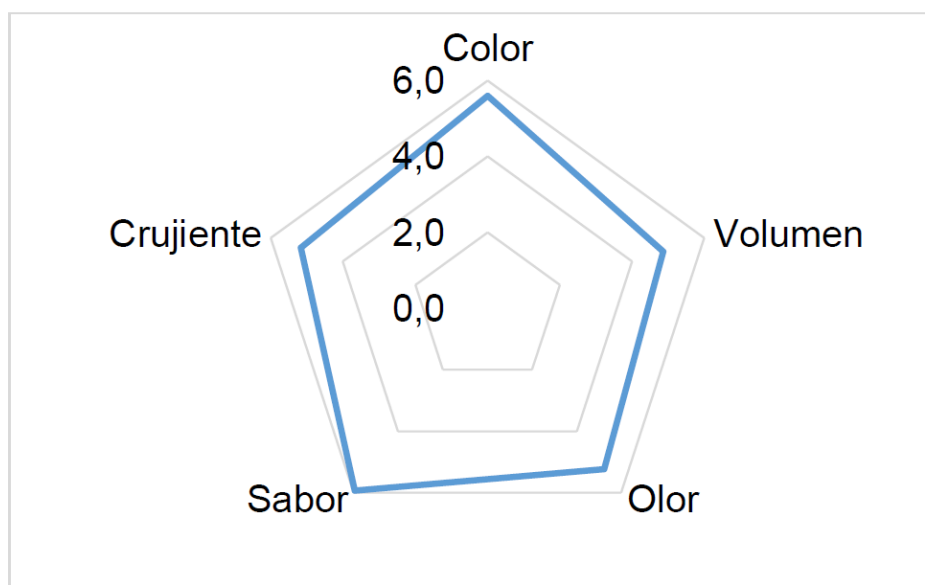
Panelista 29	7	6	4	6	3
Panelista 30	4	4	4	3	3
Promedio	7	5	6	7	5

5.2.3. Gráfica radial

Las gráficas radiales, para los resultados analíticos respecto al análisis sensorial donde se destacan los valores preferentes en relación a los caracteres anañizados: color, volumen, olor, sabor, crujiente. Las gráficas se presentan para los 9 tratamientos según codificación establecida.

Figura 7.

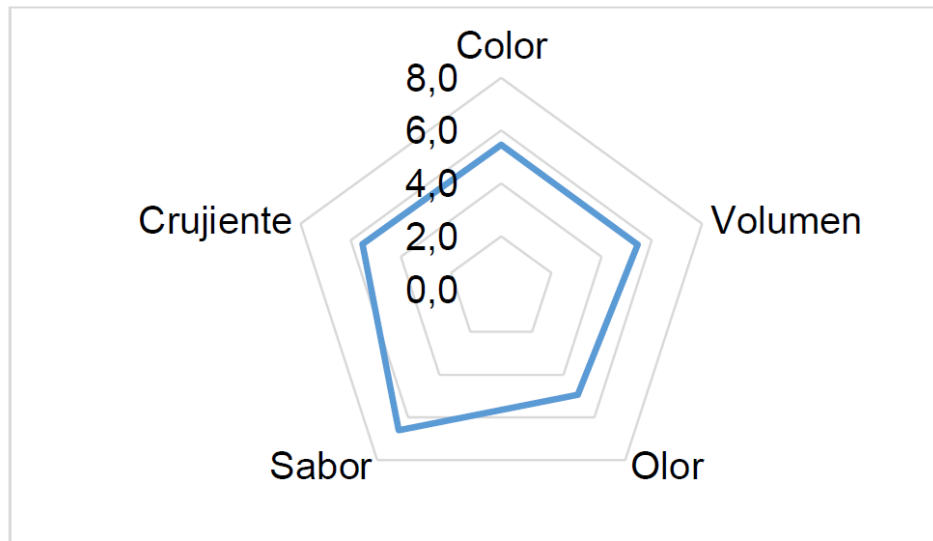
Grafica radial de la muestra 518



Nota. La muestra 518 presenta mayor aceptabilidad en las características de sabor (5,9) y color (5,6).

Figura 8.

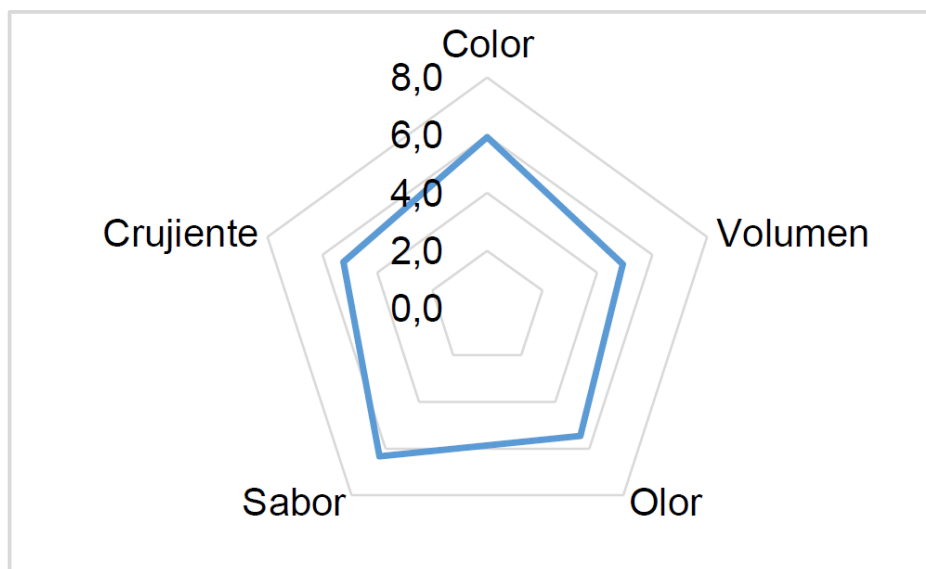
Gráfica radial de la muestra 825



Nota. La muestra 825 presenta mayor aceptabilidad en la característica del sabor (6,6)

Figura 9.

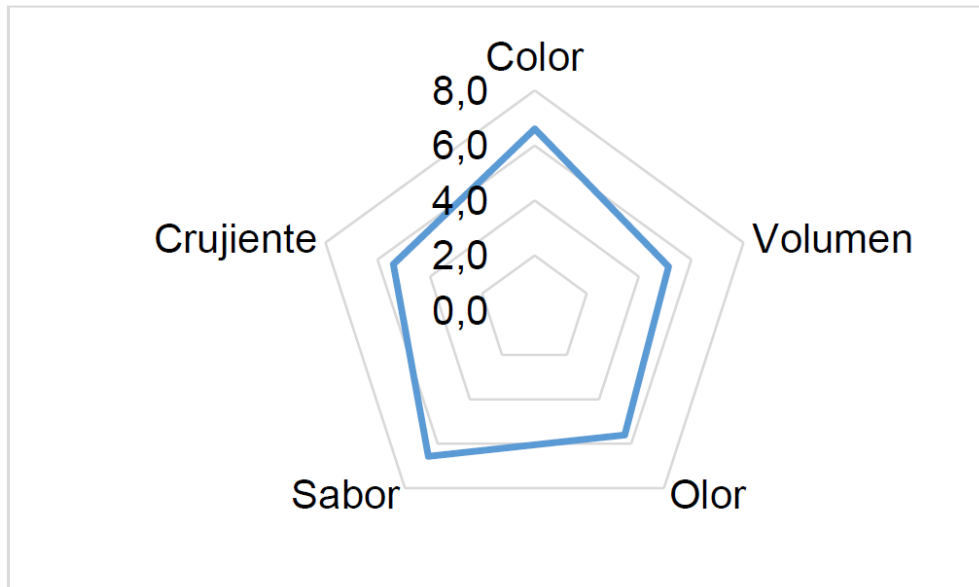
Gráfica radial de la muestra 437



Nota. La muestra 437 presenta mayor aceptabilidad en las características de sabor (6,3), color (6,6) y olor (5,5).

Figura 10.

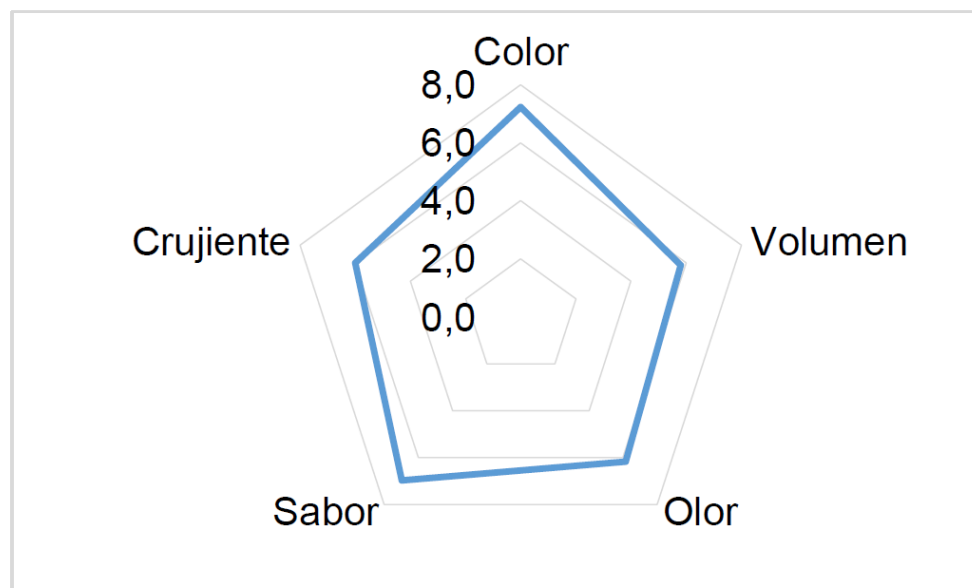
Gráfica radial de la muestra 648



Nota. La muestra 648 presenta mayor aceptabilidad en las características de sabor (6,6), color (6,6) y olor (5,6).

Figura 11

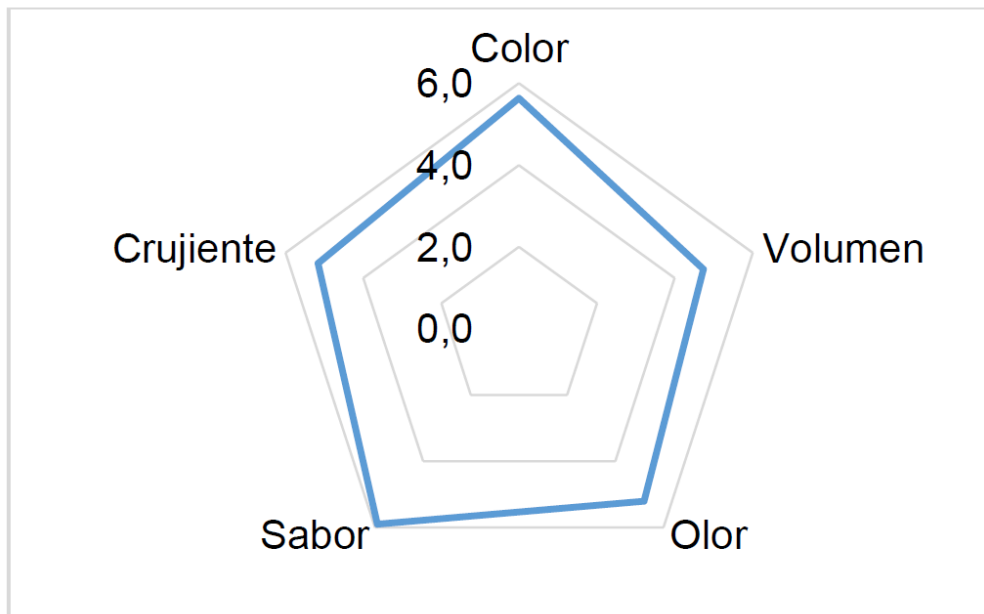
Gráfica radial de la muestra 952



Nota. La muestra 952 presenta mayor aceptabilidad en las características de sabor (7,0), color (7,2) y olor (6,5).

Figura 12.

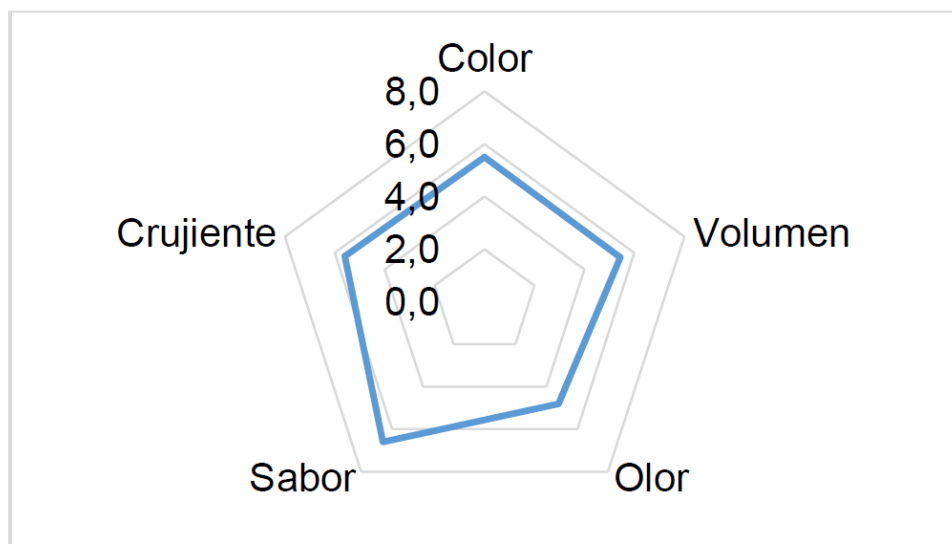
Gráfica radial de la muestra 269



Nota. La muestra 269 presenta mayor aceptabilidad en las características de sabor (5,9), color (5,6) y crujiente (5,2).

Figura 13.

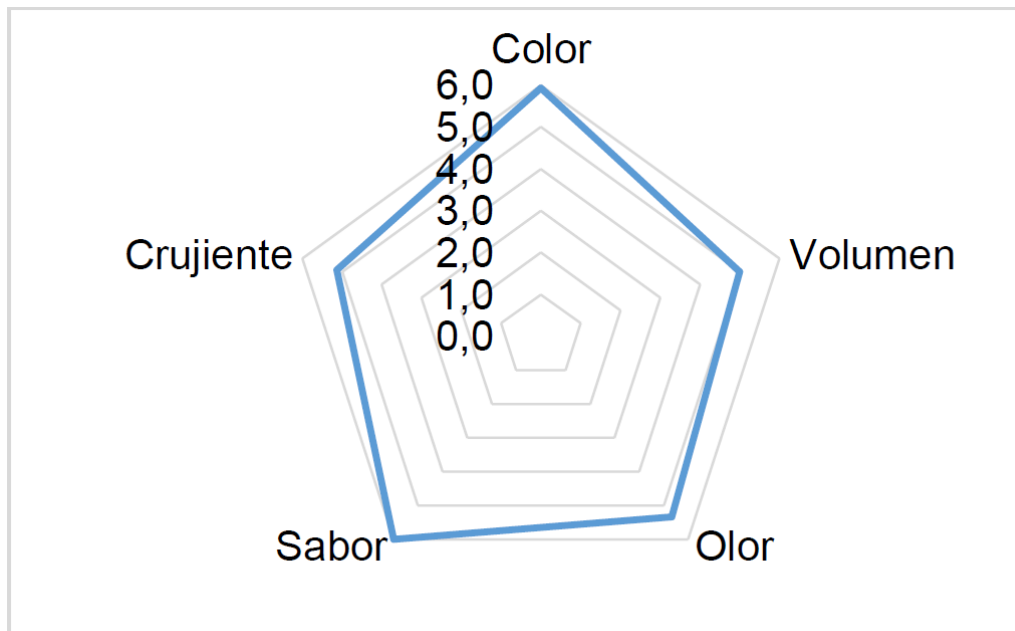
Gráfica radial de la muestra 673



Nota. La muestra 673 presenta mayor aceptabilidad en las características de sabor (6,6), color (5,9) y crujiente (5,6).

Figura 14

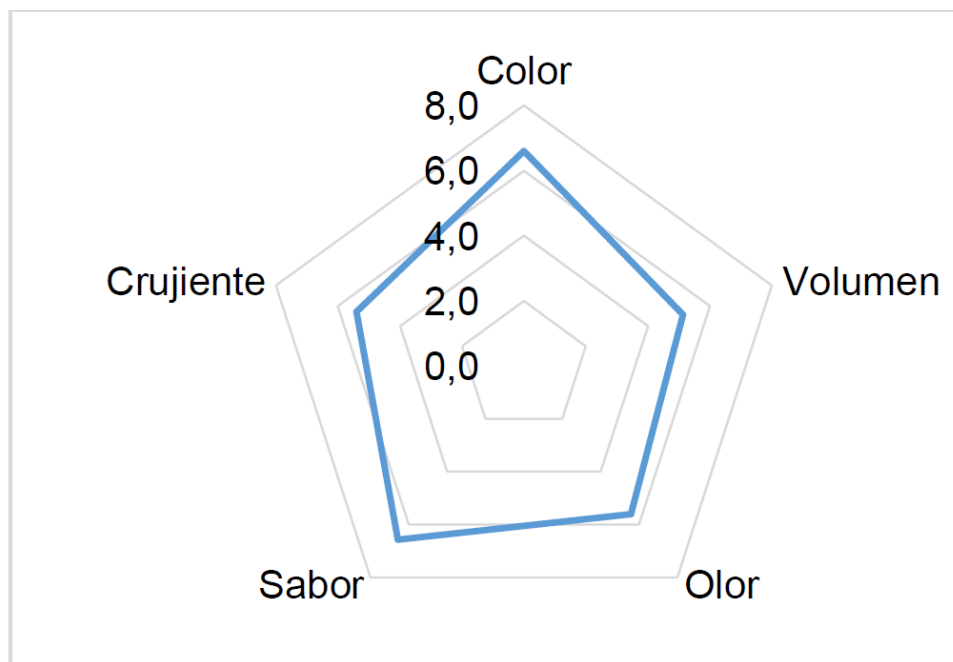
Gráfica radial de la muestra 381



Nota. La muestra 381 presenta mayor aceptabilidad en las características de sabor (6,0), color (5,9) y crujiente (5,6).

Figura 15

Gráfica radial de la muestra 791



Nota. La muestra 791 presenta mayor aceptabilidad en las características de sabor (6,6), color (6,6) y olor (5,6).

5.2.4. Prueba ANOVA

La prueba ANOVA (ver tabla 13) determina si alguna de las medias de los tratamientos es estadísticamente significativa.

$H_0 = \text{Todas las medias de los tratamientos son iguales}$

$\rho > 0,05 = \text{Se acepta } H_0$

$H_a = \text{Al menos una de las medias de los tratamientos es diferente}$

$\rho < 0,05 = \text{Se rechaza la } H_0$

Tabla 13.

Tabla de ANOVA para el volumen por tratamiento

Fuente	Suma de cuadrados	de GI	Cuadrado Medio	Razón F	Valor p
Entre grupos	73901,4	8	9237,68	32,83	0,000
Intra grupos	5064,91	18	281,384		0
Total	78966,3	26			

Nota: Resultados de análisis en software Statgraphics 19, para volúmen específico.

La tabla de ANOVA descompone la varianza del contenido de antocianinas en un componente “entre grupos” y un componente “dentro de grupos”. La razón F, que es igual a 32.8294, es el cociente entre el estimado “entre grupos” y el estimado “dentro de grupos”. Puesto que el $\rho < 0,05$, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de volumen específico entre un nivel de tratamiento y otro, con un nivel del 5% de significación, pudiendo aplicar la prueba LSD para determinar cuáles son significativamente diferentes entre sí.

5.2.5. Prueba LSD

La prueba LSD (diferencia mínimamente significativa) permite determinar la diferencia significativa entre los contrastes de todos los tratamientos (ver tabla 14).

Tabla 14.*Contraste de los tratamientos*

Nº	Contraste	Sig.	Diferencia	+/- Límites
1	T1 - T2	*	-35,9667	28,775
2	T1 - T3	*	-101,067	28,775
3	T1 - T4	*	-158,0	28,775
4	T1 - T5	*	-77,9	28,775
5	T1 - T6		-6,33333	28,775
6	T1 - T7	*	-143,767	28,775
7	T1 - T8	*	-53,7667	28,775
8	T1 - T9	*	-62,5667	28,775
9	T2 - T3	*	-65,1	28,775
10	T2 - T4	*	-122,033	28,775
11	T2 - T5	*	-41,9333	28,775
12	T2 - T6	*	29,6333	28,775
13	T2 - T7	*	-107,8	28,775
14	T2 - T8		-17,8	28,775
15	T2 - T9		-26,6	28,775
16	T3 - T4	*	-56,9333	28,775
17	T3 - T5		23,1667	28,775
18	T3 - T6	*	94,7333	28,775
19	T3 - T7	*	-42,7	28,775
20	T3 - T8	*	47,3	28,775
21	T3 - T9	*	38,5	28,775
22	T4 - T5	*	80,1	28,775
23	T4 - T6	*	151,667	28,775
24	T4 - T7		14,2333	28,775
25	T4 - T8	*	104,233	28,775
26	T4 - T9	*	95,4333	28,775
27	T5 - T6	*	71,5667	28,775
28	T5 - T7	*	-65,8667	28,775
29	T5 - T8		24,1333	28,775
30	T5 - T9		15,3333	28,775
31	T6 - T7	*	-137,433	28,775
32	T6 - T8	*	-47,4333	28,775
33	T6 - T9	*	-56,2333	28,775
34	T7 - T8	*	90,0	28,775
35	T7 - T9	*	81,2	28,775
36	T8 - T9		-8,8	28,775

En la tabla 14 se aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. La mitad inferior de la salida muestra las diferencias estimadas entre cada par de medias. El asterisco que se encuentra al lado de los 28 pares indica que estos pares muestran diferencias estadísticamente significativas con un nivel del 95.0% de confianza. El contraste de los tratamientos T1 -T6, T2 – T8, T2 – T9, T3 – T5, T4 – T7, T5 – T8, T6 – T7 y T8 – T9, no presentan diferencia significativa, es decir, presentan similitud en sus resultados a pesar de presentar diferencias entre sus tratamientos.

Tabla 15.

Tabla de LSD para los tratamientos

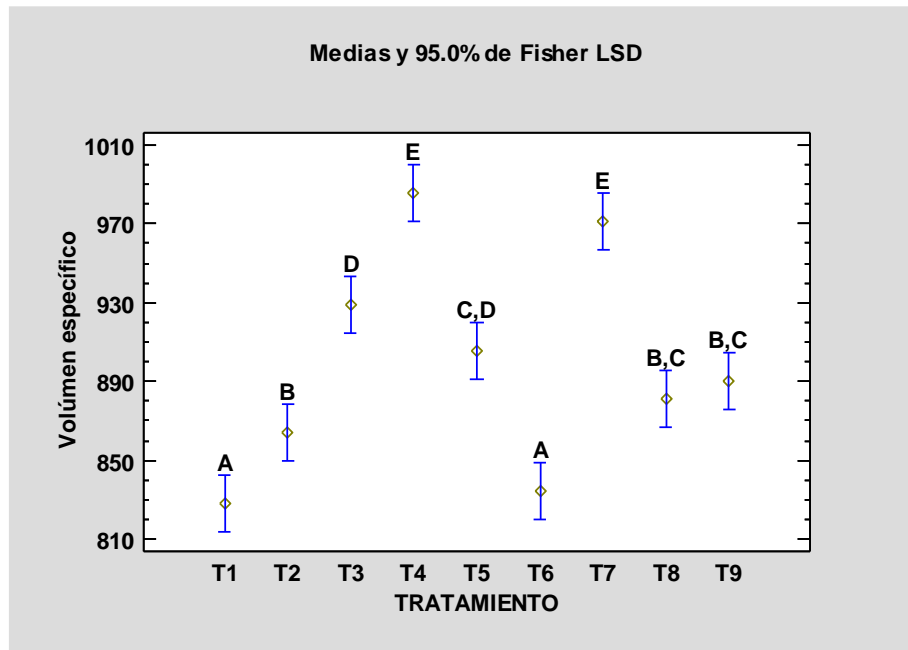
Tratamientos	Casos	Media			
T1	3	827,867	A		
T6	3	834,2	A		
T2	3	863,833		B	
T8	3	881,633		B	C
T9	3	890,433		B	C
T5	3	905,767			C D
T3	3	928,933			D
T7	3	971,633			
T4	3	985,867			

La tabla 15 describe el método empleado actualmente para discriminar entre las medias es el procedimiento de diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher, donde se aprecian 5 grupos homogéneos según la alineación de las letras en las columnas, donde los niveles que compartan una misma letra poseen similitud de resultados como lo tratamientos T8, T9 y T5.

La prueba de LSD presenta una gráfica (ver fig. 16) donde se aprecia el contraste de los tratamientos. Las letras iguales representan los tratamientos homogéneos como el caso de T5, T8 y T9.

Tabla 16.

Prueba de LSD de los tratamientos

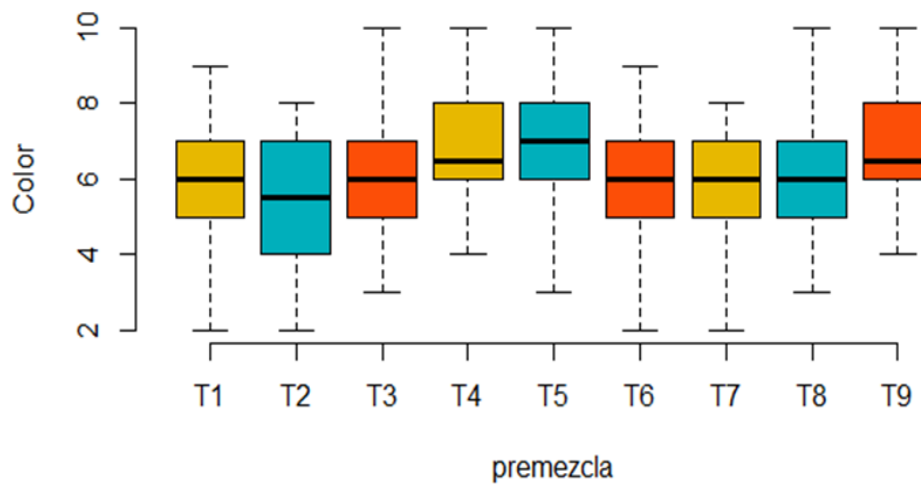


5.2.6. Diagramas de cajones y bigotes

La prueba de cajones y bigotes (ver figura 16) establece la variabilidad de los datos, así como el tipo de desviación (simétrica, asimétrica negativa o positiva).

Figura 16.

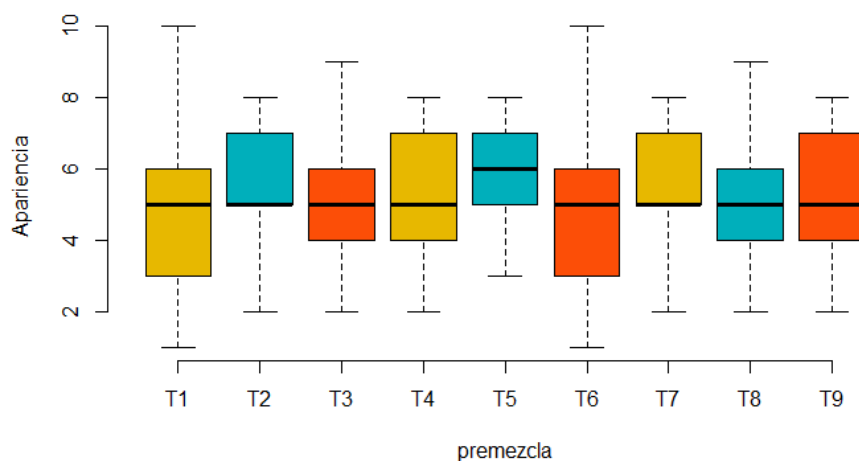
Gráfico de cajones y bigotes del análisis de color



La gráfica de caja y bigotes establece una mayor dispersión de datos en los tratamientos T1 y T6; mientras que una menor variabilidad de datos en T4 y T9. No presentan puntos. Las muestras T1, T2, T3, T5, T6, T7 y T8 presentan una distribución simétrica, mientras que T4 y T9 presentan una asimetría negativa.

Figura 17.

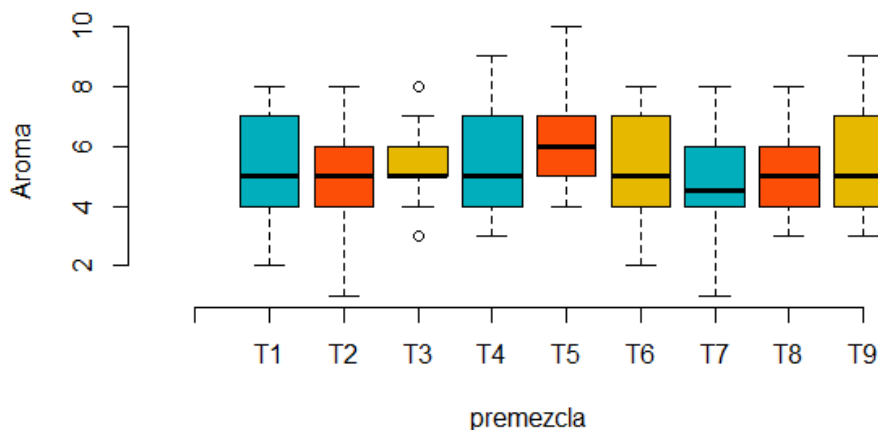
Gráfica de cajones y bigotes del análisis de apariencia



La figura 17 establece una mayor dispersión de datos en los tratamientos T1 y T6, no presenta puntos atípicos. Las muestras T3, T5 y T8 presentan una distribución simétrica; mientras que T1 y T6 una asimetría positiva; a diferencia de T2, T4, T7 y T9 con una asimetría negativa.

Figura 18.

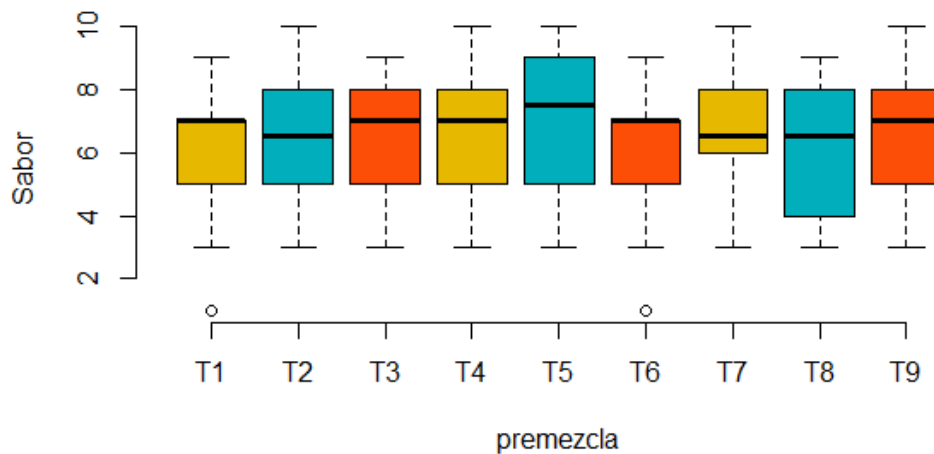
Gráfica de cajones y bigotes del análisis de aroma



En la fig. 18 se observa una mayor dispersión de datos en los tratamientos T2 y T7, los puntos atípicos se encuentran en los tratamientos T3. Las muestras T2, T5 y T8 presentan una distribución simétrica; mientras que T1, T3, T4, T6, T7 y T9 una asimetría negativa.

Figura 19.

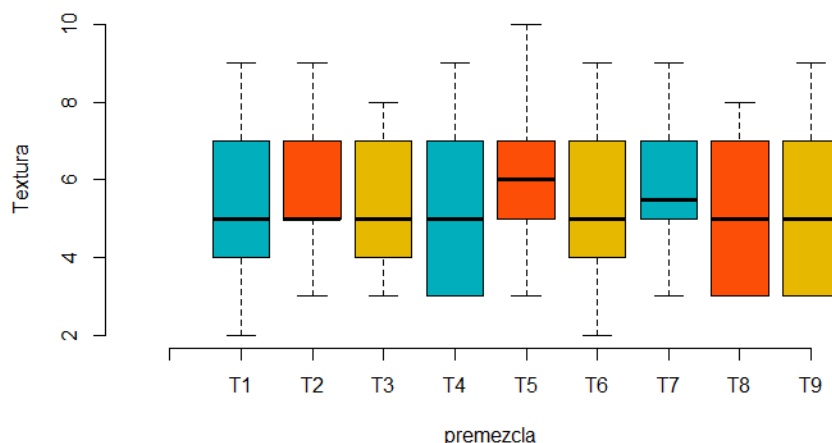
Gráfica de cajones y bigotes del análisis de sabor



La fig. 19 establece una dispersión de datos similar entre los tratamientos. Los puntos atípicos se presentan en los tratamientos T1 y T6. La muestra T2 presentan una distribución simetría mientras que T1, T3, T4, T5, T6, T8 y T9 una asimetría positiva; a diferencia de T7 con una asimetría negativa. En esta prueba se observa una mayor similitud en las puntuaciones de los panelistas.

Figura 20.

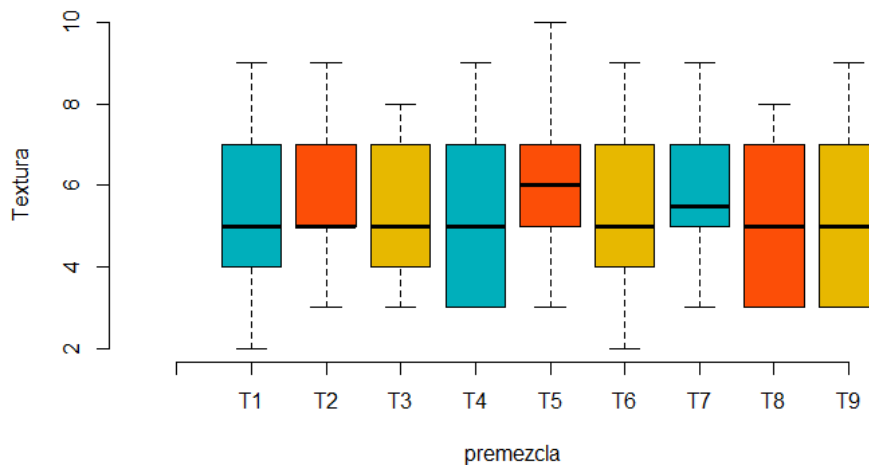
Gráfica de cajas y bigotes del análisis de la textura



La figura 20 establece una dispersión de datos similar entre los tratamientos T1 y T6. No se presentan puntos atípicos. Las muestras T4, T5, T8 y T9 presentan una distribución simetría mientras que T1, T2, T3, T6 y T7 una asimetría negativa. En esta prueba se observa una mayor similitud en las puntuaciones de los panelistas.

Figura 21.

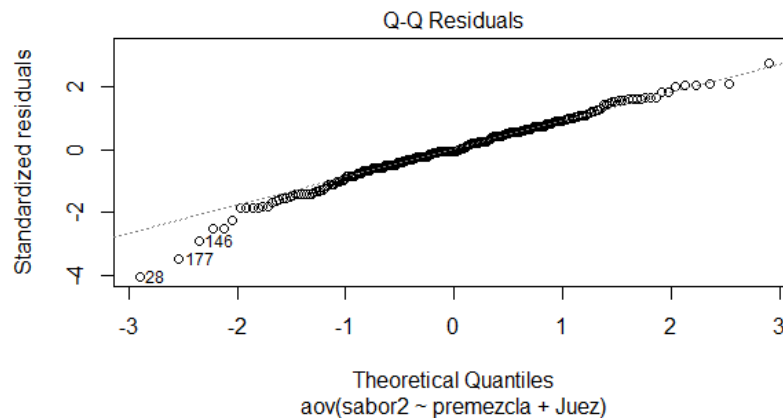
Gráfica de cajas y bigotes del análisis de la apariencia



La figura 21 establece una dispersión mayor en los tratamientos T1 y T6, no se presentan puntos atípicos. Las muestras T4, T5, T8 y T9 presentan una distribución simetría mientras que T1, T2, T3, T6 y T7 una asimetría negativa. En esta prueba se observa una mayor similitud en las puntuaciones de los panelistas.

5.2.7. Prueba de Shapiro – WILK

Prueba de Shapiro – Wilk para el análisis del saborB

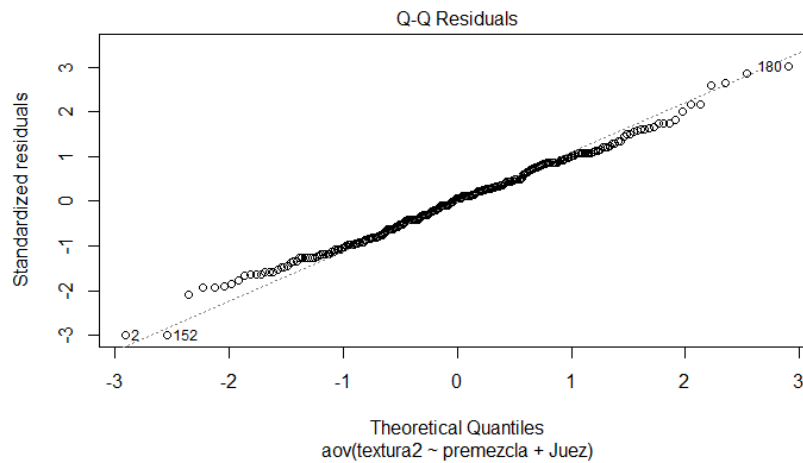


$W = 0,98481, p = 0,005791$

Dado que $p < 0,05$, se rechaza la hipótesis nula por lo tanto las varianzas poblacionales no están distribuidas normalmente, además solo presenta 3 datos atípicos.

Figura 22.

Prueba de Shapiro – Wilk para el análisis de la textura

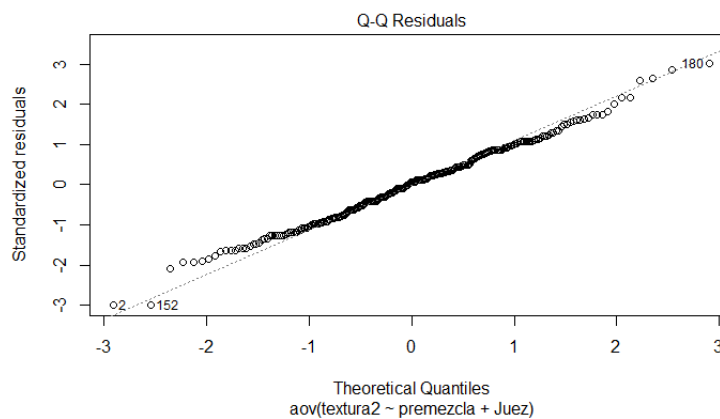


$$W = 0,99474, p = 0,4815$$

Dado que $p > 0,05$, se acepta la hipótesis nula por lo tanto las varianzas poblacionales están distribuidas normalmente, además solo presenta 3 datos atípicos

Figura 23.

Prueba de Shapiro - Wilk para el análisis de la aceptabilidad



$$W = 0.98293 \quad p = 0,002573$$

Dado que $p < 0,05$, se rechaza la hipótesis nula por lo tanto las varianzas poblacionales no están distribuidas normalmente, además solo presenta 3 datos atípicos.

5.2.8. Prueba de Levene

En la prueba de Levene el p-value se usa para evaluar la hipótesis nula de que las varianzas de los grupos son iguales, es decir homogeneidad de varianzas (ver figuras 28).

$H_0 =$ Las varianzas poblacionales son homogéneas

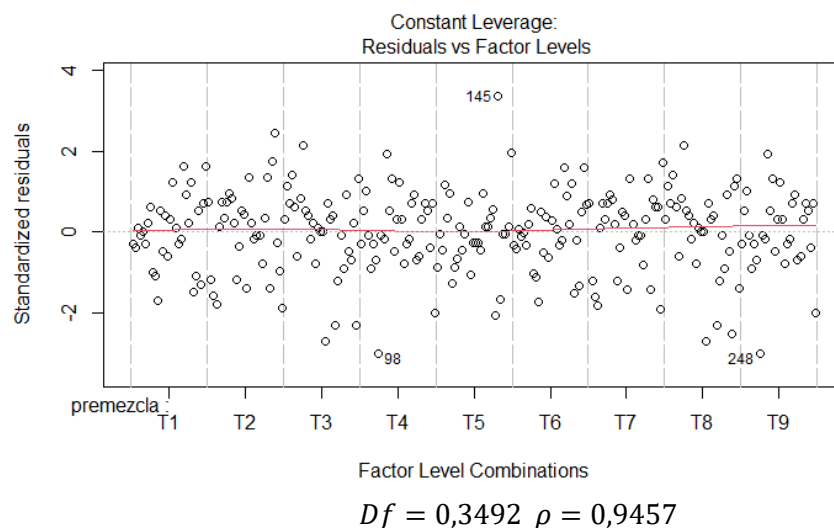
$H_a =$ Las varianzas poblacionales no son homogéneas

$p > 0,05 =$ Se acepta la hipótesis nula

$p < 0,05 =$ Se rechaza la hipótesis nula

Figura 24

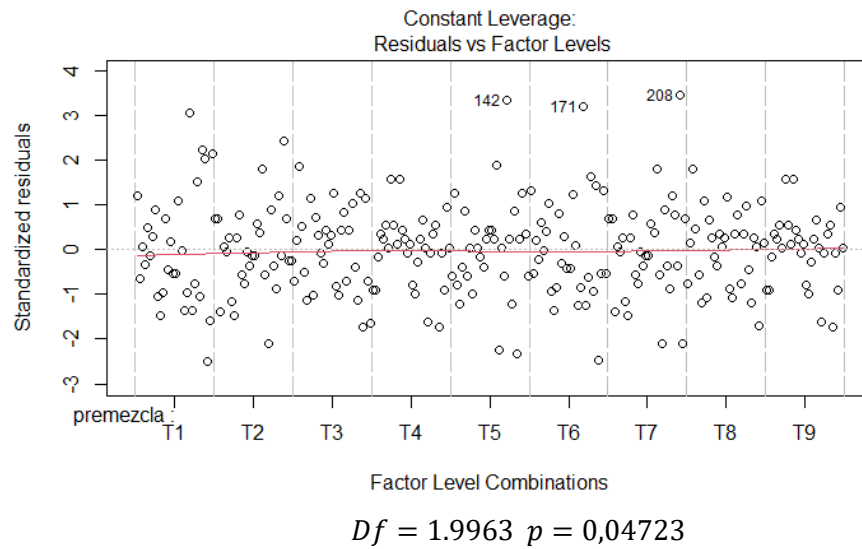
Prueba de Levene para el color



Dado que el valor de $p > 0,05$ acepta la hipótesis nula por lo tanto las varianzas poblacionales son homogéneas comprobando que las variaciones se han producido sobre la base de un muestreo aleatorio.

Figura 25.

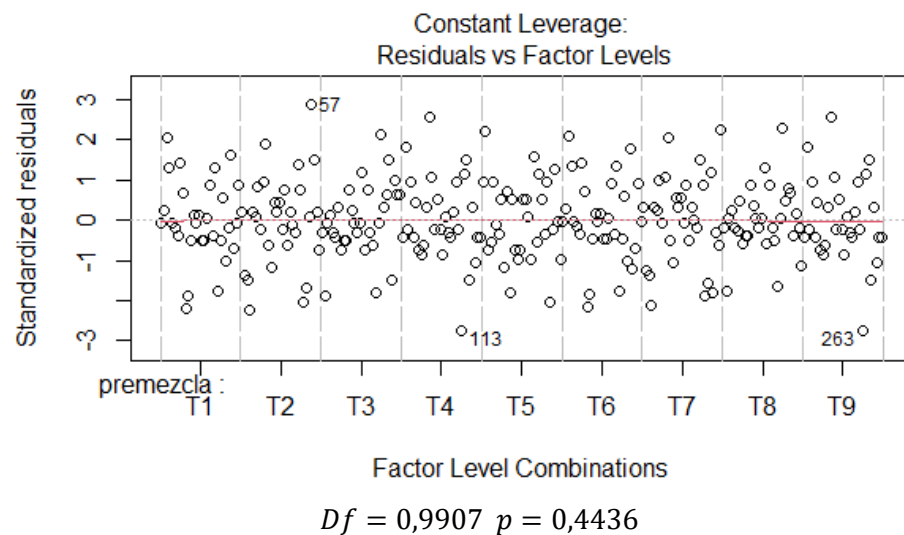
Prueba de Levene para la apariencia



Dado que el valor de $p < 0,05$ se rechaza la hipótesis nula por lo tanto las varianzas poblacionales no son homogéneas comprobando que las variaciones no se han producido sobre la base de un muestreo aleatorio.

Figura 26.

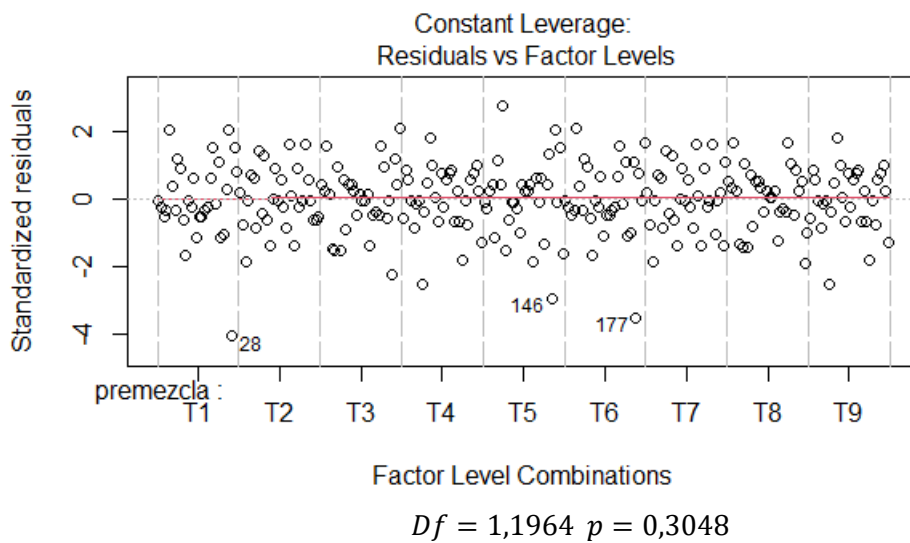
Prueba de Levene para el aroma



Dado que el valor de $p > 0,05$ se acepta la hipótesis nula por lo tanto las varianzas poblacionales son homogéneas comprobando que las variaciones se han producido sobre la base de un muestreo no aleatorio.

Figura 27.

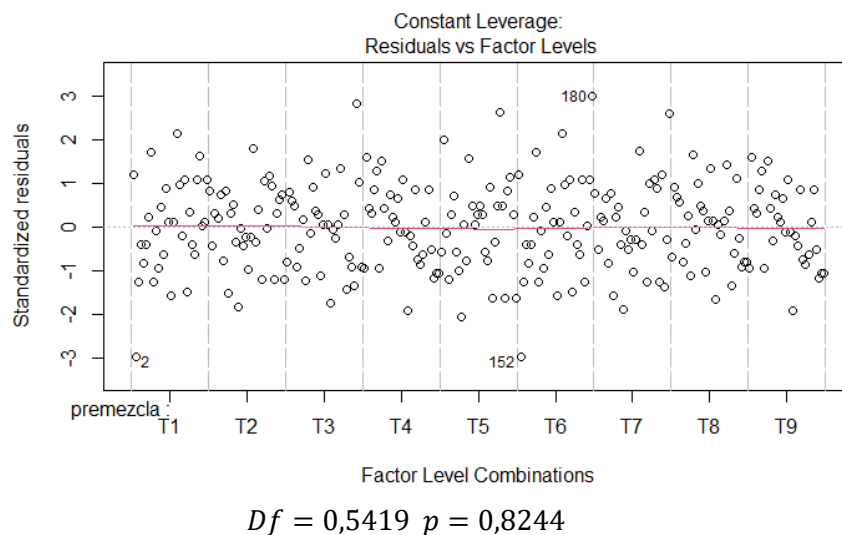
Prueba de Levene para la textura



Dado que el valor de $p > 0,05$ se acepta la hipótesis nula por lo tanto las varianzas poblacionales son homogéneas comprobando que las variaciones se han producido sobre la base de un muestreo aleatorio.

Figura 28.

Prueba de Levene para la aceptabilidad



Dado que el valor de $p > 0,05$ se acepta la hipótesis nula por lo tanto las varianzas poblacionales son homogéneas comprobando que las variaciones se han producido sobre la base de un muestreo aleatorio

5.2.9. Prueba de Durbin – Watson

La prueba de Durbin – Watson establece si los errores están relacionados (ver figuras 33):

$H_0 =$ No hay autocorrelación en entre los residuos

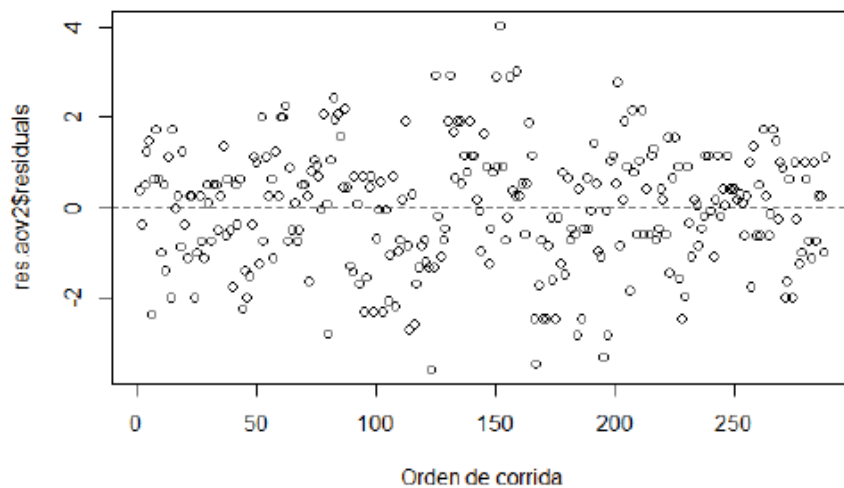
$H_a =$ Existe autocorrelación entre los residuos

$\rho > 0,05 =$ Se acepta la hipótesis nula

$\rho < 0,05 =$ Se rechaza la hipótesis nula

Figura 29.

Prueba de Durbin – Watson para el color

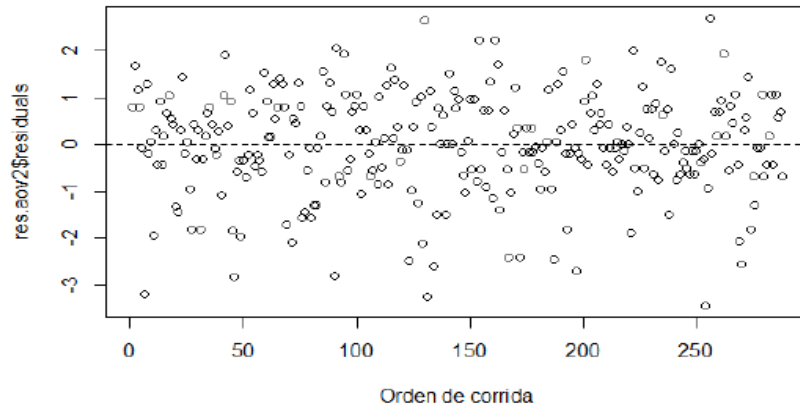


$$Df = 1,9351 \quad p = 0,1672$$

Dado que el valor $\rho > 0,05$ se acepta la hipótesis nula, estableciendo que no hay autocorrelación entre los residuos por lo que no se puede tomar los valores de los parámetros de los errores de su significancia estadística como válidos.

Figura 30.

Prueba de Durbin – Watson para la apariencia

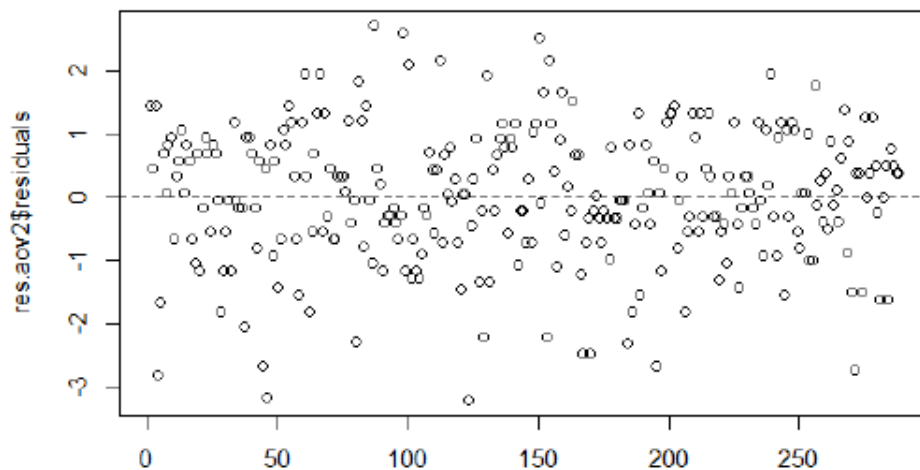


$$Df = 2,3455 \quad p = 0,9872$$

Dado que el valor $\rho > 0,05$ se acepta la hipótesis nula estableciendo que no hay autocorrelación entre los residuos por lo que no se puede tomar los valores de los parámetros de los errores de su significancia estadística como válidos.

Figura 31.

Prueba de Durbin – Watson para el aroma

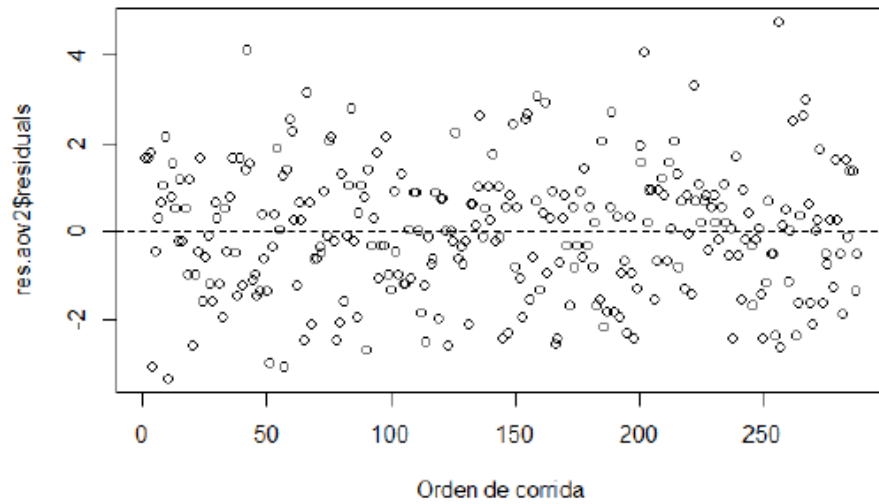


$$Df = 1,9431 \quad p = 0,1831$$

Dado que el valor $\rho > 0,05$ se acepta la hipótesis nula estableciendo que no hay autocorrelación entre los residuos por lo que no se puede tomar los valores de los parámetros de los errores de su significancia estadística como válidos.

Figura 32.

Prueba de Durbin – Watson para el sabor

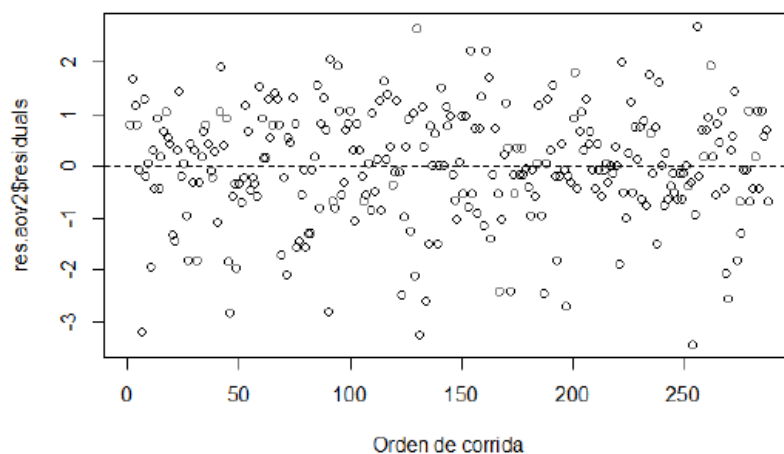


$$Df = 0,4167 \quad p = 0,9105$$

Dado que el valor $\rho > 0,05$ se acepta la hipótesis nula estableciendo que no hay autocorrelación entre los residuos por lo que no se puede tomar los valores de los parámetros de los errores de su significancia estadística como válidos.

Figura 37.

Prueba de Durbin – Watson para la textura

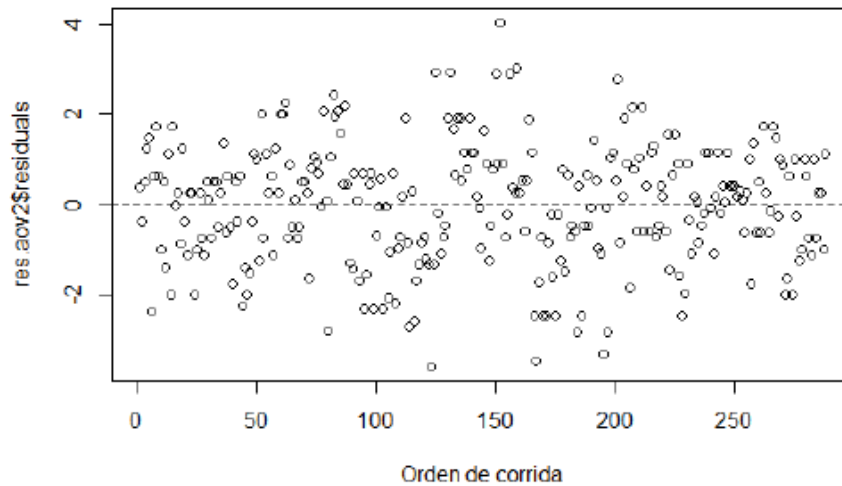


$$Df = 2,0676 \quad p = 0,5267$$

Dado que el valor $\rho > 0,05$ se acepta la hipótesis nula estableciendo que no hay autocorrelación entre los residuos por lo que no se puede tomar los valores de los parámetros de los errores de su significancia estadística como válidos.

Figura 42.

Prueba de Durbin – Watson para la apariencia



$$Df = 2,267 \quad p = 0,9475$$

Dado que el valor $\rho > 0,05$ se acepta la hipótesis nula estableciendo que no hay autocorrelación entre los residuos por lo que no se puede tomar los valores de los parámetros de los errores de su significancia estadística como válidos.

5.1.1 Prueba de Friedman

Para determinar la diferencia significativa entre tratamientos por la Prueba de Friedman (ver tabla 17) se plantea:

$$H_0 = \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \text{Las medias entre las formulaciones son todos iguales}$$

$$H_a = \text{Al menos una media es diferente al resto}$$

Tabla 17.

Prueba de Friedman en el color

N°	Tratamientos	Suma			
1	T5	215,0	A		
2	T4	183,0		B	
3	T9	183,0		B	
4	T8	154,0		B	C
5	T3	151,0			C D

6	T7	120,5	D	E
7	T2	119,5		E
8	T6	114,5		E
9	T1	109,5		E

$$Friedman\ chi - squared = 65,708 \quad \rho = 3,496 e^{-11}$$

Dado que $\rho < 0,05$ se rechaza la hipótesis nula es decir que existe diferencia entre los tratamientos, estableciendo que el mejor tratamiento para el color a T5, mientras que el peor es "T1", además presentan tratamientos similares en T8, T3 y T7.

Tabla 18.

Prueba de Friedman en la apariencia

N°	Tratamientos	Suma			
1	T5	192,0	A		
2	T7	163,5	A	B	
3	T2	162,5	A	B	
4	T4	154,5		B	C
5	T9	154,5		B	C
6	T8	141,0		B	C
7	T3	137,5		B	C
8	T1	126,0			C
9	T6	118,5			C

$$Friedman\ chi - squared = 21,777 \quad \rho = 0,005346$$

Dado que $\rho < 0,05$ se rechaza la hipótesis nula lo que indica diferencia significativa entre los tratamientos, estableciendo como los mejores tratamientos para la apariencia T5, T7 y T2; mientras que los peores son T1 y T6, además existe similitud en los tratamientos T7, T2, T4, T9, T8 y T3.

Tabla 19.

Prueba de Friedman en el aroma

N°	Tratamientos	Suma		
1	T5	197,5	A	
2	T4	162,0		B

3	T9	162,0	B	
4	T3	152,0	B	C
5	T1	143,0	B	C
6	T6	142,5	B	C
7	T8	140,0	B	C
8	T2	128,5	B	C
9	T7	122,5		C

Friedman chi – squared = 24,128 ρ = 0,002182

Dado que $\rho < 0,05$ se rechaza la hipótesis nula lo que indica diferencia significativa entre los tratamientos, estableciendo como el mejor tratamiento para el aroma a T5; mientras que el peor es T7, además existe similitud en los tratamientos T3, T1, T6, T8 y T2.

Tabla 20.

Prueba de Friedman en el sabor

N°	Tratamientos	Suma			
1	T5	187,0	A		
2	T4	161,5	A	B	
3	T9	161,5	A	B	C
4	T2	154,5	A	B	C
5	T7	153,0	A	B	C
6	T3	152,5	A	B	C
7	T8	143,0		B	C
8	T1	120,0			C
9	T6	117,0			C

Friedman chi – squared = 18,974 ρ = 0,015

Dado que $\rho < 0,05$ se rechaza la hipótesis nula lo que indica diferencia significativa entre los tratamientos, estableciendo como el mejor tratamiento para el sabor a T5; mientras que los peores son T1 y T6, además existe similitud en los tratamientos T4, T9, T2, T7, T3 y T8.

Tabla 21.*Prueba de Friedman en la textura*

Nº	Tratamientos	Suma		
1	T5	191,5	A	
2	T2	161,5	A	B
3	T7	161,0	A	B
4	T4	148,5		B
5	T9	148,5		B
6	T3	137,5		B
7	T1	135,5		B
8	T6	133,5		B
9	T8	132,5		B

Friedman chi – squared = 17,257 $\rho = 0,02754$

Dado que $\rho < 0,05$ se rechaza la hipótesis nula lo que indica diferencia significativa entre los tratamientos, estableciendo como el mejor tratamiento para la textura a T5; mientras que los peores son T8 y T6, además existe similitud en los tratamientos T2 y T7.

Tabla 22.*Prueba de Friedman en la aceptabilidad*

Nº	Tratamientos	Suma			
1	T5	219,5	A		
2	T4	161,5	B		
3	T9	161,5	B		
4	T2	154,0	B		
5	T7	152,5	B	C	
6	T3	138,5	B	C	D
7	T8	132,5	B	C	D
8	T6	115,5		C	D
9	T1	114,5			D

Friedman chi – squared = 38,653 $\rho = 5,7 e^{-06}$

Dado que $p < 0,05$ se rechaza la hipótesis nula lo que indica diferencia significativa entre los tratamientos, estableciendo como el mejor tratamiento para la aceptabilidad a T5; mientras que los peores son T6 y T1, además existe similitud en los tratamientos T7, T3, T8 y T6.

5.3. Discusión de resultados

Los 9 tratamientos para la elaboración de la masa de pizza integral demostraron un aumento del volumen específico de la masa conforme se aumenta la temperatura y se disminuye el tiempo de precocción, como el caso de los tratamientos T4 (140°C/ 10 min) y T7 (150°C/ 10 min) los cuales obtuvieron el mayor volumen de 985.9 y 971.6 cm³/g respectivamente, siendo respaldado por las pruebas estadísticas de ANOVA donde demuestra que $p < 0,05$ existiendo una diferencia estadísticamente significativa entre la media de volumen específico entre un nivel de tratamiento y otro. Así mismo la prueba LSD establece diferencia significativa entre los contrastes de los tratamientos a excepción de los contrastes T1 -T6, T2-T8, T2-T9, T3 – T5, T4 – T7, T5 – T7, T5 - T9, T8 – T9 donde presenta diferencia mínima es decir similitud en los resultados de volumen. En cuanto a las características sensoriales y la aceptabilidad se establece como el mejor tratamiento el T5 donde se aplicó 140 °C y 13 min en el proceso de precocción siendo respaldado por las pruebas estadísticas de Shapiro Wilk, Levene y Durbin – Watson indicando que la muestra presenta una distribución de datos normal, varianza homogénea y autocorrelación entre los residuos lo que sugiere que los datos fueron recolectados de manera aleatoria y confiable.

CONCLUSIONES

- a. Se concluyó que los parámetros de temperatura y tiempo de precocción en la elaboración de masa de pizza integral influyen en el volumen del producto, así como sus características sensoriales y aceptabilidad.
- b. Se determinó que los parámetros de temperatura y tiempo de precocción influyen en las características sensoriales de masa de pizza integral teniendo como el mejor tratamiento en cuanto a color, volumen, olor, sabor y crujiente al tratamiento T5 donde se aplicó 140°C y 10 min.
- c. Se determinó que los parámetros de temperatura y tiempo de precocción influyen en el volumen específico de la masa de pizza integral estableciendo como mejores tratamientos T4 y T7 donde se aplicó 140°C/ 10 min y 150°C/ 10 min respectivamente, es decir a mayor temperatura y menor tiempo de precocción mayor volumen específico.
- d. Se estableció que los parámetros de temperatura y tiempo de precocción influyen en la aceptabilidad de la masa de pizza integral teniendo como los mejores tratamientos T5, T9 y T4, donde se aplicó una temperatura/tiempo de 140 °C/13 min, 150°C/16 min y 140°C/10 min respectivamente.

RECOMENDACIONES

- a. Los resultados de los tratamientos establecen que a mayor temperatura (150 - 140°C) y menor tiempo (10 – 13 min) de precocción mejores características sensoriales y volumen, por lo cual se recomienda nuevas investigaciones donde se aumente la temperatura o disminuya el tiempo de precocción para conocer sus efectos en la masa de pizza.

- b. Se recomienda la capacitación en el proceso de precocción de la masa de pizza u otros pudiendo optimizar los procesos de elaboración modificando la temperatura y el tiempo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguirre, A. (2011). *Plan de negocio "pizza Light"*. ScienceDirect.
- Aimaretti, N., Llopart, E., Codevilla, A., Baudino, C., & Clementz, A. (2011). *Desarrollo de una pre-mezcla para pizza a base de harina de grano entero de sorgo y mijo*. Scielo, 8.
- Amaury, E. (2018). *Desarrollo de una masa para pizza con sustitución parcial de harina de trigo por harina de arroz integral*. Guayaquil Ecuador: Universidad de Guayaquil.
- Aquije C., Ciusneros C., Lavallo M., Salazar I., Servigón S. (2021). *Diseño de Planta de Producción de pan a base de masa madre y harina de maíz morado*. Piura - Perú: Universidad de Piura.
- Barco, A. (2007). *Elaboración de yogurt*. Lima: Editorial Ripalme EIRL.
- Bhise, S. & Kaur A. (2014). *Baking quality, sensory properties and shelf life of bread with polyols*. J Food Sci Technol.
- Birch, A., Petersen, M., Arneborg, N., & Hansen, A. (2013). *Influence of commercial baker's yeasts on bread aroma profiles*. *Food Research International*. Recuperado en: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2013.03.011>.
- Caffelli, P. (1992). *Libro de recetas*. <http://libroderecetas.com/gastronomía/la-pizza-y-su-historia>.
- Condori, J. (2019). *Evaluación de la influencia de dos métodos directos en la elaboración de pre-pizza con sustitución parcial de quinua variedad Blanca de Juli*. Juliaca- Perú: Universidad Peruana Unión.
- CurioSfera. (2020). *Historia de la pizza- Origen e inventor*. Recuperado de https://curiosfera_historia.com/historia-de-la-pizza-inventor-origen.
- Gambino. (2008). *elaboración y evaluación de pan pizza con base en okara*. Instituto Politécnico Nacional Unidad Profesional Interdisciplina de Biotecnología.
- Garay, E. (2014). *Elaboración de pizza fortificada con músculo precocido de bonito*. Recuperado de <https://repositorio.unac.edu.pe/bisteam/handle/UNAC/912/127.PDF?SEQUENCE=1&SaLLOWED=y>.
- Guanoluisa, D. (2020). *Determinación de compuestos bioactivos y tiempo de vida útil de una masa para pizza elaborada a partir de cultivos andinos y residuos agroindustriales*. Ecuador: Universidad Técnica de Ambato.
- INEI. (2018). *INDicadores de precios de la economía*. Perú: Boletín Mensual.
- Isique Huaroma, J. (2014). *Manual de panificación*. Surquillo Lima: Macro EIRL.
- López, K. (2015). *The Pizza Lab: How Long Should I Let My Dough Cold Ferment*. International Association of Culinary Professionals.
- Madrid, A. (2001). *Nuevo manual de industrias alimentarias*. España: Editorial Mundi - Prensa.

- Medina, P. (2021). *Implementación del sistema de HACCP en la elaboración de prepizzas en la Empresa Panificadora industrial SAC*. Lima - Perú: Universidas Nacional FEdérico Villareal.
- Ntatsis, D. (2013). *Corso di pizzeria tradizionale*. In *Pizza University* (p.33). EE.UU.: Retrieved from. http://www.cbg.es/res/news/doc/Curso_de_pizza_tradicional_Zaghini.pdf.
- Ochoa, D. (2022). *Estudio de prefactibilidad para la producción y comercialización de pizza precocida a base de quinua en Lima Metropolitana*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Robles, L. (2015). *Teoría y Práctica de la investigación científica*. Lima: Soluciones Gráficas.
- Rojas, W. (2016). *Optimización de mezclas de harinas para la elaboración de cake libre de gluten*. Perú: Universidad Peruana Unión.
- Supo, J. (2012). *Seminarios de investigación*. Arequipa - Perú.
- Vargas, E. & Rojas, W. (2016). *Propiedades físicas y sensoriales de un pan fresco, con la adición de las enzimas lacasa, xilanasa y lipasa*. Scielo, 6.
- Wayne, G. (2011). *Panadería y repostería para profesionales*. México: Limusa S.A.
- Wikipedia. (2020). *Historia de la pizza*. Recuperado de https://es.wikipedia.org/wiki/Historia_de_la_pizza.

ANEXOS

Anexo 1.

Ficha para evaluar las características sensoriales.

"TEST DE EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS PARA DETERMINAR EL GRADO DE ACEPTABILIDAD DE PRODUCTO"			
FICHA PARA EVALUADORES			
Nombre del evaluador:			
Fecha:/...../2023			
Prueba: Aceptabilidad			
Muestra:			
<p>Se le presenta a usted tres muestras de mashua en almibar, deguste cuidadosamente el producto y por favor indique su grado de aceptabilidad en cuanto a aroma, sabor, textura y apariencia general en base a la siguiente escala.</p>			
Muy Bueno : 5			
Bueno : 4			
Regular : 3			
Malo : 2			
Muy Malo : 1			
CARACTERÍSTICAS A EVALUAR	MUESTRAS		
	1	2	3
AROMA			
SABOR			
COLOR			
TEXTURA			
APARIENCIA GENERAL			
OBSERVACIONES:			
.....			
.....			
.....			
.....			