



<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

# ANÁLISIS DE ACEPTACIÓN DEL SABOR DE LAS FÓRMULAS ALTERNATIVAS PARA LA ELABORACIÓN DEL PAN DE BOLITA EN LA PANADERÍA Y PASTERERÍA LOS NARANJOS

*Analysis of acceptance of the taste of the alternative formulas for the elaboration of the bread of ball in the bakery and pastry the orange trees*

TATIANA RINCÓN MARTÍNEZ<sup>1</sup>, DANIELA MARÍN GAITÁN<sup>2</sup>, KATHERINE JULIETH SIERRA SUAREZ<sup>3</sup>, ZULAY YESENIA RAMÍREZ LEÓN<sup>4</sup>, SEBASTIÁN GARCÍA MÉNDEZ<sup>5</sup>

Recibido:16 de diciembre de 2022. Aceptado:16 de enero de 2023

DOI: <http://dx.doi.org/10.21017/rimci.2023.v10.n19.a131>

## RESUMEN

Las tendencias que se están presentando en el mercado sobre la alimentación saludable se han intensificado en los últimos años. Por esta razón, la industria panadera se ha visto afectada tanto así, que han optado por implementar ingredientes que contengan un alto nivel nutricional. Por esta razón, el objetivo de esta investigación es determinar productos sustitutos que aporten un mayor nivel de fibra en los procesos productivos en la panadería y pastelería Los Naranjos. Para el desarrollo de este proyecto se diseñaron dos fórmulas alternativas a través de modelos de programación lineal, en los cuales se implementó como ingrediente sustituto la harina de centeno y avena combinada con el ingrediente tradicional harina de trigo. Posteriormente, se diseñó un experimento que permitió medir la aceptación del sabor, a través de pruebas estadísticas se obtuvo como resultado una mayor aceptación en la fórmula alternativa de avena con un nivel de fibra de 4,29.

**Palabras clave:** Alimentación Saludable; Fibra; Optimización de Recursos; Sector Panadero.

## ABSTRACT

Trends in the market for healthy eating have intensified in recent years. For this reason, the bakery industry has been affected so much that they have opted to implement ingredients that contain a high nutritional level. For this reason, the objective of this research is to determine substitute products that provide a higher level of fiber in the production processes of Los Naranjos bakery and pastry shop. For the development of this project, two alternative formulas were designed through linear programming models, in which rye and oat flour combined with the traditional wheat flour was implemented as a substitute ingredient. Subsequently, an experiment was designed to measure the acceptance of the flavor. Statistical tests showed a greater acceptance of the alternative oat formula with a 4.29 fiber level.

**Keywords:** Healthy Eating; Fiber; Resource Optimization; Baking Industry.

1 Estudiante de Ingeniería Industrial. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1769-8199> Correo electrónico: [trinconm@uts.edu.co](mailto:trinconm@uts.edu.co)

2 Estudiante de Ingeniería Industrial. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5401-3945> Correo electrónico: [dmaring@uts.edu.co](mailto:dmaring@uts.edu.co)

3 Docente del programa de Ingeniería Industrial. Unidades Tecnológicas de Santander. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1429-6060> Correo electrónico: [ksierra@correo.uts.edu.co](mailto:ksierra@correo.uts.edu.co)

4 Docente del programa de Ingeniería Industrial. Unidades Tecnológicas de Santander. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7038-882X> Correo electrónico: [zramirez@correo.uts.edu.co](mailto:zramirez@correo.uts.edu.co)

5 Docente del programa de Ingeniería Industrial. Unidades Tecnológicas de Santander. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6077-0248> Correo electrónico: [sgarciam@correo.uts.edu.co](mailto:sgarciam@correo.uts.edu.co)

## I. INTRODUCCIÓN

LA INDUSTRIA de panadería y pastelería ha estado vigente en el mercado colombiano en el transcurso de los años, representado el 16 % de la producción de alimentos que son consumidos en el país, logrando la implementación del pan como un producto indispensable en la canasta familiar[1].

Se estima que el consumo de este producto a nivel nacional es diario y que cerca del 98% de las familias colombianas compran este producto al menos una vez al año, lo cual ha generado una expansión en el sector panadero[2], tanto así que en los reportes del sector panadero y pastelero se informa que a nivel nacional se encuentran registradas 10.169 empresas que tienen como actividad económica la elaboración de productos de panadería (CIU 1081), de las cuales tan solo 1.470 forman parte del departamento de Santander y 456 están ubicadas en el municipio de Bucaramanga[3].

Una de las afectaciones en el sector panadero, son las tendencias que se presentan en el mercado relacionadas al consumo de productos naturales, productos que aportan beneficios a la salud o cumplen con funciones medicinales.

Para lograr la implementación de las nuevas tendencias de consumo responsable y saludable en el proceso de panificación, se deben tener en cuenta múltiples factores tales como: la modificación de la receta tradicional, la elección acertada de los ingredientes que generen valor agregado y sean un elemento diferenciador de la competencia, la información y sensibilización sobre los beneficios que trae consigo la implementación de los ingredientes sustitutos, los beneficios que generan al organismo y como todo lo anterior contribuye al mejoramiento del portafolio de productos y crea una relación de costo beneficio para la empresa y el consumidor final[4].

Tal es el caso de la Microempresa Panadería y Pastelería Los Naranjos S.A.S, en la cual se analizó el proceso de elaboración del pan de bolita a través de una DAP, donde se obtuvo que, para un lote de 100 unidades de pan de bolita, se requiere de la mano de obra de un operario (panadero) quien realiza 24 operaciones, 3 inspecciones, 5 demoras y 1 almacenaje. Una vez analizado el proceso productivo, se logran identificar los ingredientes ne-

cesarios para la elaboración con el fin de realizar un estudio en los posibles sustitutos para la harina de trigo que aporte mayor nivel de fibra al producto final.

Una vez realizada la investigación de los posibles ingredientes sustitutos, se optó por implementar harina de centeno y harina de avena para ser combinadas con la harina de trigo, para ello se diseñaron las fórmulas alternativas a través de modelos de programación lineal que determinaron cual es la fórmula optima que maximiza el nivel de fibra en el pan. Posteriormente se llevó a cabo un experimento que permitió medir el nivel de aceptación del sabor de las fórmulas alternativas propuestas.

## II. PROBLEMA A RESOLVER

El sector panadero presenta una tendencia al aumento de los precios de las materias primas que usa la industria panificadora, lo cual afecta directamente a pequeñas empresas, grandes productores, proveedores, clientes y consumidores. Tanto así que, los actores de la cadena de suministro están bajo la cuestión de trasladar los costos al precio del producto final[5].

El incremento de los costos del sector panadero, ha permitido que la industria panificadora tome un nuevo enfoque, innove y transforme sus sabores a través de la implementación de nuevos ingredientes, que le permitan generar una relación costo-beneficio. Dentro de estas innovaciones está tomando gran importancia la utilización y combinación de diferentes tipos de harinas que permitan aumentar el nivel nutricional, adicional, se implemente la producción de productos saludables, consumo responsable, atendiendo el consumo creciente de productos veganos y alimentación saludable[6].

En Colombia más del 90% de las personas consumen pan diariamente, lo que ha generado que se catalogue como uno de los productos indispensables en la canasta familiar, pese a esto, el consumo excesivo de este alimento ha generado que las personas desarrollen enfermedades desde temprana edad como lo es la diabetes, obesidad, problemas cardíacos, entre otros[1], es por ello que los consumidores optan por adquirir productos que aporten beneficio nutricional, es decir, encontrar alimentos que aporten mayor proteína, fibra, vita-

minas, etc. Debido a esta situación, hoy en día las panaderías han tenido que sustituir algunos de los ingredientes, con el fin de minimizar la problemática que presentan los consumidores.

Es por eso que se planteó la pregunta problema: *¿Cuál es la fórmula de ingredientes que optimiza el nivel nutricional en la fabricación del pan de bolita?*

### III. MARCO TEÓRICO

Los cereales han sido la fuente de alimentación desde la antigüedad, a través del maíz, el trigo, el arroz, la avena, la cebada, el centeno y el mijo, se logró elaborar variedad de productos de forma natural o procesados a partir de su transformación en harina para el consumo humano.

Es por ello que a lo largo de la historia las diferentes culturas han ido experimentando en el uso y tratado de los cereales, descubriendo cereales panificables, los cuales le permitieron a la humanidad desarrollar productos para el consumo humano, destacando como producto principal la obtención de las variedades de pan.

Para llevar a cabo el proceso de elaboración del pan, comúnmente se hace uso de la harina de trigo y del azúcar tradicional como materia prima principal, sin embargo, en el transcurso de los años, diversos autores han realizado estudios de investigación sobre algunos ingredientes que pueden sustituir esta materia prima, con el objetivo de mejorar su relación costo-beneficio, implementar un nuevo producto a su portafolio o crear un producto con características nutritivas[7].

#### A. Identificación de ingredientes alternativos

##### *Ingredientes sustitutos de la harina de trigo*

El trigo ha desempeñado un papel fundamental en el crecimiento y desarrollo de los seres humanos, gracias a su alto contenido nutricional y ha fortalecido al sector alimentario con los diferentes productos que se han fabricado y comercializado a base de trigo.

Tanto así que la harina de trigo es considerada como el principal ingrediente en las industrias panaderas, sin embargo, pese a los pronósticos de la

producción mundial de trigo para el año 2022 se estima una reducción significativa para el sector, ya que se está viendo afectada por los altos precios del trigo a nivel mundial y los altos costos de importación.

La crisis del trigo y sus derivados se evidenció con la aparición del covid-19, sin embargo, sus efectos no fueron notorios en el año 2020. Las dificultades que presenta ahora el mercado se han hecho más críticas durante los últimos meses debido a una menor oferta disponible de trigo mundial. Es por ello, que se realiza una investigación de los posibles ingredientes que permitan contrarrestar la crisis que está presentando el trigo a nivel mundial[8].

Desde el punto de vista de los autores Rúa, Sepúlveda y Camacho, plantean como principal ingrediente sustituto la harina de centeno, la cual se obtiene al moler el grano de centeno, se caracteriza por la saciedad que genera, lo cual hace que una persona que la consuma se sienta satisfecha sin haber ingerido grandes cantidades, así mismo se caracteriza por sus propiedades en fibra, ayudando al fortalecimiento del cuerpo.

La harina de centeno es catalogada como uno de los cereales más importantes y reconocidos a nivel mundial, la cual ha sido implementada en los procesos de panificación. Para ello, se implementa una combinación entre la harina de centeno, la cual presenta características nutritivas y genera beneficios para la salud, y la harina de trigo integral con el objetivo de ofrecer un producto con alto nivel nutricional en fibra, que permita satisfacer las necesidades que presenta el mercado.

La implementación de este tipo de harina para la creación de un pan nutritivo, tuvo una buena aceptación en el mercado considerando la presentación, color, textura y sabor brindada por la harina de centeno. Desde el aspecto financiero, el autor plantea que es un producto viable y comercializable que, al implementar su fabricación les permitiría a las panaderías obtener una mayor utilidad en los procesos de panificación que llevan a cabo[9].

##### *Análisis nutricional:*

- Calorías: 318 Kcal
- Grasas: 1.3 g
- Vitamina B1: 0,4 mg
- Carbohidratos: 67,8g

Otro de los ingredientes sustitutos que son utilizados en el proceso de panificación es la harina de cebada, la cual se obtiene mediante la selección del grano de cebada entero, la eliminación de impurezas, trituración, purificación y comprensión para que la harina logre altos grados de finura.

El autor plantea que para poder llevar a cabo la realización del pan con el ingrediente sustituto (harina de cebada) planteó tres fórmulas compuestas por los ingredientes de: harina de trigo, polish (cebada), agua y sal en las cuales variaba los niveles de cada ingrediente. Del resultado obtenido, se logró concluir que el proceso de panificación es factible realizarlo con la harina de cebada considerando sus características organolépticas y teniendo en cuenta las diferentes condiciones del proceso de elaboración (tiempo, métodos de trabajo, etc.).

Su influencia en la salud, permite reforzar el sistema inmunológico, mejora la liberación de toxinas, previene enfermedades cardiovasculares, cuida y fortalece a la salud de la piel y permite la regulación del colesterol. La harina de cebada Siendo la cebada un cereal altamente recomendable, dada sus excelentes propiedades terapéuticas y nutricionales. En el proceso de panificación aporta valor proteico y hace que la textura del pan presente una textura liviana. En el sector panadero y de repostería, este producto es utilizado para elaborar panes con más cuerpo, rústicos, con mayor densidad y en la elaboración de galletas brindando componentes nutricionales[10].

#### *Análisis nutricional:*

- Calorías: 361 Kcal
- Grasas: 1,6 g
- Carbohidratos: 74,5 g
- Proteínas: 10,5 g

De acuerdo con Rojas, su principal objetivo es la implementación de la harina de quinua como producto sustituto, ya que este tipo de harina se caracteriza por brindar solución a problemas nutricionales, debido a que es un producto que no contiene ningún tipo de químico que a futuro pueda perjudicar la salud de las personas. La quinua es una alternativa de solución para aquellas personas que no puedan consumir gluten y para aquellas que padecen diabetes. Su uso principal se

establece en la preparación del pan, sin embargo, se debe tener en cuenta que al no tener gluten esto afecta al proceso de amasado y a la plasticidad de las masas, convirtiéndolas en masas menos manejables, también se evidencia su uso en preparación de galletas, crepes, masas para pizza y espesante de salsas[11].

Para determinar la viabilidad de la implementación del nuevo pan con aporte nutricional, desarrollaron un estudio financiero, donde se obtuvo que la creación de esta nueva línea de pan a base harina de quinua, es factible y tiene gran aceptación por parte de los consumidores debido a la tendencia de consumo responsable que se está presentando en el mercado y los compradores están dispuestos a costear el producto el cual garantiza la viabilidad del mismo, ya que se ajusta tanto a las necesidades del cliente como a las exigencias del mercado[11].

#### *Análisis nutricional:*

- Calorías: 370 Kcal
- Proteínas: 14 g
- Carbohidratos: 64 g
- Fibra: 7 g

Según Conde[12], cataloga a la harina de avena como el sustituto ideal en los procesos de panificación del sector panadero y pastelero.

Este tipo de harina no modifica negativamente o causa repercusiones en el proceso de panificación, por ende, al no generar variabilidad negativa en el producto es un buen sustituto que las industrias panaderas colombianas podrían implementar debido a la crisis que presenta el trigo.

Como se mencionaba anteriormente, su principal uso radica en los procesos de panificación y repostería, aunque también debe considerarse que, al ser una harina versátil, puede ser utilizada en diferentes procesos como la elaboración de bebidas y batidos, y la elaboración de masas saladas como pizzas y crepes salados.

Las industrias han optado por aprovechar los beneficios que brinda la harina de avena, su composición alta en proteínas y su alto aporte en fibra. Sin embargo, los resultados obtenidos de la implementación de la harina de avena demost



ron que no hubo una diferencia estadística significativa en la aceptación del pan con el nuevo ingrediente sustituto implementado, ya que la harina de avena contiene granos de almidón, que mejoran la gelatinización del almidón, pero modifican la retención de agua, en el proceso de fabricación. A pesar de ello, se logró obtener un nuevo producto que tuviera el mismo índice calórico y que el ingrediente sustituto fuera considerado para crear nuevos productos que son fabricados a base de harina[12].

#### *Análisis nutricional:*

- Calorías: 368 Kcal
- Grasas: 0,9 g
- Carbohidratos: 84,3 g
- Fibra: 0,7 g

#### **B. Ingredientes sustitutos del azúcar**

En el año 2019 en el continente americano la diabetes fue la sexta causa principal de muerte, con un estimado de 244,084 muertes causadas. Esta enfermedad es caracterizada por los altos niveles de glucosa que genera en la sangre o como comúnmente se dice niveles de azúcar en la sangre a causa del producto azúcar quien presenta un alto índice glucémico (IG) de 70.

Aproximadamente 62 millones de habitantes del continente americano tienen diabetes y la mayoría de ellos vive en países de ingresos bajos y medianos. Siendo la diabetes la principal enfermedad relacionada al consumo de alto nivel de azúcar, se plantean diferentes ingredientes sustitutos a este endulzante, se ha de considerar el índice glucémico (IG), el cual determina aquellos alimentos que pueden elevar la glucosa en la sangre. Los alimentos con un alto índice glucémico tienden a elevar la glucosa en la sangre en mayor medida y más rápido que los alimentos con un valor menor[13].

Por tal razón la búsqueda de ingredientes sustitutos del azúcar es indispensable, para llevar a cabo el proceso de panificación y reducir las posibles enfermedades que son generadas por el azúcar tradicional.

Basados en Ulloa, se plantea como este mercado se ha ido expandiendo como un principal sustituto del azúcar tradicional, ya que gracias a los

canales de comercialización que se han implementado han permitido obtener un mayor alcance en la población[14].

Desde el punto de vista industrial y manufacturero se plantea que el producto de la miel es utilizado como un endulzante natural. La cual es utilizada en la elaboración de alimentos tales como cereales, yogurt, dulces y pan. Siendo una de las opciones saludables para endulzar, ya que contiene vitaminas, minerales, aminoácidos libres, proteínas y sustancias aromáticas. Sin embargo, en comparación con el azúcar contiene casi el doble de dulce. Por ello, se recomienda consumirla en pequeñas cantidades. Su aporte a la salud, se evidencia en la baja presión arterial, la reducción del colesterol, reducción de triglicéridos, mejorar la salud cardiovascular, entre otros[14].

#### *Análisis nutricional:*

- Calorías: 302 Kcal
- Carbohidratos: 75 g
- Proteínas: 0,38 g
- Fibra: 0 g

La panela pulverizada surge como una alternativa de sustituir el azúcar que es implementada en la mayoría de los productos que son consumidos. El uso de la panela pulverizada se propone como ingrediente en la elaboración en productos de panadería y repostería, con el fin de generar mayor competitividad y oportunidades en nuevos mercados para el sector panelero.

En Colombia los protagonistas de la cadena productiva de la panela industrial se enfrentan en diferentes obstáculos o situaciones que contribuyen a la implementación de mezclar otros endulzantes para la producción de productos de la canasta familiar como lo son el pan, caramelos, galletas etc. Todo esto trae su gran beneficio ya que la panela es mucho más saludable y mejor que cualquier otro endulzante que solo deteriora su salud, para esto venimos implementando el mejoramiento de procesos productivos para poder tener competitividad en el mercado.

De igual manera, se plantea la posibilidad de ampliar y contribuir al mejoramiento de la economía de la región colombiana. Siendo este producto 100% natural, obtenido del jugo de las cañas de

azúcar, posee menos calorías que la azúcar refinada, genera altos beneficios en el producto final con un gran valor nutricional[15].

Con este contexto se plantea el cambio de endulzante a la hora de trabajar las harinas en especial el pan ya que el 98% de las familias consumen pan una vez al año y un 75% lo hacen constantemente por lo tanto debemos proteger nuestra salud reduciendo la cantidad de azúcar y qué mejor forma de aprovechando el endulzante mejor sofisticado gracias al sector panelero[15].

#### *Análisis nutricional:*

- Calorías: 50 Kcal
- Proteínas: 0 g
- Carbohidratos: 13,3 g
- Fibra: 0 g

Como último endulzante sustituto se encuentra el azúcar de coco, el cual es derivado de extraer la savia de la flor del coco y calentarla para que se evapore la mayor parte del agua, obteniendo un endulzante con una textura cristalina, la cual se cocina a fuego moderado para evaporar la humedad y el agua sobrante, generando así el azúcar de coco.

De acuerdo con el autor, este producto cuenta con un bajo IG y con nutrientes fundamentales como el potasio, magnesio, zinc y hierro. Dentro de sus aportes a la salud se destaca la reducción de la hipertensión, favorece el crecimiento sanguíneo, crecimiento de músculos, huesos, apta para mantener el sistema nervioso en calma e indispensable para personas diabéticas. Los usos del azúcar

de coco en la alimentación son diversos, sirve como endulzante de bebidas y como ingrediente para recetas en panadería y repostería.

Según estimaciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS), la diabetes será la séptima causa de mortalidad en el año 2030, debido al incremento de enfermedades graves, relacionadas con mala alimentación que se presenta. Es por ello que se fomenta el consumo de productos naturales frente a productos tradicionales no nutritivos, para esto se llevó a cabo la implementación del azúcar de coco que posee un índice glucémico un poco más bajo, lo que la convierte en una de las opciones más viables para los diabéticos.

Con esto la sustitución del azúcar de mesa por el azúcar de coco se vuelve una alternativa evolutiva para proteger nuestra salud de la obesidad y el sobrepeso en la mayoría de países del mundo[16].

#### *Análisis nutricional:*

- Proteínas: 1,66 g - 3,3
- Carbohidratos: 93,40g
- Calorías: 354 Kcal
- Fibra: 1,10 g - 9

## IV. DESARROLLO

Para el desarrollo de este proyecto de investigación, la metodología aplicada es de tipo correlacional con enfoque cuantitativo, se utilizó un método analítico con una técnica experimental y se plantearon 5 fases tal como se observa en la Fig. 1.

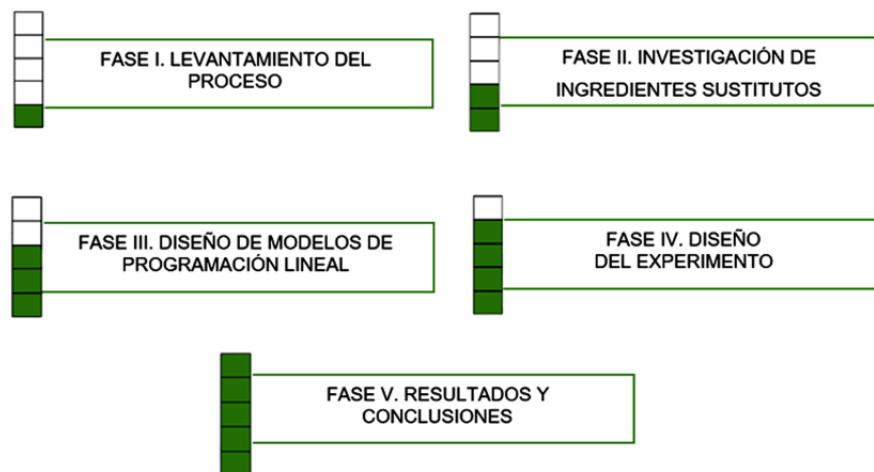


Fig. 1. Metodología.

Fase I: Para el desarrollo de esta fase, se realizaron las siguientes actividades:

- Acuerdo de cooperación.
- Planeación de las visitas de campo.
- Aplicación de técnicas de recolección de datos e información (observación directa, entrevistas semiestructuradas y grabaciones).
- Construcción del DAP

Fase II: Una vez identificado y analizado el proceso productivo que se realiza en la empresa, se identificaron los posibles ingredientes susceptibles a sustituir por ingredientes con alto valor nutricional. Para ello, se realizó lo siguiente:

- Se estableció como motor de búsqueda Google académico.
- Se fijó una ventana temporal de 5 años.
- Se definió la búsqueda de literatura relacionada a ingredientes sustitutos para la harina de trigo y el endulzante azúcar.

Fase III: Seleccionados los ingredientes sustitutos a implementar en el proceso productivo, se realizó:

- Identificación de variables, parámetros y restricciones.
- Construcción de la función objetivo.
- Construcción de los modelos de programación lineal con los ingredientes sustitutos.

Fase IV: Se diseñó el experimento para determinar la aceptabilidad del sabor entre las diferentes recetas, las actividades realizadas en esta fase corresponden a:

- Identificación de la problemática.
- Elección de factores y niveles.
- Selección de la variable de respuesta.
- Selección de la unidad experimental.
- Diseño del experimento.

Fase V: Una vez realizadas las fases anteriormente mencionadas, se analizan los resultados obtenidos.

- Ejecución del experimento
- Análisis a través de pruebas estadísticas.

## V. RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados de acuerdo a las fases que se establecieron en la metodología de la investigación:

### A. Levantamiento del proceso

Una vez obtenidos los datos e información del proceso productivo del pan de bolita, se realizó el DAP. En la Fig. 2 se registra la información del proceso y se detallan las actividades que son realizadas por el operario de panadería.

En la tabla I se presenta un resumen del DAP, donde se identifican las actividades con su respectiva cantidad y el tiempo necesario para la elaboración de 100 panes de bolita.

Tabla I. Resumen DAP.

SÍMBOLO	ACTIVIDAD	MÉTODO ACTUAL
	Operación	24
	Transporte	9
	Inspección	3
	Demora	5
	Almacenaje	1
	Tiempo implementado en la elaboración	3 horas 9 min 56 sg

Una vez obtenido el DAP, se procede a su análisis en el cual se logra concluir que el tiempo de elaboración del pan se puede llegar a reducir si se tiene en cuenta principalmente el factor de la distribución del área de trabajo y la implementación de metodologías que permitan generar una mayor productividad de los operarios, reduciendo así los tiempos muertos que se generan en el proceso productivo.

### B. Investigación de ingredientes sustitutos.

Una vez realizado el estudio previo de los posibles sustituidos de los ingredientes de la harina trigo y el azúcar tradicional, se determinaron cuáles de ellos aportaban mayor nivel nutricional en cuanto al componente de la fibra.

En la Fig. 3 se presentan 5 posibles sustitutos de la harina de trigo y 4 sustitutos de la harina tradicional.

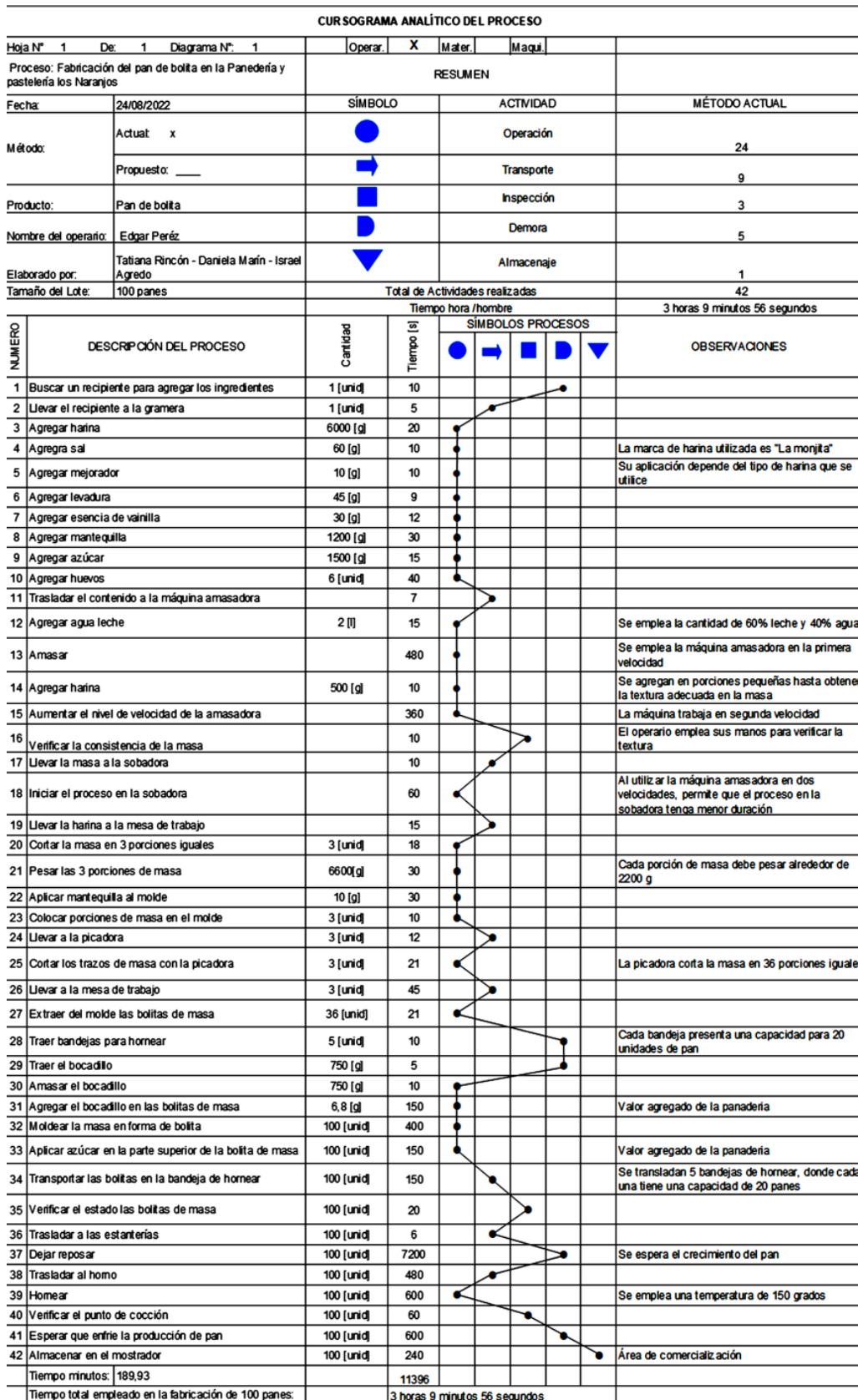


Fig. 2. Diagrama analítico de proceso.





Fig. 3. Productos sustitutos.

En la tabla II se observa el nivel de fibra de cada uno de los productos sustitutos.

Tabla II. Nivel de fibra de los productos sustitutos.

PRODUCTOS	FIBRA (g)
<b>SUSTITUTOS DE LA HARINA</b>	<b>100 g</b>
Centeno	8
Cebada	10,1
Arroz	2,4
Quinua	7
Avena	9,7
<b>SUSTITUTOS DEL AZÚCAR</b>	<b>100 g</b>
Miel	0,2
Yacón	0,5
Panela	0,27
Azúcar de coco	1,10

### C. Diseño de modelos de programación lineal.

Para el planteamiento del modelo de programación lineal se analizó la fórmula actual del pan bolita y se encontraron variables, parámetros, restricciones que dieron lugar al planteamiento de modelos que generaron fórmulas alternativas.

Para el modelo actual, en la Tabla III se observa los ingredientes con su respectiva cantidad (gramos), fibra y costos (\$) para la elaboración de un pan bolita.

Tabla III. Nutrientes y costos por un gramo de cada ingrediente.

INGREDIENTES	GRAMOS EN UN PAN DE BOLITA	FIBRA (g)	COSTO POR UN PAN DE BOLITA (\$)
Harina la monjita	65	1,755	99,45
Sal	0,6g	0	0,684
Mejorador	0,1	0	1,023
Levadura	0,45	0,121	2,403
Esencia	0,3	0	0,975
Huevos	1/6	0	75
Mantequilla	12	0	68,76
Azúcar	15	0	36,6
Agua leche	20 ml	0	1,32
Bocadillo	7,5	0	28,65
<b>Total</b>		<b>1,87</b>	<b>339,945</b>

Analizando la Tabla III, se logra determinar que los ingredientes que aportan fibra en el proceso de panificación son la Harina de Trigo “La Monjita” y la levadura.

De acuerdo con el proceso de panificación que se lleva a cabo en la panadería los Naranjos, se logró determinar los diferentes ingredientes que son utilizados en dicho proceso.

#### Variables:

- $X_1$ : Cantidad de gramos harina de trigo
- $X_2$ : Cantidad de gramos de sal
- $X_3$ : Cantidad de gramos de mejorador
- $X_4$ : Cantidad de gramos de levadura
- $X_5$ : Cantidad de gramos de esencia de vainilla
- $X_6$ : Cantidad de unidades de huevos
- $X_7$ : Cantidad de gramos de mantequilla
- $X_8$ : Cantidad de gramos de azúcar
- $X_9$ : Cantidad de litros de agua leche
- $X_{10}$ : Cantidad de gramos de bocadillo

#### Parámetros:

- Para la elaboración de 100 panes, se requiere la mano de obra de un trabajador.
- Se debe tener en cuenta que la empresa panadería y pastelería Los Naranjos tiene una

receta establecida para la elaboración de 100 panes.

- De la máquina picadora se obtienen únicamente 36 unidades de pan
- Para 60 unidades de pan se requiere una libra de bocadillo.
- La temperatura del horno debe ser 150°.
- El tiempo de horneado es de 10 minutos.
- El tiempo de reposo de las unidades de pan es de 2 horas.
- La cantidad de fibra que debe contener un pan debe bolita es 1,87.
- La cantidad de proteína que debe contener un pan debe bolita es 9,85.
- La cantidad de calorías que debe contener un pan debe bolita es 403,74.
- El precio para la elaboración de un pan de bolita debe ser 339,945.

La Tabla IV muestra la cantidad de fibra, proteína, calorías y el costo que tiene cada ingrediente en una cantidad de 1 gramo para la elaboración del pan de bolita.

Tabla IV Nutrientes y costos por un gramo de cada ingrediente.

INGREDIENTES	FIBRA (g)	PROTEÍNA (g)	CALORÍAS (cal)	COSTOS (\$)
Harina la monjita	0,027	0,134	3,333	1,53
Levadura	0,26	0,08	3,25	5,34
Sal	0	0	0	1,14
Mejorador	0	0,068	3,68	10,23
Huevos	0	1	13,33	450,00
Mantequilla	0	0,009	7,17	5,73
Azúcar	0	0	3,89	2,44
Agua leche	0	0,076	1,46	1,32
Esencia de vainilla	0	0	5,62	3,25
Bocadillo	0	0,0004	3,13	3,82

### Restricciones

- Harina de trigo  $\leq 60$  gramos  $\geq 65$  gramos
- Sal = 0,6 gramos
- Mejorador = 0,1 gramos
- Levadura = 0,45 gramos
- Esencia de vainilla = 0,3 gramos
- Huevo = unidad
- Mantequilla = 12 gramos

- Azúcar = 15 gramos
- Agua leche = 0,02 gramos
- Bocadillo = 6,8 gramos

El modelo que presenta la empresa relacionada al nivel de fibra que presenta un pan de bolita se encuentra sujeto únicamente a dos variables.

$$\text{Fibra de un pan de bolita} = 0,027x_1 + 0,26x_4 \quad (1)$$

### D. Fórmulas alternativas

Teniendo en cuenta el análisis nutricional de la receta original y la investigación de los posibles ingredientes sustitutos, se determinó que la harina es uno de los insumos que más aporta componentes nutricionales al pan, es por ello que se identificaron las harinas más óptimas para combinar con la harina de trigo (La monjita), estas son:

- Harina de centeno
- Harina de avena

Se identificó que la función objetivo en la creación de los modelos de optimización, es maximizar la cantidad de fibra que contiene un pan bolita, teniendo en cuenta que la harina no será sustituida por completo si no que estará combinada con determinadas cantidades de harina sustituta. Adicional a esto se estableció que el ingrediente (bocadillo) que da el valor agrado al pan bolita será reemplazado por cereales integrales, con el fin de brindar más aporte nutricional al pan.

En la Tabla V se establece la cantidad necesaria de cada ingrediente en un gramo de harina de trigo, para ello se realizó una regla de 3 teniendo en cuenta que para la elaboración de un pan de bolita se necesitan 65 gramos de harina de trigo.

La cantidad de ingredientes obtenidos por gramo serán utilizados para la construcción de las restricciones de los modelos de optimización.

### E. Modelo de optimización I

Para el modelo de optimización I se tuvo en cuenta los ingredientes principales para la elaboración del pan bolita y adicional se utilizó la harina y los cereales integrales del centeno.

Tabla V. Relación de cantidades.

INGREDIENTE	CANTIDAD (g) PARA ELABORAR UN PAN DE BOLITA	CANTIDAD NECESARIA EN UN GRAMO DE HARINA
Levadura	0,45	0,00692
Cereal integral	1	0,01538
Sal	0,6	0,00923
Mejorador	0,1	0,00154
Huevos	1/6	0,00256
Mantequilla	12	0,184622
Azúcar	15	0,23078
Agua leche	20 ml	0,307692
Esencia de anís	0,3	0,00462

Para este modelo se consideró la combinación de dos tipos de harina, la harina tradicional (trigo) y la implementación de la harina de centeno. Teniendo en cuenta que la harina de trigo tendrá una proporción del 70% para la elaboración de un pan de bolita.

### Variables

Para el primer modelo de optimización se implementan tanto ingredientes sustitutos como ingredientes necesarios para la elaboración del pan bolita.

- $x_1$ : Cantidad de gramos harina de centeno
- $x_2$ : Cantidad de gramos harina de trigo "La Monjita"
- $x_3$ : Cantidad de gramos de levadura
- $x_4$ : Cantidad de gramos de cereales integrales de centeno
- $x_5$ : Cantidad de gramos de sal
- $x_6$ : Cantidad de gramos de mejorador
- $x_7$ : Cantidad de unidades de huevos
- $x_8$ : Cantidad de gramos de mantequilla
- $x_9$ : Cantidad de gramos de azúcar
- $x_{10}$ : Cantidad de litros de agua leche

### Parámetros

Considerando la información recolectada a través de las investigaciones sobre costos y aspectos

nutricionales de los ingredientes, se establecieron los siguientes parámetros.

- La cantidad de fibra que debe contener un pan de bolita es a 1,87.
- La cantidad de proteína que debe contener un pan de bolita es a 9,85.
- La cantidad de calorías que debe contener un pan de bolita es a 403,74.
- El precio para la elaboración de un pan de bolita debe ser 339,945.

La Tabla VI muestra la cantidad de fibra, proteína, calorías y el costo que tiene cada ingrediente en una cantidad de 1 gramo, del mismo modo se han de considerar los valores nutricionales de los ingredientes principales de la tabla 4 del modelo inicial.

Tabla VI. Nutrientes y costos por un gramo de cada ingrediente.

INGREDIENTES	FIBRA (g)	PROTEÍNA (g)	CALORÍAS (cal)	COSTOS (\$)
Harina de centeno	0,08	0,09	3,18	3,52
Cereales de centeno	0,146	0,1034	3,38	2,0

### Función objetivo

Con el objetivo de maximizar el nivel de fibra que se encuentra presente en el pan de bolita, a través de la implementación de la harina de centeno se obtiene la siguiente función objetivo.

$$\text{Max } z = 0,08x_1 + 0,027x_2 + 0,26x_3 + 0,146x_4 \quad (2)$$

### Restricciones

Teniendo en cuenta las relaciones que se generan entre los ingredientes, se establecen las siguientes restricciones, para ello se estableció la relación de la cantidad necesaria de cada ingrediente en un gramo de harina aplicando regla de tres para establecer cada una de las restricciones y poder maximizar el nivel de fibra del pan de bolita.

- $60 \text{ gramos} \leq x_1 + x_2 \leq 65 \text{ gramos}$  (3)
- $x_2 \geq 0,7(x_1 + x_2)$  (4)
- $x_3 = 0,00692g(x_1 + x_2)$  (5)
- $x_4 = 0,01538g(x_1 + x_2)$  (6)
- $x_5 = 0,00923g(x_1 + x_2)$  (7)
- $x_6 = 0,00154g(x_1 + x_2)$  (8)
- $x_7 = 0,00256g(x_1 + x_2)$  (9)
- $x_8 = 0,18462g(x_1 + x_2)$  (10)
- $x_9 = 0,23078g(x_1 + x_2)$  (11)
- $x_{10} = 0,307692g(x_1 + x_2)$  (12)
- $x_{11} = 0,00462g(x_1 + x_2)$  (13)
- $0,09x_1 + 0,134x_2 + 0,08x_3 + 0,1034x_4 + 0,068x_6 + 1x_7 + 0,009x_8 + 0,076x_{10} \leq 9,85 \text{Max de proteína}$  (14)
- $3,18x_1 + 3,33x_2 + 3,25x_3 + 3,38x_4 + 3,68x_6 + 13,33x_7 + 7,17x_8 + 3,89x_9 + 1,46x_{10} + 5,62x_{11} \leq 380,27 \text{Max de calorías}$  (15)
- $3,52x_1 + 1,53x_2 + 5,34x_3 + 2x_4 + 1,14x_5 + 10,23x_6 + 450x_7 + 5,73x_8 + 2,44x_9 + 1,32x_{10} + 3,25x_{11} \leq 339,945 \text{Max Costos}$  (16)
- $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7, x_8, x_9, x_{10}, x_{11} \geq 0$  (17)

## F. Modelo de optimización II

Para el modelo de optimización II se tuvo en cuenta los ingredientes principales para la elaboración del pan bolita y adicional se utilizó la harina y los cereales integrales de avena.

Para este modelo se consideró la combinación de dos tipos de harina, la harina tradicional (trigo) y la implementación de la harina de avena. Teniendo en cuenta que la harina de trigo tendrá una proporción del 60% para la elaboración de un pan de bolita.

### Variables

Para el tercer modelo de optimización se implementan ingredientes sustitutos que logren aportar mayor cantidad de fibra, obteniendo:

- $x_1$ : Cantidad de gramos harina de avena
- $x_2$ : Cantidad de gramos harina de trigo "La Monjita"
- $x_3$ : Cantidad de gramos de levadura
- $x_4$ : Cantidad de gramos de cereales integrales de centeno
- $x_5$ : Cantidad de gramos de sal
- $x_6$ : Cantidad de gramos de mejorador
- $x_7$ : Cantidad de unidades de huevos
- $x_8$ : Cantidad de gramos de mantequilla
- $x_9$ : Cantidad de gramos de azúcar
- $x_{10}$ : Cantidad de litros de agua leche

### Parámetros

Considerando la información recolectada a través de las investigaciones sobre costos y aspectos nutricionales de los ingredientes, se establecieron los siguientes parámetros:

- La cantidad de fibra que debe contener un pan de bolita es a 1,87
- La cantidad de proteína que debe contener un pan de bolita es a 9,85
- La cantidad de calorías que debe contener un pan de bolita es a 403,74.
- La cantidad de grasas que debe contener un pan de bolita es a 10,71.
- El precio para la elaboración de un pan de bolita debe ser 329,065.

La Tabla VII muestra la cantidad de fibra, proteína, calorías y el costo que tiene cada ingrediente en una cantidad de 1 gramo, del mismo modo se han de considerar los valores nutricionales de los ingredientes principales de la tabla IV del modelo inicial.

Tabla VII. Nutrientes y costos por un gramo de cada ingrediente.

	FIBRA (g)	PROTEÍNA (g)	CALORÍAS (cal)	COSTOS (\$)
Harina de avena	0,97	0,067	3,18	3,2
Cereales de avena	0,056	0,1034	3,38	1,78

### Función objetivo

Con el objetivo de maximizar el nivel de fibra que se encuentra presente en el pan de bolita, a través de la implementación de la harina de avena se obtiene la siguiente función objetivo.

$$\text{Max } z = 0,097x_1 + 0,027x_2 + 0,26x_3 + 0,056x_4 \quad (18)$$

### Restricciones

Para la elaboración de una unidad de pan de bolita se debe tener en cuenta las restricciones del modelo anterior, excepto la Ec. 4.

Y se establece como nueva restricción:

$$x_2 > 0,60 (x_{21} + x_2) \quad (19)$$

### G. Diseño del experimento

Como resultado de esta fase, se definieron los diferentes elementos para poder realizar el experimento.

Al llevar a cabo el experimento y obtener los resultados, se realizó una comparativa entre los diferentes tratamientos utilizados (recetas) y el grado de aceptación de sabor que cada uno presentaba.

- Receta actual: 60 - 65 gramos de harina de trigo (la monjita) + 0,6 gramos de sal + 0,1 gramo de mejorador + 0,45 gramos de levadura + 0,3 mililitros de esencia de vainilla + 1/6 de huevo + 12 gramos de mantequilla + 15 gramos de azúcar + 20 mililitros de agua-leche + 7,5 gramos de bocadillo.
- Receta 1: 18,71 gramos de harina de centeno + 43,67 gramos de harina de trigo + 0,43 gramos de levadura + 0,96 gramos de cereal de centeno + 0,58 gramos de sal + 0,10 gramos de mejorador + 1/6 de huevo + 11,52 gramos de mantequilla + 14,40 gramos de azúcar + 19,19 mililitros de agua-leche + 0,29 mililitros de esencia de anís.
- Receta 2: 24,80 gramos de harina de avena + 37,20 gramos de harina de trigo + 0,43 gramos de levadura + 0,95 gramos de cereal de avena + 0,57 gramos de sal + 0,10 gramos de mejorador + 1/6 de huevo + 11,45 gramos

de mantequilla + 14,31 gramos de azúcar + 19,08 mililitros de agua-leche + 0,29 mililitros de esencia de anís.

Con base en los resultados obtenidos de las fórmulas alternativas y el modelo tradicional del pan de bolita, se logró determinar la receta que presenta mayor aceptación de sabor en el público, tal como se indica en la Fig. 1.

En la Fig. 5 se presenta la relación entre las 3 recetas (actual, centeno y avena) y las medias marginales estimadas.

La fórmula óptima obtenida corresponde a la receta del pan de avena.

### H. Resultados de la aplicación del experimento

Una vez realizado el experimento, recolectado y tabulado las respuestas obtenidas mediante la encuesta aplicada al público, se obtuvieron los siguientes resultados.

En la tabla VIII se muestran los datos organizados de acuerdo con el tratamiento aplicado, es decir, las recetas y la caracterización de los bloques, correspondientes al tipo de amasado (manual o con máquina).

Una vez organizados los datos, de acuerdo con el orden de las corridas establecido en el diseño del experimento, los datos se procesaron en el software IBM SPSS Statistics, del cual se obtuvo:

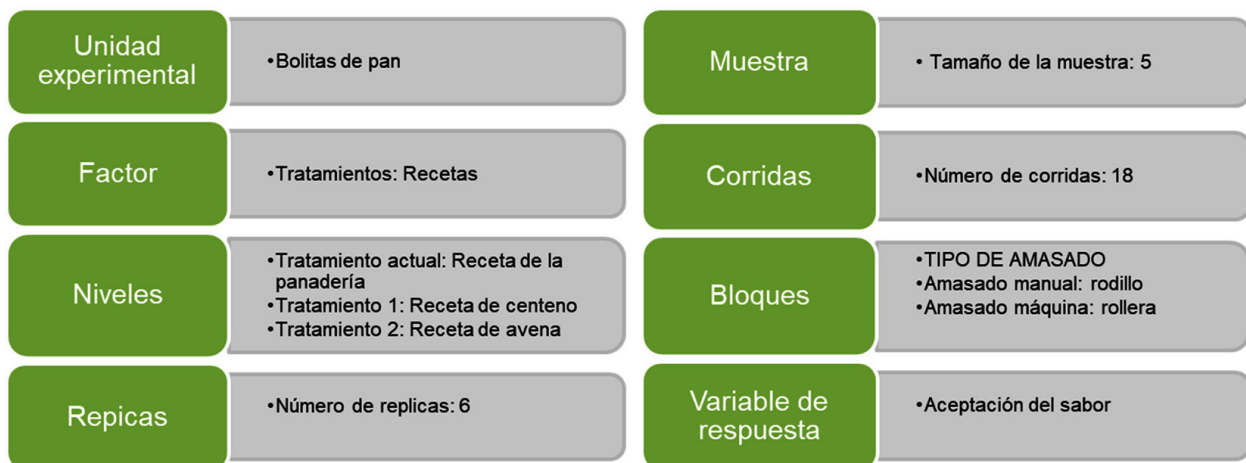


Fig. 4. Elementos de estudio para el diseño del experimento.



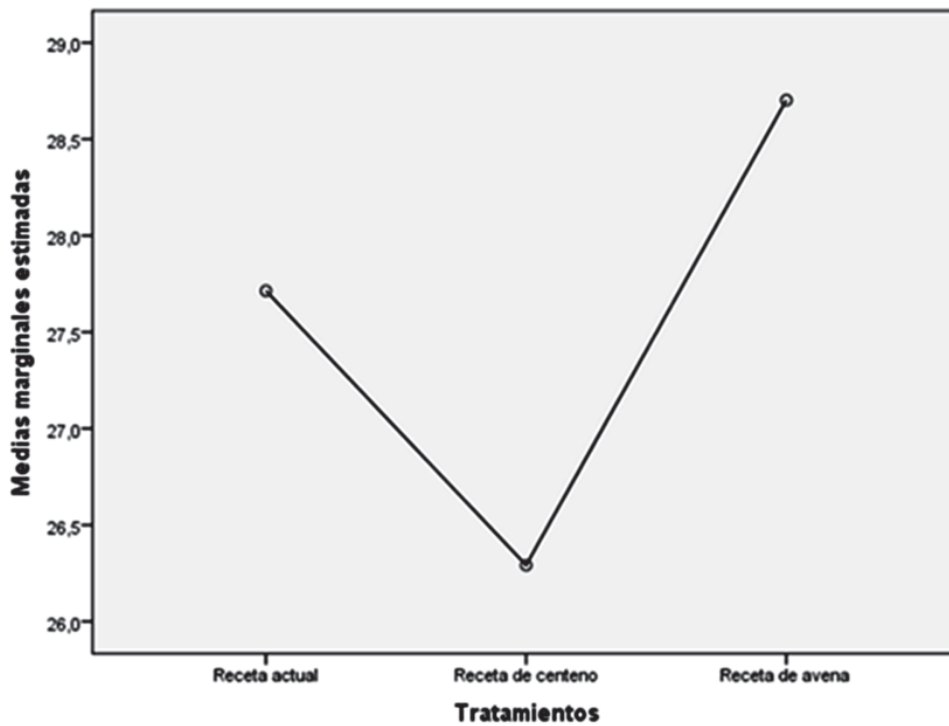


Fig. 5. Medias marginales estimadas de sabor.

**I. Análisis de varianza (ANOVA)**

Se realizó con el objetivo de determinar si los diferentes tratamientos aplicados muestran diferencias significativas, o si por el contrario se puede establecer que las medias de los tratamientos no difieren entre sí, es decir, que los tratamientos (recetas) son iguales o que no presentan una diferencia significativa, para ello se planteó dos tipos de hipótesis:

La hipótesis nula, en la cual se establece:

$H_0 = T_A = T_b = T_c = 0$ , es decir, que las medias de los tratamientos son iguales.

La hipótesis alternativa la cual hace referencia a:

$H_A = T_i \neq 0$  para algún  $i = A, B, C$ , es decir, que la media de alguno de los tratamientos es diferente.

En la tabla IX se encuentra el resultado referente al análisis de varianza.

Basado en los resultados de la tabla anterior, se establece que la hipótesis nula es rechazada, es decir que las medias de los tratamientos (recetas) son diferentes entre sí, ya que el valor del

Tabla VIII. Formación de bloques y tratamientos.

		TRATAMIENTOS		
		Actual	Centeno	Avena
BLOQUES: TIPOS DE AMASADO	Manual: Rodillo	28	20	26
		27	27	30
		28	21	29
		26	27	30
		26	23	32
		23	26	24
		28	24	26
		25	20	31
		27	26	27
		25	25	29
	28	27	30	
	35	28	27	
	Máquina: Rollera	30	28	27
		27	28	25
		29	28	30
		30	32	23
		25	31	35
		28	28	31
		29	29	25
27		30	24	
28		30	30	
28	21	31		
28	27	31		
30	25	35		

Tabla IX. Análisis de varianza.

VARIABLE DEPENDIENTE: SABOR					
Fuentes de varianza	Suma de cuadrados	Gl	Medida cuadrática	F	Sig.
Tratamientos	69,196	2	34,598	4,062	0,022
Amasado	51,640	1	51,640	6,063	0,016
Error	579,193	68	8,518		
Total	701,778	71			

estadístico F 4,062 es estadísticamente significativo al 2,20% y el valor para los bloques (tipo de amasado) es de 6,063 es estadísticamente significativo al 1,60% teniendo en cuenta que la probabilidad utilizada es del 5%. Por lo tanto, fue factible realizar las diferentes pruebas de supuestos para determinar su cumplimiento.

### J. Verificación de supuestos

#### Supuesto de normalidad:

Para verificar el cumplimiento de este supuesto, se analizaron y graficaron los residuos obtenidos. Para ello se tuvo en cuenta el procedimiento de ordenar los 72 datos recolectados en los residuos y la asignación de un rango de 1 a N siguiendo un orden creciente.

El siguiente paso consistió en calcular la posición para cada dato en función del rango y del número de total de observaciones, es decir el

número total de datos recolectados de residuos. Para logra realizar este cálculo, se tuvo en cuenta:  $\frac{(i-0,5)}{N}$  donde, i es el rango de 1,2,3...N y N es el número total de observaciones.

Una vez obtenida la posición, se calcula el valor de Z para poder realizar el gráfico.

En la Fig. 6 se observa el comportamiento de los datos referentes a los residuos mediante el uso de un gráfico de dispersión.

Para obtener mayor veracidad, al afirmar que se cumple el supuesto de normalidad, la tabla X muestra los resultados arrojados al aplicar la

Tabla X. Prueba de kolmogórov-smirnov para una muestra.

RESIDUOS PARA SABOR		
N		72
Parámetros normales	Media	0,0000
	Desviación típica Absoluta	2,85616
		0,103
Diferencias más extremas	Positiva	0,099
	Negativa	-0,103
Z de Kolmogórov-Smirnov		0,871
Sig. asintót. (bilateral)		0,433

a. La distribución de contraste es la Normal.  
b. Se han calculado a partir de los datos.

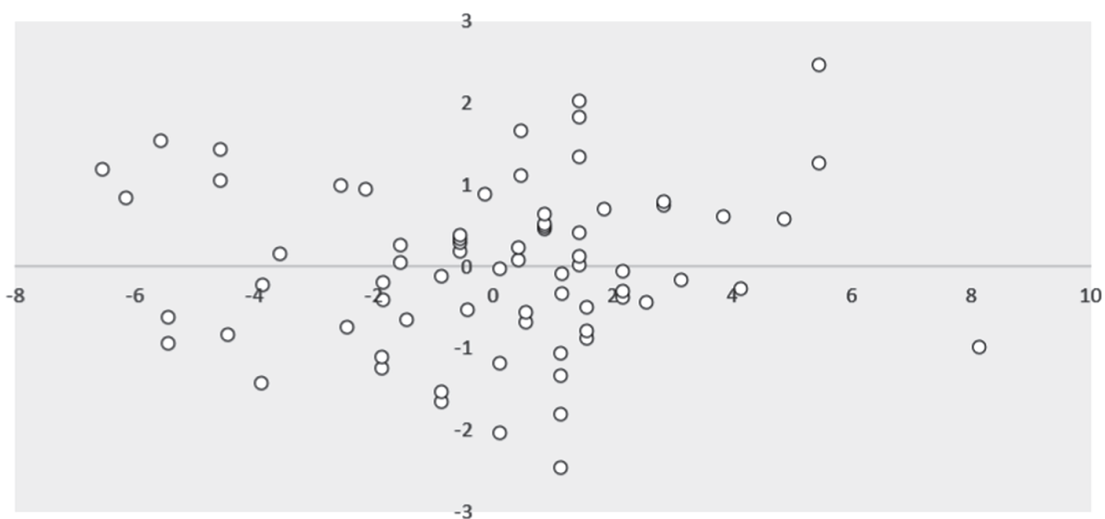


Fig. 6. Gráfica de normalidad.

prueba de Kolmogórov-Smirnov, en la cual se verifica si los residuos obtenidos de la muestra siguen una distribución normal.

Para dar cumplimiento a este supuesto, se requiere que el valor obtenido en la significancia asintótica bilateral sea mayor al 0,05. Tal como se evidencia en la tabla anterior, este valor corresponde al 0,433, dando cumplimiento al supuesto de normalidad.

### Supuesto de independencia:

Este supuesto está basado en la aleatoriedad, donde se comprueba si al graficar el orden en que se recolectaron las respuestas del experimento, presenta relación con el residuo correspondiente. Gráfica 7.

De la gráfica anterior, se logra evidenciar que el comportamiento que presentan los puntos, es aleatorio dentro de la banda horizontal, es decir, que dicho comportamiento no presenta un patrón, por lo cual se logra afirmar que se cumple el supuesto de independencia.

Al cumplir con el supuesto de independencia, se establece que el valor obtenido de una observación no influye en el valor que puedan a llegar obtener las otras observaciones. Es decir que los

datos no presentan ninguna relación entre ellos mismos.

### Análisis de Levene

La prueba de Levene es utilizada para determinar si las varianzas que se presentan entre las muestras, es decir, los tratamientos que se realizaron son aproximadamente iguales.

En la tabla XI se observa el contraste de las varianzas.

Tabla XI. Prueba de Levene.

F	GI 1	GI 2	Sig.
2,001	5	66	,090

Contrasta la hipótesis nula de que la varianza error de la variable dependiente es igual a lo largo de todos los grupos.<sup>a</sup>

a. Diseño: Intersección + Tratamientos + Amasado

El valor obtenido en la significancia es del 0,090 lo cual significa que las varianzas no son significativamente diferentes entre sí, es decir, se logra cumplir con el supuesto de homogeneidad de varianza.

Lo cual significa que se acepta la hipótesis nula de que los grupos presentan varianzas iguales.

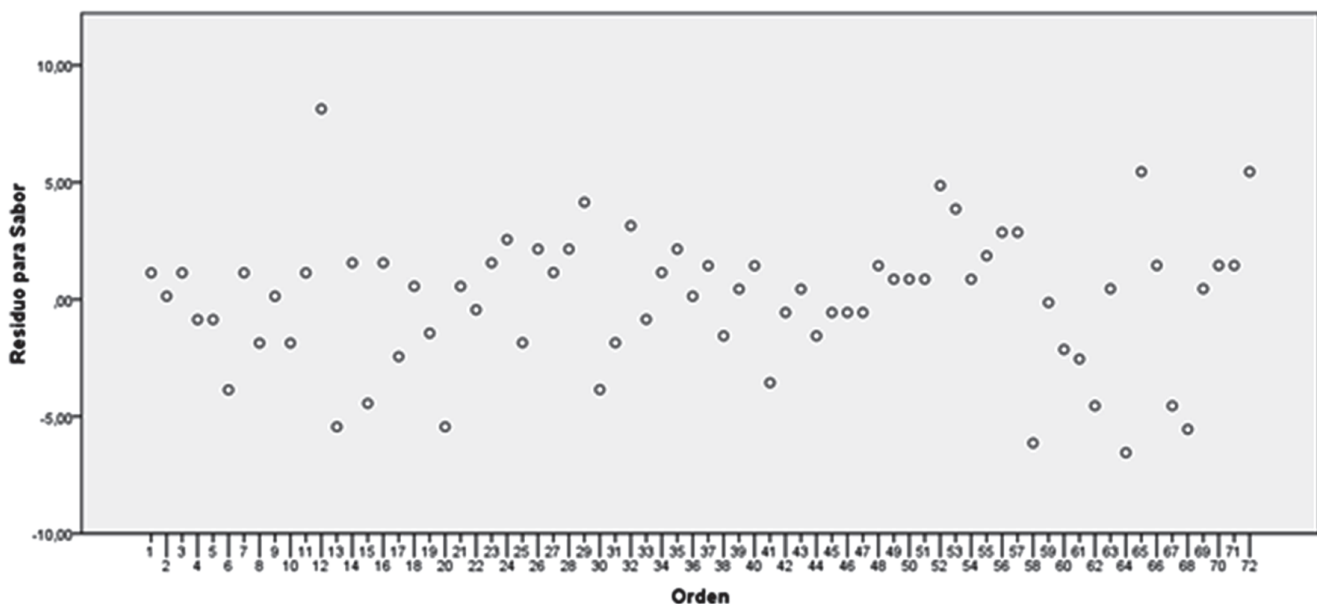


Fig. 7. Gráfico supuesto de independencia.

## Comparaciones

Al rechazar la hipótesis nula del experimento, la cual corresponde a que las medias de los tratamientos son iguales, se establecieron análisis estadísticos comparativos, con el objetivo de determinar cuál de los tratamientos, es el que causa que se rechaza la hipótesis nula. Se ha de tener en cuenta, que dicho tratamiento, puede ser considera como el mejor o el peor del experimento realizado.

### Método de Tukey y DMS (LSD)

Este método permite realizar comparaciones entre las medias que presenta cada tratamiento, en la tabla XII se realizó el análisis de comparaciones entre los diferentes tratamientos propuestos, con un intervalo de confianza del 95% se obtuvo:

De acuerdo con los resultados obtenidos mediante la prueba de Tukey, se logra identificar que tratamiento es significativo. Entre los tratamientos significativos se encuentra la receta de centeno y la receta de avena, las cuales presentan una diferencia absoluta del 2,45 y de acuerdo con los límites inferiores y superiores que presenta la receta

de centeno y la receta de avena se observa que son de  $-4,49$  hasta  $-0,41$ . Por tal razón esto hace que sean significativos.

Para determinar cuál de los tratamientos significativos es el mejor, se considera la media de las puntuaciones obtenidas cuando se realizó el experimento, las cuales corresponden a 26,29 y 28,67 respectivamente. Siendo este valor, la media correspondiente a la aceptación del sabor de los tratamientos, se obtiene como resultado final que el mejor de los tratamientos es el de avena.

En cuanto a los resultados del método de la mínima diferencia significativa o LSD, corresponde a un análisis estadístico en el cual se logra determinar la diferencia mínima que podría existir entre los diversos tratamientos que presenta un experimento.

En esta prueba se pretende determinar cuál de los tratamientos es significativo o no, con base a los resultados obtenidos en la tabla XII, se logra evidenciar que estadísticamente los tratamientos de avena y de centeno son significativos, es decir, que los tratamientos son diferentes. Al igual que en la prueba de Tukey, estos tratamientos presentan una diferencia absoluta del 2,45 y presentan

Tabla XII. Comparaciones múltiples TUKEY - DMS.

Variable dependiente: Sabor							
(I)Tratamientos	(J)Tratamientos	Diferencia de medias (I-J)	Error típ.	Sig.	Intervalo de confianza 95%		
					Límite inferior	Límite superior	
DHS de Tukey	Receta actual	Receta de centeno	1,39	,834	,226	-,61	3,39
		Receta de avena	-1,06	,843	,425	-3,08	,96
	Receta de centeno	Receta actual	-1,39	,834	,226	-3,39	,61
		Receta de avena	-2,45*	,852	,015	-4,49*	-,41
	Receta de avena	Receta actual	1,06	,843	,425	-,96	3,08
		Receta de centeno	2,45*	,852	,015	,41*	4,49
DMS	Receta actual	Receta de centeno	1,39	,834	,101	-,28	3,05
		Receta de avena	-1,06	,843	,213	-2,74	,62
	Receta de centeno	Receta actual	-1,39	,834	,101	-3,05	,28
		Receta de avena	-2,45*	,852	,005	-4,15*	-,75
	Receta de avena	Receta actual	1,06	,843	,213	-,62	2,74
		Receta de centeno	2,45*	,852	,005	,75*	4,15

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática (Error) = 8,518.

\*. La diferencia de medias es significativa al nivel ,05.

unos límites inferiores y superiores del  $-0,75$  hasta  $4,15$ . Siendo así tratamientos significativos.

Nuevamente para determinar que tratamiento es el que causa esta significancia, se recurre a las medias de las puntuaciones obtenidas en la aceptación del sabor, al ser el sabor la variable de respuesta del experimento, la mayor puntuación corresponderá a un mayor grado de aceptación a comparación de una baja puntuación, por tal razón, analizando las medias obtenidas de estos dos tratamientos, se logra determinar que el mejor tratamiento es el de avena puesto que presenta un mayor grado de aceptación del sabor.

## VI. CONCLUSIONES

Considerando la crisis del trigo y las tendencias que presenta el mercado sobre el consumo responsable y saludable, se realiza una revisión de la literatura acerca de los posibles productos sustitutos para la harina de trigo y el endulzante. Este estudio literario se basó en productos que ofrecieran aporte nutricional en el nivel de la fibra, dentro de los principales productos se encontraron la harina de cebada, avena, centeno y quinua las cuales cuentan con un aporte en 100g de 10.1, 9.7, 8 y 7 nivel de fibra respectivamente, para el caso de los productos endulzantes se encontró el azúcar de coco, el yacón y la miel los cuales generan un aporte de 1.10, 0.5 y 0,2 respectivamente en 100g.

De la fórmula óptima obtenida del modelo de programación lineal, se logra incrementar en un 2,42 en el nivel de la fibra respecto al valor inicial del pan tradicional fabricado en la panadería, obteniendo un valor final de 4,29 (fibra). Se logra cumplir con el objetivo de maximizar el nivel de fibra y se logra mantener constantes los costos iniciales de \$339,95.

De acuerdo con los bloques establecidos para realizar el experimento respecto al tipo de amasado, se logra evidenciar que la aceptación del sabor de los distintos tratamientos realizados, presentan una mayor puntuación de aceptación cuando el pan es elaborado en con la maquina rollera en comparación con el pan elaborado de forma manual con la implementación de rodillo, obteniendo unas medias de 28,42 y 26,69 respectivamente.

De acuerdo con los resultados recolectados y consolidados, se obtuvieron diferentes segmentos de mercado, lo cual es importante para saber a qué mercado objetivo se debe impulsar el producto obtenido. De las 72 personas encuestadas, se logró segmentar por un rango de edad de 18 a 21 años, de los cuales el 57% consideró el sabor del pan de avena como "aceptable", en un rango de 22 a 25 años, se obtuvo que el 34% consideró el sabor como "bueno" y en un rango mayor a 25 años se obtuvo un 82% que consideró el sabor como "bueno".

Según los resultados obtenidos de la fórmula alternativa para la elaboración del pan de centeno, se logra concluir que, en un rango de 18 a 21 años, el 50% considera que es un sabor "bueno", entre 22 y 25 años, el 50% consideran que el sabor es "aceptable" y el 41% considera que el sabor es "bueno".

La segmentación del mercado es importante para saber a qué público objetivo se impulsará y promocionará el producto obtenido, como se evidencia en los resultados, los rangos de mayor edad presentan mayor aceptación del sabor del pan, esto es debido a que el pan presenta características nutricionales, convirtiéndolo en un pan con sabor integral.

## REFERENCIAS

- [1] Sectorial. *Informe sectorial industria panificadora*. Obtenido de <https://docplayer.es/218025607-Informe-sector-industria-panificadora-junio-2021.html>. 2021.
- [2] A. A. Lamprea, Plan de mejoramiento de la Panadería y Pastelería El Rosal. Obtenido de <https://bdigital.uexternado.edu.co/server/api/core/bitstreams/439f282e-9820-4c5d-a2b2-c3d6f95dafcb/content>. 2022.
- [3] Compite 360. *Consumo en el sector panadero y pastelero*. <https://www.compitem360.com/>. 2021.
- [4] W. G. Zapata Sánchez *Elaboración de productos de panadería para medellín*. Obtenido de [https://empresarismo.medellindigital.gov.co/images/inteligencia\\_mercados/PDF/Productos-de-Panadera\\_Repostera-y-Galletera.pdf](https://empresarismo.medellindigital.gov.co/images/inteligencia_mercados/PDF/Productos-de-Panadera_Repostera-y-Galletera.pdf). 2019.
- [5] ANDI. *La industria molinera de trigo en Colombia esta siendo impactada por el incremento de los insumos*. <https://www.andi.com.co/Home/Noticia/17105-la-industria-molinera-de-trigo-en-colom>. 2021.



- [6] Cooperativa CL. Cooperativa CL: <https://www.cooperativa.cl/noticias/pais/consumidores/escasez-del-trigo-por-la-sequia-amenaza-al-precio-del-pan/2021-12-14/094336.html>. 2021.
- [7] W. L. Espinoza Vanegas, Los cereales como fuente de alimentación primaria para la humanidad. *Revista Multi-Ensayos*. doi: <https://doi.org/10.5377/multiensayos.v4i7.9493>. 2018.
- [8] ANDI. *Las tendencias del consumo de alimentos observadas en 2021*. Obtenido de <https://www.andi.com.co/Home/Noticia/17181-las-tendencias-del-consumo-de-alimentos#:~:text=El%20informe%20de%20consumo%20de,para%20la%20compra%20de%20alimentos>. 2022.
- [9] D. Rúa, A. Sepúlveda & L. Camacho, *Elaboración de pan de centeno*. [https://revistas.unipamplona.edu.co/ojs\\_viceinves/index.php/ALIMEN/article/view/4091/2351](https://revistas.unipamplona.edu.co/ojs_viceinves/index.php/ALIMEN/article/view/4091/2351). 2018.
- [10] V. Jaramillo Valdez, *Elaboración de harina de cebada (hordeum vulgare) para la utilización de poolish en pan común*. <http://dspace.esepoch.edu.ec/bitstream/123456789/11844/1/84T00644.pdf>. 2019.
- [11] A. Rojas Viteri, *Implementación de una nueva línea de producción de pan a base de harina de quinua en la panadería "LA DELICIA" de la ciudad de Ambato*. <http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/31292/1/611%20OE.pdf>. 2020.
- [12] P. Conde Pumarimay, *Incidencia de la harina de avena (avena sativa) como sustituto parcial de la harina de trigo (Triticum vulgare) en la elaboración de un bizcocho edulcorado con panela*. Obtenido de [http://redi.unjbg.edu.pe/bitstream/handle/UNJBG/3664/1588\\_2019\\_conde\\_pumarimay\\_pp\\_fcag\\_alimentarias.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://redi.unjbg.edu.pe/bitstream/handle/UNJBG/3664/1588_2019_conde_pumarimay_pp_fcag_alimentarias.pdf?sequence=1&isAllowed=y). 2019.
- [13] Organización Panamericana de la Salud. *Diabetes*. <https://www.paho.org/es/temas/diabetes>. 2021.
- [14] J. A. Ulloa, *La miel de abeja y su importancia*. Obtenido de <http://aramara.uan.mx:8080/bitstream/123456789/437/1/La%20miel%20de%20abeja%20y%20su%20importancia.pdf>. 2018.
- [15] V. Calvo Hurtado, *Propuesta para diversificar el uso de la panela en el Departamento de Boyacá*. <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/43728/2021VivinaCalvo.pdf?sequence=6&isAllowed=y>. 2021.
- [16] J. G. Vásquez, R. Durán, F. Martínez & J. Báez, *Azúcar de coco una alternativa como sustituto de azúcares procesados*. Obtenido de <http://www.fcb.uanl.mx/IDCyTA/files/volume7/7/10/47.pdf>. 2022.

