



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA CENTROAMERICANA

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN FASE II

**ESTANDARIZACIÓN DE PASTEL SIN GLUTEN UTILIZANDO DISEÑO DE EXPERIMENTOS EN
PANADERÍA “LA HORMIGA VAINILLA”**

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO

INGENIERO INDUSTRIAL Y DE SISTEMAS

PRESENTADO POR:

11611217 JUAN SEBASTIAN CANAHUATI SAADE

ASESOR: ING. DANIEL MONTENEGRO

CAMPUS UNITEC TEGUCIGALPA; OCTUBRE, 2020

AGRADECIMIENTOS

Gracias a mi mamá por haber dedicado su tiempo, conocimiento y ayuda para la realización de esta investigación. Doy gracias de igual forma al Ingeniero Daniel Montenegro quien me asesoró de gran manera para el desarrollo de todo el análisis.

RESUMEN EJECUTIVO (ESPAÑOL)

El objetivo principal de la investigación fue mejorar la calidad del pastel sin gluten de la panadería La Hormiga Vainilla utilizando metodologías de diseño de experimentos como ser el diseño de mezcla de vértices extremos. En La Hormiga Vainilla notaron que el pastel sin gluten era un producto con demanda en aumento, pero no estaban conformes con su receta ya que la calidad no era la buscada por los clientes.

El primer paso para realizar esta investigación fue recopilar la información necesaria del problema para lograr un correcto diseño de experimentación y proceso a seguir. Se crearon 13 recetas de pasteles sin gluten con diferentes cantidades de harina de arroz, harina de maíz y maicena. Para determinar que combinación de los factores fue la mejor, se hizo un análisis sensorial donde 25 panelistas degustaron las muestras y llenaron un cuestionario. Se analizaron los resultados a través de ANOVA de una vía y el método Tukey. El valor-p de todas las características fue menor a 0.05 por lo que se concluye que existían diferencias significativas entre las muestras, pero al analizarlas por agrupación se evidencia que la diferencia significativa estaba en la muestra 13 por tener una media tan baja. Después del análisis se obtuvo que la muestra 4 fue la preferida por los panelistas en todas las características examinadas.

Se calcularon los costos de un pastel con gluten tradicional y de las 13 muestras de pastel sin gluten para verificar la viabilidad de costos de producción de estos productos. Se obtuvo que los costos son despreciables ya que varían dentro del rango de 1 lempira y por esta razón no se toman en cuenta para la decisión de estandarizar la receta de la muestra número 4 para la cual se creó un diagrama de procesos.

RESUMEN EJECUTIVO (INGLÉS)

This research's main objective was to improve the quality of the gluten-free cake from La Hormiga Vainilla bakery using design of experiments methodologies such as a mixture design with extreme vertices. At La Hormiga Vainilla they noticed that gluten free cake was a product with increasing demand but were not satisfied with the recipe since the quality was not what the customers were looking for.

The first step to carry out this research was to collect the problem's relevant information to achieve a correct design of experimentation and the process to follow. 13 gluten-free cake recipes were created with different amounts of rice flour, corn flour, and cornstarch. A sensory analysis was carried out where 25 panelists tasted the samples and filled out a questionnaire to determine which combination of factors was the best. The results were analyzed using one-way ANOVA and the Tukey method. The p-value for all the characteristics was less than 0.05, which is why it is concluded that there were significant differences between the samples, but when analyzing them by grouping it is evidenced that the significant difference was in sample 13 because it had such a low mean. After the analysis, it was found that sample 4 was preferred by the panelists in all the characteristics examined.

The costs of a traditional gluten cake and the 13 gluten-free cake samples were calculated to verify the production cost feasibility of these products. It was obtained that the costs could be ignored when deciding which sample was the best since they vary within the range of 1 lempira. For this reason, costs were not considered for the decision to standardize the recipe of sample number 4 for which a process diagram was created.

ÍNDICE DE CONTENIDO

I. Introducción	2
II. Planteamiento del Problema.....	3
2.1 Precedentes del Problema	3
2.2 Definición del Problema.....	4
2.3 Justificación.....	5
2.4 Preguntas de Investigación.....	5
2.5 Objetivos.....	5
2.5.1 Objetivo General.....	5
2.5.2 Objetivos Específicos.....	5
III. Marco Teórico.....	6
3.1 Diseño de Experimentos	6
3.1.1 Definición.....	7
3.1.2 Etapas en el Diseño de Experimentos.....	7
3.2 Diseño de Mezclas Con Vértices Extremos	8
3.2.1 Definición.....	8
3.2.2 Aplicaciones de Diseño de Vértices Extremos.....	8
3.3 MiniTab.....	9
3.4 Harinas.....	9
3.4.1 Harina de Maíz.....	10
3.4.2 Harina de Arroz	10
3.4.3 Maicena.....	10
3.5 Diagrama de Procesos.....	10

3.5.1	Simbología	11
3.5.2	Ejemplo de Diagrama de Flujo	12
3.5.3	Microsoft Visio.....	12
3.6	Validación	13
3.6.1	Análisis Sensorial	13
3.6.2	ANOVA (Método de una vía)	16
IV.	Metodología.....	19
4.1	Enfoque	19
4.2	Variables de Investigación.....	19
4.3	Técnicas e Instrumentos Aplicados.....	19
4.3.1	Técnicas.....	19
4.3.2	Instrumentos	20
4.4	Materiales	20
4.5	Población	21
4.6	Metodología de Estudio.....	21
4.7	Metodología de Validación.....	22
4.8	Cronograma de Actividades	23
V.	Resultados y Análisis.....	24
5.1	Diseño de experimentación.....	24
5.1.1	Elección de las Variables.....	24
5.1.2	Elección del tipo de Diseño de Experimentación	24
5.1.3	Límites de los Componentes de Mezcla	25
5.1.4	Diseño de las Mezclas.....	26

5.2	Análisis Sensorial.....	28
5.2.1	Elaboración de los Pasteles.....	28
5.2.2	Condiciones para los Panelistas.....	30
5.2.3	Formulario.....	31
5.3	ANOVA de una Vía y Método Tukey.....	36
5.3.1	Dulzura.....	36
5.3.2	Textura.....	38
5.3.3	Humedad.....	40
5.3.4	Aceptabilidad General.....	42
5.4	Estandarización.....	43
5.4.1	Costos.....	43
5.4.2	Receta.....	44
5.4.3	Proceso.....	44
VI.	Conclusiones.....	47
VII.	Recomendaciones.....	48
VIII.	Aplicabilidad/Implementación.....	49
IX.	Evolución de Trabajo Actual/Trabajo Futuro.....	50
	Bibliografía.....	51
	Anexos.....	55

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1-	Simbología de Diagrama Flujo.....	11
Ilustración 2-	Ejemplo de Diagrama de Flujo.....	12

Ilustración 3- Representación gráfica de perfil sensorial-Ejemplo de Evaluación Sensorial de Uchuva.....	16
Ilustración 4- Gráfico de Intervalos.....	17
Ilustración 5- Resumen de diseño.....	25
Ilustración 6 – Límites de los componentes de mezcla.....	26
Ilustración 7 – Medidas de los 3 componentes para muestra 1.....	28
Ilustración 8- Elaboración de mezclas.....	29
Ilustración 9- Muestra 1.....	30
Ilustración 10 – Condiciones para los panelistas.....	31
Ilustración 11 – Perfil Sensorial Muestras 1-13.....	34
Ilustración 12 – Perfil Sensorial Muestras 1-6.....	35
Ilustración 13 – Perfil sensorial muestras 7-13.....	35
Ilustración 14 – Análisis de Varianza y Medias de Dulzura.....	37
Ilustración 15 – Agrupación por método Tukey de Dulzura.....	38
Ilustración 16 – Grafico de Intervalos a 95% de confianza de la media de Textura.....	39
Ilustración 17 – Agrupación por Método de Tukey de Textura.....	40
Ilustración 18 – Análisis de varianza y medias de Humedad.....	41
Ilustración 19 – Agrupación por método de Tukey de Textura.....	41
Ilustración 20 – Agrupación por método de Tukey de Aceptabilidad General.....	42
Ilustración 21 – Diagrama de Proceso para elaboración de pastel.....	45

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Cronograma de Actividades.....	23
---	----

Tabla 2: Diseño de las mezclas.....	27
Tabla 3 : Resultados del formulario $X \pm \sigma$	32
Tabla 4 – Comparación de costos de ingredientes.....	43

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 – Instrucciones para lograr un Análisis Sensorial adecuado.....	55
Anexo 2 – Cuestionario de Análisis Sensorial.....	56
Anexo 3- Muestra #1.....	57
Anexo 4 – Muestra #2.....	57
Anexo 5 – Muestra #3.....	57
Anexo 6 – Muestra #4.....	57
Anexo 7- Muestra #5.....	57
Anexo 8 – Muestra #6.....	57
Anexo 9 – Muestra #7.....	57
Anexo 10- Muestra #8.....	57
Anexo 11 - Muestra #9.....	57
Anexo 12 - Muestra #10.....	57
Anexo 13 - Muestra #11.....	57
Anexo 14 - Muestra #12.....	57
Anexo 15 - Muestra #13.....	57

LISTA DE SIGLAS Y GLOSARIO

DOE Diseño de Experimentos

DF Diseño Factorial

AS Análisis Sensorial

Mullido: que es blando y esponjoso

I. INTRODUCCIÓN

El estudio de una buena alimentación es un tema moderno que ha surgido debido a los problemas y enfermedades en las personas que son causadas por llevar una dieta desbalanceada. Los pacientes con enfermedad celíaca son intolerantes a ingerir gluten, sin embargo, muchas personas sin esta enfermedad también evitan las comidas con gluten para llevar una vida más saludable. Estas personas que no ingieren gluten buscan alternativas a sus comidas que sean tan buenas como las recetas tradicionales.

La Hormiga Vainilla es una pequeña panadería fundada en el 2019 en San Pedro Sula. Producen todo tipo de productos de repostería y panadería, pero su fuerte de ventas son los pasteles decorados. Hacen pasteles decorados con tortas de diferentes sabores y han notado que los pasteles de vainilla sin gluten son un producto que las personas están buscando, pero no están completamente satisfechos con la receta que utilizan.

La mejora de la receta de pastel sin gluten para la panadería, La Hormiga Vainilla, es el objetivo principal de esta investigación. Esto se alcanzará mediante la metodología de diseño de experimentos (DOE) a través de un diseño factorial (DF) para estudiar los efectos que diferentes factores pueden causar en la elaboración del pastel sin gluten y así poder identificar el comportamiento de las interacciones entre estos factores. Seguidamente se realizarán las recetas y un análisis sensorial (AS) para identificar la mejor.

El primer paso para lograr realizar esta investigación será el entendimiento de la receta actual e identificar los factores que afectan el producto. El siguiente paso será el planteamiento del problema; es decir, describir los precedentes, definición y justificación del problema, así como también se plantean los objetivos y las preguntas de investigación. El tercer paso es la ejecución del marco teórico y la descripción de la metodología a utilizar en la investigación. El siguiente paso será crear el DF para identificar cuantos experimentos con diferentes combinaciones se deberán probar. El quinto paso será ejecutar las recetas y validarlas a través del AS y por último se proporcionarán conclusiones y recomendaciones sobre la investigación.

II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

2.1 PRECEDENTES DEL PROBLEMA

La enfermedad celíaca tiene una prevalencia de aproximadamente 1% de afectados en la población mundial, aunque este dato puede variar en diferentes lugares debido a factores de tipo geográficos, genéticos o culturales. En América como tal se estima una prevalencia del 0.5%-1% de la población lo cual significa una menor cantidad de personas afectadas en relación con el resto del mundo en general. Sin embargo, distintos estudios evidencian que en los últimos 40 años hubo un aumento de hasta 5 veces de afectados lo cual demuestra que es una enfermedad con tendencia de ascenso en este continente (Tello, 2018).

En Centroamérica, se puede notar una transición en los últimos años donde existía una cultura de llevar una dieta a base de maíz a que ahora, de manera incremental las personas están incluyendo mucho más las comidas a base de trigo en sus dietas. Con estos cambios se predice un aumento en casos de personas con enfermedad celíaca, diabetes y enfermedad de la tiroides que son enfermedades que no tenían mucha relevancia en el sistema de salud público en los países de Centroamérica (Peña & Crusius, 2015).

Se evidencia la falta de relevancia de la enfermedad celíaca en los sistemas de estos países ya que no existen estudios epidemiológicos en ningún país centroamericano acerca de esta enfermedad. Aunque en algunos países centroamericanos si existen fundaciones o asociaciones dedicadas a la ayuda de personas con enfermedad celíaca, en Honduras no la hay y los especialistas se ven obligados a colaborar con asociaciones de países vecinos (Peña & Crusius, 2015).

Aunque el gluten afecta mayormente a las personas con enfermedad celíaca, también es dañino para personas con otros desordenes como es la diabetes. En Honduras no se han reportado datos para afectados por enfermedad celíaca, sin embargo, se sabe que, en 2016, la prevalencia nacional de diabetes fue del 7.2% lo cual equivale a más de 600 mil personas (Organización Mundial de la Salud, 2017).

Para luchar contra estas enfermedades, las personas afectadas dejaron de consumir gluten. El dejar de consumir gluten comenzó por ser el único tratamiento eficaz contra la enfermedad celíaca pero luego comenzaron a surgir más casos de personas que evitan el gluten cuando se descubrieron personas con sensibilidad al gluten no celíaca. Recientemente, se ha vuelto un tema de cultura, alentada por famosos por la creencia que eliminar el gluten de sus dietas conlleva a una alimentación más saludable (Peñuela, 2018).

El consumo de alimentos sin gluten ha aumentado significativamente en los últimos años. Se gastaron más de \$15.5 mil millones en ventas minoristas de alimentos sin gluten en 2016, que es más del doble de la cantidad gastada en 2011. El rápido aumento en la popularidad de una dieta sin gluten y alimentos sin gluten ha sido impulsado por múltiples factores, incluida la cobertura de los medios sociales y tradicionales, el marketing agresivo dirigido al consumidor por parte de los fabricantes y los puntos de venta, y los informes en la literatura médica y la prensa convencional de los beneficios clínicos relacionados con la evitación del gluten (Niland & Cash, 2018).

Las personas están cada vez más, cuidando su alimentación y la panadería "La Hormiga Vainilla" debe de tener opciones para este mercado como lo es el pastel sin gluten. Inicialmente, no hacían pasteles sin gluten, pero se comenzaron a hacer por petición de la clientela. A pesar del poco tiempo que tiene la panadería de haber sido fundada, la dueña cuenta con más de 20 años de experiencia en el rubro de pastelería y está consciente que la calidad del pastel sin gluten tiene espacio de mejora.

2.2 DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

En La Hormiga Vainilla, se ha identificado un aumento en pedidos de pastel sin gluten por parte de los clientes. Actualmente, se utiliza una receta para pastel sin gluten que resulta en un producto de menor calidad en comparación al pastel tradicional. La textura debe de ser mullida pero la torta del pastel sin gluten resulta muy seca y esta se quiebra con facilidad. Además, el sabor del pastel sin gluten resulta empalagoso, contrario al sabor de un buen pastel que debe tener un mejor balance de sabores.

2.3 JUSTIFICACIÓN

Para que la panadería prospere, debe de mantener satisfechos a sus clientes. La satisfacción del cliente por la calidad de un bien o servicio es uno de los factores críticos del logro de ventajas competitivas (Toniut, 2013).

Con la creciente demanda de productos sin gluten en el mercado general, es necesario estar a la altura de la competencia y ofrecer productos que cumplan con las expectativas. Mejorar la calidad de un producto genera clientes satisfechos y la fidelidad de estos. Mas clientela feliz con su producto, generará inevitablemente más demanda. La receta del pastel sin gluten se puede mejorar a través de la utilización de metodología de DOE. Al identificar factores que puedan variar en la elaboración del pastel se podrá estudiar e identificar diferentes interacciones entre ellos para luego lograr una mejor calidad.

2.4 PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

1. ¿Qué factores se deben de cambiar para mejorar la calidad del producto?
2. ¿Qué factores son los que más influyen para alcanzar una mejora en el nuevo producto?
3. ¿Qué tan viable, en términos de costos, será producir pasteles sin gluten con la mejora?

2.5 OBJETIVOS

2.5.1 OBJETIVO GENERAL

- Mejorar la calidad del pastel sin gluten utilizando metodologías de diseño de experimentos.

2.5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Diseñar la experimentación de mezcla y el proceso a seguir.
2. Determinar qué factores son los que más influyen en la calidad del producto.
3. Determinar la viabilidad de costos de producción del producto.

III. MARCO TEÓRICO

3.1 DISEÑO DE EXPERIMENTOS

El Diseño de Experimentos es una metodología matemática que se utiliza para planificar y realizar experimentos. Consiste en determinar cuáles pruebas y como es que se deben de realizar, para obtener datos y obtener conclusiones y decisiones que resulten en mejoras del desempeño del proceso. Es una herramienta multipropósito que se puede utilizar en diversas situaciones como el diseño para comparaciones, optimización y otras. Es una rama de la estadística aplicada que se utiliza para realizar estudios científicos de un sistema, proceso o producto en el que las variables de entrada son manipuladas para investigar sus efectos sobre la variable de respuesta medida (Durakovic, 2017).

Es una herramienta muy útil para mejorar la calidad y fiabilidad de un producto, pero además se ha expandido en muchas industrias como parte del proceso de toma de decisiones. Si bien surge como un método de ingeniería, también se ha utilizado en administración, marketing, hospitales, farmacéutica, energía y arquitectura, cromatografía y en la rama de esta investigación que es la industria alimentaria. El DOE es tan amplio que es aplicable tanto a procesos físicos como a modelos de simulación por ordenador y tanto a industrias de fabricación como las de no fabricación (Durakovic, 2017).

El DOE es comúnmente usado en situaciones donde se quiere averiguar cómo mejorar un proceso o producto. Ulibarrie, Beltramini, Bourquen, Defagot y Andrés (2019) utilizaron el DOE para optimizar mezclas para la industria de construcción. Mencionan que, al usar esta metodología, se les permitió reducir la cantidad de muestras a fabricar tomando como punto de referencia una superficie de respuesta optimizada. Dicho esto, a la vez de ser útil para encontrar una solución al problema, también se reducen costos y tiempo para intentar resolverlo.

En la industria alimentaria, también es usual y eficiente resolver un problema a través del DOE. Villarroel, Huriqueo, Hazbun y Carrillo (2009) utilizaron DOE en conjunto con otros recursos para desarrollar una formulación optimizada de galletas en base a harina desgrasada de avellana

chilena y harina de quinoa sin gluten. En esa investigación tenían como objetivo incrementar los valores nutricionales de la población celíaca que se logró mediante el uso de esta metodología.

3.1.1 DEFINICIÓN

El DOE consiste en planear y realizar un conjunto de pruebas con el objetivo de generar datos que, al ser analizados estadísticamente, proporcionen evidencias objetivas que permitan responder las interrogantes planteadas por el experimentador sobre determinada situación (Pulido & Salazar, 2008).

3.1.2 ETAPAS EN EL DISEÑO DE EXPERIMENTOS

Según Pulido y Salazar (2008), para asegurar que el DOE sea exitoso es necesario seguir estas cuatro etapas principales:

1. Planeación y realización

Esta etapa es la base de todo y conlleva diferentes pasos que se deben de realizar en orden para asegurar una ejecución adecuada.

- a. Entender y delimitar el objeto de estudio.
- b. Elegir las variables de respuesta y verificar que sean medibles.
- c. Determinar los factores a investigar.
- d. Seleccionar el diseño experimental adecuado a los factores y objetivo del experimento.
- e. Planear el trabajo experimental.
- f. Realizar el experimento.

2. Análisis

Un análisis adecuado es asegurado por el entendimiento de que los resultados del experimento son muestrales y no poblacionales. Por esto se recurren a métodos estadísticos.

3. Interpretación

Esta etapa requiere un análisis más a detalle para observar nuevos aprendizajes que se lograron en el proceso, verificar supuestos y elegir el mejor experimento.

4. Control y Conclusiones

Demostrar resultados y garantizar que las mejoras se mantengan.

3.2 DISEÑO DE MEZCLAS CON VÉRTICES EXTREMOS

Este tipo de diseño se utiliza cuando se necesita determinar proporciones de una mezcla que puede llevar varios componentes. Un ejemplo fácil de entender es cuando se están haciendo panqueques y se necesitan calcular las proporciones necesarias de harina, leche, levadura, huevos y aceite en una mezcla para hacer que los panqueques tengan el mejor sabor. Podemos deducir en base a pruebas anteriores que una mezcla que no contenga todos los ingredientes o que tenga demasiada proporción de un solo ingrediente, mucha harina, por ejemplo, no cumplirá con los requisitos para tener buen sabor, por esta razón se utilizan límites inferiores y superiores en los diferentes componentes para llegar a un producto óptimo.

3.2.1 DEFINICIÓN

Los diseños de vértices extremos son diseños de mezclas que abarcan solo una sub-porción o un espacio más pequeño dentro del simplex, por simplex podemos entender la región experimental donde se incluyen los componentes. Estos diseños deben utilizarse cuando el espacio de diseño elegido no es un diseño reticular L-simplex, es decir cuando las mezclas de los componentes no dependen de los tipos de combinaciones sino de las proporciones de cada uno de los componentes dentro de la mezcla. La presencia de restricciones de límite inferior y límite superior sobre los componentes suele crear esta condición. (Minitab, 2019)

3.2.2 APLICACIONES DE DISEÑO DE VÉRTICES EXTREMOS

En la investigación realizada por Merino (2018) se llevo a cabo la optimización de la mezcla de disolventes para extraer ácido carmínico y eritrosina en cerezas de cóctel. Se realizó un diseño de vértices extremos que relaciona la concentración de cada componente extraído con la composición de la mezcla de extracción. Las condiciones óptimas encontradas para la extracción fueron: 37.5% de agua, 55.2% de acetona y 7.3% de etanol.

Silva, Alex, Carrasco, & Verónica (2015) realizaron una investigación donde se elaboró una bebida láctea nutricional. Las proporciones de los componentes en la mezcla estaba determinado por rangos, por lo que se utilizó un diseño de vértices extremos haciendo uso de la herramienta Statgraphics, se obtuvieron 12 combinaciones. En base a las pruebas de análisis sensorial se determinó que el mejor tratamiento es el elaborado con 35% de leche, 25% de suero, 20% de zapallo, 4% de avena y 6% de maracuya.

3.3 MINITAB

Minitab es un software que fue diseñado para ejecutar funciones estadísticas básicas tanto como avanzadas. Minitab puede visualizar interacciones de datos e identificar factores importantes entre ellos, así como buscar tendencias y predecir patrones entre los datos. Minitab es el software líder en educación estadística para universidades. Ofrece herramientas necesarias para analizar datos y es de uso amigable para sus usuarios. Incluye también facilidad de crear gráficos para diferentes tipos de aplicaciones (Minitab, s.f.).

Minitab es utilizado en muchos estudios de estadística y de DOE. Garcia, Marquez, Zuniga-suarez, Zuniga-torres, & Villalta-granda (2017) investigaron la reacción de diferentes tipos de hormigón sometidos a diferentes cargas geométricas. Este es un estudio de DOE resuelto a través de un DF y mencionan que todos sus datos fueron procesados a través de Minitab y como el software analiza el logaritmo natural en la desviación estándar de su investigación.

3.4 HARINAS

La harina es un polvo resultante de moler ciertos alimentos. En la Real Academia Española, la palabra harina tiene varias definiciones, pero en todas se concuerda que es un polvo. Una definición menciona que el polvo es resultante de la molienda del trigo o de otras semillas, otra del salvado o cascarilla, la tercera de tubérculos y legumbres y la cuarta definición menciona simplemente que proviene de la reducción de materias sólidas.

Existen muchas harinas de diferentes tipos como harina de centeno, de cebada, de avena, de nuez, de coco, de calabaza y muchas más, que sirven para diferentes tipos de comidas. Por cuestión de

costos, sabor y otros factores se decidió en esta investigación trabajar con la maicena, harina de maíz y de arroz.

3.4.1 HARINA DE MAÍZ

La harina de maíz se obtiene al moler granos enteros de maíz en un polvo fino. Esta es típicamente amarilla y da un sabor dulce. Este tipo de harina se utiliza como sustituto principal para hacer pasteles y panes sin gluten. Si se utiliza por si sola, resultara en un pastel denso y quebrajoso por lo que se debe de encontrar la mezcla adecuada con otros ingredientes (Saade, 2020).

3.4.2 HARINA DE ARROZ

La harina de arroz es otro de las principales harinas utilizadas en recetas que no contienen gluten. En comparación a la harina de trigo que contiene el gluten, esta harina es más alta en calorías. La harina de arroz tiene menos elasticidad cuando se convierte en masa y es más dificultosa de manejar para hacer pasteles (Saade, 2020).

3.4.3 MAICENA

A diferencia de la harina de maíz, la maicena es un polvo blanco y fino hecho del almidón de maíz. Esta tiene un sabor mucho más simple y generalmente se utiliza para agregar textura ya que puede funcionar como espesante (Saade, 2020).

3.5 DIAGRAMA DE PROCESOS

Un diagrama de procesos es una representación gráfica de un proceso en donde se expone paso a paso las actividades que se deben de cumplir dentro del mismo. Estos diagramas son útiles para analizar los procesos y saber en qué aspectos se puede mejorar. Es muy importante establecer el inicio y el fin del proceso. Las series de acciones o actividades que integran el proceso entre el inicio y el fin se deben de vincular mediante líneas conectoras para indicar la secuencia en orden. Hay diferentes tipos de figuras que simbolizan las actividades como ser un rectángulo para acciones o un diamante para bifurcaciones (Garcia-Morales, 2002).

3.5.1 SIMBOLOGÍA

Para la correcta realización de cualquier diagrama, se debe de utilizar una apropiada simbología para representar lo que se intenta plasmar dentro del diagrama. La simbología adecuada comúnmente usada para la realización de un diagrama de procesos es la representada en la ilustración 1 donde se incluyen las formas de los símbolos, sus nombres correspondientes y la explicación de cada uno.

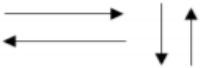






<u>SIMBOLOS</u>	<u>NOMBRE</u>	<u>EXPLICACION</u>
	Línea de flujo (Conexión de Pasos o flechas)	Muestra la dirección y el sentido del flujo del proceso, conectando con los símbolos y representado con flechas.
	Terminador (Comienzo o final de procesos)	Materiales, información o acciones para comenzar el proceso o para mostrar el final de mismo.
	Proceso (Actividad)	Tarea o actividad llevada a cabo dentro del proceso; puede tener muchas entradas pero sólo una salida.
	Conector (Conexión con otros procesos)	Proceso independiente que en algún momento aparece relacionado con el proceso principal.
	Datos Entrada/Salida (Información de apoyo)	Situamos en su interior la información necesaria para alimentar una actividad (datos para realizarla)
	Decisión (Decisión/Bifurcación)	Indicamos puntos en que se toman decisiones; alternativas tales como Sí o No; abierto/cerrado.
	Documento	Se utiliza para hacer referencia a la consulta de un documento específico en un punto del proceso

Ilustración 1- Simbología de Diagrama Flujo

Fuente: (Ulco Arias, 2015)

Se observa que este tipo de diagramas contiene 7 diferentes símbolos que son útiles para diferentes tipos de situaciones. Las líneas de flujo son las flechas que conectan todos los símbolos entre si dándole una dirección coherente al proceso. El terminador se utiliza para indicar el comienzo y final del proceso.

3.5.2 EJEMPLO DE DIAGRAMA DE FLUJO

Un diagrama de flujos de procesos puede ser utilizado para cualquier proceso que tenga un principio y un fin. En la ilustración 2 podemos apreciar un diagrama para el proceso de flujo de materiales en una empresa. En este proceso existen actividades y decisiones para saber qué acciones se deben de tomar y donde deben terminar los materiales según las respuestas a las decisiones.

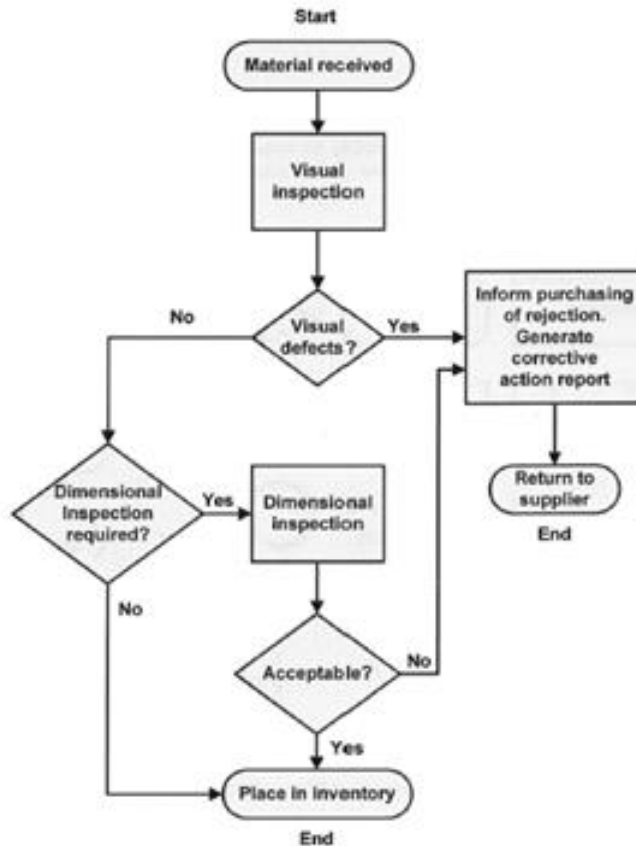


Ilustración 2- Ejemplo de Diagrama de Flujo

Fuente: (Raúl Rubio, 2016)

Este es un ejemplo donde, aunque solo hay un inicio al proceso, existen dos finales posibles de acuerdo con las respuestas de las decisiones que se deben de tomar en el proceso. Para este tipo de diagramas es muy útil el símbolo de decisión ya que el resultado puede variar.

3.5.3 MICROSOFT VISIO

Microsoft Visio es una aplicación que forma parte del paquete de Microsoft Office. Esta aplicación presenta primordialmente una facilidad para diagramar y graficar según sea necesario. Es un programa muy versátil y con mucha variedad de opciones que es utilizada para muchas materias, disciplinas o profesiones (Roth, 2011).

3.6 VALIDACIÓN

La validación de un estudio es la última fase antes de la implementación ya que se debe de comprobar que realmente se resolvió el problema. El método de validación puede variar entre diferentes estudios, pero siempre debe de haber una manera de medir las hazañas. La medición es un aspecto relevante en toda investigación científica. Debe de encontrarse también la relación entre la teoría y la medición y saber utilizar diferentes tipos de escalas como instrumentos de medición (Mendoza & Garza, 2009).

3.6.1 ANÁLISIS SENSORIAL

El AS es usualmente utilizado como método de validación de una investigación en la que algún tipo de sentido humano es estudiado. Surge como disciplina para medir la calidad de los alimentos y mejorar la aceptación por parte del consumidor. Aunque es muy común ver un AS utilizado en alimentos, también se puede utilizar en otros materiales como por ejemplo los perfumes.

El AS puede ser utilizado para diferentes objetivos o finalidades. Controlar el proceso de elaboración puede ser uno de estos y se evidencia su importancia cuando se desea hacer alguna modificación dentro del proceso. Es útil para vigilar la vida útil del producto y las condiciones que se deben de tener en cuenta para comercializar productos. La influencia del almacenamiento puede ser otro ejemplo del buen uso que se le puede dar a esta metodología. De manera general se puede decir que mide la aceptación de un producto (Hernandez, 2005).

Existen tres tipos de pruebas sensoriales diferentes las cuales se aplican de acuerdo con el objetivo o aspecto que se está evaluando. La discriminativa se utiliza cuando se quiere determinar si dos productos son percibidos de manera diferente por el consumidor. La descriptiva es utilizada para determinar las características específicas que causan las diferencias sensoriales

entre los productos. Por último, la afectiva tiene como objetivo determinar la aceptabilidad de consumo de un producto (Dominguez, 2007).

3.6.1.1. *Definición*

Se define el AS como la identificación, medida científica, análisis e interpretación de las respuestas a los productos percibidas a través de los sentidos del gusto vista olfato, oído y tacto. Tiene cuatro tareas principales en identificar, medir científicamente, analizar e interpretar (Stone & Sidel, 1993).

3.6.1.2. *Condiciones de Trabajo*

El análisis sensorial debe de realizarse bajo condiciones que permitan obtener los mejores resultados. Esto incluye las instalaciones o ambiente de trabajo y la muestra. Las instalaciones de trabajo pueden ayudar a disminuir las variaciones de errores y mejorar la sensibilidad de las pruebas. Es recomendable trabajar bajo las siguientes condiciones:

- Paredes de Colores Neutros
- Buen nivel de iluminación
- Ventilación (Área libre de olores)
- Libre de ruido

La muestra, es decir el alimento que se preparará, debe controlar dos aspectos principales: (a) aspectos relacionados al alimento y la preparación de este y (b) aspectos relacionados con el diseño experimental. El aspecto relacionado a la alimentación y la preparación incluye factores como:

- Preparación de la muestra: utilizar utensilios que no afecten el sabor del alimento o preparación.
- Temperatura: Servir alimentos a la misma temperatura.
- Servir la misma cantidad y porciones similares.
- Estandarizar preparación, tiempos de cocción, temperatura de preparación, entre otros.
- Método de servido.

(Hernandez, 2005)

3.6.1.3. *Análisis Sensorial Afectivo*

El análisis sensorial afectivo sirve para una comparación entre productos a través de pruebas hedónicas. Los panelistas para este tipo de pruebas no deben de ser entrenados. Existen dos tipos de pruebas hedónicas que pueden ser de preferencia o de aceptabilidad. Aceptabilidad habla del grado de gusto o disgusto basada en una escala de medición, mientras que preferencia se refiere a la elección entre dos o más productos (Dominguez, 2007).

3.6.1.4. *Ejemplos de Análisis Sensorial*

Mariscal-Arcas, y otros (2015) aplicaron el análisis sensorial en su investigación, esta se baso en la realización de un análisis sensorial de un batido recuperador específico para jugadores de fútbol de primera división española. En esta investigación se analizó un batido con ciertas propiedad nutricionales, para decidir que combinación era la ideal se generaron 6 muestras de batidos evaluados bajo diferentes parametros en un analisis sensorial valorando la textura, sabor, olor y color de batido. Seguido a esto se realizó una cata ciegas donde los jugadores evaluaban el batido utilizando un puntuación del 1-10 basandose en los parametros mencionados anteriormente. En base a las puntuaciones obtenidas anteriormente se generó una tabla donde se incluyeron la desviación estandar y los valores máximos y minimos de las puntuaciones.

La investigación realizada por Olivares, y otros (2017) involucró el analisis sensorial de galletas enriquecidas con linaza como alimento funcional. Este análisis fue dirigido a 123 personas, a cada panelista se le entregó una muestra con los productos A y B, galleta de linaza y avena y galleta de linaza y harina de trigo integral, respectivamente. Los parametros a evaluar para las galletas fueron los siguientes: apariencia, color, olor, sabor y textura. Se utilizó una escala hedonica del 1-5 para medir la aceptación de la galleta, 5 siendo el valor más alto representante de que aprueba la galleta.

3.6.1.5. *Gráfico de Perfil Sensorial*

La ilustración 3 muestra un gráfico de perfil sensorial, este tipo de gráfico analiza los valores otorgados a cada una de las muestras realizadas y las agrupa todas en un solo gráfico donde se

puede observar de manera clara las diferencias entre cada muestra y como estas fueron percibidas por los participantes.

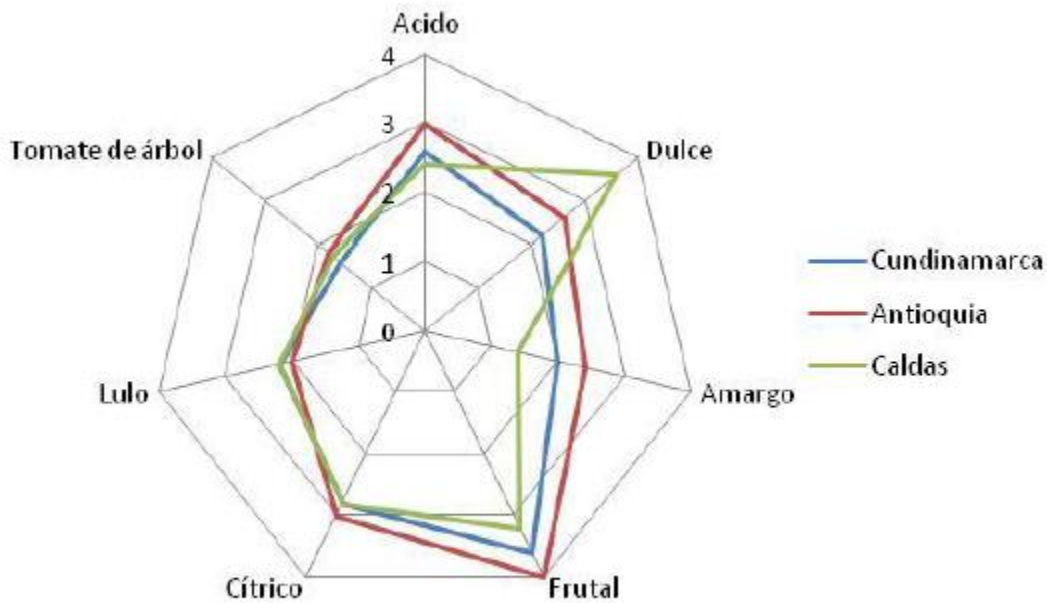


Ilustración 3- Representación gráfica de perfil sensorial-Ejemplo de Evaluación Sensorial de Uchuva

Fuente: (Castro-Ríos & Taborda, 2012)

Se puede observar los parámetros que se decidieron para esta investigación donde se degustó uchuva y posteriormente se pidió que se analizara el sabor de la fruta, debido a que este estudio se realizó por regiones se puede observar cómo cada región evaluó la uchuva.

3.6.2 ANOVA (MÉTODO DE UNA VÍA)

3.6.2.1. Definición

Una prueba de ANOVA es una forma de averiguar si los resultados del experimento son significativos. En otras palabras, ayudan a averiguar si se necesita rechazar la hipótesis nula o aceptar la hipótesis alternativa. Las pruebas ANOVA pueden ser de una o dos vías, esto hace referencia al número de variables independientes en la prueba de análisis de varianza. La prueba ANOVA de una vía tiene una variable independiente (con 2 niveles). (Glen, 2020)

3.6.2.2. Interpretación

El valor-P se utiliza para determinar si algunas de las diferencias entre las medias son estadísticamente significativa, se debe comparar el valor p con el nivel de significancia para evaluar la hipótesis nula. Si el valor p es inferior o igual al nivel de significancia se rechaza la hipótesis nula y se concluye que las medias no son iguales. En caso de que el valor p sea mayor que el nivel de significancia se acepta la hipótesis nula por lo que se puede determinar que las medias son iguales y no hay suficientes pruebas para rechazar la hipótesis nula.

Gráficos de intervalos: los gráficos de intervalos sirven para poder observar las diferencias entre diferentes muestras y factores específicos. La ilustración 4 muestra cómo se observan estos.

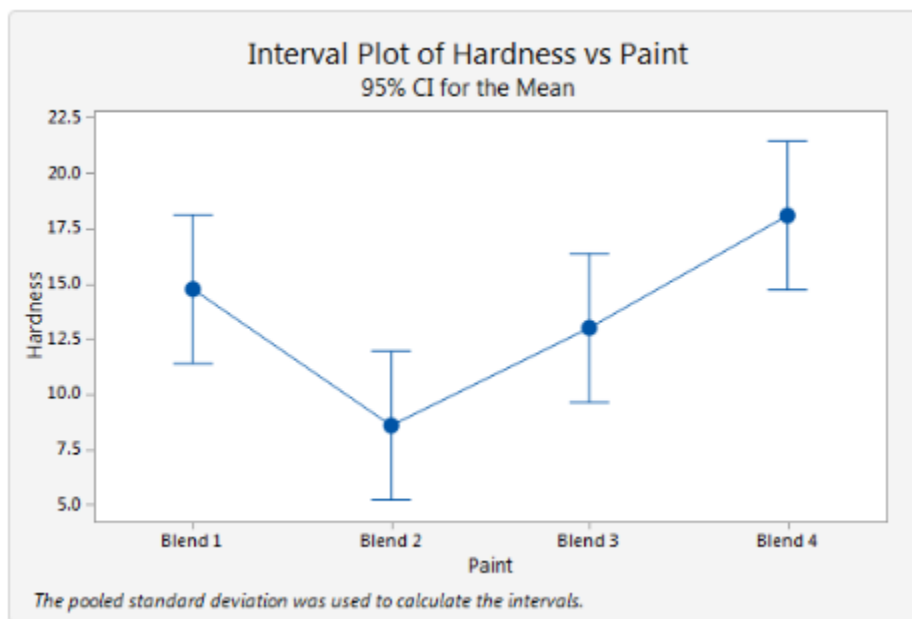


Ilustración 4- Gráfico de Intervalos

Fuente: (Minitab,2020)

3.6.2.3. Método Tukey

Minitab (2020) define el método Tukey como:

El método de Tukey se utiliza en el ANOVA para crear intervalos de confianza para todas las diferencias de pares entre los medios de nivel de factor mientras se controla la tasa de error familiar a un nivel especificado. Es importante considerar la tasa de error familiar cuando se

hacen múltiples comparaciones porque las posibilidades de cometer un error de tipo I para una serie de comparaciones es mayor que la tasa de error para una sola comparación.

IV. METODOLOGÍA

4.1 ENFOQUE

La presente investigación no es un estudio de caso ya que es replicable y no está basado en un caso en particular. Posee un enfoque mixto, aunque con una perspectiva mayormente cuantitativa. Esto debido a que las herramientas o técnicas utilizadas son cuantitativas, pero dentro de una de ellas se evaluaron aspectos cualitativos. El DF en este caso es meramente abordado desde una perspectiva cuantitativa ya que los factores fueron elegidos de esta manera. Según Pulido y Salazar (2008) los factores serían cualitativos como máquinas u operarios o cuantitativos como en este caso peso y cantidades.

El AS es una herramienta mixta en este estudio. Según Regueiro, Mauriz, Fero y Plana (2014) es necesario obtener datos cuantitativos en las pruebas de consumidores para poderles aplicar técnicas estadísticas. Pero para obtener estos datos cuantitativos se brindan escalas en las que los números representan las variables de objeto de estudio de manera cualitativa debido a la descripción de las propiedades sensoriales.

4.2 VARIABLES DE INVESTIGACIÓN

- Costos: es la cantidad de dinero que cuesta hacer el pastel
- Nivel de dulzura: cualidad del pastel que es percibida por el sentido del gusto
- Textura: si el pastel es mullido o áspero y quebrajoso
- Humedad: sensación de que tan mojado o seco se siente en el paladar de la persona
- Aceptabilidad General: que tan aceptable es el pastel de manera general
- Harina de maíz: la cantidad de harina de maíz que se aplica a la receta
- Harina de arroz: la cantidad de harina de arroz que se aplica a la receta
- Maicena: la cantidad de maicena que se aplica a la receta

4.3 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS APLICADOS

4.3.1 TÉCNICAS

- Diseño factorial Completo 2^k : se utilizó en la etapa de planificación para saber cuáles y cuantas combinaciones del experimento se debían realizar.
- Análisis Sensorial: se interpretó el experimento a través de esta metodología para poder validar los resultados.
- Diagrama de Procesos: se utilizó para diagramar el proceso a seguir de elaboración del pastel

4.3.2 INSTRUMENTOS

- Minitab: se utilizó para planificar y medir estadísticamente.
- Microsoft Visio: se utilizó para crear diagramas.
- Microsoft Excel: se utilizó para crear gráficos.
- ProQuest: se utilizó para buscar información relevante a la investigación realizada.
- ResearchGate: se utilizó para buscar información relevante a la investigación realizada.
- Google Académico: se utilizó para buscar información relevante a la investigación realizada.
- SemanticScholar: se utilizó para buscar información relevante a la investigación realizada.
- Google Forms: se utilizó para recopilar las respuestas de los panelistas en el análisis sensorial.

4.4 MATERIALES

- Harina de maíz
- Harina de arroz
- Maicena
- Huevos
- Bicarbonato de sodio
- Sal
- Aceite de girasol
- Azúcar
- Esencia de vainilla
- Leche

- Horno
- Batidora
- Molde
- Utensilios de cocina

4.5 POBLACIÓN

La población de esta investigación son las personas que degustarán los pasteles y se someterán al análisis sensorial, es decir los panelistas. No se tenía una cantidad de población finita para encontrar el tamaño de la muestra a través de un muestreo probabilístico simple y tampoco es deseable calcularlo a través de una fórmula de muestreo con una población infinita ya que, para este caso, el error máximo admisible en términos de proporción debía ser muy alto para ser realizable.

Por esta razón se decidió investigar el tamaño de la muestra de estudios similares a este y elegir un tamaño de muestreo no probabilístico por conveniencia. En el estudio de mejora de pasteles sin gluten realizado por Gomez, Ronda, Caballero y Oliete (2009) se utilizó una muestra de 60 personas, tomando en cuenta que tenían un DF mayor al de este estudio. En otro estudio de optimización de pasteles sin gluten realizado por Yildiz y Dogan (2014) se utilizó una muestra de 12 personas. Para encontrar un censo entre estos estudios, así como las consideraciones de dificultad de contacto con muchas personas y costos muy elevados, se consideró conveniente un tamaño de muestra de 25 personas.

4.6 METODOLOGÍA DE ESTUDIO

La realización de la investigación empezó al entrevistar a la dueña de la panadería “La Hormiga Vainilla” que también es la encargada de hacer los pasteles y de esta manera lograr entender el proceso. Así como también se logró entender el problema que se investigó, el cual era que los pasteles no tenían la calidad esperada y no podían satisfacer a sus clientes de la manera que deseaban.

Una vez obtenida la información, se analizó como abordar el problema y se decidió utilizar un diseño de mezclas con vértices extremos. En este caso se estudió la interacción de diferentes

combinaciones de los factores de cantidades de harina de maíz, harina de arroz y maicena. Cabe mencionar que se utilizaron límites inferiores y superiores para cada factor para estudiar las mezclas de una manera que no afecte a la receta de manera negativa. Se crearon 13 mezclas diferentes y por lo tanto se realizaron 13 muestras en representación de cada una de estas. Se eligió el tamaño de la muestra por un muestreo por conveniencia.

De la mano de la elaboración de los pasteles con las nuevas recetas brindadas por las combinaciones del DF, se efectuó el AS que incluye la identificación, medición científica, análisis de datos y la interpretación de estos. Luego del análisis y selección de la mejor manera de hacer el pastel sin gluten, se compararon los costos antiguos con los nuevos para analizar si hay una diferencia significativa entre estos procesos. Esto debido a que además de la aceptabilidad del cliente, el pastel sin gluten necesita ser viable de producir en términos de costos.

Finalmente, se creó un diagrama de procesos para un mejor entendimiento de los pasos a seguir para la realización del pastel y un correcto cumplimiento de ellos. Así como también se estandarizó la receta final para que no existan discrepancias en el futuro uso de esta y la calidad de los pasteles no varíe.

4.7 METODOLOGÍA DE VALIDACIÓN

La metodología que se utilizó fue el análisis sensorial. Para realizarlo se eligió una población por conveniencia de 25 panelistas. El tipo de AS elegido fue el afectivo ya que tiene como objetivo determinar la aceptabilidad de consumo de un producto cuando existen varias elecciones y es lo que se buscó con esta investigación. Para lograr un AS adecuado fue asegurado que las condiciones eran iguales para cada panelista, ya que se sirvió el pastel con utensilios idénticos, en el mismo lugar y con un trago de agua entre cada bocado de diferente muestra.

Una vez finalizada la primera parte del AS se prosiguió a analizar los datos estadísticamente a través del método de Tukey utilizado en el análisis estadístico de ANOVA para definir las diferencias entre muestras. Esto para observar si hubo aceptación de parte de los panelistas y verificar de una manera medible si en realidad había diferencia entre los pasteles.

4.8 CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

Tabla 1: Cronograma de Actividades

No.	Actividad	Semana 1				Semana 2				Semana 3				Semana 4				Semana 5				Semana 6				Semana 7				Semana 8				Semana 9				Semana 10			
		L	M	J	V	L	M	J	V	L	M	J	V	L	M	J	V	L	M	J	V	L	M	J	V	L	M	J	V	L	M	J	V	L	M	J	V	L	M	J	V
1	Entrevista para entendimiento del proceso actual	■	■	■	■																																				
2	Revisión de Literatura					■	■	■	■	■	■	■	■																												
3	Entrega de Primer Avance												■																												
4	Correcciones de Primer Avance												■	■	■																										
5	Realizar el Diseño Factorial												■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■																
6	Realizar el Análisis Sensorial												■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■																
7	Analizar Resultados																					■	■	■	■	■	■	■	■												
8	Entrega de Segundo Avance																								■																
9	Correcciones de Segundo Avance																								■	■	■														
11	Analizar Costos																													■	■	■	■								
12	Realizar Diagrama de Procesos																													■	■	■	■								
10	Estandarizar Receta																																								
13	Entrega de Tercer Avance																																				■				
14	Correcciones de Tercer Avance																																	■	■						
15	Revisión Final																																	■	■	■	■				
16	Entrega Final																																				■				

Fuente: (Elaboración Propia)

V. RESULTADOS Y ANÁLISIS

5.1 DISEÑO DE EXPERIMENTACIÓN

5.1.1 ELECCIÓN DE LAS VARIABLES

Las variables elegidas son los ingredientes sustitutos en un pastel sin gluten a lo que sería un pastel normal con harina de trigo. La harina de arroz hace que los pasteles obtengan una buena forma, pero si solo se usa esta, los pasteles quedan muy duros. La maicena funciona como un suavizante, pero si se usa por si sola, la masa queda chiclosa. Por último, la harina de maíz es la que da un mejor sabor al pastel. Estas harinas son accesibles de obtener y de precio por lo que conviene trabajar con ellas.

5.1.2 ELECCIÓN DEL TIPO DE DISEÑO DE EXPERIMENTACIÓN

Para determinar la manera en la que se debía mejorar la receta del pastel sin gluten se indago en diferentes metodologías basadas en DOE. Al analizar las variables se pensó en crear un diseño factorial 2^k en donde se tendría 3 variables a dos niveles cada una. El problema que se detectó al intentar usar esta metodología fue que los niveles de los 3 componentes eran siempre fijos y había muestras donde la cantidad de harina total era muy alta (cuando todas las variables se combinan en su nivel más alto). El resto de los ingredientes deben de ir en proporción directa a una cantidad específica de harina total y si las variables en este caso, las harinas, cambian la suma total, el resto de los ingredientes también tendría que variar en proporción a ellos.

La receta original contenía 250 gramos de harina de arroz, 50 de harina de maíz y 150 de maicena, lo cual suma 450 gramos de harina y tiene una relación directa a la cantidad del resto de ingredientes para lograr una adecuada contextura. Al intentar resolver con un diseño factorial 2^k , había muestras con un total de 500 gramos de harina y otras con 400 gramos. Cuando el total de harina se ve afectado de esa manera también se tendrían que afectar los demás ingredientes a la misma proporción (ejemplo: aumentar cantidad de huevos y leche) y se crearían muchas variables, por lo cual se decidió no optar por ese diseño.

El diseño de experimentación definitivo que se utilizó fue el diseño de mezclas de vértices extremos. En la ilustración 5 se muestra que la suma total de harinas (harina de arroz, harina de maíz y maicena) que se estaba buscando era de 450 gramos, esto para que la cantidad de los demás ingredientes permaneciera fija porque al tener una cantidad fija de la suma de la combinación de las 3 harinas, no habría que aumentar o disminuir los otros ingredientes.



Ilustración 5- Resumen de diseño

Fuente: (Elaboración Propia)

Esta metodología permitió que la suma total siempre fuese la deseada, a la vez que variaba la cantidad de cada uno de los tres componentes en las diferentes muestras. Permitted también que estuvieran en correcta proporción ya que para que las recetas fueran correctas la harina de arroz debía ser más que la maicena y por último la harina de maíz. Se diseñaron 13 diferentes puntos de experimentación o muestras.

5.1.3 LÍMITES DE LOS COMPONENTES DE MEZCLA

La ilustración 6 muestra los 3 diferentes componentes con sus respectivos límites de mezclas. Componente A, B y C que son harina de arroz, harina de maíz y maicena respectivamente deben de tener un límite de cantidad mínima y cantidad máxima en gramos. La receta original contenía 250 gramos del componente A, 50 del B y 150 del C para una relación adecuada entre las tres harinas, por lo que se decidió dar en el componente A y C una varianza de 50 gramos y en el B de 30 gramos.

Comp	Amount	
	Lower	Upper
A	200.000	300.000
B	20.000	80.000
C	100.000	200.000

Ilustración 6 – Límites de los componentes de mezcla

Fuente: (Elaboración Propia)

Los límites fueron elegidos así ya que la harina de arroz es el componente siempre con mayor cantidad porque es la harina que le dará mejor forma al pastel, la maicena le da un balance a la textura y con la harina de maíz se obtiene mejor sabor.

5.1.4 DISEÑO DE LAS MEZCLAS

Para el cálculo de las proporciones en el diseño de mezclas, se utilizó Minitab. En ese software estadístico, se creó el diseño estadístico de mezclas en donde se seleccionaron los límites deseados entre otras especificaciones y automáticamente se generaron las proporciones de las variables en cada muestra. En la tabla 2 se observan las 13 diferentes muestras con las combinaciones de los 3 componentes. La harina de arroz varía entre 200 y 300 gramos, la harina de maíz varía entre 20 y 80 gramos y la maicena entre 100 y 200 gramos. Se evidencia también que la suma de los 3 componentes para cada muestra siempre es exactamente 450 gramos lo cual permite mantener un estándar de los diferentes ingredientes que no deben de variar. Cabe mencionar que el número de muestra 13 era la receta que se estaba utilizando originalmente en la panadería.

Tabla 2: Diseño de las mezclas

Número de Muestra	Harina de Arroz	Harina de Maiz	Maicena
1	200	80	170
2	300	20	130
3	300	50	100
4	260	70	120
5	280	40	140
6	270	50	130
7	230	60	160
8	230	20	200
9	200	50	200
10	240	40	170
11	220	50	180
12	270	80	100
13	250	50	150

Fuente: (Elaboración Propia)

Al crear el diseño de mezclas de vértices extremos en Minitab, se generaron unos datos para cada muestra, los cuales fueron redondeados al diez más cercano para obtener estos datos debido a que, al ser pesados, la báscula utilizada solo pesa gramos con exactitud de diez en diez.

En la ilustración 7 se observa cuando se pesa la harina de arroz, harina de maíz y maicena con pesos de 200 gramos, 80 gramos y 170 gramos respectivamente para la muestra 1 sobre la báscula que se utilizó para medir todos los ingredientes. Se tuvo cuidado de no confundir estas harinas ya que a simple vista pueden ser muy parecidas para alguien que no conozca mucho del tema.



Ilustración 7 – Medidas de los 3 componentes para muestra 1

Fuente: (Elaboración Propia)

Se observa que los pesos siempre son medidos en gramos y redondeados al diez más cercano. Se utilizaron diferentes recipientes para la medición de cada harina para evitar confusiones entre las mismas.

5.2 ANÁLISIS SENSORIAL

5.2.1 ELABORACIÓN DE LOS PASTELES

Para la elaboración de todos los pasteles se siguió el mismo proceso y se utilizaron los mismos ingredientes siendo las únicas variables las diferentes cantidades de harinas a aplicar en cada receta. En la ilustración 8 podemos observar que se utilizaron moldes del mismo tamaño para evitar que la forma o tamaño afecte en el producto y se metieron al horno al mismo tiempo para asegurarse que los pasteles hayan sido horneados bajo las mismas condiciones. Estos eran moldes redondos con un diámetro de 30 cm y altura de 10 cm,



Ilustración 8- Elaboración de mezclas

Fuente: (Elaboración Propia)

Se iban colocando en orden dentro del horno y al sacarlas se utilizaron etiquetas enumeradas y se mantuvieron en orden numérico para evitar la confusión entre una muestra y otra. Se debió de precalentar el horno a una temperatura de 170°C. El horno tiene capacidad para al menos 24 pasteles de este tamaño a la vez.

Teniendo en cuenta que en producción normal se hacen pasteles tanto sin gluten y con gluten, se recomienda marcar ciertos moldes para que estos solo se utilicen para pasteles sin gluten y utilizar el resto de los moldes sin marcar para pasteles con gluten. Esto debido a que pueden existir confusiones si hay alguna desatención por parte del hornero y así evitar un posible error humano.

La ilustración 9 es la muestra de pastel número 1 en donde podemos ver la torta tal y como sale del horno y luego una vista de corte para apreciar la textura. Esta muestra tenía el límite menor

de harina de arroz (200 gramos), el límite mayor de harina de maíz (80 gramos) y el restante de maicena (170 gramos) para cumplir con la harina total (450 gramos).



Ilustración 9- Muestra 1

Fuente: (Elaboración Propia)

Se puede observar una torta algo amarillenta por la cantidad de harina de maíz y sin muchos poros. Las muestras se sirvieron en pequeñas porciones a los panelistas.

5.2.2 CONDICIONES PARA LOS PANELISTAS

En la ilustración 10 podemos observar la preparación de las condiciones a las que los panelistas fueron sometidos. Se muestra un lugar y utensilios limpios y agradables. Todo panelista fue entregado un plato, un cubierto, un vaso de agua, un número único por cada panelista, un celular o computadora para poder llenar el cuestionario, el número respectivo de la muestra y una hoja de instrucciones (ver Anexo 1) la cual se les fue leída, explicada y entregada antes de comenzar con la degustación. Es importante mencionar que las porciones eran pequeñas ya que cada panelista degustó 13 muestras.



Ilustración 10 – Condiciones para los panelistas

Fuente: (Elaboración Propia)

Todos los panelistas degustaron las muestras bajo las mismas condiciones ya que de lo contrario esto podría afectar en la sensibilidad de cada persona. Se llevo a cabo la degustación con los panelistas en la recepción de La Hormiga Vainilla, la cual es muy agradable ya que tiene paredes de colores neutros, bonita decoración, buen nivel de iluminación, ventilación adecuada y con el mínimo ruido posible para evitar distracciones.

5.2.3 FORMULARIO

En el formulario (ver Anexo 2) se cuestiono acerca de 4 características de cada una de las muestras utilizando una escala de 9 puntos. Las características investigadas fueron el nivel de dulzura, textura, humedad y la aceptabilidad en general de cada pastel en donde el punto mínimo de la escala era 1 representado por me disgusta mucho, 5 el punto medio representado por ni me gusta ni me disgusta y 9 el punto máximo representado por me gusta mucho.

La tabla 3 contiene todas las medias de las respuestas de cada característica de las 13 muestras y su respectiva desviación estándar. La textura es la respuesta con la mayor desviación estándar y es natural ya que las harinas tienen mayor impacto en esta característica. El nivel de dulzura es la característica con una menor desviación estándar lo cual también tiene sentido ya que todas las muestras tienen la misma cantidad de azúcar y demás ingredientes exceptuando las harinas.

Tabla 3 : Resultados del formulario $\bar{X} \pm \sigma$

Muestra	Dulzura	Textura	Humedad	Aceptabilidad General
1	6.40 ± 1.915	5.52 ± 2.312	5.76 ± 1.943	5.92 ± 1.824
2	6.72 ± 2.112	6.28 ± 2.372	6.32 ± 2.212	6.2 ± 2.291
3	7.08 ± 1.681	6.44 ± 2.043	6.64 ± 1.934	6.88 ± 1.740
4	7.48 ± 1.388	7.52 ± 1.388	7.12 ± 1.616	7.24 ± 1.739
5	6.52 ± 1.735	6.12 ± 2.068	6.12 ± 2.048	6.36 ± 2.139
6	6.92 ± 1.352	6.52 ± 1.851	6.2 ± 2.062	6.48 ± 1.873
7	6.6 ± 1.732	5.92 ± 1.847	6.0 ± 1.607	6.12 ± 1.965
8	6.72 ± 1.792	6.44 ± 2.083	6.84 ± 2.075	6.72 ± 1.926
9	6.36 ± 1.846	6.40 ± 1.683	6.40 ± 1.080	6.16 ± 1.519
10	6.6 ± 1.607	6.76 ± 1.200	6.40 ± 1.555	6.56 ± 1.474
11	7.04 ± 1.241	6.8 ± 1.581	6.84 ± 1.491	6.92 ± 1.579
12	6.56 ± 1.850	6.68 ± 2.056	6.32 ± 2.036	6.32 ± 1.887
13	4.08 ± 2.565	3.84 ± 2.461	3.8 ± 2.550	3.84 ± 2.375

Fuente: (Elaboración Propia)

La muestra número 4 es la que obtuvo una media más alta en cada una de las características estudiadas, así como también obtuvo una desviación estándar relativamente baja en las mismas. Que la desviación estándar sea baja demuestra que, en su mayoría, los panelistas están de acuerdo en la calificación que le dan a cada muestra y sus características. A diferencia de la muestra 13 que obtiene una media baja en la escala y desviaciones estándar altas lo cual muestra que a los panelistas no les pareció de buena calidad y tenían diferentes opiniones al respecto.

En la ilustración 11 se aprecia un gráfico de perfil sensorial donde se observan de una manera más amigable los puntos donde la media de cada característica investigada está. Aquí podemos observar que la muestra número 4, representada por la línea punteada más grande color azul fue la que obtuvo una media más alta para todas sus características. Así como la muestra número 13 es la que obtuvo una media más baja. Es importante recalcar que la muestra 13 representa la receta que se utilizaba originalmente, lo cual evidencia la falta de calidad en ella que es superada por las demás muestras.

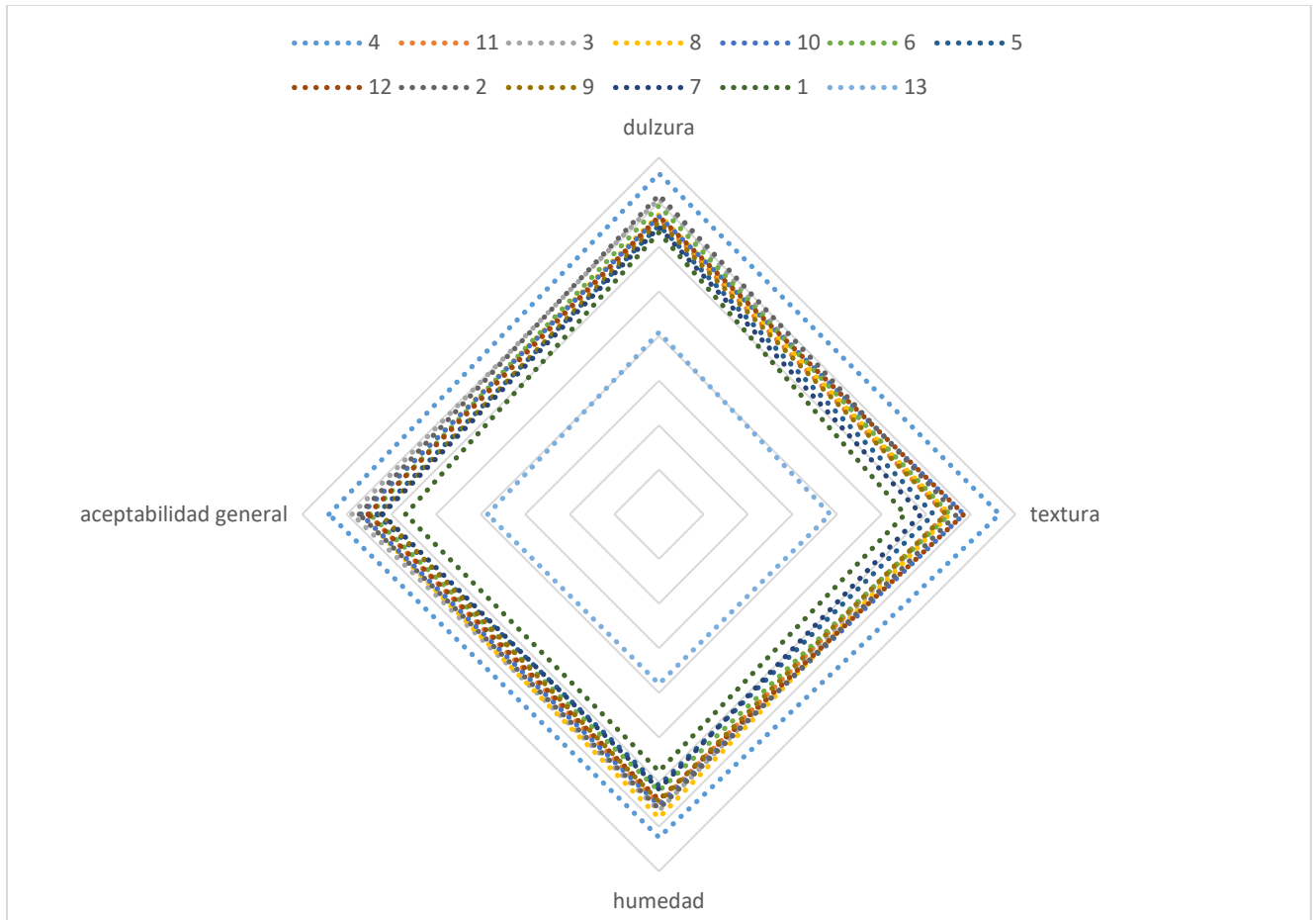


Ilustración 11 – Perfil Sensorial Muestras 1-13

Fuente: (Elaboración Propia)

Las ilustraciones 12 y 13 son las mismas muestras mostradas en la ilustración 11, pero fueron separadas con el objetivo de brindar una mejor visualización de las líneas punteadas representadas en ellas.

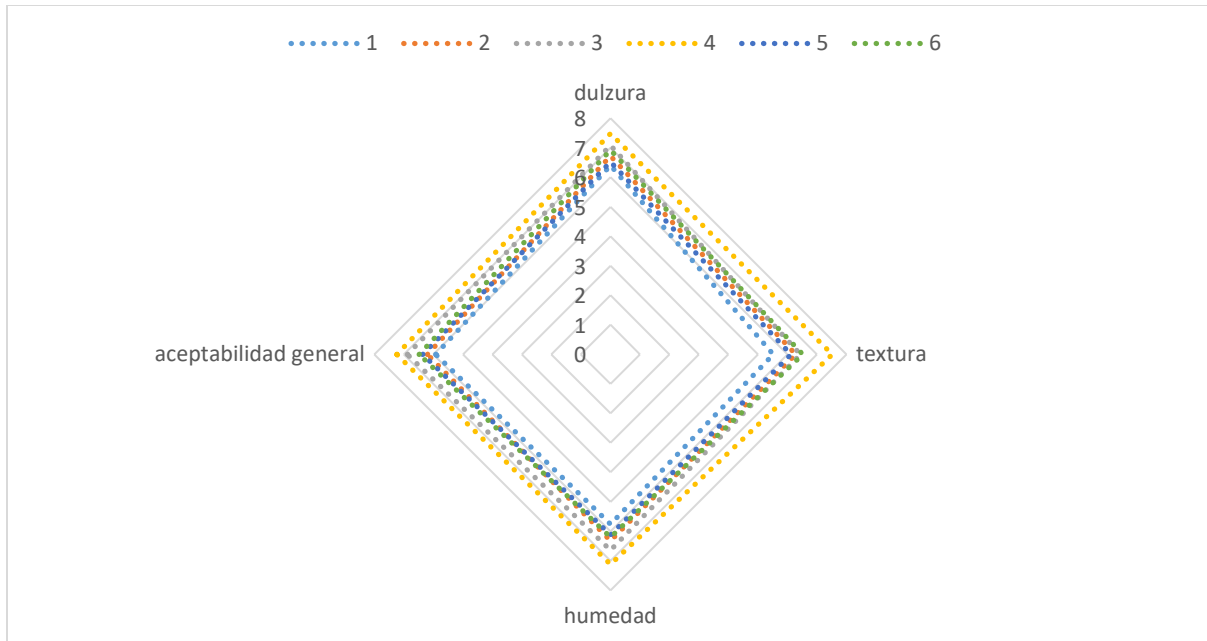


Ilustración 12 – Perfil Sensorial Muestras 1-6

Fuente: (Elaboración Propia)

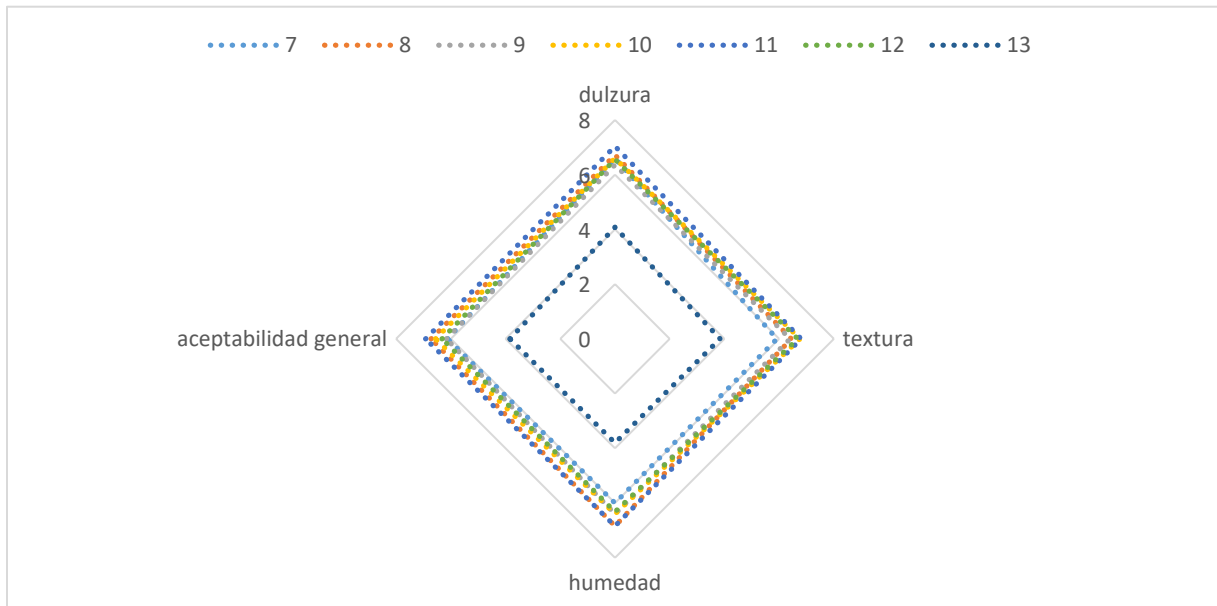


Ilustración 13 – Perfil sensorial muestras 7-13

Fuente: (Elaboración Propia)

En estos gráficos es evidenciado de una manera visual que las muestras, en su mayoría son percibidas de una manera muy parecida por los panelistas ya que varias de las líneas se cruzan entre sí. Si bien es cierto que las muestras fueron percibidas de una manera parecida, también se

puede observar que los resultados de las características de una muestra son constantes entre sí. Es decir, si la textura fue calificada de manera baja para una muestra, es probable que la dulzura, humedad y aceptabilidad general también fueron calificadas con una baja puntuación.

Que las puntuaciones sean parecidas para cada característica en las diferentes muestras, evidencia que, a pesar de que, si las distinguen como diferentes, para el panelista las características se afectan entre ellas.

5.3 ANOVA DE UNA VÍA Y MÉTODO TUKEY

Para analizar estadísticamente los datos obtenidos del análisis sensorial, se introdujeron en Minitab y se creó un análisis de una vía ANOVA y se compararon los procedimientos a través del método Tukey. Se compararon las muestras por característica, es decir 4 comparaciones diferentes (una por dulzura, humedad, textura y aceptabilidad general). Para todas se utilizó un nivel de confianza del 95% por lo tanto el nivel de significancia es de 0.05. Si el valor p es menor a este nivel de significancia, se rechaza la hipótesis nula y se concluye que existen diferencias entre las muestras.

5.3.1 DULZURA

En la ilustración 14 podemos observar datos importantes del análisis de varianza para la dulzura de las muestras como ser el valor p que es menor que 0.05, por lo tanto, se concluye que las muestras tienen diferencias significativas. Se muestran también las medias con sus respectivas desviaciones estándar y los intervalos de confianza para cada muestra. Se observa que la media de todas las muestras es de aproximadamente 6 o 7 pero para la muestra 13, es más baja y su desviación estándar es la más alta.

Source	DF	Adj SS	Adj MS	F-Value	P-Value
Factor	12	193.6	16.137	5.06	0.000
Error	312	995.0	3.189		
Total	324	1188.6			

Factor	N	Mean	StDev	95% CI
Dulzura 1	25	6.400	1.915	(5.697, 7.103)
d2	25	6.720	2.112	(6.017, 7.423)
d3	25	7.080	1.681	(6.377, 7.783)
d4	25	7.480	1.388	(6.777, 8.183)
d5	25	6.520	1.735	(5.817, 7.223)
d6	25	6.920	1.352	(6.217, 7.623)
d7	25	6.600	1.732	(5.897, 7.303)
d8	25	6.720	1.792	(6.017, 7.423)
d9	25	6.360	1.846	(5.657, 7.063)
d10	25	6.600	1.607	(5.897, 7.303)
d11	25	7.040	1.241	(6.337, 7.743)
d12	25	6.560	1.850	(5.857, 7.263)
d13	25	4.080	2.565	(3.377, 4.783)

Pooled StDev = 1.78577

Ilustración 14 – Análisis de Varianza y Medias de Dulzura

Fuente: (Elaboración Propia)

Se observa también las diferencias entre los intervalos de confianza y se aprecia que la muestra 13 está muy por debajo de las demás muestras. En la ilustración 15 podemos ver la agrupación de Minitab por el método Tukey en donde las primeras 12 muestras están agrupadas juntas y la única que muestra diferencias significativas es la muestra 13.

<u>Factor</u>	<u>N</u>	<u>Mean</u>	<u>Grouping</u>
d4	25	7.480	A
d3	25	7.080	A
d11	25	7.040	A
d6	25	6.920	A
d8	25	6.720	A
d2	25	6.720	A
d10	25	6.600	A
d7	25	6.600	A
d12	25	6.560	A
d5	25	6.520	A
Dulzura 1	25	6.400	A
d9	25	6.360	A
d13	25	4.080	B

Ilustración 15 – Agrupación por método Tukey de Dulzura

Fuente: (Elaboración Propia)

Esto fue algo inesperado ya que en las recetas solo se cambiaban las cantidades de harina y estas no tienen tanto efecto en la dulzura como otros ingredientes que se mantuvieron constantes (azúcar, esencia de vainilla). De manera general los panelistas rechazaron la muestra 13 en todas sus características.

5.3.2 TEXTURA

La textura también obtuvo un valor de p menor que 0.05 por lo tanto se sabe que existen diferencias entre las muestras. En la ilustración 16 se muestra una comparación gráfica de los intervalos de un 95% de confianza de la media. Como ha sido constante, la muestra número 4 es también la más alta y la muestra número 13 la más baja para la calificación que le dieron los panelistas.

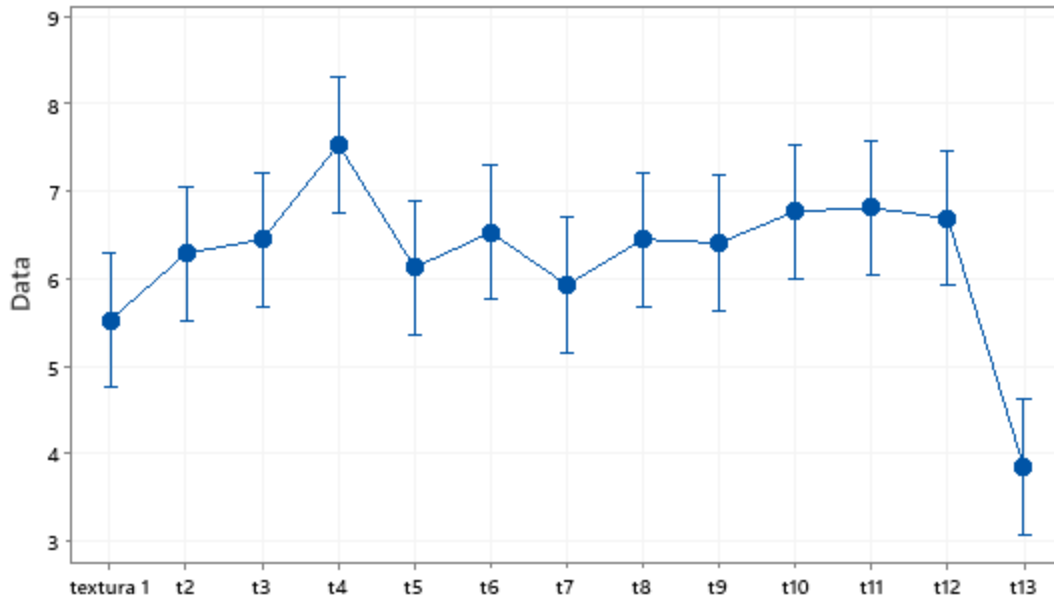


Ilustración 16 – Grafico de Intervalos a 95% de confianza de la media de Textura

Fuente: (Elaboración Propia)

Por la gran cantidad de muestras, podemos notar que siempre hay diferencias, pero existen grupos donde se notan más parecidas. En la ilustración 17 se analiza la existencia de 3 diferentes grupos. Las muestras que no comparten una letra son significativamente diferentes y aquí podemos ver que la muestra número 4 está en un grupo por si sola siendo significativamente mejor que las demás y la 13 en un tercer grupo siendo significativamente más baja. La textura es la única característica en donde se dividieron 3 diferentes grupos.

Factor	N	Mean	Grouping
t4	25	7.520	A
t11	25	6.800	A B
t10	25	6.760	A B
t12	25	6.680	A B
t6	25	6.520	A B
t8	25	6.440	A B
t3	25	6.440	A B
t9	25	6.400	A B
t2	25	6.280	A B
t5	25	6.120	A B
t7	25	5.920	A B
textura 1	25	5.520	B C
t13	25	3.840	C

Means that do not share a letter are significantly different.

Ilustración 17 – Agrupación por Método de Tukey de Textura

Fuente: (Elaboración Propia)

La textura es la característica que se esperaba que más iba ser afectada ya que eso es lo que más afectan las combinaciones de las harinas debido a sus propiedades. No se esperaba que el 13 iba ser calificado tan bajo ya que las cantidades de harinas que contiene son las de la receta original, sin embargo, esto demuestra que el estudio tiene validez ya que se mejora la calidad de esta. La muestra número 4 contiene más harina de arroz y más harina de maíz, pero menos maicena y esta fue la mejor calificada.

5.3.3 HUMEDAD

La humedad, entre todas las características, es la característica con medias más bajas de manera general. Esto quiere decir que los panelistas percibieron la calidad de la humedad de una mala manera y este puede ser un punto que mejorar. En la ilustración 18 se muestran las medias de esta característica con sus desviaciones estándar y sus respectivos intervalos de confianza con un nivel de 95%.

Factor	N	Mean	StDev	95% CI
humedad 1	25	5.760	1.943	(5.013, 6.507)
h2	25	6.320	2.212	(5.573, 7.067)
h3	25	6.640	1.934	(5.893, 7.387)
h4	25	7.120	1.616	(6.373, 7.867)
h5	25	6.120	2.048	(5.373, 6.867)
h6	25	6.200	2.062	(5.453, 6.947)
h7	25	6.000	1.607	(5.253, 6.747)
h8	25	6.840	2.075	(6.093, 7.587)
h9	25	6.400	1.080	(5.653, 7.147)
h10	25	6.400	1.555	(5.653, 7.147)
h11	25	6.840	1.491	(6.093, 7.587)
h12	25	6.320	2.036	(5.573, 7.067)
h13	25	3.800	2.550	(3.053, 4.547)

Pooled StDev = 1.89737

Ilustración 18 – Análisis de varianza y medias de Humedad

Fuente: (Elaboración Propia)

La humedad es otra característica en donde el valor de p es menor a 0.05 lo cual nos dice que hay diferencias significativas entre las muestras, pero al analizar las muestras con el método Tukey, nos dice que para la humedad la única diferencia significativa está en la muestra número 13 ya que es la única encontrada en otro grupo como se evidencia en la ilustración 19.

Factor	N	Mean	Grouping
h4	25	7.120	A
h11	25	6.840	A
h8	25	6.840	A
h3	25	6.640	A
h10	25	6.400	A
h9	25	6.400	A
h12	25	6.320	A
h2	25	6.320	A
h6	25	6.200	A
h5	25	6.120	A
h7	25	6.000	A
humedad 1	25	5.760	A
h13	25	3.800	B

Ilustración 19 – Agrupación por método de Tukey de Textura

Fuente: (Elaboración Propia)

En todas las características, la muestra 13 fue la que tenía una media más baja, En humedad vemos que fue agrupada por si sola debido a la diferencia significativa que tiene con las demás.

5.3.4 ACEPTABILIDAD GENERAL

La aceptabilidad general es considerada como la característica más importante ya que engloba a todas las demás características en una sola. Esta característica es la que define si al pastel de manera general es aceptado o no por el panelista. En general los pasteles fueron aceptados por los panelistas y la ilustración 20 muestra que la única muestra que tenía diferencias significativas con las demás es la número 13 que pertenece a otro grupo.

<u>Factor</u>	<u>N</u>	<u>Mean</u>	<u>Grouping</u>
a4	25	7.240	A
a11	25	6.920	A
a3	25	6.880	A
a8	25	6.720	A
a10	25	6.560	A
a6	25	6.480	A
a5	25	6.360	A
a12	25	6.320	A
a2	25	6.200	A
a9	25	6.160	A
a7	25	6.120	A
aceptabilidad general 1	25	5.920	A
a13	25	3.840	B

Ilustración 20 – Agrupación por método de Tukey de Aceptabilidad General

Fuente: (Elaboración Propia)

La muestra número 4 se mantuvo como la muestra preferida por los panelistas con una media de 7.240 para la aceptabilidad general. Aun así, no muestra diferencias significativas con el resto de las muestras a excepción de la muestra número 13.

5.4 ESTANDARIZACIÓN

5.4.1 COSTOS

Al conocer cuál fue la muestra preferida por los clientes se realizó un análisis de costos para saber si su receta tenía un costo accesible para realizar. Se tiene que el costo de los ingredientes para realizar un pastel normal (con gluten) es de 87.63 lempiras. Este costo sirve para comparar si es factible realizar las nuevas recetas con las diferentes harinas sin gluten. En la Tabla 4 se muestra una comparación de los costos de todas las muestras y de una torta normal.

Tabla 4 – Comparación de costos de ingredientes

Número de Muestra	cantidad en gramos			Costo por ingredientes fijos (lempiras)	Costo Variable de Harinas (lempiras)	Costo de Ingredientes Total (lempiras)
	Harina de Arroz	Harina de Maiz	Maicena			
1	200	80	170	78.24694785	10.19565307	88.44260092
2	300	20	130		9.807639171	88.05458702
3	300	50	100		9.63788309	87.88483094
4	260	70	120		9.815722793	88.06267064
5	280	40	140		10.10893784	88.35588569
6	270	50	130		9.856140908	88.10308876
7	230	60	160		10.09056597	88.33751382
8	230	20	200		10.31690741	88.56385526
9	200	50	200		10.36540915	88.612357
10	240	40	170		10.13098409	88.37793194
11	220	50	180		10.21990394	88.46685179
12	270	80	100		9.686384827	87.93333268
13	250	50	150		10.00164612	88.24859397
CON GLUTEN			450	78.24694785	9.38	87.62694785

Fuente: (Elaboración Propia)

Inicialmente, se obtuvieron los costos de ingredientes fijos que son todos los ingredientes a excepción de las tres harinas que son las únicas que varían y se obtuvo un costo de 78.25 lempiras. Luego se obtuvo el costo por gramo de cada una de las tres harinas. Estos costos se multiplicaron por las respectivas cantidades en gramos de harinas en cada una de las muestras para obtener el costo variable de harinas. Finalmente, se suman ambos costos para obtener el costo de ingredientes total.

Se aprecia que la más barata es la torta con gluten y también es un poco más sencilla de elaborar ya que la harina de trigo sustituye las otras 3 harinas que se utilizan en una torta sin gluten. A pesar de esto los costos son despreciables ya que la diferencia entre esta torta y la más cara es de menos de 1 lempira. Los costos cambian tan poco debido a que la mayoría de los ingredientes e incluso la cantidad total de harinas no varía entre recetas. Lo único que cambia son cantidades entre las harinas, es decir si lleva más de una harina, tendrá menos de otra, pero la cantidad total siempre es la misma.

5.4.2 RECETA

Debido a que la muestra número 4 es la preferida por los panelistas y los costos son despreciables se decidió mantener esta receta. La lista de ingredientes con sus respectivas cantidades es la siguiente:

- Huevos- 4 unidades
- Sal- 1 cucharadita
- Bicarbonato de sodio- 1 cucharadita
- Leche- 300 ml
- Esencia de vainilla- 2 cucharaditas
- Azúcar- 400 gramos
- Aceite- 200 ml
- Harina de arroz- 260 gramos
- Harina de maíz- 70 gramos
- Maicena- 120 gramos

5.4.3 PROCESO

Para ser eficientes cada vez que se haga la torta, sin importar si es una persona muy experimentada o no la que lo producirá, se debe de estandarizar el proceso. Para esto se creó un diagrama de proceso para la realización del pastel. Se debe de seguir la receta para las cantidades y el diagrama para el orden a seguir. El diagrama de este proceso se puede apreciar en la ilustración 21.

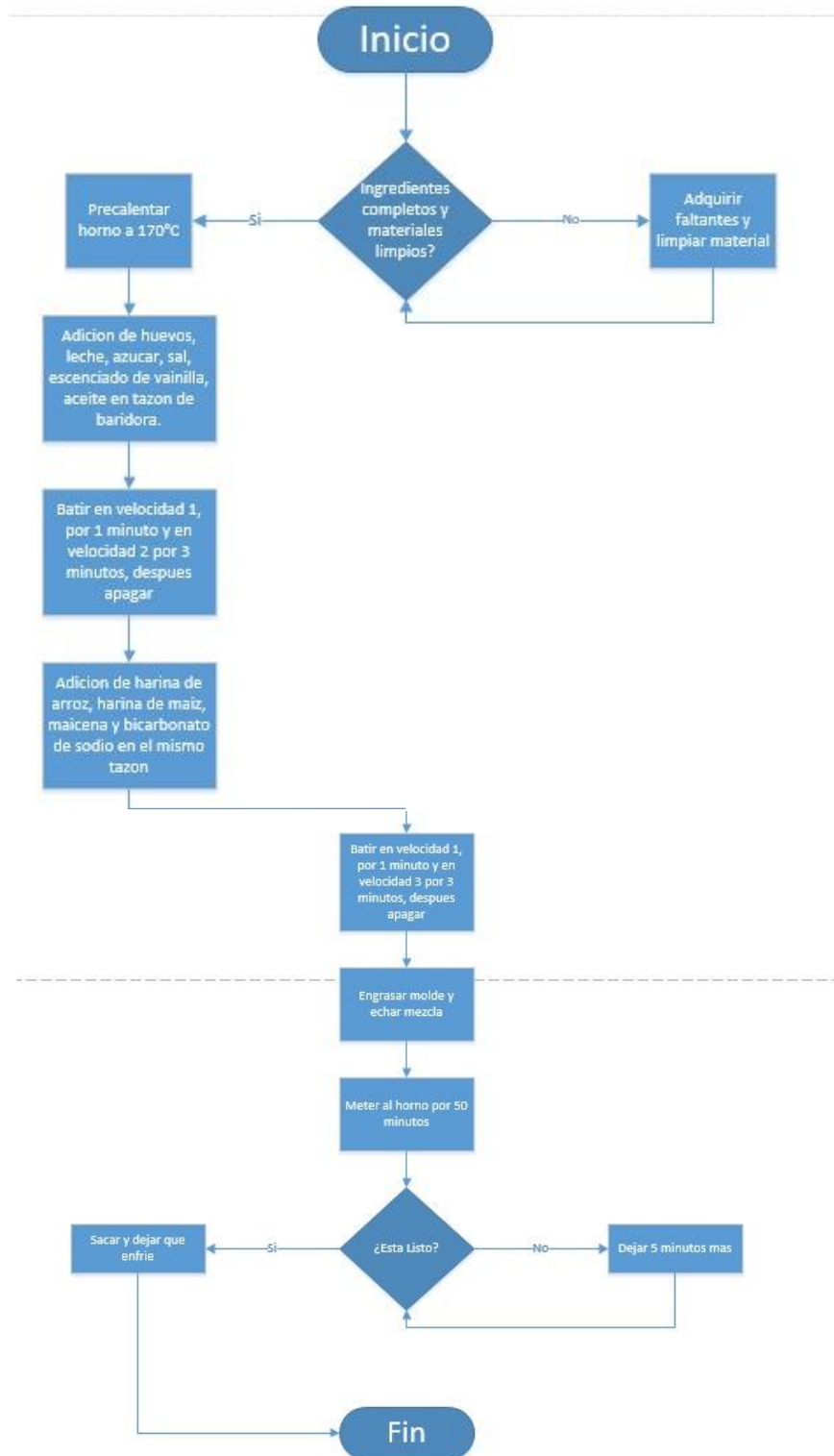


Ilustración 21 – Diagrama de Proceso para elaboración de pastel

Fuente: (Elaboración Propia)

Este diagrama es de un proceso con un solo inicio y un final. Contiene dos decisiones que guían a diferentes actividades de verificación. Es importante saber que primero se baten todos los ingredientes exceptuando las harinas y el bicarbonato de sodio, las cuales se agregan para batir luego porque la textura puede cambiar de no ser así.

VI. CONCLUSIONES

1. Los factores modificados para mejorar la calidad del producto fueron la cantidad de harina de arroz, cantidad de harina de maíz y cantidad de maicena. Estas cantidades se encontraron a través de un diseño de mezclas de vértices extremos con 13 puntos de diseño y 3 componentes con sus respectivos límites superiores e inferiores.
2. El factor que más influye en la calidad del producto es encontrar la correcta relación entre los 3 componentes. La muestra 13 (receta original de pastel sin gluten) mostró medias menores y diferencias significativas en todas las características en comparación a las demás muestras demostrando así que se mejoró la receta. Se concluye que la muestra con mejores resultados en las características investigadas es la número 4 que contiene 260 gramos de harina de arroz, 70 gramos de harina de maíz y 120 gramos de maicena. Esta obtuvo una media de 7.24 en la escala de aceptabilidad general con una desviación estándar de 1.739.
3. Las recetas de todas las muestras son realizables ya que la diferencia de los costos de ingredientes es menor a 1 lempira entre la más barata (87.62 lempiras) y la más alta (88.61 lempiras). Por esta razón se desprecia este factor y se estandarizó la receta y el proceso de la receta con mejor resultado en el análisis sensorial.

VII. RECOMENDACIONES

1. Debido a que cada diseño experimental es diferente de acuerdo con lo que se desea investigar, se debe investigar lo más posible del proceso y el problema antes de decidir qué tipo de diseño se va a utilizar para que no existan cambios repentinos en el diseño.
2. Hacer muestras de practica antes de cocinar las que se van a utilizar para el análisis sensorial puede ayudar a que estas sean de mejor calidad. Así como organizar con tiempo y ayuda todo lo que se necesita para llevar a cabo el panel de degustación ya que puede ser un proceso difícil de manejar para una sola persona.
3. Realizar una plantilla con conversiones para cantidades y costos de los ingredientes para mayor facilidad de calcular el costo de las recetas.

VIII. APLICABILIDAD/IMPLEMENTACIÓN

La presente investigación puede ser aplicada en la panadería La Hormiga Vainilla para utilizar la nueva receta que mejora la calidad del pastel sin gluten que demandan sus clientes. Se encontró una mejora a la receta que fue percibida por los panelistas en el análisis sensorial ya que la receta original recibió una puntuación media de 3.84 y la nueva receta encontrada obtuvo una media de 7.24. Los panelistas encontraron satisfactorias cada una de las características estudiadas en la nueva receta de la muestra elegida. También, la dueña de la panadería estuvo de acuerdo con los resultados.

IX. EVOLUCIÓN DE TRABAJO ACTUAL/TRABAJO FUTURO

Para llevar la investigación actual a la segunda etapa se sugiere crear otro diseño estadístico utilizando otros ingredientes como variables ya que, aunque si se encontró una mejora significativa (mejora de 3.84 a 7.24 en aceptabilidad general), los resultados demuestran que aún existe espacio de mejora (7.24 de 9 posibles) en la nueva receta. Se sugiere también mejorar dos recetas y luego hacer un análisis sensorial mediante pruebas discriminatorias. Para que esto sea exitoso, solo pueden ser dos muestras evaluadas y generara un análisis más enfocado en las muestras que más interesan.

BIBLIOGRAFÍA

- Real Academia Española*. (s.f.). Obtenido de <https://www.rae.es/>
- Castro-Ríos, K., & Taborda, G. (n.d de Agosto de 2012). Evaluación Sensorial de Uchuva. *Alimentos Hoy*, 21(26), n.d. Recuperado el 26 de 09 de 2020
- Dominguez, M. R. (2007). Guía para la Evaluación Sensorial de Alimentos. Lima, Perú: Centro Internacional de Agricultura Tropical.
- Durakovic, B. (2017). Design of Experiments Application, Concepts, Examples: State of the Art. *Periodicals of Engineering and Natural Sciences*.
- Ferré, J., & Rius, F. X. (s.f.). INTRODUCCIÓN AL DISEÑO ESTADÍSTICO DE EXPERIMENTOS. *Departamento de Química Analítica y Química Orgánica*.
- Gallagher, E. (2009). *Gluten-Free Food Science and Technology*. Wiley-Blackwell.
- García, V. J., Marquez, C. O., Zuniga-suarez, A. R., Zuniga-torres, B. C., & Villalta-granda, L. J. (2017). Brazilian Test of Concrete Specimens Subjected to Different Loading Geometries: Review and New Insights. *International Journal of Concrete Structures and Materials*, 343-363.
- García-Morales, E. (2002). *Sedic*. Obtenido de https://www.sedic.es/autoformacion/seccion6_DPprocesos.htm#:~:text=Los%20diagramas%20de%20procesos%20son,aspectos%20se%20pueden%20introducir%20mejoras.&text=Hay%20determinadas%20actividades%20o%20acciones,por%20el%20proceso%20se%20bifurque.
- Garza Villegas, J. B. (2013). Aplicación de diseño de experimentos para el análisis de secado de un producto. *Innovaciones de Negocios*, 145-158.
- Glen, S. (n.d de n.d de 2020). *StatisticsHowTo*. Obtenido de StatisticsHowTo: <https://www.statisticshowto.com/probability-and-statistics/hypothesis-testing/anova/>
- Gomez, M., Ronda, F., Caballero, P., & Oliete, B. (2009). Improvement of Quality of Gluten-free Layer Cakes. *Food Science and Technology International*.
- Hernandez, E. (2005). Evaluación Sensorial. *Centro Nacional de Medios para el Aprendizaje*.

- Kuehl, R. O. (2001). *Diseño de Experimentos*. Arizona: Thomson Learning.
- Lopes, A. C., Resende, J. V., Machado, J., Guerra, E. P., & Resende, N. V. (2018). Alcohol production from sweet potato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) genotypes in fermentative medium. *Acta Agronómica*, 231-237.
- Mariscal-Arcas, M., Latorre, J. A., Giménez-Blasi, N., Barcos-Molina, M. A., Ruiz, A., Romero, R. C., & Fernández-Gere, A. (2015). Calidad Sensorial de un batido recuperador específico para jugadores de fútbol de primer división. *Andal Med Deporte*, 174-183.
- Mendoza, J., & Garza, J. (2009). La medición en el proceso de investigación científica: Evaluación de validez de contenido y confiabilidad. *Innovaciones de negocios*, 17-32.
- Merino, J. I. (2018). *Optimización de la mezcla extractante y determinación multivariante de ácido carmínico y eritrosina en cerezas de cóctel por espectrofotometría de absorción molecular*. Universidad de Burgos, Facultad de Ciencias. Burgos: Universidad de Burgos. Recuperado el 25 de 09 de 2020, de https://riubu.ubu.es/bitstream/handle/10259/4976/Merino_L%C3%B3pez.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Minitab. (n.d de n.d de 2019). *Minitab*. Recuperado el 24 de 09 de 2020, de Minitab: <https://support.minitab.com/es-mx/minitab/18/help-and-how-to/modeling-statistics/doe/supporting-topics/mixture-designs/what-is-an-extreme-vertices-design/>
- Montgomery, D. C. (2013). *Design and Analysis of Experiments*. Arizona: John Wiley and Sons, Inc.
- Niland, B., & Cash, B. D. (2018). *Health Benefits and Adverse Effects of a Gluten-Free Diet in Non-Celiac Disease Patients*. *Gastroenterology and Hepatology*.
- Olivares, J., Benitez, B., Ortega, M., Barboza, Y., Rangel, L., & Romero, Z. (2017). Formulación y evaluación fisicoquímica, microbiológica y sensorial de galletas enriquecidas con linaza como alimento funcional. *Archivos Venezolanos de Farmacología y Terapéutica*, 106-113.
- Organización Mundial de la Salud. (Febrero de 2017). Obtenido de https://www.paho.org/hon/index.php?option=com_docman&view=download&category

_slug=documentos-estrategicos&alias=381-ccs-brief-honduras-2017-2021-1&Itemid=211

- Peña, A. S., & Crusius, J. A. (2015). Central America in Transition: from Maize to Wheat. Challenges and Opportunities. *Nutrients*.
- Peñuela, R. M. (2018). La moda de las dietas sin gluten. *Perspectivas en Nutrición Humana*.
- Pulido, H. G., & Salazar, R. d. (2008). *Análisis y diseño de experimentos*. México, D.F: McGraw Hill.
- Regueiro, V. G., Mauriz, C. R., Fero, C. S., & Plana, S. V. (2014). INTRODUCCIÓN AL ANÁLISIS SENSORIAL Estudio hedónico del pan en el IES Mugaros. *SGAPEIO*.
- Roth, C. (2011). *Using Microsoft Visio 2010, Enhanced Edition*. Pearson .
- (s.f.). Obtenido de Minitab: <https://www.minitab.com/es-mx/products/minitab/>
- Saade, A. (Agosto de 2020). Entrevista La Hormiga Vainilla. (J. Canahuati, Entrevistador)
- Schnettler, B., Shene, C., Rubilar, M., Miranda, H., Sepúlveda, J., Denegri, M., & Lobos, G. (2010). Aceptación hacia yogurt con diferentes ingredientes funcionales en consumidores de supermercados del sur de Chile. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*.
- Silva, V., A. F., Carrasco, T., & V. E. (2015). *Aplicación de mezclas de zapallo (Cucurbita máxima), avena (Avena sativa) y maracuyá (Passiflora edulis) para el desarrollo y elaboración de una bebida nutricional*. Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ciencia e Ingeniería de Alimentos. Ambato: Universidad Técnica de Ambato. Recuperado el 25 de 09 de 2020, de <http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/11984>
- Stone, H., & Sidel, J. L. (1993). *Sensory Evaluation Practices*. Academic Press, Inc.
- Tello, P. M. (2018). Prevalencia Mundial de la Enfermedad Celíaca. *Universidad de Sevilla*.
- Toniut, H. (2013). La medición de la satisfacción del cliente en supermercados de la ciudad de Mar del Plata. *Universidad Nacional de Mar de Plata*.
- Ulco Arias, C. A. (2015). "APLICACIÓN DE INGENIERÍA DE MÉTODOS EN EL PROCESO PRODUCTIVO DE CAJAS DE CALZADO PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DE MANO DE OBRA DE LA EMPRESA INDUSTRIAS ART PRINT". *Universidad Cesar Vallejo*.

- Ulibarrie, N. O., Beltramini, L. B., Bourquen, N. L., Defagot, V., & Andrés, F. (2019). Utilización del Diseño de Experimentos. *Revista Tecnología y Ciencia*.
- Varela, P. M., & Reyes, A. L. (2011). ANÁLISIS CRÍTICO DEL DISEÑO FACTORIAL 2k SOBRE CASOS APLICADOS. *Universidad Tecnológica de Pereira*.
- Villaruel, M., Huiriqueo, C., Hazbun, J., & Carrillo, D. (2009). Desarrollo de una formulacion optimizada de galletas para celíacos utilizando harina desgrasada de avellana chilena y harina de quinoa. *Archivos Latinoamericanos de Nutricion*.
- Yildiz, O., & Dogan, I. S. (2014). Optimization of Gluten-Free Cake Prepared from Chestnut Flour and Transglutaminase: Response Surface Methodology Approach. *International Journal of Food Engineering*.

ANEXOS

Anexo 1 – Instrucciones para lograr un Análisis Sensorial adecuado

Instrucciones para lograr un Análisis Sensorial adecuado

Para un mejor entendimiento de lo que se le preguntará lea las siguientes definiciones:

- Nivel de dulzura: cualidad del pastel que es percibida por el sentido del gusto
- Textura: si el pastel es mullido (suave y esponjoso) o áspero y quebrajoso
- Humedad: sensación de que tan mojado o seco se siente en el paladar de la persona
- Aceptabilidad General: que tan aceptable es el pastel de manera general

A continuación, se le entregará una muestra enumerada de un pastel sin gluten junto a un vaso con agua y un formulario. Siga los siguientes pasos para responder el formulario de manera correcta:

1. Identifique el número de panelista que se le dio y responda la primera pregunta.
2. Identifique el número de muestra que se le dio y responda la segunda pregunta.
3. Lea la siguiente pregunta.
4. Tome un sorbo de agua.
5. Tome un bocado de la muestra.
6. Responda la pregunta.
7. Repetir los pasos 2-5 para las siguientes 3 preguntas.

Fuente: (Elaboración Propia)

Anexo 2 – Cuestionario de Análisis Sensorial

Ficha de Análisis Sensorial

Responda las preguntas siguiendo las instrucciones brindadas.

***Obligatorio**

Número de panelista *

Tu respuesta

Número de muestra *

Tu respuesta

¿Que le pareció el nivel de dulzura de la muestra? *

- Me disgusta mucho
- Me disgusta
- Me disgusta un poco
- A penas me disgusta
- Ni me gusta ni me disgusta
- A penas me gusta
- Me gusta poco
- Me gusta
- Me gusta mucho

¿Que le pareció la textura de la muestra? *

- Me disgusta mucho
 - Me disgusta
 - Me disgusta un poco
 - A penas me disgusta
 - Ni me gusta ni me disgusta
 - A penas me gusta
 - Me gusta poco
 - Me gusta
 - Me gusta mucho
-

¿Que le pareció la humedad de la muestra? *

- Me disgusta mucho
- Me disgusta
- Me disgusta un poco
- A penas me disgusta
- Ni me gusta ni me disgusta
- A penas me gusta
- Me gusta poco
- Me gusta
- Me gusta mucho

Aceptabilidad General de la muestra *

- Me disgusta mucho
- Me disgusta
- Me disgusta un poco
- A penas me disgusta
- Ni me gusta ni me disgusta
- A penas me gusta
- Me gusta poco
- Me gusta
- Me gusta mucho

Sexo *

- Femenino
- Masculino

Edad *

- Menor de 20
- 21-30
- 31-40
- Mayor de 41

Fuente: (Elaboración Propia)

Anexo 3- Muestra #1



Fuente: (Elaboración Propia)

Anexo 4 – Muestra #2



Fuente: (Elaboración Propia)

Anexo 5 – Muestra #3



Fuente: (Elaboración Propia)

Anexo 6 – Muestra #4



Fuente: (Elaboración Propia)

Anexo 7- Muestra #5



Fuente: (Elaboración Propia)

Anexo 8 – Muestra #6



Fuente: (Elaboración Propia)

Anexo 9 – Muestra #7



Fuente: (Elaboración Propia)

Anexo 10- Muestra #8



Fuente: (Elaboración Propia)

Anexo 11 - Muestra #9



Fuente: (Elaboración Propia)

Anexo 12 - Muestra #10



Fuente: (Elaboración Propia)

Anexo 13 - Muestra #11



Fuente: (Elaboración Propia)

Anexo 14 - Muestra #12



Fuente: (Elaboración Propia)

Anexo 15 - Muestra #13



Fuente: (Elaboración Propia)