

**Inclusión de la harina de frijol caupí (vigna unguiculata) en formulaciones de panadería en
la zona Caribe Colombiana**

Rosa Isela Escudero Verona

Denise Isabel Verona Tamayo

Universidad Nacional Abierta y A Distancia – UNAD

Escuela de Ciencias Básicas Tecnología e Ingeniería - ECBTI

Ingeniería de Alimentos

2023

**Inclusión de la harina de frijol caupí (vigna unguiculata) en formulaciones de panadería en
la zona Caribe Colombiana**

Rosa Isela Escudero Verona

Denise Isabel Verona Tamayo

Asesor

María Paulina Mendoza Combatt

Universidad Nacional Abierta y A Distancia - UNAD

Escuela de Ciencias Básicas Tecnología e Ingeniería - ECBTI

Ingeniería de Alimentos

2023

Nota de Aceptación

Firma Del Presidente Del Jurado

Firma Del Jurado

Firma Del Jurado

Dedicatoria

El presente proyecto de investigación está dedicado principalmente a Dios, ya que, cada día nos da la sabiduría necesaria para poder alcanzar esta etapa tan importante de nuestras vidas, también a nuestros padres, quienes son nuestro apoyo y motor, pues sin la ayuda de ellos no lo hubiésemos logrado, sus bendiciones diarias nos protegen y nos han guiado por el camino del bien. Asimismo, de manera especial a la Ingeniera María Paulina Mendoza quien nos brindó su apoyo y nos orientó en este proceso.

Agradecimientos

Principalmente a Dios por iluminarnos y darnos cada día el saber que manifestamos en este proyecto, a nuestros padres por el apoyo constante y el sacrificio para que pudiéramos cumplir nuestras metas de ser unas profesionales.

A la Ingeniera María Paulina Mendoza que gracia a sus conocimiento y práctica profesional pudimos culminar con éxito este proyecto, ya que, ella fue nuestro apoyo constante en las orientaciones pedagógicas e investigativas.

Resumen

El hambre oculta es uno de los principales problemas de nutrición de la actualidad. Entre los retos que enfrenta la agricultura y la humanidad en general, es fundamental responder a las necesidades alimentarias y nutricionales en el contexto de las limitaciones de recursos naturales. Es necesario utilizar herramientas de ciencia, tecnología e innovación para incorporar materias primas con alto valor nutricional, como es el frijol caupí, en formulaciones alimenticias.

En el presente trabajo se desarrollaron formulaciones de panadería (pan molde) incluyendo la harina de frijol caupí, para que este brinde ventajas nutricionales y sensoriales al producto. Se estudiaron las características fisicoquímicas de la masa y se empleó un análisis estadístico de componentes principales con la finalidad de evaluar la influencia de la proporción de harina de frijol sobre las características sensoriales del producto final. Se realizó una prueba de aceptación con escala hedónica (variando desde “gusté mucho” con nota 7 hasta “disgusté mucho” con nota 1) con 50 panelistas no entrenados. En el análisis sensorial se encontró que

el tratamiento más cercano al patrón o el que mostró mayor aceptación fue el tratamiento 4, equivalente al 20% de harina de frijol sobre el total de harina.

Palabras Claves: Hambre cero, harinas enriquecidas, seguridad alimentaria, Soberanía alimentaria.

Abstract

Hidden hunger is one of the main nutrition problems in today's world. Among the challenges faced by agriculture and humanity as a whole, it is crucial to address food and nutritional needs within the constraints of natural resources. Utilizing tools of science, technology, and innovation is necessary to incorporate raw materials with high nutritional value, such as cowpea, into food formulations.

In this study, bakery formulations (loaf bread) were developed, including cowpea flour, to provide nutritional and sensory advantages to the product. The physicochemical characteristics of the dough were investigated, and a principal component analysis was employed to assess the influence of the proportion of cowpea flour on the sensory characteristics of the final product. An acceptance test was conducted using a hedonic scale (ranging from "liked it a lot" with a score of 7 to "disliked it a lot" with a score of 1) with 50 untrained panelists. In the sensory analysis, it was found that the treatment closest to the standard or the one showing the highest acceptance was Treatment 4, equivalent to 20% cowpea flour in the total flour composition.

Keywords: zero hunger, enriched flours, food security, food sovereignty

Tabla de Contenido

Introducción	13
Planteamiento del Problema	15
Justificación	17
Objetivos	19
General	19
Específicos	19
Marco Conceptual y Teórico	20
Harinas Enriquecidas	20
El Frijol Cauquí y sus Generalidades.....	23
Proteína.....	25
Aceptabilidad Sensorial.....	26
Evaluación Sensorial	26
Pruebas de Aceptación	27
Reología de la Masa	28
Análisis De Componentes Principales (ACP).....	29
Calidad Del Pan	31
Metodología	32
Descripción Del Proceso.....	32
Descripción de la Prueba Sensorial.....	36
Diseño Estadístico del Experimento	36
Resultados	37
Características Físicas de la Masa.....	37

Características Químicas de la Masa	44
Análisis Sensorial.....	53
Conclusiones	60
Recomendaciones	61
Referencias Bibliográficas	62
Apéndice	75

Lista de Figuras

Figura 1 Obtención De La Harina De Frijol Caupí	33
Figura 2 Diagrama De Proceso De La Elaboración Del Pan.....	35
Figura 3 Masa Obtenida De Las Mezclas	37
Figura 4 Extensibilidad.....	39
Figura 5 Boleado De La Masa	39
Figura 6 Resistencia.....	40
Figura 7 Tenacidad Y Fuerza	41
Figura 8 Grano Húmedo Sin Tegumento.....	42
Figura 9 Partículas En La Harina (Manchas).....	42
Figura 10 Sistema CIE.....	44
Figura 11 Ceniza	45
Figura 12 Proteína.....	46
Figura 13 Humedad Y Absorción.....	48
Figura 14 Fibra Cruda.....	49
Figura 15 Falling Number.....	50
Figura 16 Almidones Dañado	52
Figura 17 Gráfico de sedimentación	57
Figura 18 Variables Activas	58
Figura 19 Grafica de Biplot	59

Lista de Tablas

Tabla 1 Formulaciones De Los Cinco Tratamientos	34
Tabla 2 Fracción De Harina	53
Tabla 3 Formulación General Del Pan.....	54
Tabla 4 Promedios Obtenidos En Cada Una De Las Características Sensoriales	55
Tabla 5 Estadística descriptiva de las variables	55
Tabla 6 Valores propios del ACP	56
Tabla 7 Vectores Propios	56
Tabla 8 Correlaciones entre las variables y los factores	58

Lista de Apéndice

Apéndice A Formatos Diligenciados De La Evaluación Sensorial.....	75
Apéndice B Registro Fotográfico Del Proceso Del Pan	81
Apéndice C Análisis De La Masa De Harina De Frijol.....	83

Introducción

El fríjol caupí (*Vigna unguiculata*) es una leguminosa anual; originaria de África e India y ampliamente cultivada en áreas tropicales y subtropicales (Carvalho et al., 2012), es utilizada como fuente de proteína, calorías, fibra, minerales y vitaminas (Kabas et al., 2007) especialmente en los estratos de bajos ingresos económicos por su bajo costo de producción y acceso económico - social (Sinha y Kawatra, 2003; Santos et al., 2007; Frota et al., 2008); ocupa el segundo lugar después de los cereales como fuente de carbohidratos y proteínas en la dieta humana (Gupta et al., 2010). En 2013, en el mundo fueron cosechadas 11.926.786 hectáreas con rendimiento promedio de 521 kg ha⁻¹ (FAO, 2013), mientras que en Colombia el área cultivada fue de 14.000 hectáreas con rendimiento promedio de 600 kg ha⁻¹, especialmente en el Caribe colombiano en pequeñas parcelas que oscilan entre 1.000 y 10.000 m² (Araméndiz et al., 2011).

“Según el boletín técnico sobre inseguridad alimentaria de la Encuesta Nacional de Calidad de Vida-ECV, realizada para el período 2022 por el DANE, la prevalencia nacional de inseguridad alimentaria moderada o grave es el 28,1 % y alcanza el 32,5 % en centros poblados y rurales dispersos”.

Por otro lado, las deficiencias de micronutrientes causan efectos en la salud tales como retraso en el crecimiento, retraso en el desarrollo cognitivo, baja capacidad de aprendizaje, letargo, raquitismo, infecciones recurrentes, malformaciones, deficiencias visuales, entre otras, según el nutriente que se trate. Lo anterior significa una carga de la enfermedad al sistema de salud que, en términos económicos, significan altos costos de la malnutrición específica por estas deficiencias y años de vida saludable perdidos (Minsalud, 2014 – 201)

La deficiencia de micronutrientes o “hambre oculta”, así llamada por la forma silenciosa y casi imperceptible en que avanza y causa efectos graves en la salud, llegando a ocasionar en

muchos casos la muerte, se relaciona directamente con otros estados carenciales especialmente en niños y mujeres en edad fértil, de la mayoría de poblaciones rurales y urbano marginales que viven en condiciones de extrema pobreza. (Minsalud, 2014 – 201)

Las deficiencias de vitaminas y minerales afectan a una tercera parte de la población mundial y explican cerca de 7.3% de la carga global de la enfermedad, siendo particularmente vulnerables los niños menores de 2 años. Las deficiencias más comunes en niños incluyen las de hierro, vitamina A, zinc y yodo. Las personas, expuestas a las deficiencias de micronutrientes aumentan el riesgo de enfermedad, mortalidad y discapacidad tempranas. (Minsalud, 2014 – 201)

Con el propósito de aprovechar las propiedades nutricionales presentes en el Frijol Caupí y considerando la aceptación de consumo que tiene esta leguminosa en términos generales, se realizaron formulaciones de panadería sustituyendo parcialmente la harina de trigo por harina de frijol en la elaboración del pan molde. La investigación tuvo las bases para el desarrollo del estudio, además de los materiales y métodos necesarios para determinar el porcentaje de inclusión más adecuado.

Planteamiento del Problema

El hambre oculta es uno de los principales problemas de nutrición de la actualidad. Entre los retos que enfrenta la agricultura mundial y la humanidad en general, está el poder responder a las necesidades alimentarias y nutricionales en el contexto de las limitaciones de recursos naturales y a las condiciones de cambio climático. El último informe sobre el estado de seguridad alimentaria y nutrición a nivel mundial muestra que el número de persona subalimentadas aumentó al alrededor del 9,2 % de la población mundial en 2022, en comparación con el 7,9 % registrado en 2019, es decir, se vieron afectados unos 735 millones, alrededor de una de cada nueve personas a nivel mundial. Además, 148,1 millones de niños y niñas menores de cinco años, es decir, el 22,3 %, presentan retraso del crecimiento (FAO et al.2023). Desde una perspectiva más cercana, para América Latina y el Caribe, el sobrepeso infantil ha registrado un aumento significativo, del 5,3% (33,0millones) en el año 2000 a 5,6 % (37,0 millones) en 2022 de la población menor de cinco años (FAO et al.2023)

Unido a lo anterior, en la región Caribe colombiana, una parte importante de la cultura gastronómica es basada en una dieta rica en harinas, siendo una gran porción de estas bajas en nutrientes, micronutrientes, minerales y proteínas, haciendo que los consumidores tengan pocas alternativas saludables para la ingesta diaria (Mendoza Combatt, Fuentes Medina, and Mendoza Combatt 2021). El uso de harinas de leguminosas en formulaciones alimenticias para combatir el hambre oculta se ha planteado como una alternativa viable, ya que las leguminosas cuentan con alto contenido proteico para enriquecer otros productos alimenticios que ya se encuentran en el mercado (Carreño Rico 2017; Ponce, Navarrete, and Vernaza 2018).

En la región Caribe se han identificado distintas problemáticas, como lo son niveles altos de necesidades básicas insatisfechas, inequidad y brecha entre el campo y la ciudad,

desconocimiento del campesino y por lo tanto consecuente abandono del campo e incremento de los cordones de miseria en la ciudad, el individualismo, la desesperanza de las comunidades y la desvalorización de su labor y el rechazo del alimento que se produce, prácticas productivas no sostenibles y que no tienen en cuenta el cambio climático (Henry 2020).

Para mitigar estas problemáticas descritas se necesita utilizar herramientas de ciencia, tecnología e innovación para implementar soluciones que permitan agregar valor a las materias primas autóctonas cultivadas en la región como es el caso del frijol caupí; materias primas que además tengan propiedades nutricionales que permitan el reemplazo de la proteína animal, para así poder combatir la desnutrición en el Caribe colombiano.

Justificación

En el presente trabajo se utilizaron herramientas de ciencia, tecnología e innovación para incorporar harinas de cultivos autóctonos, como es el caso del frijol caupí, en formulaciones de panadería. Esto con el propósito de desarrollar productos innovadores que agreguen valor a la cadena de alimentos, permita incursión en nuevos mercados, la sofisticación y diversificación de productos alimenticios y que además aporten a la seguridad alimentaria de la región. Todo esto se desarrolló con el objetivo de establecer una alternativa de solución a las problemáticas identificadas en la zona Caribe Colombiana. El frijol caupí es un cultivo importante especialmente en poblaciones de baja renta por sus propiedades nutricionales, debidas a su alto porcentaje de proteína y baja cantidad de grasas, aportando potenciales beneficios a la salud de sus consumidores (Frota, Soares, and Áreas 2008; Mtoló, Gerrano, and Mellem 2017).

Además, en la región Caribe, en los últimos años, se han venido desarrollando variedades fortificadas de la especie, las cuales brindan mayores porcentajes de zinc y hierro a la leguminosa, lo que la constituye como una materia prima de especial interés en la zona (Araméndiz-Tatis, Cardona-Ayala, and Combatt-Caballero 2016)

Por otro lado, a pesar de que la harina de trigo ha sido usada en la industria panificadora desde tiempos inmemoriales, la ciencia y tecnología de alimentos continua en la búsqueda de ingredientes y/o harinas retenedoras de humedad, que permitan mejorar las características sensoriales del producto final. La presente propuesta expone un panorama esperanzador para el uso de una materia prima que ha sido olvidada en la región, solamente utilizada en una temporada específica (Espitia and Petro 2016; De Paula, Jarma Arroyo, and Aramendiz Tatis 2018; Vargas et al. 2012).

Finalmente, se apunta a varios objetivos de desarrollo sostenible (ODS), como lo son: el número 2, referente al hambre cero, el cual pretende trabajar sobre la seguridad alimentaria y los altos niveles y diferentes formas de malnutrición; el objetivo número 9 referente a industria, innovación e infraestructura, ya que, se espera obtener el desarrollo de formulaciones innovadoras que aporte a la formación de industria e infraestructura para la región Caribe. De igual manera se apunta al objetivo número 10 con la reducción de la desigualdad entre el campo y la ciudad, debido a que con el proyecto se reconoce y dignifica la labor del campesino dentro de la cadena de valor. Por último, se integra el objetivo número 11 de ciudades y comunidades sostenibles, puesto que, se garantiza a través de la apropiación social del conocimiento, la transferencia de las tecnologías encontradas en la investigación, como herramienta de valor en la sostenibilidad del negocio panadero.

Objetivos

General

Evaluar la inclusión de harina de frijol caupí sobre las características funcionales, nutricionales y sensoriales de un producto de panadería de la región Caribe Colombiana.

Específicos

Desarrollar diversas formulaciones del producto de panadería (Pan molde) incluyendo la harina de frijol Caupí considerando características funcionales de la masa.

Caracterizar distintas formulaciones para un producto de panadería (Pan molde), incluyendo la harina de frijol Caupí considerando las características físico-químicas de la masa.

Analizar diferentes formulaciones de panadería para la elaboración del Pan molde, incluyendo la harina de frijol Caupí considerando su efecto sobre las características sensoriales (color, sabor, textura e impresión global) del producto final.

Marco Conceptual y Teórico

Harinas Enriquecidas

El aumento de la población y la elevación de los ingresos en una buena parte del mundo en desarrollo, han impulsado la demanda de alimentos y de otros productos agrícolas hasta niveles sin precedentes. Según la organización mundial de la salud (OMS), la mala nutrición, que incluye la subnutrición y las deficiencias específicas sobre la alimentación, continúa persistiendo en el mundo. Cerca de 2 billones de individuos tiene deficiencias nutricionales, contando que 800 millones de personas no llegan a cubrir sus necesidades básicas de energía, proteínas y otra porción, de 600 millones sufren con las consecuencias de la alimentación inadecuada y desequilibrada (FAO. 2019)

Una forma de contribuir significativamente al mejoramiento de la seguridad alimentaria y nutricional de la población, son las harinas compuestas, que por hoy se comercializan y consumen como sustitutos a alimentos de primera necesidad, algunas de estas harinas presentan enriquecimiento de proteínas, fibras y algunos minerales como micro y macromoléculas importantes para compensar dietas deficientes (Tamayo, S. C., & et al. 2018)

Las formas de consumo actual han ocasionado cambios en los estándares de consumo. En la búsqueda de alimentos más saludables los consumidores muestran mayor deseo por productos que tengan una calidad nutricional diferenciada y que sean convenientes en la forma de preparar (Ferreira et al. 2018)

Por lo general las masas alimenticias son divididas en dos grupos dependiendo de su proceso de producción: las industrializadas y las de producción caseras, de hecho la mayoría de las empresa actuales han comenzado su elaboración de manera artesanal y casera, es decir, masas hechas en casas donde la familia participaba del proceso de producción, con el aumento de la

competencia y las necesidades productivas, estas pequeñas fábricas caseras se transformaron en las empresa de grande porte hoy en día (Comelli et al. 2011). De este sector y del sector de la panificación derivan grandes empresas y PYMES que fundamentan sus procesos en la elaboración de masas y harinas para diversos procesos. Diversas han sido las mezclas utilizadas en los procesos de producción para cubrir las necesidades de sustitución en harinas de convencionales con harinas fortificadas, en Colombia la principal justificación en el uso de harinas no convencionales para los procesos de panificación radica en la alta dependencia del trigo importado y de la aparición del mercado para personas con la enfermedad celíaca (Henaó, S. O., & Aristizábal, J. G. 2009)

Las harinas no convencionales son conocidas como el reemplazo de la harina de trigo y pueden obtenerse de cereales como el arroz, que es uno de los más utilizados debido a su bajo contenido en prolaminas lo que hace que presente un bajo contenido en sodio y un alto contenido en carbohidratos de fácil digestión, sin embargo, presenta un alto contenido en hidratos de carbono y proteínas (Hernández-Monzón, A., Madernás-Sánchez, D., Pérez-Argüelles, R., Trujillo-Pérez, G., González-Góngora, I., & Díaz-Abreu, J. (2019)

Sin embargo, las deficiencias logísticas en la cadena productiva agrícola nacional y lento desarrollo de tecnologías para este tipo de productos no han permitido una dispersión completa de harinas provenientes de yuca, ñame y otros cultivos de especial desempeño y productividad para el sector de la panificación. Diversas investigaciones ya han sido desarrolladas, con el fin de encontrar mejores bases comparativas al uso de la harina de trigo, entre ella se destacan los trabajos de Henaó, S. O., & Aristizábal, J. G. 2009 que busca el uso de harina de yuca como sustituto parcial de harina de trigo utilizando variedades comerciales de yuca industrial.

Otros trabajos han cuantificado las concentraciones de micronutrientes en minerales importantes en la nutrición humana, como es el caso de Arango, Á. de J. R., et al. (2005), que compara la presencia de hierro en harinas enriquecidas para preparación de masa y fuentes naturales de hierro, encontrando resultado que favorecen a las harinas enriquecidas clasificándose como producto funcional en la nutrición humana. Aplicaciones experimentales de diferentes fuentes proteicas también han sido estudiadas, ejemplo de esto es el uso de quínoa en las formulaciones de pan de forma, dando como resultado aporte proteico al producto final, contando también las modificaciones en las características reológicas y sensoriales de dicho producto (Arroyave, L. M., & Esguerra-Romero, C. (2006)

Respecto a la harina de frijol en los últimos años viene ganando interés en el mercado libre de gluten debido a sus propiedades nutritivas, las cuales están relacionadas básicamente por su alto contenido proteico y en menor medida a su aporte de carbohidratos, vitaminas y minerales. Dependiendo del tipo de frijol, el contenido de proteínas varía del 14% al 33%, siendo rico en aminoácidos como la lisina, la fenilalanina y la tirosina; adicional, la calidad nutricional de la proteína del frijol puede llegar a ser hasta el 70% comparada con una proteína testigo de origen animal a la que se le asigna el 100%. Es también buena fuente de fibra compuesta por pectinas, pentosanos, hemicelulosa, celulosa y lignina. Además, este alimento también es una fuente considerable de calcio, hierro, fósforo, magnesio y zinc y de las vitaminas tiamina, niacina y ácido fólico (Ferreira, C. D., Ziegler, V., Lindemann, I. da S., Hoffmann, J. F., Vanier, N. L., & Oliveira, M. de. 2018)

Chandra, S., Singh, S., & Kumari, D. (2014) definen el término “harina compuesta” como una harina rica en nutrientes esenciales para la dieta humana, la cual se produce mezclando una proporción variable de más de una harina que no sea de trigo con o sin la harina de trigo, la

cual puede usarse en la producción de alimentos horneados o aperitivos con levadura o sin levadura, que tradicionalmente se hacen con harina de trigo.

El Frijol Caupí y sus Generalidades

El caupí (*Vigna unguiculata* L. Walp.) Es una de las leguminosas de grano más adaptadas, versátiles y nutritivas. La cosecha se cultiva en unos 7 millones de hectáreas en regiones tropicales a ecuatoriales del mundo (Ehlers, J. d., and A. E. Hall 1997). Alrededor de 60% de la producción y más de 75% del área cultivada se extienden por las vastas sabanas de Sudán e las zonas de Sahel en África subsahariana desde Senegal, pasando por Nigeria y Níger hasta Sudán, Kenya y Tanzania, y de Angola a través de Botswana a Mozambique. También se producen cantidades sustanciales de caupí en América del Sur (en el semiárido nordeste de Brasil), Asia y las regiones del sudeste y suroeste de América del Norte.

El frijol se cultiva típicamente en áreas ecuatoriales y subtropicales de baja elevación, siendo frecuentemente reemplazado por frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) a altitudes superiores a los 1300 m, aunque el caupí se cultiva en altitudes de hasta 1600 m en Kenia y elevaciones mayores en Camerún. Debido a sus atributos nutricionales superiores, versatilidad, adaptabilidad y productividad, el frijol caupí fue elegido por la Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio (NASA) como uno de los pocos cultivos dignos de estudio para el cultivo en estación espacial internacional.

El grano de frijol caupí (*Vigna unguiculata*) presenta forma redonda, oval o cilíndrica y su tamaño está entre 4 y 8 mm conforme la variedad. Se encuentra en diferentes colores desde blanco, beige, rojo y negro, también algunas mezclas de ellos (FAO. 2016). La superficie se puede encontrar desde arrugada a lisa, siendo el factor determinante la variedad. La NTC 871 de

2005 lo clasifica como una semilla de tamaño menor o pequeño (Espitia, Carlos, and María Petro. 2016).

La semilla recibe diferentes nombres; frijol cuarentano, frijol soya, cabecita negra, cowpea y es distinguido como una leguminosa de origen africano-occidental, fue introducida en la India durante el periodo Neolítico y pertenece a la familia Fabaceae (Ehlers, J. d., and A. E. Hall 1997). La semilla de frijol caupí se compone por la cubierta o cáscara, los cotiledones, el embrión y el hilio u ojo de semilla. La cobertura protectora o tegumento es la estructura externa que envuelve la semilla, representa la barrera entre el ambiente y las partes internas de la semilla; los cotiledones representan la mayor fracción de la semilla y en estos se almacenan las reservas de energía; el embrión tiene la función reproductiva de la semilla y el hilio conecta la semilla con la placenta y es el medio de ingreso directo de los nutrientes (Espitia, Carlos, and María Petro. 2016).

El perfil nutricional del grano de caupí es similar al frijol común, pero el caupí tiene niveles más altos de ácido fólico y menores niveles de factores anti nutricionales causantes de flatulencia. El grano seco de caupí se puede cocinar rápidamente, una consideración importante en los países en desarrollo es que los carbohidratos pueden ser utilizados para elaboración de combustible (Espitia, Carlos, and María Petro. 2016).

La mayoría de las leguminosas posee factores anti nutricionales, entre estos el frijol caupí. Entre los principales factores anti nutricionales se encuentra los inhibidores de tripsina, taninos, ácido fítico y hemaglutinina (De Paula et al. 2018). Como muchas leguminosas, el caupí representa una buena base de micro y macronutrientes, éste contiene en altos contenidos proteína, alrededor del 16- 26%, sin embargo, otros autores reportan valores que oscilan entre 23,8 a 26,6% para este mismo nutriente (Araméndiz-Tatis et al. 2016).

Proteína

El frijol común es buena fuente de proteína, aportando del 14 al 33% de su peso total. El aporte nutricional de una porción de 90 gramos o media taza de frijol cocinado, es de 7 a 8 gramos de proteína, cerca del 15% de la ingesta diaria recomendada por la FAO para un adulto de 70 kg (Contreras, C. 2022). Esta proteína tiene una digestibilidad de 65 a 85% en el organismo, dependiendo de la variedad del frijol y el método de cocción. Sin embargo, presenta un bajo balance de aminoácidos que son compensados con otros alimentos, por ejemplo, cereales. La baja disponibilidad de cisteína en la proteína de frijol se atribuye a la presencia de polifenoles, los cuales reaccionan con estos aminoácidos durante los procesos térmicos, formando cisteína biológicamente indisponible. Otros factores que pueden afectar a la calidad de la proteína en frijol son la presencia de factores anti nutricionales, la estructura de la proteína, y los complejos que forme con almidón, minerales, hemicelulosa y otras proteínas (Chávez-Mendoza, C., & Sánchez, E. 2017)

Las leguminosas secas son especialmente ricas en ácido fólico, hierro, zinc y compuestos antioxidantes. Estos son importantes micronutrientes dietéticos para niños, adolescentes y mujeres en todo el mundo, son una fuente abundante de fibra dietética y fitoquímicos, como oligosacáridos y polifenoles (Cerón, C & Tamayo, K. 2021).

El frijol en estudios experimentales en animales demostraron que el polifenol en el frijol común posee propiedades antioxidantes y tiene diversas actividades biológicas que incluyen antidiabético, anti obesidad, antiinflamatorio, antimicrobiano, anticanceroso, hepatoprotector, cardioprotector, neuro protector, y oste protector, estos beneficios para la salud de los frijoles generalmente se adquieren de metabolitos secundarios incluido el contenido de compuestos

fenólicos que aproximadamente son 145 mg/g y representan aproximadamente el 11% del total de semillas (Cerón, C & Tamayo, K. 2021).

Aceptabilidad Sensorial

Las reacciones por parte del ser humano hacia las características sensoriales de los alimentos y materiales son diversas, en este sentido la evaluación sensorial como disciplina científica mide, evoca, analiza e interpreta estas reacciones (Marín, C. 2020), para ello, se realizan diversas pruebas que le ayuda a evaluar las propiedades de un producto utilizando los sentidos y siguiendo procedimientos rigurosos, fiables, de acuerdo con los objetivos del estudio (Instituto de Investigación en Ciencias de la Alimentación - CIAL, 2011). Esta evaluación encuentra su utilidad al momento de obtener la opinión de los consumidores, su nivel de agrado y juicio de aceptar o rechazar un alimento, todo lo cual se toma en cuenta al momento de desarrollar nuevos productos (Espinosa, Julia. 2007).

Evaluación Sensorial

La evaluación sensorial aparece por la necesidad de estandarizar los atributos de un producto fresco o procesado que hace singular a un determinado producto. Se basa en la fisiología, psicología, psicofísica y estadística. Principalmente estudia cómo las características de los alimentos u otros productos son percibidas por nuestros sentidos. Las técnicas sensoriales son procedimientos rigurosos relacionados con la percepción y preferencia de los consumidores, los que se evalúan estadísticamente (Rada, A & Gecner, E. 2021).

El éxito de un nuevo producto alimenticio en el mercado depende de su compromiso con la opinión del consumidor. La determinación de preferencia y aceptación son etapas indispensables en el proceso de desarrollo de nuevos productos, así como en la mejora de los productos existentes (Reis et al. 2009). Según Ramírez, J., (2012) las pruebas de análisis

sensorial permiten traducir las preferencias de los consumidores en atributos bien definidos para un producto. Los gustos y aversiones, preferencias y requisitos de aceptabilidad se obtienen empleando métodos de análisis denominados Pruebas de Orientación al Consumidor (POC), que se llevan a cabo con paneles de consumidores no entrenados. La evaluación de expectativas y satisfacción de este tipo de consumidores con el producto pueden ser estudiadas a través de cuestionarios y entrevistas. Las pruebas de preferencia y aceptación son las más conocidas. En las primeras, los consumidores se les solicita que indiquen cuál es la muestra de su preferencia; en las pruebas de aceptación, se presenta un producto y se les pide a los consumidores que indiquen su nivel de agrado en una escala.

Entre las características sensoriales en panadería se encuentran 3 específicas: color, apariencia de la superficie y crocancia. En el interior, el pan contiene miga, esta debe ser abierta e irregular, lo cual es un símbolo de que ha sido correctamente cocinada y fermentado. El sabor es lo que más llama la atención en un pan, se reconoce cuando ha pasado por un proceso de fermentación largo y correcto cuando el sabor queda impregnado en el paladar por un largo periodo de tiempo, esto además significa que ha seguido los procesos tradicionales de elaboración. Finalmente, el tiempo de duración del pan es muy importante, un buen pan debería durar por lo menos 2 días sin verse afectado (Aquiye, García et al. 2021)

Pruebas de Aceptación

Estas pruebas son aplicadas con el objetivo de conocer cuál es el grado de aceptación que tienen los panelistas sobre un determinado producto, los panelistas por lo general son los consumidores habituales del producto, dado que, la aceptabilidad de un producto, en este caso un alimento garantiza su compra y consumo real. Para ello, se pueden usar las diversas pruebas

existentes tales como la prueba de comparación pareada, de ordenamiento, y las escalas categorizadas (Marful, P. 2019).

Reología de la Masa

Se realiza en un equipo el cual recibe el nombre: alveógrafo, esta prueba es básica y fundamental para determinar la calidad de la harina de trigo (Revista Pan Caliente. 2022).

Este análisis simula el comportamiento de la masa y su retención de gases durante el proceso de fermentación, aporta información sobre sus propiedades mecánicas. El valor W (fuerza panadera) expresa el trabajo de deformación de la masa, y representa de cierta manera a la cantidad y calidad del gluten presente. Es uno de los parámetros más importantes, ya que permite clasificar a los trigos en duros, semiduros y blandos, de acuerdo a su uso en panadería (Revista Pan Caliente. 2022).

Con el alveógrafo se miden también otros parámetros: P (tenacidad de la masa, indica la resistencia a ser estirada o deformada) L (extensibilidad de la masa, indica capacidad para permitir estiramiento) P/L (relación de equilibrio tenacidad/extensibilidad (Revista Pan Caliente. 2022).

Este análisis proporciona resultados útiles para el control de calidad diario de los molinos, para asegurar unos productos y procesos más consistentes y regulares. El Alveógrafo es adecuado para medir las características de las masas de cualquier tipo. Las harinas con gluten flojo con bajos valores de P (tenacidad del gluten) y grandes valores de L (extensibilidad) se prefiere para pastelería, bizcochería y otros productos de confitería. Las harinas de gluten fuerte tienen altos valores de P y son preferidas para panificación (Revista Pan Caliente. 2022).

Análisis De Componentes Principales (ACP)

“El análisis de componentes principales es una técnica de reducción de la dimensión, pues permite pasar de una gran cantidad de variables interrelacionadas a unos pocos componentes principales. El método consiste en buscar combinaciones lineales de las variables originales que representen lo mejor posible a la variabilidad presente en los datos. De este modo, con unas pocas combinaciones lineales, que serán los componentes principales, sería suficiente para entender la información contenida en los datos. Al mismo tiempo, la forma en que se construyen las componentes, y su relación con unas y otras variables originales, sirven para entender la estructura de correlación inherente a los datos. Por último, los componentes principales, que forman un vector aleatorio de dimensión menor, pueden ser empleados en análisis estadísticos posteriores.” (Sánchez, C. 2009)

“El Análisis de Componentes Principales (ACP) tiene como objetivo transformar un conjunto de variables, a las que se denominan variables originales, en un nuevo conjunto de variables denominadas componentes principales. Estas últimas se caracterizan por estar no correlacionadas entre sí (Salinas, J., 2020)

En muchas ocasiones el investigador se enfrenta a situaciones en las que, para analizar un fenómeno, dispone de información de muchas variables que están correlacionadas entre sí en mayor o menor grado. Estas correlaciones son como un velo que impiden evaluar adecuadamente el papel que juega cada variable en el fenómeno estudiado. El ACP permite pasar a un nuevo conjunto de variables -las componentes principales- que gozan de la ventaja de estar no correlacionadas entre sí y que, además, pueden ordenarse de acuerdo con la información que llevan incorporada (Salinas, J., 2020)

Como medida de la cantidad de información incorporada en un componente se utiliza su varianza. Es decir, cuanto mayor sea su variancia mayor es la información que lleva incorporada dicha componente. Por esta razón se selecciona como primer componente aquel que tenga mayor variancia, mientras que, por el contrario, el último es el de menor varianza (Salinas, J., 2020)

En el caso de no correlación entre las variables originales, el ACP no tiene mucho que hacer, pues las componentes se corresponderían con cada variable por orden de magnitud en la varianza; es decir, el primer componente coincide con la variable de mayor varianza, el segundo componente con la variable de segunda mayor varianza, y así sucesivamente” (Salinas, J., 2020)

Panificación

Autores que han evaluado el proceso de panificación enfatizan que en los últimos años las investigaciones persiguen mejorar el valor nutritivo del pan de trigo con ingredientes funcionales; por tanto, se está promoviendo el uso de cereales y pseudocereales en grano y harinas integrales, así como la adición de mezclas de diferentes semillas, frutos secos y/o de productos con un elevado aporte de fibra dietética, ya que su presencia se relaciona con la regulación intestinal, incluyendo un aumento de la masa fecal y reducción del tiempo de tránsito intestinal de la misma (Sanz et al., 2011)

Se ha recalcado que los productos de panificación son ampliamente consumidos en los hogares. El pan proporciona energía que se requiere para el desarrollo y manutención de los tejidos, éste es considerado un alimento completo, puesto que contiene casi todos los nutrimentos indispensables: hidratos de carbono, grasas, proteínas, minerales, vitaminas y fibra (Sanz et al., 2011)

Calidad Del Pan

Desde el punto de vista microestructural en la masa, estudios realizados por Bigne et al. (2015) verificaron que un desarrollo óptimo de masas sustituidas para panificados conduce a una red de gluten adecuada, con ello evaluaron la cohesividad, adhesividad, comportamiento reológico que lograron causar un efecto negativo a medida que aumenta la sustitución. En otras palabras, sustituir harinas distintas al trigo implica un desafío tecnológico para obtener productos aceptables a partir de una buena hidratación y formación de la masa, lo cual afecta directamente, el volumen del pan y calidad de la miga (Gutiérrez, C. 2022)

El consumidor requiere cualidades importantes en el pan, como el sabor y la textura que son desarrollados durante el horneado, cuando ocurren las reacciones por calor, como las reacciones de Maillard y caramelización; asimismo, las reacciones enzimáticas y fermentación influyen sobre el sabor de la miga del pan (Gutiérrez, C. 2022). La textura de la miga de pan es importante debido a las propiedades mecánicas de la misma, como la firmeza y elasticidad, ligados con parámetros de palatabilidad y masticabilidad que son determinados mediante la adaptación de métodos físicos de análisis (Gutiérrez, C. 2022).

Metodología

Descripción Del Proceso

Para la elaboración de los tratamientos se utilizaron diferentes fracciones de harina de frijol Caupí. Para la obtención de la harina de frijol caupí se empleó el algoritmo propuesto por Mendoza Combatt et al., 2021 que consta de ocho etapas. A este se le implementó la etapa de molienda gruesa y se modificaron algunas etapas para así poder tener un proceso más eficiente, esta se puede observar a continuación en la figura 1.

Figura 1

Obtención De La Harina De Frijol Caupí

<p>LIMPIEZA DEL GRANO Separación de material extraño</p>	 
<p>MOLIENDA GRUESA Para romper el grano partículas más sueltas</p>	 
<p>HIDRATACIÓN Y SEPARACION DEL TEGUMENTO Relación frijol/agua = 1/10 Tiempo 1 hora Temperatura ambiente</p>	 
<p>COCCIÓN DEL GRANO Tiempo 2 horas Temperatura 100°C</p>	 
<p>SECADO Tiempo 5 horas Temperatura 70°C</p>	 
<p>MOLIENDA FINA</p>	
<p>TAMIZADO Tamiz de 200 μm</p>	
<p>EMPAcado AL VACIO</p>	 

Se utilizó la formulación base de pan molde mostrada en la tabla 3. Se elaboraron cinco tratamientos, diferenciados por el porcentaje de harina y agua adicionada. En la tabla 1 se muestra los ingredientes y las proporciones que se utilizaron en cada uno de los tratamientos y en la Figura 2, se puede apreciar las etapas que se llevaron a cabo para la obtención del pan.

Tabla 1

Formulaciones De Los Cinco Tratamientos

Formulación					
	Tratamiento	Tratamiento	Tratamiento	Tratamiento	Tratamiento
	1	2	3	4	5
Harina de trigo	1600	1440	1360	1280	1200
Harina de frijol	0	160	240	320	400
Azúcar	130	130	130	130	130
Margarina	230	230	230	230	230
Levadura fresca	65	65	65	65	65
Mohosorbic	3	3	3	3	3
Propionato	5	5	5	5	5
Sal	30	30	30	30	30
Agua	660	660	695	750	750

Figura 2

Diagrama De Proceso De La Elaboración Del Pan



Estos procesos se ejecutaron en una panadería ubicada en el barrio San José de los Campanos en la ciudad de Cartagena, Bolívar. Los análisis fisicoquímicos se realizaron en una empresa de Cartagena dedicada a la fabricación de harinas, la evaluación sensorial se desarrolló en el laboratorio multipropósito de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia, con sede en el municipio de Sahagún, Córdoba.

Descripción de la Prueba Sensorial

La prueba de análisis sensorial que se utilizó fue la de aceptación con escala hedónica, que permite determinar la aceptabilidad que hubo por parte de los consumidores hacia los tratamientos realizados. Donde se evaluaron cuatro características sensoriales: sabor, aroma, textura e impresión global. Se aplicó una calificación con escala hedónica de 7 puntos (variando desde “gusté mucho” con nota 7 hasta “disgusté mucho” con nota 1) con 50 panelistas no entrenados de ambos sexos y edad variable entre 18 a 70 años. El formato presentado a los panelistas se puede observar en el Apéndice A.

Diseño Estadístico del Experimento

Se planteó un estudio cuantitativo donde se utilizaron gráficos de dispersión para explicar de forma clara las diversas variables fisicoquímicas dependientes estudiadas, también se implementó la técnica de Análisis de Componentes Principales (ACP) para describir los resultados de los parámetros sensoriales estudiados. El análisis de los datos fue realizado utilizando el paquete estadístico XLSTAT.

Resultados

A continuación, se muestran los resultados de los ensayos realizados a diferentes concentraciones de harina de frijol, los puntos encontrados sobre el eje de las ordenadas se refieren a los ensayos donde sólo se utilizó harina de trigo de distinta calidad de una marca reconocida en la región.

Características Físicas de la Masa

Figura 3

Masa Obtenida De Las Mezclas

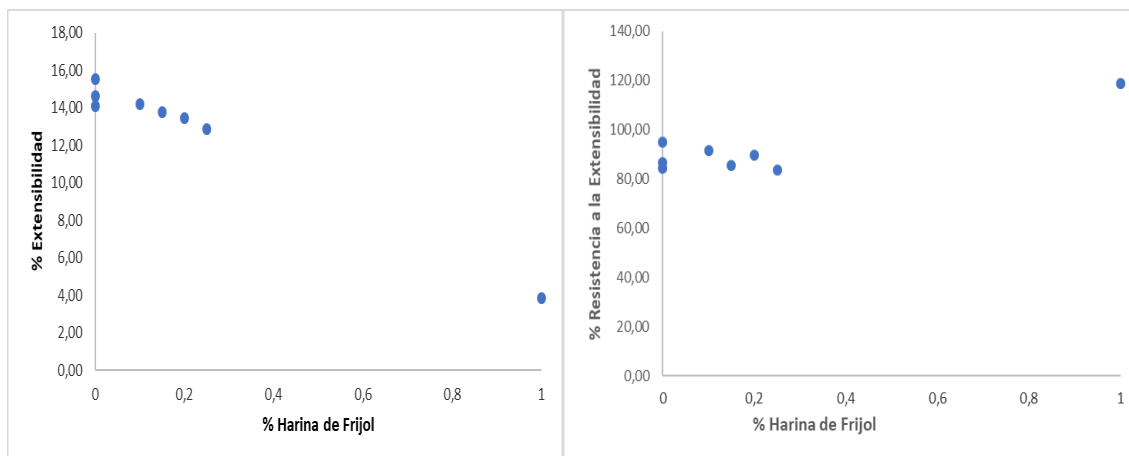
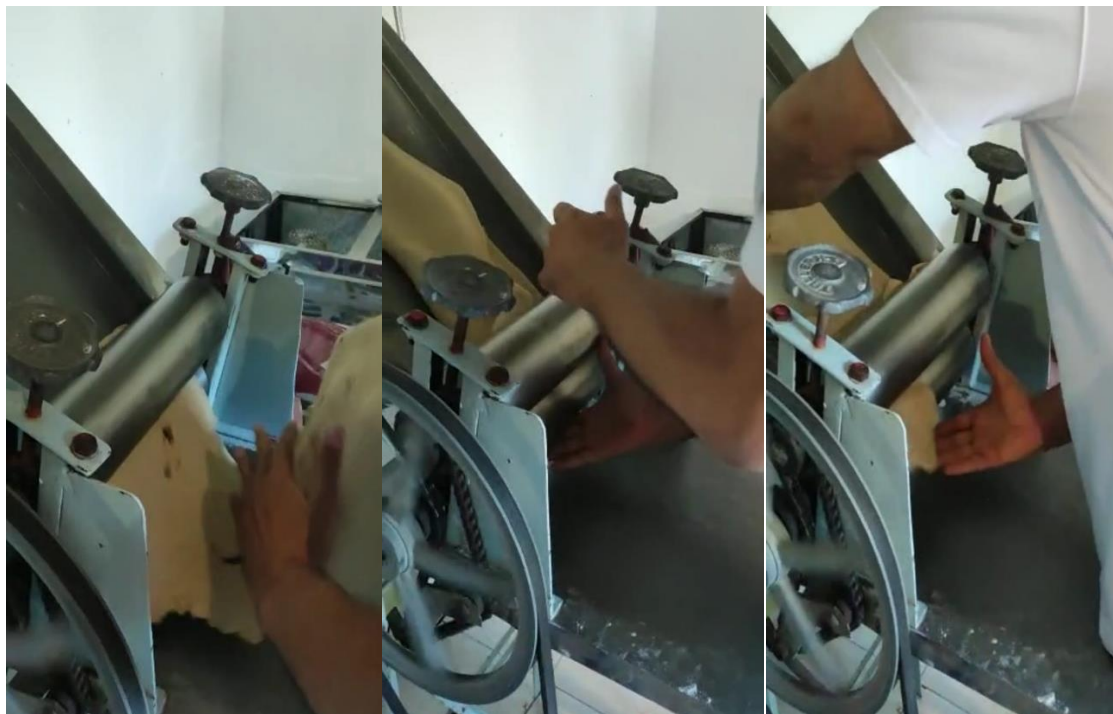


En primera instancia se estudiaron las características físicas de la masa (Figura 3) donde se encontraron los siguientes hallazgos; al aumentar la fracción de la harina de frijol, la resistencia a la extensibilidad de la masa aumenta (Figura 4B), por lo cual la capacidad de estiramiento disminuye. En la figura 4A se confirma la anterior premisa, debido a que cuando

aumenta la cantidad de harina de frijol disminuye la extensibilidad hasta llegar a un valor de 3,84 en la harina de frijol pura.

En panificación “el gluten es una proteína de tipo compuesta cuyo objetivo es actuar como adhesivo y aglutinar la harina para la elaboración de productos como pan y galletas”. Al momento en el que el gluten se mezcla con la levadura, esta adquiere mediante la fermentación la capacidad de leudar, y así obtener elasticidad y pegajosidad en el proceso de amasado cuando se mezcla la harina y el agua, este es uno de los factores a tener en cuenta, ya que, si se sustituye de manera parcial el trigo se verá comprometida la capacidad de extensibilidad de la masa y consecuentemente la aceptación de los productos que desde tiempos ancestrales se han elaborado con harina de trigo (Rodríguez, T, M. 2022).

Debido a estas características particulares de las harinas con gluten, utilizar harinas de diferentes orígenes o mezclas de ellas en diferentes proporciones puede afectar las características funcionales de los productos elaborados. Sin embargo, actualmente, existe un creciente interés en el estudio y desarrollo de productos de sustitución total de harinas, es decir, libres de gluten debido a que se ha observado un crecimiento en el diagnóstico de celiaquía en la población a nivel mundial (Cazzaniga, A. 2022), por esa razón, es imperativo afirmar que a pesar de la disminución de la extensibilidad de la masa de los productos con Caupí, la tendencia al consumo de productos libres de gluten podría hacer a los consumidores más abiertos a masas de panes con distintas características variadas (incluyendo la baja extensibilidad)

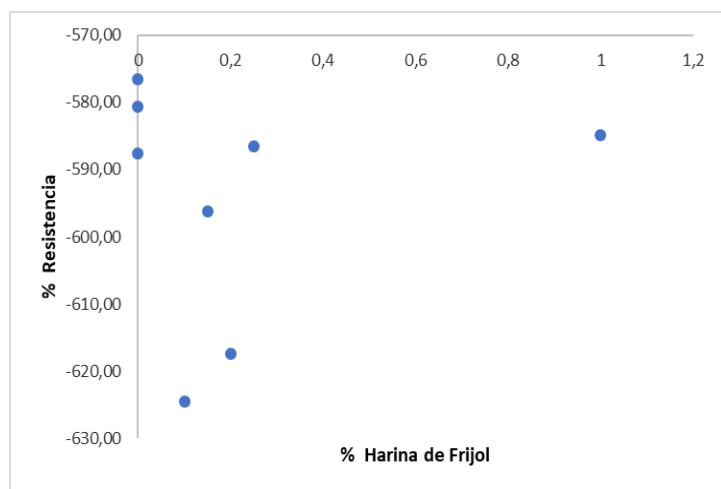
Figura 4*Extensibilidad***Figura 5***Boleado De La Masa*

En la figura 5, se muestra el cilindrado o boleado de la masa, el éxito de este proceso depende de las características físicas de la masa y de la cantidad de gluten que contiene la misma para la correcta creación de la red de gluten. En la figura 6, en cuanto a la resistencia de la masa

se puede observar que no existe correlación entre la cantidad de harina de frijol utilizada y la variable evaluada.

Figura 6

Resistencia



En la figura 7A se puede observar que cuando la fracción de harina de frijol es 0.25, el valor de la tenacidad a la resistencia de la masa es comparable al de la harina de frijol pura. Sin embargo, en la figura 7B respecto a la fuerza, se muestra que a medida que se va incrementando la harina de frijol esta va aumentando su tenacidad, lo que exige mayor fuerza para la realización de este proceso. Así mismo, el aumento de la fuerza cuando se le adiciona harina de frijol a la masa, le da la capacidad a esta de soportar la presión del gas que se genera en la fermentación. En la misma figura 7B, el resultado de la fuerza de la harina de trigo premium con la mezcla de frijol con 25% de harina de frijol es parecido, lo que indica que las fracciones utilizadas en la presente investigación permiten la confrontación de esta propiedad con la masa convencional de harina de trigo.

CHOP_P, es la tenacidad de la masa, es decir, la resistencia que ofrece la masa a la presión de aire, en cuanto a CHOP_W, hace referencia a la fuerza de la masa, Según Menacho J.

(2019), esta es definida como la deformación de la masa por impulsión de aire, siendo un parámetro medido por el alveógrafo, que garantiza el poder de la harina para hacer panes de buena calidad.

La utilización de fracciones mayores de harina de frijol, fueron utilizadas sin éxito en los preensayos realizados (datos no presentados), debido al peso que le atribuye la harina de frijol a la masa, lo que hace que el pan “no suba” en el proceso de fermentación, como sucedió con las altas concentraciones ensayadas de harina de frijol.

La fuerza de la masa es un factor determinante de la calidad del producto, de tal forma que la falta de fuerza o un exceso de la misma provoca frecuentemente problemas de regularidad y calidad en el pan. La harina ejerce una gran influencia sobre la fuerza de la masa dependiendo de la cantidad y calidad del gluten. También en la actividad enzimática, es decir, su poder de fermentación, es un factor determinante (Tejero, F. 2017).

Figura 7

Tenacidad Y Fuerza

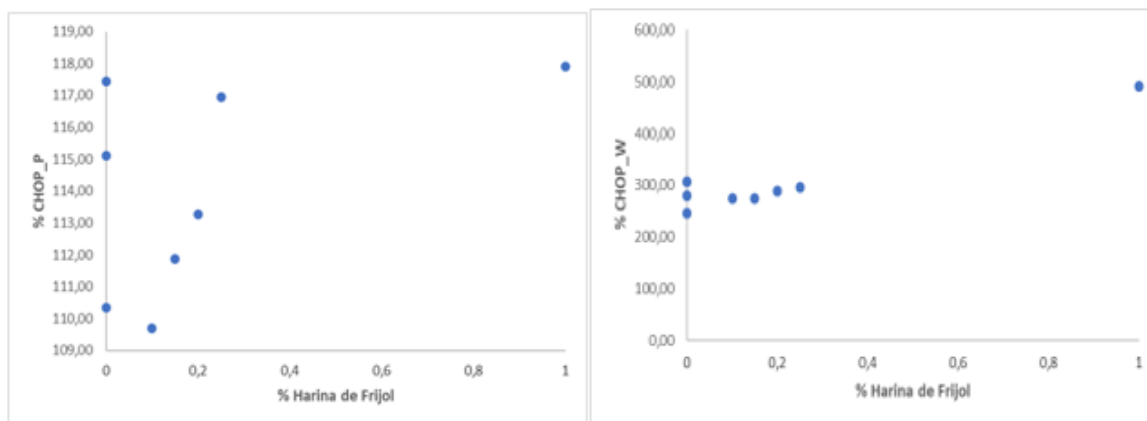
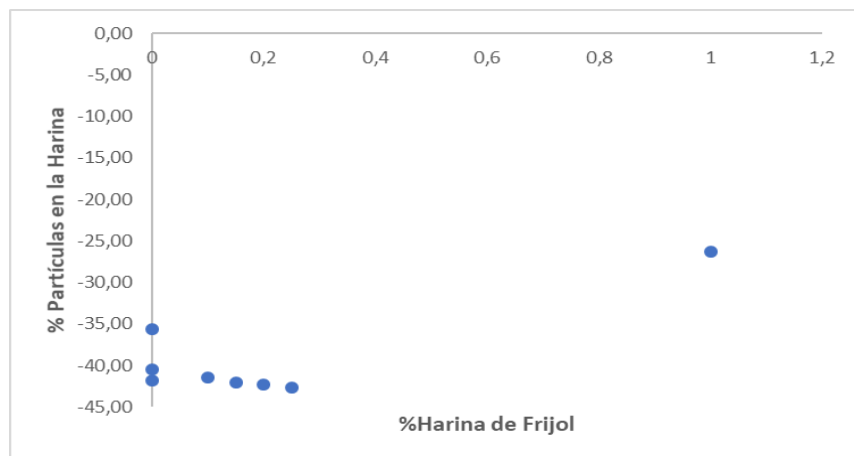


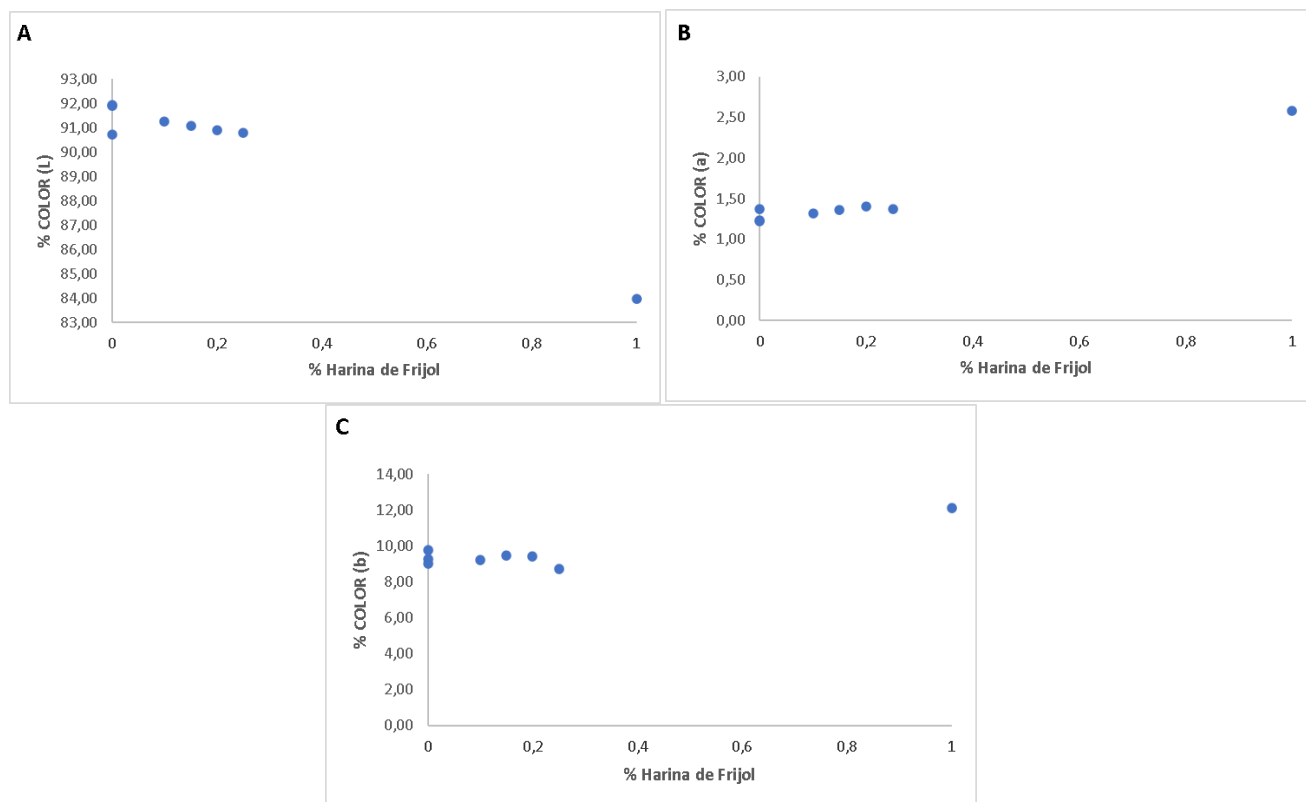
Figura 8*Grano Húmedo Sin Tegumento*

En la figura 9, se puede observar que a medida que aumenta el porcentaje de frijol, aumenta las partículas en la harina de frijol. Esta se presenta porque al momento de realizar de forma manual el lavado del frijol, la retirada del tegumento, la carilla o la manchita que tiene el grano en torno al hilo se retira de manera parcial y no total, tal como se muestra en la figura 8.

Figura 9*Partículas En La Harina (Manchas)*

Aunque existen diferentes sistemas de interpretación del color, cuando se trata de alimentos, el más utilizado es el sistema de color CIE $L^* a^* b^*$, debido a su distribución uniforme del color y porque su percepción del color es más cercana a la del ojo humano. Este sistema define un espacio cartesiano en que L^* es la claridad o luminosidad, en un rango que va desde 0 (negro) a 100 (blanco). El parámetro a^* define a los componentes rojo - verde, rojo para valores positivos y verde para negativos. El parámetro b^* define la componente amarillo – azul, amarillo para valores positivos y azul para negativos (Cazzaniga, A., 2022).

En la figura 10A, se puede apreciar que a medida que se va aumentando la fracción de harina de frijol, la luminosidad del color de la masa va disminuyendo. En cuanto a la figura 10B en la variable a (Eje Rojo - Verde) el aumento de esta se relaciona con el aumento del color rojo y en la figura 10C la variable b (Eje Amarillo – Azul) existe un aumento en el eje del color amarillo a medida que aumenta la concentración de harina de frijol.

Figura 10*Sistema CIE*

Características Químicas de la Masa

En las siguientes figuras se mostrarán los resultados obtenidos en el análisis fisicoquímico a la masa de frijol caupí.

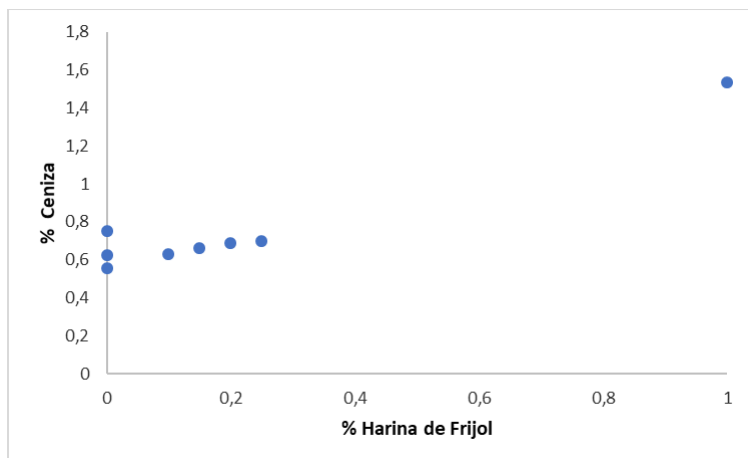
En la Figura 11 se puede observar que a medida que aumenta la concentración de frijol en la masa, existe un aumento en la cantidad de ceniza.

La cantidad de cenizas presentes en la harina de frijol caupí según estudios realizados es de 1,12 a 4,60 g/100g. Esto indica la presencia de una importante cantidad de minerales. Al evaluar el contenido de cenizas valorado de otros estudios frente a lo publicado por diferentes autores para otras leguminosas se puede apreciar que el contenido de cenizas en el frijol caupí

resultado ser mayor a lo encontrado en lentejas (2,80 g/100g), garbanzo (2,73 - 3,60 g/100g), arveja (3,00 – 3,60 g/100g) y soya (3,40 g/100g), e inferior a lo reportado en algunas variedades de frijol común (3,8 – 5,0 g/100g) (Vargas, Y., et al. 2012).

Figura 11

Ceniza



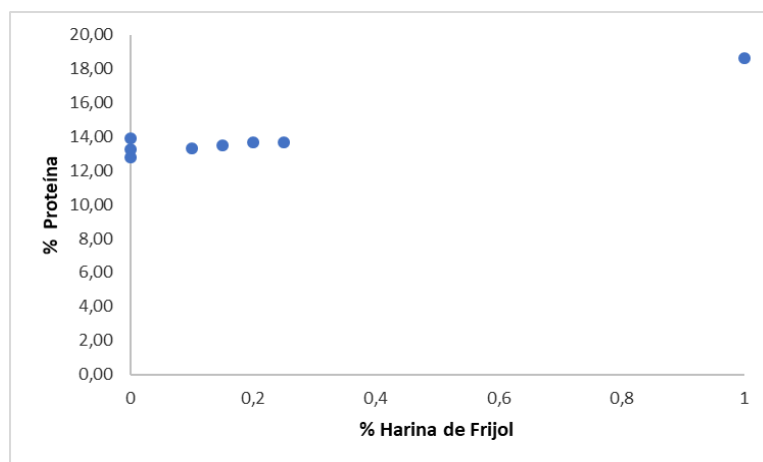
En la figura 12, se puede observar mayor cantidad de proteína en la muestra de harina de frijol pura, además del incremento porcentual de proteína en la masa, a medida que aumenta la fracción de harina de frijol caupí. En esta también se puede observar que el porcentaje de proteína en dos muestras de trigo premium fue mayor que en las mezclas valoradas con harina de frijol y trigo. Aunque la muestra de trigo control, presento un resultado de proteína menor que las demás muestras evaluadas.

Según López (2012), resalta el alto contenido de proteína en las harinas obtenidas de caupí crudo y cocido. De estos análisis se tiene que la calidad de la proteína de la semilla, así como de su harina representan un importante recurso y fuente de aminoácidos para la alimentación especialmente de los niños, debido a la presencia de aminoácidos esenciales en cantidades adecuadas (Espitia, Carlos, and María Petro. 2016). Las leguminosas se valoran en todo el mundo como una alternativa sostenible y menos costosa que la carne y se consideran la

segunda fuente de nutrientes más importante después de los cereales (Maphosa, Y., & Jideani, V. A. 2017). Los granos de las leguminosas contienen una buena proporción de proteínas, mayor que la de los granos de cereales, y son una rica fuente de fibra dietética, almidón, minerales y vitaminas (Suarez Wilson A., 2022)

Figura 12

Proteína



La Figura 13A muestra que la harina de trigo control contiene más humedad que la muestra de frijol caupí, ya que, al momento de ir aumentando el porcentaje de fracción de la harina de frijol, la humedad va disminuyendo. Cuando en la composición se tiene harina de frijol caupí pura la humedad disminuye drásticamente de 13,74% (Trigo muestra control) a 11,82% (Frijol muestra control). Sin embargo, es necesario apuntar que las muestras de trigo premium contienen un porcentaje de humedad menor que todas las mezclas valoradas en el experimento. En cuanto a la figura de la absorción de agua (figura 13B), se considera que mientras se va incrementando el % de harina de frijol, aumenta progresivamente la absorción de agua en la masa. En esta también se puede observar que el porcentaje de absorción de agua en las muestras de trigo premium fue mayor que en las mezclas con harina de frijol y trigo, aunque, la muestra de

trigo control, presento un resultado de absorción de agua menor que las demás muestras evaluadas.

La humedad de las harinas es un factor clave. En general las harinas presentan humedades cercanas al 14-14,5%, siendo el límite legal el 15% según la norma del CODEX 152. En el proceso de molienda es necesario humedecer el trigo (acondicionado), para ablandarlo y separar mejor el salvado, por lo que es racional que la humedad de la harina sea mayor que la del trigo (Gómez, K., Caballero, L & Maldonado, Y. 2020).

Las harinas con humedades mayores empiezan a tener un riesgo de apelmazamiento y de incremento de microorganismos, esto es algo que se debe evitar. (Gómez, K., Caballero, L & Maldonado, Y. 2020).

En cuanto a la capacidad de retención de agua, este es un indicador importante en la evaluación del comportamiento de las proteínas con el agua, que es uno de los ingredientes en la elaboración de productos de la industria panadera. Esta influye no sólo las condiciones del procesamiento, sino también la calidad final de los productos (González., A, Larios., X, Velásquez., A, 2019).

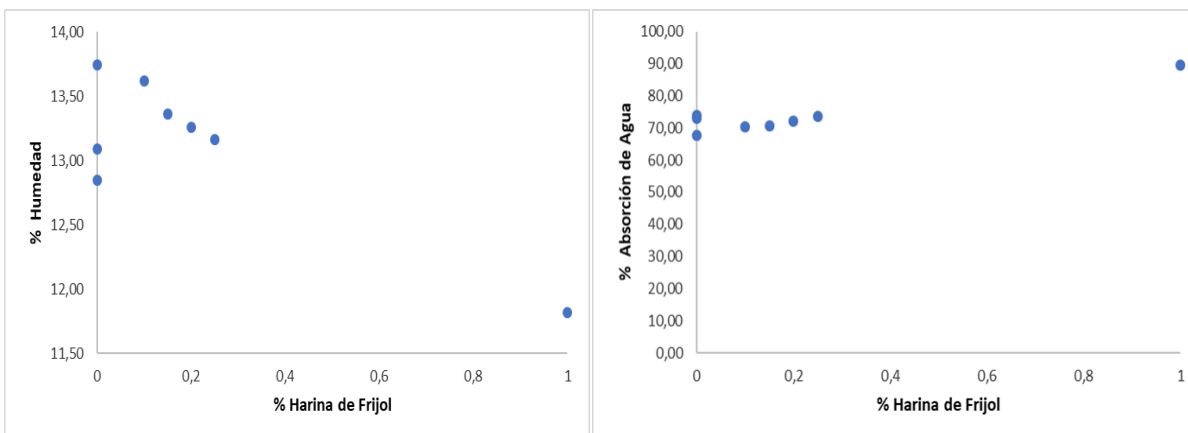
En diversas investigaciones se ha evaluado el efecto que tienen el remojo y diferentes tratamientos térmicos sobre aspectos bioquímicos del grano de frijol, como la digestibilidad de las proteínas, la persistencia de factores anti nutricionales y la presencia de compuestos bioactivos. Estos tratamientos pueden afectar también aspectos físicos como la textura y la evolución de la absorción de agua del grano durante el proceso de remojo y cocción (Espinoza-Andrews y Sánchez, 2010), aunque existen pocos referentes de la evaluación instrumental de ello (Gálvez et al., 2009; Méndez et al., 2011), la cual es recomendable para realizar evaluaciones sensoriales objetivas con paneles entrenados.

La capacidad de absorción de agua y la dureza del grano de frijol son indicadores comunes de calidad (Acosta-Gallegos et al., 2008), y se encuentran relacionados con su frescura (Mederos y Reynaldo, 2007). Identificar los tratamientos necesarios de tiempos de remojo y cocción para obtener parámetros numéricos, evaluados instrumentalmente, pueden aportar en referentes para el establecimiento posterior de parámetros de calidad sensorial.

Durante el almacenamiento en frío, la organización de las moléculas de almidón da como resultado la exudación de agua, un proceso mejor conocido como sinéresis y esto produce cambios en las propiedades funcionales del mismo (Salas, S. 2018).

Figura 13

Humedad Y Absorción



En la figura 14 referente a la fibra cruda, a medida que se va incrementando la fracción de harina de frijol en los tratamientos, la fibra va disminuyendo, por lo tanto, la masa de la harina de frijol no contiene fibra cruda, ya que al momento de analizar el 100% de dicha harina, esta tiene un porcentaje de -1,31. La falta de fibra en la harina se origina porque durante la etapa de hidratación del grano, se retira el tegumento, obteniendo así un grano libre de tegumento y una harina baja en fibra.

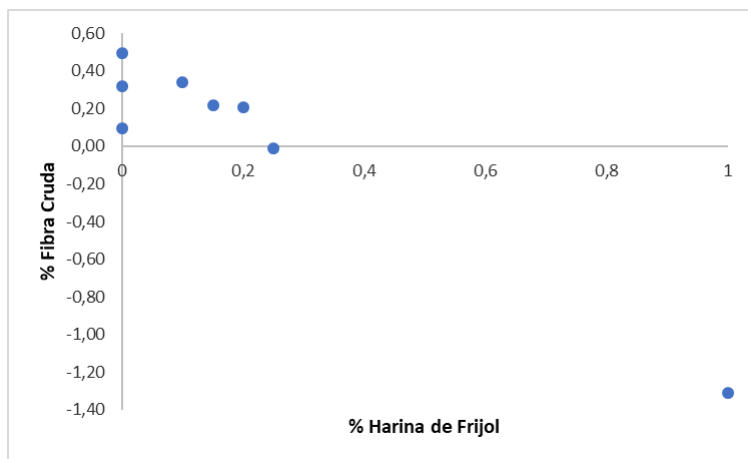
El alto contenido de carbohidratos y la falta de materias primas ricas en fibra son algunos de los problemas de la elaboración de pan en el país actualmente (Restrepo, J. 2021).

En la búsqueda de una receta de productos panificados más saludables, la carilla de frijol es el ingrediente principal. La nueva harina a partir de la cáscara de esta popular leguminosa tiene más fibra, antioxidantes, poca grasa y menos carbohidratos si se compara con la tradicional harina de trigo. Además, no contiene gluten (Restrepo, J. 2021).

La fibra cruda encontrada en la harina de las semillas de frijol caupí, igual que sucede con otros parámetros bromatológicos, presenta valores diferenciales mostrados por varios autores, que varían desde 0,65 g/100g hasta 5,10 g/100g (Vargas, Y., Villamil, O., et al. 2012).

Figura 14

Fibra Cruda



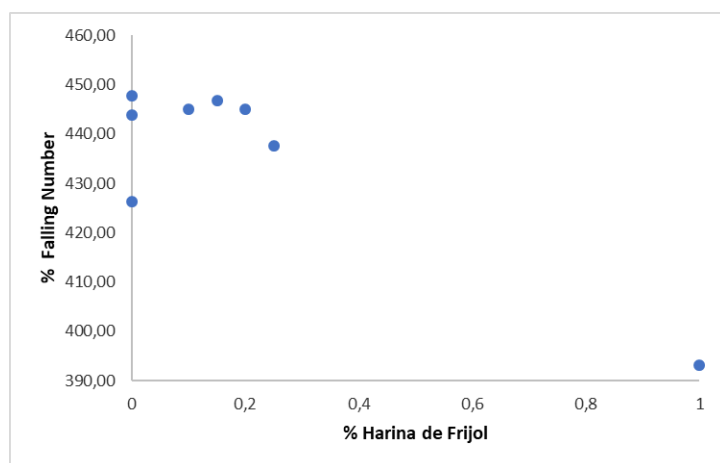
Según Bustillos Katty, (2022) Falling Number determina la actividad de la enzima alfa-amilasa en los granos y harinas, con el objetivo de detectar posibles daños por germinación. El exceso de esta enzima en la harina ocasiona masas pegajosas y complicadas de manipular por lo que da como resultado panes poco estructurados después del horneado, así también, implica panes de poco volumen, con la corteza oscura y la miga totalmente pegajosa que se adhiere al cuchillo.

Analizando la Figura 15 con respecto al índice de caída de la harina, se puede considerar que el

cien por ciento de la harina de frijol caupí se encuentra entre los parámetros óptimo de comportamiento para panificación, es decir, la actividad alfa-amilasa es baja, mientras que en los tratamientos las harinas pueden generar panes con una merma de volumen entre 400 a 450 segundos, en cuanto a las harinas de trigo estas presentan falling number un poco más altos que las mezclas con frijol, es decir, la masa tiene problemas para fermentar, el pan con la miga dura y corteza opaca.

Figura 15

Falling Number



Mientras que en la Figura 16, el almidón dañado presenta un aumento poco significativo, una vez que se eleva el porcentaje de almidón dañado con el aumento de la harina de frijol en los tratamientos. La abundante absorción de agua y la poca retención de la misma en los tratamientos con mayor fracción de harina de frijol puede ser atribuida a la cantidad de almidón dañado.

El daño de almidón hace referencia a un gránulo de almidón que se divide en pedazos. No sólo aumenta la absorción de agua y afecta la reología de la masa, sino que también aumenta el suministro de alimentos a la levadura y es más susceptible a la alfa-amilasa fúngica. El almidón representa entre el 67-68 % del grano completo de trigo y entre el 78-82 % de la harina

producida a partir de la molienda. La estructura semi-cristalina del gránulo de almidón en el grano se puede dañar por operaciones mecánicas, particularmente durante el proceso de molienda (Mahmoud, R.2023)

El almidón dañado (*DS por sus siglas en inglés*) es importante en la fabricación de pan: absorbe dos veces su propio peso en agua, en contraste con el almidón no-dañado, el cual absorbe solo el 40% de su peso en agua. Esta también aumenta la absorción de agua y proporciona una nutrición extra para la levadura. Un alto nivel de este traería como resultado una masa pegajosa que ocasiona una pared lateral débil y una miga pegajosa. Otro aspecto importante es que, debido a su fragilidad enzimática, la presencia de almidón dañado promueve la aparición de glúcidos de bajo peso molecular los cuales perjudican la capacidad de retención de agua, la porosidad de la masa y la textura del producto final (Mahmoud, R.2023)

El nivel de daño del almidón afecta directamente a la absorción de agua y también a las propiedades de mezcla de la masa de la harina. El aporte que este hace a la absorción de agua de una harina, lo hace un elemento esencial en las especificaciones de esta. (Mahmoud, R.2023)

Al aumentar el almidón dañado aumenta la capacidad de retención de agua de la harina; sin embargo, demasiado DS conduce a una masa pegajosa y una corteza muy tostada. El valor óptimo de DS varía con el uso de la harina y necesita en gran medida del contenido de proteína de la harina, de la actividad de alfa-amilasa y del tipo de pan que se va a preparar a partir de la harina. Las harinas con alto DS no se puede emplear con el mismo propósito que la que presenta un bajo contenido de DS (Mahmoud, R.2023)

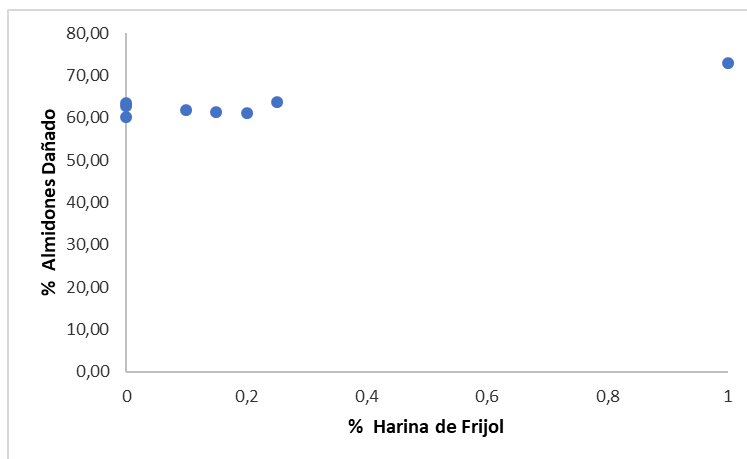
Por otro lado, los niveles muy altos de DS pueden llevar a la pérdida de calidad del pan, incluyendo una estructura celular más abierta y el encanecimiento del color de la miga. Junto con

la acción ya determinada sobre la hidratación, el daño al almidón repercute sobre las características de la impermeabilización y el color de la corteza del pan (Mahmoud, R.2023)

Los efectos sobre las características de la prueba consiguen demostrarse si tienen en cuenta que las amilasas no pueden atacar un gránulo de almidón nativo. Si se presenta más daño hay más probabilidad de ataques. Romper las moléculas de gránulos libera agua, el azúcar simple está presente y crea intensa actividad de la levadura con una posibilidad de coloración más alta. Una mayor entrada de agua permite mantener el pan fresco durante más tiempo, pero la liberación del azúcar provoca que se genere una corteza muy roja. Es por esto que el almidón intenso y dañado puede ser responsable de una miga pegajosa, pan sin volumen y demasiado rojizo (Mahmoud, R.2023)

Figura 16

Almidones Dañado



Análisis Sensorial

Cada uno de los tratamientos fueron evaluados inicialmente con 50 panelistas no entrenados, pero al momento de realizar el análisis sensorial se encontró que 14 fichas eran inconsistentes, debido a que de los 5 tratamientos con frijol caupí, 2 presentaron un rápido deterioro, quedando así 36 fichas que si cumplían con los requisitos evaluados y con estas se realizó el análisis.

En la tabla 2, se puede apreciar los tipos y fracciones de harina que se utilizaron en cada uno de los tratamientos.

Tabla 2

Fracción De Harina

Tratamientos	Fracción	
	Harina de Trigo	Harina de Frijol Caupí
1	1	0
2	0,9	0,1
3	0,85	0,15
4	0,8	0,2
5	0,75	0,25

En la Tabla 3, se puede apreciar los porcentajes de cada ingrediente en relación al peso de la harina, considerando que la harina representa el 100% en todos los tratamientos desarrollados.

Tabla 3*Formulación General Del Pan*

Formulación (%)					
Ingredientes	Tratamiento	Tratamiento	Tratamiento	Tratamiento	Tratamiento
	1	2	3	4	5
Harina de trigo	100	90	85	80	75
Harina de frijol	0	10	15	20	25
Azúcar	4,9	4,9	4,9	4,9	4,9
Margarina	8,6	8,6	8,6	8,6	8,6
Levadura fresca	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4
Mohosorbic	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Propionato	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Sal	1,2	1,2	1,2	1,2	1,2
Agua	66	66	69,5	75	75

En la Tabla 4 se puede apreciar los promedios obtenidos en cada uno de los tratamientos según las características evaluadas en el análisis sensorial, las cuales fueron Aroma, Sabor, Textura e Impresión Global.

Tabla 4*Promedios Obtenidos En Cada Una De Las Características Sensoriales*

Tratamientos	Aroma	Sabor	Textura	Impresión Global
Patrón (0)	5,81	5,36	5,97	5,83
10	5,64	5,36	5,25	5,50
15	5,47	5,25	5,36	5,42
20	5,28	5,28	5,50	5,58
25	5,17	4,89	5,03	5,14

En la tabla 5, se muestra la cantidad de observaciones, el mínimo y máximo, la media y la desviación típica de cada una de las variables. Se aprecia una notable semejanza en el valor de la media de cada una de las variables, sobresaliendo la impresión global. De igual modo, la desviación típica presenta un valor similar en las variables, pero se puede apreciar una mayor variabilidad en la textura.

Tabla 5*Estadística descriptiva de las variables*

Variable	Observaciones	Obs. con datos perdidos	Obs. sin datos perdidos	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típica
Aroma	5	0	5	186,000	209,000	197,000	9,354
Sabor	5	0	5	176,000	193,000	188,200	7,050
Textura	5	0	5	181,000	215,000	195,200	12,696
Impresión Global	5	0	5	185,000	210,000	197,800	9,094

El Análisis en Componentes Principales origina nuevas variables, llamadas componentes principales (Z) con base de las variables originales (X). Estos componentes proporcionan una mejor facilidad de interpretación en los resultados. En la Tabla 6 se puede apreciar el resultado correspondiente del valor propio, en este se observa que F1 tienen un valor propio mayor que 1, este explica el 84,57% de la diversificación en los datos; pero también se tiene en cuenta el valor propio cercano o aproximado del componente principal F2, este explica 9,50% y F3 con el 5,65%. Para el presente análisis, los componentes principales seleccionados fueron F1 y F2, obteniendo así la suma de 94,07%, lo que significa que es una cantidad proporcionada de diversificación explicada en los datos.

Tabla 6*Valores propios del ACP*

	F1	F2	F3	F4
Valor propio	3,383	0,380	0,226	0,011
Variabilidad (%)	84,565	9,505	5,659	0,270
% acumulado	84,565	94,071	99,730	100,000

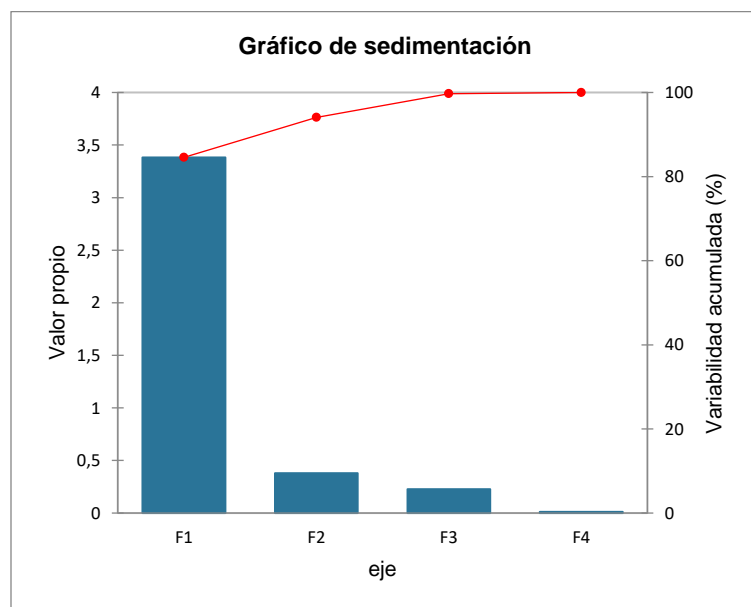
Tabla 7*Vectores Propios*

	F1	F2	F3	F4
Aroma	0,484	-0,485	0,728	0,043
Sabor	0,490	-0,496	-0,637	-0,329
Textura	0,494	0,663	0,146	-0,544
Impresión Global	0,531	0,283	-0,210	0,771

La figura 17 es la gráfica de sedimentación, esta permite visualizar que los valores propios comienzan a establecer una línea recta después del tercer componente principal, es decir, después de F3. Por ende, los componentes principales sobrantes presentan una proporción diminutiva en la variabilidad, o sea, próxima a cero.

Figura 17

Gráfico de sedimentación



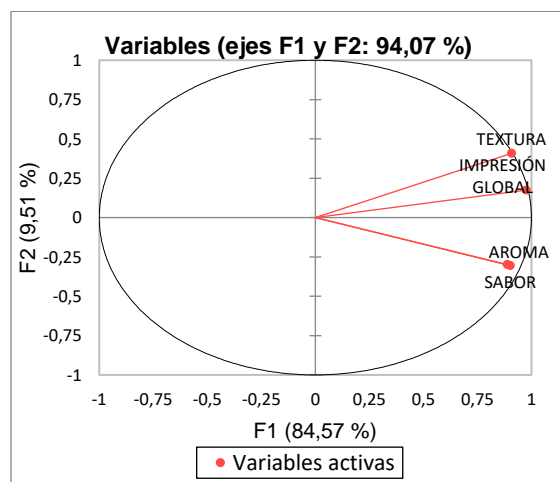
La Tabla 8 se puede interpretar que F1 tiene la mayor correlación positiva con las variables aroma, sabor, textura e impresión global, por lo cual estos valores positivos pueden asimilarse como una buena preferencia en el producto, cumpliendo positivamente con cada una de las variables evaluadas.

F2 tiene una correlación positiva con la variable textura y también se destaca la impresión global, lo cual implica que el producto tuvo una mayor preferencia en las variables mencionadas, por lo tanto, no es preferido por su aroma y sabor.

Tabla 8*Correlaciones entre las variables y los factores*

	F1	F2	F3	F4
Aroma	0,889	-0,299	0,346	0,005
Sabor	0,902	-0,306	-0,303	-0,034
Textura	0,908	0,409	0,069	-0,057
Impresión Global	0,976	0,175	-0,100	0,080

En la figura 18 se hace la interpretación de la tabla 8, se puede apreciar los dos componentes principales o dimensiones F1 y F2, observamos que hay gran dispersión en el componente F1 correlativamente positivos, mientras que en el componente F2 se presentan datos que se destacan por sus diferencias en los valores, es decir, los valores de las variables que están correlativamente negativos.

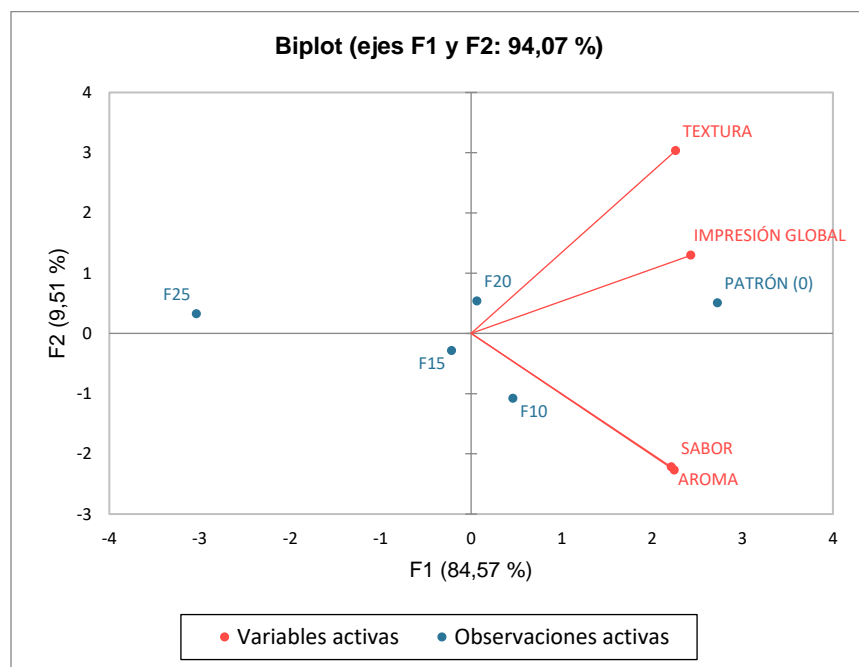
Figura 18*Variables Activas*

En la figura 19 se muestra los resultados obtenidos mediante el gráfico Biplot, en este se puede analizar que el tratamiento más cercano al patrón es F20 (20% de harina de frijol) y F15

(15% de harina de frijol). Los más lejanos del patrón son F10 (10% de harina de frijol) y F25 (25% de harina de frijol). En cuanto a los demás resultados obtenidos el tratamiento con harina de trigo y el 20% de harina de frijol fue el que tuvo mejor aceptación en cuanto a las variables textura e impresión global.

Figura 19

Grafica de Biplot



Conclusiones

El frijol Caupí es una leguminosa que le ofrece algunas características funcionales excepcionales a la masa para la elaboración de pan molde. A una concentración del 25% sobre harina le confiere fuerza y tenacidad comparable a la masa obtenida con la harina de trigo pura (control) e incluso con harinas de trigo premium. De igual forma los parámetros del sistema de Color CIE para las mezclas con harina de frijol, tuvieron valores próximos a los valores arrojados por los tres tipos de harinas de trigo puro.

De igual forma los atributos nutricionales aportados por el alto contenido proteico y mineral, hacen del frijol caupí una materia prima con potencial para ayudar a satisfacer las necesidades de ingesta habitual en la zona Caribe.

En cuanto al análisis sensorial el tratamiento del 20% de harina de frijol presentó una aceptación favorable y comparable con el control, donde las características más apreciadas por los panelistas fueron la textura y la impresión global.

Recomendaciones

Dado que se presentaron inconvenientes al incluir frijol en las etapas de fermentación y moldeado de la masa para hacer pan, resulta imprescindible llevar a cabo pruebas con distintas fracciones de harina de frijol en otros tipos de productos como galletas, ponqués, entre otros.

Es viable realizar estudios sobre la digestibilidad de la harina y los posibles cambios que pueda tener en los atributos nutricionales (nivel proteico y minerales), después de varios tipos de procesamientos domésticos e industriales.

Referencias Bibliográficas

- Acosta-Gallegos, J. A.; Mendoza, H. F. M.; Aguilar, G. B.; Esquivel, E. G.; Rodríguez, G. R. y Guzmán, M. S. H. 2008. Negro Guanajuato, nueva variedad de frijol para el centro de México. *Agricultura Técnica en México*, 34(1), 107- 111.
- AOAC. (2019). *Official Methods of Analysis*. 21st ed. USA: AOAC international. USA.
- Aquije, García et al. 2021. Diseño de Planta de Producción de pan a base de masa madre y harina de maíz morado. Universidad De Piura. Facultad de Ingeniería. Trabajo de investigación. Piura.
- Araméndiz-Tatis, Hermes, Carlos E. Cardona-Ayala, and Enrique M. Combatt-Caballero. (2016). "Contenido Nutricional de Líneas de Fríjol Caupí (*Vigna Unguiculata* L. Walp.) Seleccionadas de Una Población Criolla." *Informacion Tecnologica* 27(2):53–60. doi: 10.4067/S0718-07642016000200007.
- Arango, Á. de J. R., Vélez, Catalina María Argumedo Jaramillo, Y. G., Valencia, M. A., & Hernández, Á. S. (2005). Cuantificación de hierro ferroso en espinaca y harina fortificada: una aplicación para la industria de panificación. *Journal of Engineering and Technology*, 39(1), 27–31. <http://doi.org/10.22507/jet.v5n2a1>
- Arroyave, L. M., & Esguerra-Romero, C. (2006). Utilizacion de la harina de quinua (*Chenopodium quinoa wild*) en el proceso de panificación. Universidad de la Salle, Recuperado de https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_alimentos/137/?utm_source=ciencia.lasalleedu.co%2Fing_alimentos%2F137&utm_medium=PDF&utm_campaign=PDF
- Bach Rada Achic, and Gecner Lewy. (2021). "Sustitución parcial de la harina de trigo (*Triticum aestivum*) con harina de frijo Ucayalino (*Phaseolus vulgaris*) Germinado para la

elaboración de fideos" Tesis Univerisdad nacional intercultural de la Amazonia. Ucayali - Perú

- Baptista, Armando, Olívia Pinho, Edgar Pinto, Susana Casal, Carla Mota, and Isabel Ferreira. (2016). "Characterization of Protein and Fat Composition of Seeds from Common Beans (*Phaseolus Vulgaris* L.), Cowpea (*Vigna Unguiculata* L. Walp) and Bambara Groundnuts (*Vigna Subterranea* L. Verdc) from Mozambique." *Journal of Food Measurement and Characterization* 2(11):442–50. doi: 10.1007/s11694-016-9412-2.
- Bezerra, Júlia Medeiros, Maria Marlene, Adriana Ferreira, Rêgo Farias, Maíra Felinto Lopes, and Santos Souza. (2019). "Composição Química de Oito Cultivares de Feijão-Caupi Chemical Composition of Eight Cultivars of Cowpea." *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável* 24(1):41–47. doi: 10.18378/rvads.v14i1.6683.
- Blandón, Sandra Lorena, and Larios, Xotchill Jamaly. (2019). "Evaluación de sustitución parcial de Harina de trigo por harina de frijol *Phaseolus Vulgaris* L. En la Formulación de tortas" *Revista de ciencias y tecnologia El Higo*. Universidad Nacional de Ingeniería, Nicaragua ISSN-e: 2413-1911
- Bustillos, Katty. (2022). "Caracterización fisicoquímica y reológica de la harina de trigo (*Triticum aestivum*) obtenida de los pasajes del proceso de molienda en Molinos e Industrias Quito Cía. Ltda" Universidad Técnica De Ambato. Facultad De Ciencia E Ingeniería En Alimentos Y Biotecnología
- Carreño Rico, Miguel. (2017). "Sustitución de Harina de Trigo Refinada Por Harinas Más Nutritivas y Libres de Gluten En Magdalenas."
- Cazzaniga, A. (2022). Desarrollo de productos crackers horneados a partir de puré deshidratado de mandioca. Universidad Nacional de Misiones. Facultad de Ciencias Exactas, Químicas

y Naturales. Doctorado en Ciencias Aplicadas.

https://rid.unam.edu.ar/bitstream/handle/20.500.12219/3825/CAZZANIGA_2022_Desarrollo%20de%20productos.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Cerón, C & Tamayo, K. (2021). Desarrollo de un pan sin gluten, a base de una mezcla de harinas de haba (*Vicia faba*), frijol (*Phaseolus vulgaris* L) y maíz capio *Zeas mays*, aplicando goma xantan y carboximetilcelulosa (CMC) como mejoradores de las características físicas. Corporación Universitaria Lasallista. Facultad de Ingenierías Especialización en Alimentación y Nutrición Caldas-Antioquia.

<http://repository.unilasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/3266/1/1124861178-1020435439.pdf>

Contreras, C. (2022). “Desarrollo Y Caracterización Química Y Nutracéutica De Un Producto Tipo ‘Hummus’ A Base De Frijol Común (*Phaseolus Vulgaris* L.) Como Alternativa De Refrigerio Reducido En Calorías”. Universidad Autónoma De Querétaro Facultad De Química. <https://ri-ng.uaq.mx/bitstream/123456789/3677/1/RI006700.pdf>

Dominguez, Andres, and Parra Miguel. (2020). "Diseño de una planta productora de pan libre de Gluten con harina de frijol en Colombia y la definición de su plan de negocio" Tesis Universidad de la Sabana. Facultad de ingenieria, Maestria en gerencia de Ingenieria. Bogotá, D.C.

Dussán, Saúl, Deisy Hurtado, and Jesús Camacho. (2019). “Granulometría, Propiedades Funcionales y Propiedades de Color de Las Harinas de Quinua y Chontaduro.” *Informacion Tecnologica* 30(5):3–10. doi: 10.4067/S0718-07642019000500003.

- Chandra, S., Singh, S., & Kumari, D. (2014). Evaluation of functional properties of composite flours and sensorial attributes of composite flour biscuits. *Journal of Food Science and Technology*, 52(6), 3681–3688
- Chávez-Mendoza, C., & Sánchez, E. (2017). Bioactive Compounds from Mexican Varieties of the Common Bean (*Phaseolus vulgaris*): Implications for Health. *Molecules*. 22(8), 1360. doi:10.3390/molecules22081360
- Ehlers, J. D., and A. E. Hall. (1997). “Cowpea (*Vigna Unguiculata* L. Walp.)” *Methods in Molecular Biology* 53(1–3):187–204. doi: 10.1007/978-1-4939-1695-5_20.
- Espinosa, Julia. (2007). *Evaluacion Sensorial de Los Alimentos*. Cuba: Cuba.
- Espinoza-Andrews, H. y Sánchez, A. H. M. 2010. Análisis térmico del grado de cocción en frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). XII Congreso Nacional de Ciencia y Tecnología de Alimentos. 27-28 mayo de 2010. Guanajuato, Mexico.
- Espitia, Carlos, and María Petro. (2016). “Obtención de Buñuelos Por Medio de Freído Por Inmersión Empleando Harina de Frijol Caupí (*Vigna Unguiculata*).” Trabajo de grado en Ingeniería de Alimentos. Universidad de Córdoba, Colombia, Montería.
- FAO. (2016). *El estado mundial de la agricultura y la alimentación 2016: Cambio climático, agricultura y seguridad alimentaria*. Roma.
- FAO. (2019). *El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo 2019*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura sobre El Estado Del Mundo. <https://www.fao.org/3/ca5162es/ca5162es.pdf>
- FAO, FIDA, OMS, PMA, and UNICEF. (2020). “El Estado de La Seguridad Alimentaria y La Nutrición En El Mundo.” *Transformación de Los Sistemas Alimentarios Para Que Promuevan Dietas Asequibles y Saludables* 44. doi: <https://doi.org/10.4060/ca9699es>.

FAO. (2022). World Food and Agriculture – Statistical Yearbook 2022. Rome.

<https://doi.org/10.4060/cc2211en>

FAO, FIDA, OMS, PMA y UNICEF. (2023). Versión resumida de El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo 2023. Urbanización, transformación de los sistemas agroalimentarios y dietas saludables a lo largo del continuo rural-urbano. Roma, FAO. <http://doi.org/10.4060/cc6550es>

Ferreira, C. D., Ziegler, V., Lindemann, I. da S., Hoffmann, J. F., Vanier, N. L., & Oliveira, M. de. (2018). Quality of black beans as a function of long-term storage and moldy development: Chemical and functional properties of flour and isolated protein. *Food Chemistry*, 246, 473–480. Frota, Karoline, Rosana Soares, and José Arêas. 2008. “Composição Química Do Feijão Caupi (*Vigna Unguiculata* L. Walp), Cultivar BRS-Milênio.” *Ciência e Tecnologia de Alimentos* 28(2):470–76. doi: 10.1590/S0101-20612008000200031.

Gálvez, R. L.; Genovese, M. I. y Lajolo, F. M. 2009. Effect of different cooking conditions on phenolic compounds and antioxidant capacity of some selected Brazilian bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivars. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 57, 5734 – 5742.

Gonçalves, Alexandre, Piebiep Goufo, Ana Barros, Raúl Domínguez-Perles, Henrique Trindade, Eduardo Rosa, Luis Ferreira, and Miguel Rodrigues. (2016). “Cowpea (*Vigna Unguiculata* L. Walp), a Renewed Multipurpose Crop for a More Sustainable Agri-Food System: Nutritional Advantages and Constraints.” *Journal of the Science of Food and Agriculture* 96(9):2941–51. doi: 10.1002/jsfa.7644.

- Gómez, K., Caballero, L & Maldonado, Y. (2020). Mejora De Un Proceso Productivo De Elaboración De Pan. Universidad de Pamplona, Facultad de Ingenierías y Arquitectura. Programa Ingeniería de Alimentos, sede Villa del Rosario. Grupo de Investigaciones GIBA, Colombia. ORCID <http://orcid.org/0000-0003-3591-582>.
- González., A, Larios., X, Velásquez., A. (2019). Evaluación de sustitución parcial de harina de trigo por harina de frijoles *Phaseolus vulgaris* L. en la formulación de pasteles, a escala de laboratorio, en UNI RUACS, Estelí – Nicaragua. Universidad Nacional De Ingeniería Facultad De Tecnología De La Industria Ingeniería Agroindustrial.
<https://core.ac.uk/download/pdf/336876877.pdf>
- Gutiérrez, C. (2022). “Elaboración De Pan De Molde Con Sustitución Parcial De Harina De Quinoa Y Tarwi”. Universidad Nacional Agraria La Molina Facultad De Industrias Alimentarias.
<https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/5393/gutierrez-castillo-carla-pamela.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Gutiérrez, Humberto, and Román De la Vara. (2012). Análisis y Diseño de Experimentos. 2da ed. Mc Graw Hill, México.
- Henao, S. O., & Aristizábal, J. G. (2009). Influencia de la variedad de yuca y nivel de sustitución de harinas compuestas sobre el comportamiento reológico en panificación. *Revista Ingeniería E Investigación*, 29(1), 39–46. Retrieved from <http://www.redalyc.org/html/643/64329106/>
- Henry, Robert J. (2020). “Innovations in Plant Genetics Adapting Agriculture to Climate Change.” *Current Opinion in Plant Biology* 56:168–73. doi: 10.1016/j.pbi.2019.11.004

- Hernández-Monzón, A., Madernás-Sánchez, D., Pérez-Argüelles, R., Trujillo-Pérez, G., González-Góngora, I., & Díaz-Abreu, J. (2019). Desarrollo de una bebida elaborada con harina de arroz y ajonjolí (*Sesamum Indicum*) y fermentada con cultivos probióticos. *Tecnología Química*, 39(1), 89-104. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=445558836007>
- León, Alberto, and Cristina Rosell. (2007). *De Tales Harinas, Tales Panes: Granos, Harinas y Productos de Panificación En Iberoamérica*. 1a ed. Argentina: ISEKI-Food, Argentina.
- Llumiyinga Chuqui, Nataly. (2022). "Efecto de la adición de harinas no convencionales para la producción y enriquecimiento de productos de panificación y pastelería" Universidad técnica de Ambato. Facultad de ciencias e Ingeniería en alimentos y Biotecnología. Ambato, Ecuador.
- Mahmoud, R. (2023). Efecto del Almidón Dañado en los Productos Horneados. *Milling and Grain*. <https://millingandgrain.co/web/video/?id=574>
- Marín, C. (2020). Practica 1 Evaluación sensorial. Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Zamora. <https://www.studocu.com/es-mx/document/instituto-tecnologico-de-estudios-superiores-de-zamora/termodinamica/practica-1-evaluacion-sensorial/10314667>
- Marful, P. (2019). Aplicación de técnicas estadísticas al análisis sensorial inteligente. http://eio.usc.es/pub/mte/descargas/ProyectosFinMaster/Proyecto_1673.pdf
- Maphosa, Y., & Jideani, V. A. (2017). The Role of Legumes in Human Nutrition. In *Functional Food - Improve Health through Adequate Food*. InTech. Disponible en: <https://doi.org/10.5772/intechopen.69127>
- Mederos, Y. y Reynaldo, I. M. 2007. Determinación de indicadores de calidad en 11 genotipos de la especie *Phaseolus vulgaris*, L. *Cultivos Tropicales*. 28(4), 51-56.

- Menacho J. (2019). “Evaluación De La Sustitución Parcial De Harina De Trigo Por Harina De Haba (Vicia Faba L.) Torrefactada Artesanalmente En Las Características Físicas Y Sensoriales Del Pan”. Universidad Nacional “Santiago Antúnez De Mayolo”. Facultad De Ingeniería De Industrias Alimentarias. Escuela Profesional De Ingeniería De Industrias Alimentarias
- Mendoza Combatt, Juan, Leandro Fuentes Medina, and Maria Mendoza Combatt. (2021). “Revista Mexicana de Ingeniería Química.” Revista Mexicana de Ingeniería Química 20(3). doi: <https://doi.org/10.24275/rmiq/Alim2433>
- Metrohm AG. (2022). Control de Harinas y Análisis de la Masa. Control de Harinas y Análisis de la Masa. https://www.metrohm.com/es_es/products/analisis-de-cereales--harinas-y-derivados-/control-de-harinas-y-analisis-de-la-masa.html
- Minsalud. (2014 – 2021). Estrategia Nacional para la prevención y control de las deficiencias de Micronutrientes en Colombia. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/VS/PP/SNA/Estrategia-nacional-prevencion-control-deficiencia-micronutrientes.pdf
- Mtolo, Mlungisi, Abe Gerrano, and John Mellem. (2017). “Efecto de La Digestión Gastrointestinal Estimulada En El Contenido de Compuestos Fenólicos y La Capacidad Antioxidante In-Vitro de Cultivos de Judía de Careta Procesada (V. Unguiculata).” CYTA - Journal of Food 15(3):391–99. doi: 10.1080/19476337.2017.1285816.
- Naiker, Tremayne Sheldon, Abe Gerrano, and John Mellem. (2019). “Physicochemical Properties of Flour Produced from Different Cowpea (Vigna Unguiculata) Cultivars of

- Southern African Origin.” *Journal of Food Science and Technology* 56(3):1541–50. doi: 10.1007/s13197-019-03649-1.
- Ngalamu, Tony, James Odra, and Nixon Tongun. (2014). *COWPEA PRODUCTION HANDBOOK*. College of Natural Resources and Environmental Studies. Cuba.
- De Paula, Claudia Denise, Sara Jarma Arroyo, and Hermes Aramendiz Tatis. (2018). “Caracterización Nutricional y Determinación de Ácido Fítico Como Factor Antinutricional Del Frijol Caupí.” *Agronomía Mesoamericana* 29(1):29–40. doi: 10.15517/ma.v29i1.27941
- Odedeji, J. O. & Oyeleke, W. A. (2011). Proximate, Physicochemical and Organoleptic Properties of Whole and Dehulled Cowpea Seed Flour (*Vigna unguiculata*). *Pakistan Journal of Nutrition*, 10, 1175-1178
- Paula, Rodrigues Minim;Valeria. (2006). *Análise Sensorial: Estudos Com Consumidores*. edited by UFV. Viçosa.
- Perez, G., (2016). *Caracterización Química En Pulpa De Ahuyama (Cucurbita Moschata Duch.), Garbanzo (Cicer Arietinum L.), Frijol Caupí (Vigna Unguiculata L.) Y Grano De Habichuela (Phaseolus Vulgaris) Como Materias Primas Potenciales En Productos Deshidratados. Caracterización Química En Hortalizas Y Legumbres.*
<https://repository.unad.edu.co/jspui/bitstream/10596/39267/1/gmperezro.pdf>
- Ponce, Mateo, Danny Navarrete, and María G. Vernaza. (2018). “Sustitución Parcial de Harina de Trigo Por Harina de Lupino (*Lupinus Mutabilis Sweet*) En La Producción de Pasta Larga.” *Información Tecnológica* 29(2):195–204. doi: 10.4067/S0718-07642018000200195.

- Rada, A & Gecner, E. (2021). Sustitución Parcial De La Harina De Trigo (*Triticum Aestivum*) Con Harina De Frijol Ucayalino (*Phaseolus Vulgaris*) Germinado Para La Elaboración De Fideos. <https://api-repositorio.unia.edu.pe/server/api/core/bitstreams/f946cd64-309d-4785-95f6-f223e6dd9ec0/content>
- Ramírez, J. (2012). Análisis Sensorial: Pruebas Orientadas Al Consumidor. Universidad Del Valle Cali – Colombia. https://www.researchgate.net/profile/Juan-RamirezNavas/publication/257890512_Analisis_sensorial_pruebas_orientadas_al_consumidor/links/00b495260e24536e05000000/Analisis-sensorial-pruebas-orientadas-al-consumidor.pdf
- Ratnaningsih, N., Suparmo, E. Harmayani, and Y. Marsono. (2016). “Composition, Microstructure, and Physicochemical Properties of Starches from Indonesian Cowpea (*Vigna Unguiculata*) Varieties.” *International Food Research Journal* 23(5):2041–49. doi: <https://www.researchgate.net/publication/323691599>.
- Reis, R. C., V. P. R. Minim, B. R. P. Dias, J. B. P. Chaves, and L. A. Minim. (2009). “Edulcorantes Na Aceitabilidade De Iogurte.” *Alimentos e Nutrição Araraquara* 20(1):53–60.
- Rengadu, Danielle, Abe S. Gerrano, and John J. Mellem. (2020). “Physicochemical and Structural Characterization of Resistant Starch Isolated from *Vigna Unguiculata*.” *International Journal of Biological Macromolecules* 147:268–75. doi: 10.1016/j.ijbiomac.2020.01.043
- Restrepo, J. (2021). ¡Qué vaina! La cáscara de frijol, nueva alternativa alimentaria. Universidad de Antioquia. https://www.udea.edu.co/wps/portal/udea/web/inicio/udea-noticias/udea-noticia!/ut/p/z0/fYyxDoJAEER_xYbS7Kp4akksTIyFhTGwjdnARVbhFo6T-

[PmCFsbG5mVmMjNAkAI57uXKQdRxNfiMzGW92c5nSYwHNLHBxBzj5Wq-W5zOCHug_4XhQW5tSwlQri7YZ4C0UR-4ehSWI-](https://doi.org/10.1590/1983-21252018v31n125rc)

[Tu15Va248eOXEaJBfuInyvnRQ6tr5xY71oIblyVXPNwfoIS_bieNrzQGjulL0ATq6QJw!](https://doi.org/10.1590/1983-21252018v31n125rc)

[!/
/](#)

Revista Pan Caliente. (2022). Reología: calidad de la Harina de Trigo.

<https://www.revistapancaliente.co/actualidad/reologia-calidad-de-la-harina-de-trigo/>

Rios, Maiara, Kaesel Damasceno-Silva, Regilda Moreira-Araújo, Evânia Figueiredo, Maurisrael

Rocha, and Jorge Hashimoto. (2018). “Chemical, Granulometric and Technological

Characteristics of Whole Flours from Commercial Cultivars of Cowpea.” Revista

Caatinga 31(1):217–24. doi: 10.1590/1983-21252018v31n125rc

Rodríguez, T, M. (2022). Potencial de las harinas compuestas y su comportamiento reológico y sensorial en panificación. Universidad Nacional Abierta y a Distancia -UNAD Escuela de Ciencias Básicas Tecnología e Ingeniería-ECBTI Ingeniería de alimentos.

<https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/54375/myrodrigueztor.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Rocha Granizo, Rolis. (2022). "Desarrollo de un pan croissant a base de harina de quinua y amaranto utilizando un mejorador comercial" Universidad agraria del Ecuador Facultad de ciencias agrarias.

Sanz, N.; Sanz-Penella, J.M.; Haros, M. (2011). Desarrollo De Panes Especiales Con Harina Integral De Amaranto. Universidad Politécnica de Valencia.

<https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/14087/DESARROLLO%20DE%20PANES%20ESPECIALES%20CON%20HARINA%20INTEGRAL%20DE%20AMARANTO.pdf?sequence=1>

- Salas, S. (2018). Caracterización Físicoquímica Y Propiedades Funcionales Del Almidón De Arracacha (*Arracacia Xanthorrhiza*) Modificado Por Irradiación Uv-C. Universidad Del Tolima Facultad De Ingeniería Agronómica Programa Maestría En Ciencias Agroalimentarias. <https://repository.ut.edu.co/server/api/core/bitstreams/d3c49494-dd6f-4e1a-a959-b2d5a9430258/content>
- Salinas, J. (2020). Técnicas Multivariadas con R. Universidad Nacional Agraria La Molina. EdiAgraria.
- Sánchez, C. (2009). Tema 5. Análisis de componentes principales. Máster en Técnicas Estadísticas, Análisis Multivariante. http://eio.usc.es/eipc1/BASE/BASEMASTER/FORMULARIOSPHP/MATERIALESMASMASTER/Mat_14_master0809multi-tema5.pdf
- Siddiq, M., Ravi, R., Harte, J. B., & Dolan, K. D. 2010. Physical and functional characteristics of selected dry bean (*Phaseolus vulgaris* L.) flours. *LWT - Food Science and Technology*, 43(2), 232–237.
- Suarez Prada, Wilson. (2022). Comparativo entre distintas masas madre de panadería, teniendo en cuenta el sustrato de elaboración, rendimiento y eficacia en la elaboración de panes artesanales. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. Escuela de Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/49805/wasuarezpr.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Tamayo, S. C., & Et Al. (2018). Innovación, Desarrollo Tecnológico Y Gestión: Una Construcción Desde La Investigación https://repositorio.sena.edu.co/bitstream/11404/5016/1/innovaci%C3%B3n_desarrollo_tecnol%C3%B3gico_y_gesti%C3%B3n.pdf

Tejero, F. (2017). Factores que influyen en la fuerza de la masa.

<http://www.franciscotejero.com/tecnicas/factores-que-influyen-en-la-fuerza-de-la-masa/>

Torres, José D., Diofanor Acevedo, and Piedad M. Montero. (2017). “Efectos de La Fritura Al Vacío En Los Atributos de Calidad de Arepa Con Huevo.” *Informacion Tecnologica* 28(1):99–108. doi: 10.4067/S0718-07642017000100010

UNICEF. (2022). El entorno: factor determinante para el sobrepeso y obesidad en niños, niñas y adolescentes.

<https://www.unicef.org/colombia/luchasobrepesoyobesidad#:~:text=Bogot%C3%A1%2C%20septiembre%2024%20de%202022,Banco%20Mundial%20y%20la%20OMS>

Vargas, Yeison, Oscar Villamil, Elizabeth Murillo, Walter Murillo, and José Solanilla. 2012.

“Caracterización Físicoquímica y Nutricional de La Harina de Frijol Caupí Vigna Unguiculata L. Cultivado En Colombia.” *Vitae* 19(1):S320–21. doi:

www.redalyc.org/articulo.oa?id=169823914099

Vásquez, F., Verdú, S., Islas A., Barat, J., Grau, R., Granados, M., Ramírez, B. (2021). Efecto del tratamiento térmico en harina de avena utilizada en la sustitución de harina de trigo para la elaboración de pan. *Biotecnia* vol.23 no.2 Hermosillo 2021.

https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-14562021000200055

Villaverde Nicolas, Lidia, And Díaz Agüero, Yovana. (2022). “evaluación de la aceptabilidad sensorial de la galleta en función del nivel de adición de harina de pijuayo (*Bactris gasipaes* H.B.K.) y harina de sachá inchi (*Plukenetia Volubilis* L.)” Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios Facultad de Ingeniería

Apéndice

Apéndice A

Formatos Diligenciados De La Evaluación Sensorial

Ficha sensorial de preferencia y aceptación de producto alimenticio.

Nombre: _____
 Edad: _____
 Genero: _____

Estimado panelista, a continuación, se le presentaran un grupo de panes en el cual se le pide pruebe y deguste para una posterior valoración hedónica. Usted podrá elegir entre las siguientes expresiones y su valoración numérica para describir el aspecto sensorial evaluado:

Me Gustó extremadamente7
 Me Gustó mucho.....6
 Me Gustó.....5
 Ni me gustó/ ni me disgustó....4
 Me disgustó.....3
 Me disgustó Mucho.....2
 Me disgustó extremadamente...1

En el cuadro siguiente encontrar el código de la muestra a degustar y las letras que obedecen a un aspecto sensorial indicado, descrito con la letra inicial de dicho aspecto, en la raya inmediatamente siguiente Ud. deberá poner el número de la valoración hedónica que mejor describa su sensación de 1 a 7 como lo enuncia la escala anterior.

Muestra	628	237	041	228
(O) _____	(O) _____	(O) _____	(O) _____	(O) _____
(S) _____	(S) _____	(S) _____	(S) _____	(S) _____
(T) _____	(T) _____	(T) _____	(T) _____	(T) _____
(IG) _____	(IG) _____	(IG) _____	(IG) _____	(IG) _____

Olor (O); Sabor (S); Textura (T); Impresión global (IG).

Comentarios: _____

CONSENTIMIENTO INFORMADO

En la evaluación sensorial a realizarse se degustarán 5 (cinco) muestras de productos de panadería elaboradas con una mezcla de harina de trigo y harina de frijol. Yo, _____ acepto participar en la evaluación sensorial. Comprendo que algunos ingredientes del producto pueden ser alérgenos, como el caso de huevo, maní, leche, nueces y gluten. Afirmo no padecer intolerancia o de alguna enfermedad relacionada con el consumo de estos alimentos.

Fecha: _____
 Firma: _____
 C.I: _____

Investigador principal
 María Paulina Mendoza Combatt
 Firma: *M. P. Mendoza Combatt*

Ficha sensorial de preferencia y aceptación de producto alimenticio.

Nombre: Naira Arieta Qui
 Edad: 26
 Genero: Femenino

Estimado panelista, a continuación, se le presentaran un grupo de panes en el cual se le pide pruebe y deguste para una posterior valoración hedónica. Usted podrá elegir entre las siguientes expresiones y su valoración numérica para describir el aspecto sensorial evaluado:

Me Gustó extremadamente7
 Me Gustó mucho.....6
 Me Gustó.....5
 Ni me gustó/ ni me disgustó....4
 Me disgustó.....3
 Me disgustó Mucho.....2
 Me disgustó extremadamente...1

En el cuadro siguiente encontrar el código de la muestra a degustar y las letras que obedecen a un aspecto sensorial indicado, descrito con la letra inicial de dicho aspecto, en la raya inmediatamente siguiente Ud. deberá poner el número de la valoración hedónica que mejor describa su sensación de 1 a 7 como lo enuncia la escala anterior.

Muestra	628	237	041	228
(O) <u>5</u>	(O) <u>5</u>	(O) <u>5</u>	(O) <u>5</u>	(O) <u>4</u>
(S) <u>5</u>	(S) <u>5</u>	(S) <u>5</u>	(S) <u>5</u>	(S) <u>5</u>
(T) <u>5</u>	(T) <u>5</u>	(T) <u>5</u>	(T) <u>5</u>	(T) <u>5</u>
(IG) <u>5</u>	(IG) <u>5</u>	(IG) <u>5</u>	(IG) <u>5</u>	(IG) <u>5</u>

Olor (O); Sabor (S); Textura (T); Impresión global (IG).

Comentarios: 785 fue sin duda alguna la mejor muestra que pude probar
con respecto a esa muestra felicidades.
¡Gracias!

CONSENTIMIENTO INFORMADO

En la evaluación sensorial a realizarse se degustarán 5 (cinco) muestras de productos de panadería elaboradas con una mezcla de harina de trigo y harina de frijol. Yo, Naira Arieta Qui acepto participar en la evaluación sensorial. Comprendo que algunos ingredientes del producto pueden ser alérgenos, como el caso de huevo, maní, leche, nueces y gluten. Afirmo no padecer intolerancia o de alguna enfermedad relacionada con el consumo de estos alimentos.

Fecha: 14 Septiembre 2022
 Firma: [Firma]
 C.I: 1069470067

Investigador principal
 María Paulina Mendoza Combatt
 Firma: *M. P. Mendoza Combatt*

Ficha sensorial de preferencia y aceptación de producto alimenticio.

Nombre: Morino Estelina Romero Torres
 Edad: 38 años
 Género: Masculino

Estimado panelista, a continuación, se le presentarán un grupo de panes en el cual se le pide pruebe y deguste para una posterior valoración hedónica. Usted podrá elegir entre las siguientes expresiones y su valoración numérica para describir el aspecto sensorial evaluado:

Me Gustó extremadamente7
 Me Gustó mucho.....6
 Me Gustó.....5
 Ni me gustó/ ni me disgustó.....4
 Me disgustó.....3
 Me disgustó Mucho.....2
 Me disgustó extremadamente...1

En el cuadro siguiente encontrar el código de la muestra a degustar y las letras que obedecen a un aspecto sensorial indicado, descrito con la letra inicial de dicho aspecto, en la raya inmediatamente siguiente Ud. deberá poner el número de la valoración hedónica que mejor describa su sensación de 1 a 7 como lo enuncia la escala anterior.

Muestra				
785	628	237	041	228
(O) <u>6</u>	(O) <u>5</u>	(O) <u>4</u>	(O) <u>5</u>	(O) <u>6</u>
(S) <u>5</u>	(S) <u>5</u>	(S) <u>5</u>	(S) <u>6</u>	(S) <u>5</u>
(T) <u>7</u>	(T) <u>5</u>	(T) <u>3</u>	(T) <u>7</u>	(T) <u>5</u>
(IG) <u>5</u>	(IG) <u>5</u>	(IG) <u>4</u>	(IG) <u>4</u>	(IG) <u>5</u>

Olor (O); Sabor (S); Textura (T); Impresión global (IG).

Comentarios: En la muestra 785 y 041 me gustó mucho la textura, sería interesante poder evaluar el olor del pan.

CONSENTIMIENTO INFORMADO

En la evaluación sensorial a realizarse se degustarán 5 (cinco) muestras de productos de panadería elaboradas con una mezcla de harina de trigo y harina de frijol. Yo, Morino Estelina Romero Torres acepto participar en la evaluación sensorial. Comprendo que algunos ingredientes del producto pueden ser alérgenos, como el caso de huevo, maní, leche, nueces y gluten. Afirmo no padecer intolerancia o de alguna enfermedad relacionada con el consumo de estos alimentos.

Fecha: 14-09-2022

Firma: [Firma]

C.I: 78301111

Investigador principal

María Paulina Mendoza Combatt

Firma: [Firma]

Ficha sensorial de preferencia y aceptación de producto alimenticio.

Nombre: Luis Miguel Vergara Salgado
 Edad: 17
 Género: Masculino

Estimado panelista, a continuación, se le presentarán un grupo de panes en el cual se le pide pruebe y deguste para una posterior valoración hedónica. Usted podrá elegir entre las siguientes expresiones y su valoración numérica para describir el aspecto sensorial evaluado:

Me Gustó extremadamente7
 Me Gustó mucho.....6
 Me Gustó.....5
 Ni me gustó/ ni me disgustó.....4
 Me disgustó.....3
 Me disgustó Mucho.....2
 Me disgustó extremadamente...1

En el cuadro siguiente encontrar el código de la muestra a degustar y las letras que obedecen a un aspecto sensorial indicado, descrito con la letra inicial de dicho aspecto, en la raya inmediatamente siguiente Ud. deberá poner el número de la valoración hedónica que mejor describa su sensación de 1 a 7 como lo enuncia la escala anterior.

Muestra				
785	628	237	041	228
(O) <u>5</u>	(O) <u>5</u>	(O) <u>5</u>	(O) <u>4</u>	(O) <u>4</u>
(S) <u>5</u>	(S) <u>5</u>	(S) <u>5</u>	(S) <u>5</u>	(S) <u>5</u>
(T) <u>5</u>	(T) <u>5</u>	(T) <u>4</u>	(T) <u>5</u>	(T) <u>4</u>
(IG) <u>5</u>	(IG) <u>4</u>	(IG) <u>5</u>	(IG) <u>5</u>	(IG) <u>4</u>

Olor (O); Sabor (S); Textura (T); Impresión global (IG).

Comentarios: 228 tiene un olor un poco fuerte y es seco. 041 me gustó su textura y no es tan seco como el anterior. 785 tiene un olor a los dos buenillo en general bueno. 237 es un pan seco pero bueno, su sabor es buena. 628 el que mas me gusta fue el 785.

CONSENTIMIENTO INFORMADO

En la evaluación sensorial a realizarse se degustarán 5 (cinco) muestras de productos de panadería elaboradas con una mezcla de harina de trigo y harina de frijol. Yo, Luis Miguel Vergara acepto participar en la evaluación sensorial. Comprendo que algunos ingredientes del producto pueden ser alérgenos, como el caso de huevo, maní, leche, nueces y gluten. Afirmo no padecer intolerancia o de alguna enfermedad relacionada con el consumo de estos alimentos.

Fecha: 14/Septiembre/2022

Firma: Luis Miguel

C.I: 1069467840

Investigador principal

María Paulina Mendoza Combatt

Firma: [Firma]

Ficha sensorial de preferencia y aceptación de producto alimenticio.

Nombre: Juan David Fabra Avilés
 Edad: 24
 Genero: M

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Estimado panelista, a continuación, se le presentaran un grupo de panes en el cual se le pide pruebe y deguste para una posterior valoración hedónica. Usted podrá elegir entre las siguientes expresiones y su valoración numérica para describir el aspecto sensorial evaluado:

- Me Gustó extremadamente7
- Me Gustó mucho.....6
- Me Gustó.....5
- Ni me gustó/ ni me disgustó.....4
- Me disgustó.....3
- Me disgustó Mucho.....2
- Me disgustó extremadamente...1

En la evaluación sensorial a realizarse se degustarán 5 (cinco) muestras de productos de panadería elaboradas con una mezcla de harina de trigo y harina de frijol. Yo, Juan David Fabra A. acepto participar en la evaluación sensorial. Comprendo que algunos ingredientes del producto pueden ser alérgenos, como el caso de huevo, maní, leche, nueces y gluten. Afirmo no padecer intolerancia o de alguna enfermedad relacionada con el consumo de estos alimentos.

Fecha: 14/09/22
 Firma: [Firma]
 C.I: 1.069449.044

En el cuadro siguiente encontrar el código de la muestra a degustar y las letras que obedecen a un aspecto sensorial indicado, descrito con la letra inicial de dicho aspecto, en la raya inmediatamente siguiente Ud. deberá poner el número de la valoración hedónica que mejor describa su sensación de 1 a 7 como lo enuncia la escala anterior.

Muestra				
785	628	237	041	228
(O) <u>3</u>	(O) <u>6</u>	(O) <u>3</u>	(O) <u>6</u>	(O) <u>6</u>
(S) <u>5</u>	(S) <u>3</u>	(S) <u>3</u>	(S) <u>3</u>	(S) <u>3</u>
(T) <u>6</u>	(T) <u>3</u>	(T) <u>5</u>	(T) <u>3</u>	(T) <u>6</u>
(IG) <u>3</u>	(IG) <u>3</u>	(IG) <u>6</u>	(IG) <u>3</u>	(IG) <u>6</u>

Olor (O); Sabor (S); Textura (T); Impresión global (IG).

Comentarios: Referentes a los tipos de panes mas sabrosos y olor -textura me gustaron muy agradable
exitoso!

Investigador principal

María Paulina Mendoza Combatt

Firma: [Firma]

Ficha sensorial de preferencia y aceptación de producto alimenticio.

Nombre: Dany Vibia Yendosa
 Edad: 27 años
 Genero: Femenino

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Estimado panelista, a continuación, se le presentaran un grupo de panes en el cual se le pide pruebe y deguste para una posterior valoración hedónica. Usted podrá elegir entre las siguientes expresiones y su valoración numérica para describir el aspecto sensorial evaluado:

- Me Gustó extremadamente7
- Me Gustó mucho.....6
- Me Gustó.....5
- Ni me gustó/ ni me disgustó.....4
- Me disgustó.....3
- Me disgustó Mucho.....2
- Me disgustó extremadamente...1

En la evaluación sensorial a realizarse se degustarán 5 (cinco) muestras de productos de panadería elaboradas con una mezcla de harina de trigo y harina de frijol. Yo, Dany Vibia Yendosa acepto participar en la evaluación sensorial. Comprendo que algunos ingredientes del producto pueden ser alérgenos, como el caso de huevo, maní, leche, nueces y gluten. Afirmo no padecer intolerancia o de alguna enfermedad relacionada con el consumo de estos alimentos.

Fecha: 14 Septiembre 2022
 Firma: [Firma]
 C.I: 100339587

En el cuadro siguiente encontrar el código de la muestra a degustar y las letras que obedecen a un aspecto sensorial indicado, descrito con la letra inicial de dicho aspecto, en la raya inmediatamente siguiente Ud. deberá poner el número de la valoración hedónica que mejor describa su sensación de 1 a 7 como lo enuncia la escala anterior.

Muestra				
785	628	237	041	228
(O) <u>5</u>	(O) <u>5</u>	(O) <u>7</u>	(O) <u>7</u>	(O) <u>6</u>
(S) <u>6</u>	(S) <u>3</u>	(S) <u>4</u>	(S) <u>7</u>	(S) <u>3</u>
(T) <u>3</u>	(T) <u>6</u>	(T) <u>7</u>	(T) <u>3</u>	(T) <u>7</u>
(IG) <u>6</u>	(IG) <u>4</u>	(IG) <u>5</u>	(IG) <u>7</u>	(IG) <u>7</u>

Olor (O); Sabor (S); Textura (T); Impresión global (IG).

Comentarios: A partir de las muestras degustadas puedo afirmar que la muestra 041 y 228 poseen mejores características frente al resto de muestra!

Investigador principal

María Paulina Mendoza Combatt

Firma: [Firma]

Ficha sensorial de preferencia y aceptación de producto alimenticio.

Nombre: Michelle Guevara Carrera
Edad: 20
Genero: Mujer

Estimado panelista, a continuación, se le presentaran un grupo de panes en el cual se le pide pruebe y deguste para una posterior valoración hedónica. Usted podrá elegir entre las siguientes expresiones y su valoración numérica para describir el aspecto sensorial evaluado:

- Me Gustó extremadamente7
- Me Gustó mucho.....6
- Me Gustó.....5
- Ni me gustó/ ni me disgustó.....4
- Me disgustó.....3
- Me disgustó Mucho.....2
- Me disgustó extremadamente...1

En el cuadro siguiente encontrar el código de la muestra a degustar y las letras que obedecen a un aspecto sensorial indicado, descrito con la letra inicial de dicho aspecto, en la raya inmediatamente siguiente Ud. deberá poner el número de la valoración hedónica que mejor describa su sensación de 1 a 7 como lo enuncia la escala anterior.

Muestra	785	628	237	041	228
(O)	4	5	2	5	4
(S)	4	6	2	6	4
(T)	5	5	3	6	4
(IG)	6	5	3	6	5

Olor (O); Sabor (S); Textura (T); Impresión global (IG).

Comentarios: la muestra n° 785 me gusta pero no se siente el sabor y me gustaba que si la duraba; el 628 me encanto cuando se debia preparar la presentación; 237 no me gusta para nada el olor, p. el sabor ya que sabe a galleta; la 041 me gusta mucho; y la 228 tiene que mejorar

CONSENTIMIENTO INFORMADO

En la evaluación sensorial a realizarse se degustarán 5 (cinco) muestras de productos de panadería elaboradas con una mezcla de harina de trigo y harina de frijol. Yo, Michelle Guevara acepto participar en la evaluación sensorial. Comprendo que algunos ingredientes del producto pueden ser alérgenos, como el caso de huevo, maní, leche, nueces y gluten. Afirmo no padecer intolerancia o de alguna enfermedad relacionada con el consumo de estos alimentos.

Fecha: 16/01/2002
Firma: Michelle Guevara
C.I: 7069503401

Investigador principal

María Paulina Mendoza Combatt

Firma: M. P. Mendoza Combatt

Ficha sensorial de preferencia y aceptación de producto alimenticio.

Nombre: NORA ELENA GADNA
Edad: 23 años
Genero: FEMENINO

Estimado panelista, a continuación, se le presentaran un grupo de panes en el cual se le pide pruebe y deguste para una posterior valoración hedónica. Usted podrá elegir entre las siguientes expresiones y su valoración numérica para describir el aspecto sensorial evaluado:

- Me Gustó extremadamente7
- Me Gustó mucho.....6
- Me Gustó.....5
- Ni me gustó/ ni me disgustó.....4
- Me disgustó.....3
- Me disgustó Mucho.....2
- Me disgustó extremadamente...1

En el cuadro siguiente encontrar el código de la muestra a degustar y las letras que obedecen a un aspecto sensorial indicado, descrito con la letra inicial de dicho aspecto, en la raya inmediatamente siguiente Ud. deberá poner el número de la valoración hedónica que mejor describa su sensación de 1 a 7 como lo enuncia la escala anterior.

Muestra	785	628	237	041	228
(O)	4	5	6	6	7
(S)	4	5	6	5	6
(T)	4	4	5	5	4
(IG)	4	5	6	6	5

Olor (O); Sabor (S); Textura (T); Impresión global (IG).

Comentarios: El pan requiere para mi gusto textura donde se sientan los ingredientes que son almendra y pueda imaginarse y creer que me va a alimentar. El color es fundamental el 785 nunca lo compraría no se ve aliñado.

CONSENTIMIENTO INFORMADO

En la evaluación sensorial a realizarse se degustarán 5 (cinco) muestras de productos de panadería elaboradas con una mezcla de harina de trigo y harina de frijol. Yo, NORA ELENA GADNA acepto participar en la evaluación sensorial. Comprendo que algunos ingredientes del producto pueden ser alérgenos, como el caso de huevo, maní, leche, nueces y gluten. Afirmo no padecer intolerancia o de alguna enfermedad relacionada con el consumo de estos alimentos.

Fecha: 14-09-2002
Firma: Nora Elena Gadna
C.I: 31988.628

Investigador principal

María Paulina Mendoza Combatt

Firma: M. P. Mendoza Combatt

Ficha sensorial de preferencia y aceptación de producto alimenticio.

Nombre: Edwin González R
 Edad: 33
 Género: Masculino

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Estimado panelista, a continuación, se le presentaran un grupo de panes en el cual se le pide pruebe y deguste para una posterior valoración hedónica. Usted podrá elegir entre las siguientes expresiones y su valoración numérica para describir el aspecto sensorial evaluado:

- Me Gustó extremadamente7
- Me Gustó mucho.....6
- Me Gustó.....5
- Ni me gustó/ ni me disgustó.....4
- Me disgustó.....3
- Me disgustó Mucho.....2
- Me disgustó extremadamente...1

En el cuadro siguiente encontrar el código de la muestra a degustar y las letras que obedecen a un aspecto sensorial indicado, descrito con la letra inicial de dicho aspecto, en la raya inmediatamente siguiente Ud. deberá poner el número de la valoración hedónica que mejor describa su sensación de 1 a 7 como lo enuncia la escala anterior.

Muestra				
785	628	237	041	228
(O) <u>5</u>	(O) <u>5</u>	(O) <u>4</u>	(O) <u>4</u>	(O) <u>4</u>
(S) <u>4</u>	(S) <u>4</u>	(S) <u>4</u>	(S) <u>5</u>	(S) <u>5</u>
(T) <u>4</u>	(T) <u>5</u>	(T) <u>4</u>	(T) <u>5</u>	(T) <u>6</u>
(IG) <u>4</u>	(IG) <u>4</u>	(IG) <u>4</u>	(IG) <u>5</u>	(IG) <u>5</u>

Olor (O); Sabor (S); Textura (T); Impresión global (IG).

Comentarios: La muestra 041 fue la que me pareció que cumple con mi gusto en este tipo de pan por pagar la textura, no es seco y tiene de gran calidad

En la evaluación sensorial a realizarse se degustarán 5 (cinco) muestras de productos de panadería elaboradas con una mezcla de harina de trigo y harina de frijol. Yo, Edwin González R acepto participar en la evaluación sensorial. Comprendo que algunos ingredientes del producto pueden ser alérgenos, como el caso de huevo, maní, leche, nueces y gluten. Afirmo no padecer intolerancia o de alguna enfermedad relacionada con el consumo de estos alimentos.

Fecha: 14/09/2022
 Firma: [Firma]
 C.I: 79187005

Investigador principal
 María Paulina Mendoza Combatt
 Firma: [Firma]

Ficha sensorial de preferencia y aceptación de producto alimenticio.

Nombre: Maely Anguero Cruz
 Edad: 59
 Género: Femenino

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Estimado panelista, a continuación, se le presentaran un grupo de panes en el cual se le pide pruebe y deguste para una posterior valoración hedónica. Usted podrá elegir entre las siguientes expresiones y su valoración numérica para describir el aspecto sensorial evaluado:

- Me Gustó extremadamente7
- Me Gustó mucho.....6
- Me Gustó.....5
- Ni me gustó/ ni me disgustó.....4
- Me disgustó.....3
- Me disgustó Mucho.....2
- Me disgustó extremadamente...1

En el cuadro siguiente encontrar el código de la muestra a degustar y las letras que obedecen a un aspecto sensorial indicado, descrito con la letra inicial de dicho aspecto, en la raya inmediatamente siguiente Ud. deberá poner el número de la valoración hedónica que mejor describa su sensación de 1 a 7 como lo enuncia la escala anterior.

Muestra				
785	628	237	041	228
(O) <u>7</u>	(O) <u>7</u>	(O) <u>7</u>	(O) <u>6</u>	(O) <u>7</u>
(S) <u>6</u>	(S) <u>6</u>	(S) <u>4</u>	(S) <u>4</u>	(S) <u>7</u>
(T) <u>7</u>	(T) <u>6</u>	(T) <u>6</u>	(T) <u>6</u>	(T) <u>7</u>
(IG) <u>6</u>	(IG) <u>5</u>	(IG) <u>5</u>	(IG) <u>6</u>	(IG) <u>7</u>

Olor (O); Sabor (S); Textura (T); Impresión global (IG).

Comentarios: 785 => Presenta la textura adecuada, densidad que es agradable a la vista
628: Debe estar la textura y en su presentación y sabor un poco seco
237 Se obtiene un pan bastante duro y seco, al probar se sabe que no es un pan como cualquier
041 tiene mayor humedad, buen panadero y no se desmenuza al probarlo
228 Se obtiene como pan integral, se hacen en agua, según parece un buen pan, según el grado de agua.

En la evaluación sensorial a realizarse se degustarán 5 (cinco) muestras de productos de panadería elaboradas con una mezcla de harina de trigo y harina de frijol. Yo, Maely Anguero Cruz acepto participar en la evaluación sensorial. Comprendo que algunos ingredientes del producto pueden ser alérgenos, como el caso de huevo, maní, leche, nueces y gluten. Afirmo no padecer intolerancia o de alguna enfermedad relacionada con el consumo de estos alimentos.

Fecha: 14 de Sep -22
 Firma: [Firma]
 C.I: 30563960

Investigador principal
 María Paulina Mendoza Combatt
 Firma: [Firma]

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Ficha sensorial de preferencia y aceptación de producto alimenticio.

Nombre: Roda Gauron Nela E
 Edad: 74
 Genero: femenino

Estimado panelista, a continuación, se le presentaran un grupo de panes en el cual se le pide pruebe y deguste para una posterior valoración hedónica. Usted podrá elegir entre las siguientes expresiones y su valoración numérica para describir el aspecto sensorial evaluado:

- Me Gustó extremadamente7
- Me Gustó mucho.....6
- Me Gustó.....5
- Ni me gustó/ ni me disgustó.....4
- Me disgustó.....3
- Me disgustó Mucho.....2
- Me disgustó extremadamente.....1

En el cuadro siguiente encontrar el código de la muestra a degustar y las letras que obedecen a un aspecto sensorial indicado, descrito con la letra inicial de dicho aspecto, en la raya inmediatamente siguiente Ud. deberá poner el número de la valoración hedónica que mejor describa su sensación de 1 a 7 como lo enuncia la escala anterior.

Muestra	785	628	237	041	228
(O)	6	7	6	6	6
(S)	3	6	5	6	6
(T)	3	7	7	6	6
(IG)	7	5	7	6	6

Olor (O); Sabor (S); Textura (T); Impresión global (IG).

Comentarios: La calidad de producción: 785, 628, 237, 041, 228, es buena por que se percibe un olor fuerte que es de alto impacto pero no es fuerte en el momento de probar. En ese sentido es un pan saludable.

En la evaluación sensorial a realizarse se degustarán 5 (cinco) muestras de productos de panadería elaboradas con una mezcla de harina de trigo y harina de frijol. Yo, Roda Nela Gauron y la acepto participar en la evaluación sensorial. Comprendo que algunos ingredientes del producto pueden ser alérgenos, como el caso de huevo, maní, leche, nueces y gluten. Afirmo no padecer intolerancia o de alguna enfermedad relacionada con el consumo de estos alimentos.

Fecha: 14 Septiembre de 2022

Firma: R. Gauron

C.I: 78022883

Investigador principal

María Paulina Mendoza Combatt

Firma: M. P. Mendoza

CONSENTIMIENTO INFORMADO

Ficha sensorial de preferencia y aceptación de producto alimenticio.

Nombre: Yasmin Pangel
 Edad: 50 años
 Genero: femenino

Estimado panelista, a continuación, se le presentaran un grupo de panes en el cual se le pide pruebe y deguste para una posterior valoración hedónica. Usted podrá elegir entre las siguientes expresiones y su valoración numérica para describir el aspecto sensorial evaluado:

- Me Gustó extremadamente7
- Me Gustó mucho.....6
- Me Gustó.....5
- Ni me gustó/ ni me disgustó.....4
- Me disgustó.....3
- Me disgustó Mucho.....2
- Me disgustó extremadamente.....1

En el cuadro siguiente encontrar el código de la muestra a degustar y las letras que obedecen a un aspecto sensorial indicado, descrito con la letra inicial de dicho aspecto, en la raya inmediatamente siguiente Ud. deberá poner el número de la valoración hedónica que mejor describa su sensación de 1 a 7 como lo enuncia la escala anterior.

Muestra	785	628	237	041	228
(O)	6	7	7	6	7
(S)	7	6	6	3	6
(T)	7	6	4	7	7
(IG)	7	7	2	5	6

Olor (O); Sabor (S); Textura (T); Impresión global (IG).

Comentarios: Las texturas - Sabor y Olor estaban bien aunque el 228 y 237 el sabor no es como las demás que son muy buenos.

En la evaluación sensorial a realizarse se degustarán 5 (cinco) muestras de productos de panadería elaboradas con una mezcla de harina de trigo y harina de frijol. Yo, Yasmin Pangel acepto participar en la evaluación sensorial. Comprendo que algunos ingredientes del producto pueden ser alérgenos, como el caso de huevo, maní, leche, nueces y gluten. Afirmo no padecer intolerancia o de alguna enfermedad relacionada con el consumo de estos alimentos.

Fecha: 14 - Sep - 2022.

Firma: Yasmin Pangel

C.I: 30571433

Investigador principal

María Paulina Mendoza Combatt

Firma: M. P. Mendoza

Apéndice B

Registro Fotográfico Del Proceso Del Pan





Apéndice C

Análisis De La Masa De Harina De Frijol

