

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI



FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES

CARRERA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS

Tema: “Sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum vulgare L.*) por harina de guandul (*Cajanus cajan*) en la elaboración de pan común”

Trabajo de titulación previa la obtención del
título de Ingeniera en Alimentos

AUTORA: García Patiño Paulina Gabriela

TUTOR: Rivas Rosero Carlos Alberto, MSc.

Tulcán, 2021

CERTIFICADO JURADO EXAMINADOR

Certificamos que la estudiante García Patiño Paulina Gabriela con el número de cédula 0401874516 ha elaborado el trabajo de titulación: “Sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum vulgare L.*) por harina de guandul (*Cajanus cajan*) en la elaboración de pan común”

Este trabajo se sujeta a las normas y metodología dispuesta en el Reglamento de Titulación, Sustentación e Incorporación de la UPEC, por lo tanto, autorizamos la presentación de la sustentación para la calificación respectiva.



Firmado electrónicamente por:
**CARLOS ALBERTO
RIVAS ROSERO**



Firmado electrónicamente por:
**WILMAN JENNY
YAMBAY
VALLEJO**

.....
Rivas Rosero Carlos Alberto, MSc.

TUTOR

.....
Yambay Vallejo Wilman Jenny, MSc.

LECTORA

Tulcán, 2021

AUTORÍA DE TRABAJO

El presente trabajo de titulación constituye requisito previo para la obtención del título de **Ingeniera** en la Carrera de ingeniería en alimentos de la Facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales

Yo, García Patiño Paulina Gabriela con cédula de identidad número 0401874516 declaro: que la investigación es absolutamente original, auténtica, personal y los resultados y conclusiones a los que he llegado son de mi absoluta responsabilidad.



.....
García Patiño Paulina Gabriela
AUTORA

Tulcán, 2021

ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, García Patiño Paulina Gabriela declaro ser autora de los criterios emitidos en el trabajo de investigación: “Sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum vulgare L.*) por harina de guandul (*Cajanus cajan*) en la elaboración de pan común” y eximo expresamente a la Universidad Politécnica Estatal del Carchi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.



.....

García Patiño Paulina Gabriela

AUTORA

Tulcán, 2021

AGRADECIMIENTO

A Dios por darme la oportunidad de vivir, el don de la perseverancia para alcanzar esta meta y a la vida por haberme enseñado a superar los retos que se presentaron durante este trayecto.

A la Universidad Politécnica Estatal del Carchi por haberme aceptado ser parte y abierto sus puertas para poder estudiar mi carrera, así como los diferentes docentes que brindaron sus conocimientos y apoyo para seguir adelante.

A mi Madre, por jugar el papel de padre al mismo tiempo, por ser la mujer que más admiro en la vida, por cada día hacerme ver la vida diferente y gracias por haberme acompañado en esta etapa brindándome su apoyo incondicional, sus consejos y palabras de aliento. No me alcanzaría la vida para agradecerle por el gran sacrificio que hizo para darme todo lo que soy como persona.

De la misma forma, mi más sincero agradecimiento a mi Tutor de tesis MSc. Carlos Rivas y a mi lectora MSc. Jenny Yambay quienes supieron guiarme para la realización y culminación de este trabajo de investigación.

Y para finalizar, tías, primos y demás familiares porque han estado apoyándome incondicionalmente. Gracias a todos he logrado culminar esta gran meta.

DEDICATORIA

A mi madre Mercedes por ser el pilar fundamental de mi vida, por ser mi ejemplo de perseverancia y disciplina; por todo su esfuerzo, sacrificio y la confianza que depositó en mí; infinitas gracias por ser el apoyo incondicional y económico que me dio a lo largo de la carrera pues sin ella no lo habría logrado.

A mi hermana, María Belén y mi abuelita María, aunque no estén físicamente con nosotros, desde el cielo sé que ustedes me cuidan y me guían por el camino del bien.

En un apartado especial a mis tías Gloria, Marcela y María por estar siempre pendientes de mí; a mis primos, tíos y amigas, gracias por ser parte de mi vida y por ser lo más valioso que Dios me ha dado.

Paulina García

ÍNDICE

RESUMEN	16
ABSTRACT	17
INTRODUCCIÓN.....	18
I. PROBLEMA	19
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	19
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	20
1.3. JUSTIFICACIÓN.....	20
1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN	21
1.4.1. Objetivo General.....	21
1.4.2. Objetivos Específicos	21
1.4.3. Preguntas de Investigación	21
II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	22
2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS	22
2.2. MARCO TEÓRICO	25
2.2.1. Leguminosas.....	25
2.2.2. Guandul (<i>Cajanus cajan</i>).....	25
2.2.2.1. Origen	25
2.2.2.2. Taxonomía del guandul	25
2.2.2.3. Morfología del guandul	26
2.2.2.3.1 Raíz.....	27
2.2.2.3.2. Tallo.....	27
2.2.2.3.3. Hojas.....	28
2.2.2.3.4. Flores	28
2.2.2.3.5. Fruto	29
2.2.2.3.6. Semilla.....	29

2.2.2.4. Composición química y nutricional del guandul	30
2.2.2.5. Producción de guandul en el Ecuador	30
2.2.3. Cereales	31
2.2.4. Trigo (<i>Triticum vulgare</i>).....	31
2.2.4.1. Harina de trigo	32
2.2.4.1.1. Gluten	32
2.2.4.2. Composición nutricional de la harina de trigo.....	32
2.2.4.3. Clasificación de la harina de trigo	33
2.2.5. Panificación	34
2.2.5.1. Fermentación en la panificación.....	35
2.2.5.1.1. Etapas de la fermentación panaria	35
2.2.5.1.2. Tipos de fermentación	35
2.2.5.1.2.1. Fermentación alcohólica.....	35
2.2.5.1.2.2. Fermentación láctica.....	36
2.2.5.1.2.3. Fermentación butírica	36
2.2.5.1.2.4. Fermentación acética	37
2.2.5.2. Pan	37
2.2.5.2.1. Valor nutricional del pan	37
2.2.5.3. Clases de pan	37
2.2.5.3.1. Pan común	38
2.2.5.3.1.1. Componentes principales del pan común	38
2.2.5.3.1.2. Contenido nutricional del pan común.....	38
2.2.5.4. Características organolépticas	39
2.2.5.5. Características fisicoquímicas	39
2.2.5.5.1. Requisitos fisicoquímicos del pan	40
2.2.5.6. Características microbiológicas	40
2.2.5.6.1. Requisitos microbiológicos del pan.....	41

2.2.6. Buenas Prácticas de Manufactura en la elaboración de pan	41
2.2.7. Análisis sensorial	41
2.2.7.1. Atributos sensoriales de los panes	42
2.2.7.1.1. Color	42
2.2.7.1.2. Olor	42
2.2.7.1.3. Sabor	42
2.2.7.1.4. Textura	42
2.2.7.1.5. Apariencia	43
III. METODOLOGÍA	44
3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO	44
3.1.1. Enfoque	44
3.1.2. Tipo de Investigación	44
3.2. HIPÓTESIS	45
3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	45
3.3.1. Definición de variables	45
3.4. MÉTODOS UTILIZADOS	47
3.4.1. Análisis Estadístico	47
3.4.2. Factores en estudio	47
3.4.3. Características del experimento	47
3.4.4. Descripción del proceso de obtención de harina de guandul	48
3.4.5. Proceso de elaboración de pan común	49
3.4.5.1. Formulaciones	49
3.4.5.2. Composición porcentual de las materias primas	49
3.4.5.3. Descripción del proceso de elaboración de pan común	50
3.4.6. Análisis sensorial del pan	52
3.4.7. Análisis fisicoquímicos de la harina de guandul	53
3.4.7.1. Determinación de humedad NTE INEN 518	53

3.4.7.2. Determinación de cenizas NTE INEN 520.....	54
3.4.8. Análisis fisicoquímicos del pan común.....	55
3.4.8.1. Determinación de pH (INEN 526).....	55
3.4.8.2. Determinación de humedad (AOAC 925.10).....	55
3.4.8.3. Determinación de cenizas (AOAC 923.03).....	55
3.4.9. Análisis microbiológico (AOAC 997.02).....	55
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	56
4.1. RESULTADOS.....	56
4.1.1. Análisis fisicoquímicos de la harina de guandul.....	56
4.1.2. Análisis microbiológico de los mejores tratamientos de pan común.....	56
4.1.3. Análisis sensorial.....	56
4.1.3.1. Análisis sensorial del atributo color en el pan común.....	57
4.1.3.2. Análisis sensorial del atributo olor en el pan común.....	58
4.1.3.3. Análisis sensorial del atributo sabor en el pan común.....	59
4.1.3.4. Análisis sensorial del atributo textura en el pan común.....	60
4.1.3.5. Análisis sensorial del atributo apariencia en el pan común.....	61
4.1.3.6. Análisis sensorial del grado de aceptación general del pan común.....	62
4.1.4. Análisis de varianza para el análisis sensorial.....	62
4.1.5. Caracterización fisicoquímica del pan común.....	64
4.2. DISCUSIÓN.....	64
4.2.1. Caracterización fisicoquímica de la harina de guandul.....	64
4.2.2. Análisis microbiológico de los mejores tratamientos de pan común.....	65
4.2.3. Análisis sensorial.....	66
4.2.4. Análisis fisicoquímico de los mejores tratamientos de pan común.....	70
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	72
5.1. CONCLUSIONES.....	72
5.2. RECOMENDACIONES.....	72

IV. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	73
V. ANEXOS	77

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Planta de guandul	26
Figura 2. Raíz de guandul.....	27
Figura 3. Tallo de guandul.....	27
Figura 4. Hojas de guandul.....	28
Figura 5. Flores de guandul	28
Figura 6. Frutos de guandul.....	29
Figura 7. Semillas de guandul	29
Figura 8. Granos de trigo.....	32
Figura 9. Ecuación de la fermentación alcohólica.....	36
Figura 10. Ecuación de la fermentación láctica.....	36
Figura 11. Ecuación de la fermentación butírica	36
Figura 12. Ecuación de la fermentación acética	37
Figura 13. Diagrama de flujo para la obtención de harina de guandul.....	49
Figura 14. Diagrama de flujo de la elaboración de pan común.....	52
Figura 15. Resultado del nivel de aceptación del atributo color en el pan común con adición de guandul	57
Figura 16. Resultado del nivel de aceptación del atributo olor en el pan común con adición de guandul	58
Figura 17. Resultado del nivel de aceptación del atributo sabor en el pan común con adición de guandul	59
Figura 18. Resultado del nivel de aceptación del atributo textura en el pan común con adición de guandul	60
Figura 19. Resultado de nivel de aceptación del atributo apariencia en el pan común con adición de guandul	61
Figura 20. Resultado del nivel de aceptación general del pan común con adición de guandul	62
Figura 21. Recepción de materia prima (guandul)	80
Figura 22. Selección y limpieza del guandul.....	80
Figura 23. Impurezas (granos partidos).....	80

Figura 24. Molienda de los granos de guandul.....	80
Figura 25. Tamizado de la harina de guandul	81
Figura 26. Harina de guandul	81
Figura 27. Humedad de la harina de guandul.....	81
Figura 28. Cenizas de la harina de guandul.....	81
Figura 29. Pesado de ingredientes para el pan	82
Figura 30. Mezcla de ingredientes para el pan	82
Figura 31. Amasado manual de la masa	82
Figura 32. Amasado en máquina de la masa	82
Figura 33. Leudado de las masas.....	83
Figura 34. División y boleado de las masas	83
Figura 35. Leudado de los 4 tratamientos de pan	83
Figura 36. Horneado de los 4 tratamientos de pan	83
Figura 37. Retirar las latas de pan del horno	84
Figura 38. Pan común horneado	84
Figura 39. Análisis sensorial de los 4 tratamientos de pan común.....	84
Figura 40. Análisis fisicoquímico realizado al T1, primera repetición	91
Figura 41. Análisis fisicoquímico realizado al T1, segunda repetición.....	92
Figura 42. Análisis fisicoquímico realizado al T2, primera repetición	93
Figura 43. Análisis fisicoquímico realizado al T2, segunda repetición.....	94
Figura 44. Análisis microbiológico realizado al T1, primera repetición.....	95
Figura 45. Análisis microbiológico realizado al T1, segunda repetición	96
Figura 46. Análisis microbiológico realizado al T2, primera repetición.....	97
Figura 47. Análisis microbiológico realizado al T2, segunda repetición	98

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Descripción de la taxonomía del guandul (Cajanus cajan)	26
Tabla 2. Composición química y nutricional del guandul seco.....	30
Tabla 3. Contenido nutricional de pan común.....	38
Tabla 4. Parámetros para los requisitos fisicoquímicos del pan.....	40
Tabla 5. Parámetros de los requisitos microbiológicos del pan	41
Tabla 6. Operacionalización de Variables	46
Tabla 7. Esquema del experimento.....	47

Tabla 8. Formulaciones	49
Tabla 9. Composición en porcentajes de las materias primas	50
Tabla 10. Codificaciones de las muestras de pan	53
Tabla 11. Resultado del análisis fisicoquímico de la harina de guandul.....	56
Tabla 12. Análisis microbiológico de pan común para el tratamiento T1.....	56
Tabla 13. Análisis microbiológico de pan común para el tratamiento T2.....	56
Tabla 14. Análisis sensorial de pan común	63
Tabla 15. Análisis fisicoquímicos de los mejores tratamientos de pan común T1 y T2	64
Tabla 16. Análisis de Varianza color.....	86
Tabla 17. Medias para atributo color.....	86
Tabla 18. Comparación de Tukey color	86
Tabla 19. Análisis de Varianza olor	86
Tabla 20. Medias para atributo olor.....	87
Tabla 21. Comparación de Tukey olor	87
Tabla 22. Análisis de Varianza sabor	87
Tabla 23. Medias para atributo sabor	88
Tabla 24. Comparación de Tukey sabor.....	88
Tabla 25. Análisis de Varianza textura.....	88
Tabla 26. Medias para atributo textura.....	88
Tabla 27. Comparación de Tukey textura	89
Tabla 28. Análisis de Varianza apariencia	89
Tabla 29. Medias para atributo apariencia.....	89
Tabla 30. Comparación de Tukey apariencia	89
Tabla 31. Análisis de Varianza aceptación general.....	90
Tabla 32. Medias para prueba de aceptación general.....	90
Tabla 33. Comparación de Tukey aceptación general.....	90

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Certificado o Acta del perfil de investigación	77
Anexo 2. Certificado de abstract por parte de idiomas.....	78
Anexo 3. Obtención de la harina de guandul.....	79
Anexo 4. Análisis fisicoquímicos de la harina de guandul	81
Anexo 5. Elaboración de pan común.....	82

Anexo 6. Evaluación sensorial, mediante la prueba nivel de preferencia	84
Anexo 7. Hoja de catación empleada en evaluación sensorial	85
Anexo 8. Resultados mediante el análisis estadístico del análisis sensorial	86
Anexo 9. Análisis fisicoquímicos de los mejores tratamientos de pan común.....	91
Anexo 10. Análisis microbiológico de los mejores tratamientos de pan común.....	95
Anexo 11. Norma NTE INEN 2945. Pan. Requisitos	99

RESUMEN

El guandul (*Cajanus cajan*), conocido como gandul, quinchoncho o guandú, es una leguminosa de alto valor nutritivo cuyo origen se desconoce posiblemente es de África o de la India. El objetivo fue evaluar el efecto de la sustitución parcial de harina de trigo por harina de guandul para la elaboración de pan común. La caracterización fisicoquímica de la harina de guandul como materia prima fue: humedad 9,74 % y cenizas 3,47 %. Se elaboró pan con cuatro niveles de sustitución (10 %, 20 %, 30 % y 40 % de harina de guandul). Los 4 tratamientos se sometieron a un análisis sensorial con un panel de 50 catadores no entrenados, quienes evaluaron atributos como (color, olor, sabor, textura, apariencia) y aceptación general del producto. Los datos obtenidos se analizaron con ANOVA, seguido de Tukey. Dando como resultado el T1 (10 % de harina de guandul + 90 % de harina de trigo) fue el de mayor aceptación seguido del T2 (20 % de harina de guandul + 80 % de harina de trigo). Dichos productos se sometieron a un análisis fisicoquímico obteniendo valores de: humedad 21,89 % y 18,51 %; pH 6,00 y 6,08; cenizas 0,89 % y 1,18 % respectivamente y en el análisis microbiológico al día 0 el T1 reportó una concentración de <10 UFC/g de mohos y levaduras mientras el T2 una concentración de <10 UFC/g de mohos y levaduras valores que se encuentran dentro de los parámetros microbiológicos establecidos por la Norma Mexicana NMX-F-442-1983 de 50 UFC/g. En conclusión, no se encontró diferencias estadísticamente significativas entre los 4 tratamientos para los atributos de sabor, olor, textura, apariencia y aceptación general, sin embargo, para el color si existe diferencia estadísticamente significativa.

Palabras clave: harina de guandul, pan común, trigo.

ABSTRACT

The pigeon pea (*Cajanus cajan*) known as: pigeon pea, quinchoncho or pigeon pea, is a legume with high nutritional value. Its origin is unknown, possibly from Africa or India. The research objective was to evaluate the effect caused by partial substitution of wheat flour by pigeon pea flour in the common bread preparation. The physicochemical characterization in the pigeon pea flour as raw material was humidity 9.74 % and ashes 3.47 %. Bread was made with four levels of substitution (10 %, 20 %, 30 % and 40 % pigeon pea flour). All the treatments were put in test through sensory analysis with a group of 50 untrained tasters, who evaluated characteristics such as (color, smell, taste, texture, appearance) and general acceptance of product. The data was analyzed with ANOVA and Tukey. As a result, T1 (10 % pigeon pea flour + 90 % wheat flour) obtained the highest acceptance, followed by T2 (20 % pigeon pea flour + 80 % wheat flour). These products were tested with a physicochemical analysis having as result the following values: humidity 21.89 % and 18.51 %; pH 6.00 and 6.08; ash 0.89 % and 1.18 % respectively. Additionally, in the microbiological analysis at day 0, T1 reported a concentration of <10 CFU / g of molds and yeasts while T2 a concentration of <10 CFU / g of molds and yeasts values. These are within the microbiological parameters established by Mexican Standard NMX-F-442-1983 of 50 CFU / g. In conclusion, there are not statistically significant differences between the 4 treatments for the attributes like taste, smell, texture, appearance, and general acceptance, however, for color there was a statistically significant difference.

Keywords: pigeon pea flour, common bread, wheat.

INTRODUCCIÓN

Costales (2019) afirma que, en Ecuador existe un consumo de 27 kilos de pan al año por habitante. Debido a que la industria panadera se encuentra en un constante crecimiento representando una gran oportunidad para las nuevas tendencias de consumo tecnificando la producción y capacitando a los panaderos para lograr elaborar panes de calidad, al formar parte del consumo diario de los ecuatorianos. De acuerdo, a la Encuesta Estructural Empresarial del INEC sostiene que negocios dedicados a la elaboración de pan las cifras de venta anuales van en crecimiento en relación a otras empresas afines de pastelería y alimentos similares.

Se menciona que el pan es considerado un producto de consumo básico dentro de la dieta humana, ha formado parte de la alimentación de muchas culturas por su contenido nutricional y de fácil obtención Martínez (2020), sin embargo, ha sido objeto de muchas teorías al asociarlo con el aumento de peso, debido al uso de harinas refinadas elaboradas a base de cereales como la harina de trigo para la elaboración de productos de panadería, igualmente, al ser consumido por personas celiacas que son intolerantes al gluten quienes deben buscar productos elaborados con otros tipos de harinas de tubérculos, leguminosas que les permita consumir pan sin ningún tipo de problema (Cusanguá, 2019).

Existe un número importante de leguminosas dentro de este tipo se halla, el guandul, gandul o frejol de palo en Ecuador es poco explotado por las industrias alimentarias, debido a la escasa información que se tiene o en muchos de los casos existe desconocimiento por parte de habitantes donde se acentúan estos cultivos Martínez (2020). En tal sentido, el guandul contiene fibra, proteínas, minerales, baja concentración de grasa y otros componentes útiles en la alimentación; posee propiedades funcionales adecuadas para la aplicación en la industria de alimentos en productos de panadería, repostería entre otros. Además, al usar harina de guandul aumenta el valor nutritivo de cualquier alimento y al consumir ayuda a regular el sistema digestivo, el colesterol por su alto contenido en fibra (Navarro, Restrepo, & Perez, 2014).

Por lo anterior expuesto, en esta investigación se planteó el uso de una leguminosa como el guandul (*Cajanus cajan*) para darle un valor agregado y aprovechar sus propiedades nutricionales como funcionales obteniendo harina usándola como sustituto parcial de harina de trigo en la elaboración de pan común, al ser un producto de consumo diario, se tuvo como objetivo evaluar el efecto de sustitución parcial de harina de trigo por harina de guandul, para evidenciar el uso de harinas alternativas viables en la industria de panificación.

I. PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Según Mora y Ruano (2012) el Ecuador es uno de los países de mayor riqueza en recursos agrícolas, haciéndolo apto para todo tipo de cultivo, pero cuando se habla de trigo hay que señalar que su producción es deficiente para satisfacer la demanda de harina que constituye el principal derivado de este cereal. De acuerdo, a un estudio elaborado por la Asociación Ecuatoriana de Molineros (ASEMOL), anualmente la demanda de trigo se incrementa entre el 2 y el 3 % por este motivo no se puede abastecer la industria molinera solo con pequeños productores de las provincias de Bolívar, Cotopaxi, Carchi e Imbabura por eso cerca del 98 % de este cereal es importado del cual en mayor cantidad proviene de Canadá, Estados Unidos y Argentina.

Sin embargo, se encuentra un sin número de productos, que pueden sustituir parcialmente a la harina de trigo, como son las leguminosas dentro de este grupo se encuentra un grano muy importante el guandul cuyo aprovechamiento se ha limitado por problemas que se ve en la mayoría de los productores de leguminosas que presentan desconocimientos de las propiedades nutricionales, funcionales que poseen y los aportes que estas plantas brindan esto conduce al desaprovechamiento de las mismas a las cuales no se les da el uso adecuado en el área de producción, algunas especies de leguminosas se están extinguiendo gradualmente por los cultivos de gramíneas que las han desplazado (Espinoza, 2017).

En vista de eso, según Borja (2017) afirma que “Se exporta cerca del 90 % de guandul verde a países como Estados Unidos, Centro América y sólo el 10 % se lo consume a nivel local” p.27. Pero si la cosecha del guandul verde no se la realiza cada 8 días las vainitas del guandul se secan volviéndose desechos que ya no tienen uso en la alimentación humana Borja (2017).

Por ende, existe producción importante de esta leguminosa, las vainas secas se obtiene del grano seco que en muchos casos los agricultores no le dan un valor agregado, simplemente al grano seco le consideran como un desperdicio o pérdida de producción, es por eso que, se debe buscar nuevas alternativas de industrialización y consumo, de esta forma evitar que desaparezcan cuyos cultivos se acentuaron en gran parte en los límites entre las provincias del Carchi e Imbabura concretamente en el Valle del Chota. Por el momento, no existe ninguna empresa de cereales y de harinas que se dedique al procesamiento del guandul Borja (2017).

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

¿Cómo incide la sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum vulgare L.*) por harina de guandul (*Cajanus cajan*) en las características fisicoquímicas y sensoriales del pan común?

1.3. JUSTIFICACIÓN

Las leguminosas tienen excelentes propiedades funcionales pueden ser: capacidad de absorción de agua, capacidad de absorción de aceite, emulsificación, espumado y gelificación. Estas constituyen la base funcional de diversos productos principalmente de alto contenido proteico, y bajo contenido de grasa. Además, forman parte de la dieta que se ha demostrado su efecto protector ante ciertas enfermedades como diabetes, cáncer y obesidad (Torres, Jiménez, & Bárcenas, 2017). Por lo visto, la combinación de leguminosas y cereales en la alimentación ofrece una dieta equilibrada, puesto que las leguminosas son ricas en lisina un aminoácido esencial para la formación de colágeno pero deficientes en aminoácidos azufrados (metionina y cisteína) en cambio estos predominan en los cereales (Romero, 2016).

De lo anteriormente mencionado, dentro de este grupo de leguminosas se encuentra el grano de guandul cuyas propiedades nutricionales como fibra, hierro, magnesio, potasio entre otros nutrientes; las proteínas del guandul presentan buena calidad, su uso dentro de la industria de alimentos demuestra resultados satisfactorios. De igual manera, dichas propiedades funcionales pueden ser aprovechadas en la elaboración de productos cárnicos, lácteos, snacks, pastas, confitería entre otros Navarro et al. (2014). También, se sugiere la aplicación en la industria de repostería, bizcochos y panadería, al desarrollar nuevos productos incorporando harinas de leguminosas como ingrediente, cuyo fin es enriquecer nutricionalmente las mezclas. Por ello, la sustitución parcial de harina de trigo por harina de leguminosas incrementa los niveles de proteína y fibra teniendo buenas expectativas en el mercado Torres et al. (2017).

Al ser una leguminosa poco conocida por las personas no se ha logrado sacar provecho. Por lo tanto, la presente investigación tiene la finalidad de procesar esta leguminosa en harina de guandul que busca darle un valor agregado y no depender de las harinas elaboradas a base de cereales, de hecho puede generar como resultado un producto con mejores cualidades nutritivas dado que este grano es considerado un alimento funcional, además, aprovechar todas las propiedades que contiene el guandul integrándolo en productos de panadería mejorando las condiciones alimentarias y económicas, de esta manera evitar que el cultivo desaparezca cuyos cultivos se acentúan entre las provincias de Carchi e Imbabura Navarro et al. (2014).

1.4. OBJETIVOS Y PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

1.4.1. Objetivo General

- Evaluar el efecto de la sustitución parcial de harina de trigo por harina de guandul para la elaboración de pan común.

1.4.2. Objetivos Específicos

- Establecer el porcentaje de sustitución parcial de harina de trigo por harina de guandul (*Cajanus cajan*) para la elaboración de pan común.
- Determinar el mejor tratamiento mediante la evaluación sensorial.
- Determinar las características fisicoquímicas del mejor tratamiento.

1.4.3. Preguntas de Investigación

¿Las características fisicoquímicas determinan la calidad de la harina de guandul?

¿Cuál es el mejor tratamiento o los mejores tratamientos mediante el análisis sensorial?

¿Las características fisicoquímicas de los mejores tratamientos aseguran la calidad del producto terminado?

¿Cuál será el grado de aceptación del producto por parte de los consumidores?

II. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

En un estudio realizado por Martínez (2020) cuyo objetivo planteado fue evaluar mediante análisis sensorial y bromatológico un pan a base de harina de zapallo (*Cucurbita maxima*) y gandul (*Cajanus cajan*) en reemplazo parcial de la harina de trigo. Se establecieron 3 tratamientos el T1 (70 % harina de trigo + 10 % harina de zapallo + 20 % harina de gandul), el T2 (70 % harina de trigo + 15 % harina de zapallo + 15 % harina de gandul) y el T3 (70 % harina de trigo + 20 % harina de zapallo + 10 % harina de gandul) obteniendo como resultado que el tratamiento T3 con el 10 % de harina de guandul obtuvo menos preferencia en cuanto a los atributos evaluados sin embargo, el tratamiento T1 (70 % harina de trigo + 10 % harina de zapallo + 20 % harina de gandul) fue el de mayor aceptación en todos los atributos evaluados para el atributo color el T1 obtuvo una media de 4,4, en cuanto al atributo sabor, presentó una media de 4,5, el atributo olor tuvo media de 4,4 y para el atributo textura el tratamiento 1 muestra una media de 4,3. El mismo que se sometió a análisis fisicoquímico obteniendo los siguientes resultados: pH 5,18 y acidez titulable 0,36 %. Para el análisis bromatológico: proteína 9,76 %; lípidos 15,26 %, carbohidratos 35,91 % y fibra cruda 1,96 %. Por último, en el análisis microbiológico mostraron ausencia (<10 UFC/g) en aerobios mesófilos, coliformes totales y levaduras, a los 0, 8 y 15 días, respecto a mohos presentaron ausencia a los 0 días, sin embargo, a los 8 y 15 días mostraron un crecimiento microbiano (1×10^2 UFC/g).

En otro estudio llevado a cabo por Olanipekun, Abioye, Oyelade y Osemobor (2018), el gandul se procesó en harina utilizando diferentes métodos de procesamiento (remojada, germinada y tostada) y, posteriormente, se usó como un suplemento de harina de trigo para la elaboración de pan. El pan se analizó para determinar la composición proximal, los atributos físicos y sensoriales. Se establecieron 4 tratamientos y la muestra de control, cuyos porcentajes de sustitución de harina de gandul remojada, germinada y tostada. Se utilizó un panel semi entrenados quienes evaluaron atributos como sabor, color, textura, aroma, apariencia y aceptabilidad en general. Se obtuvo como resultado que el color de la corteza del pan producido a partir de mezclas de gandul que se remojaron, germinaron y tostaron mostró una tendencia decreciente a medida que aumentaba el nivel de sustitución de harina de gandul. Según Dhingra y Jood informaron que a medida que el aminoácido reacciona con los azúcares reductores, tiene lugar la reacción de Maillard, lo que da como resultado un nivel de calidad reductor para el

color del pan. Además, el valor de la textura mostró una tendencia decreciente a medida que aumentaba el porcentaje de sustitución de harina de gandul. La muestra con harina de gandul germinada obtuvo una puntuación baja al presentar una textura muy dura debido a la dilución del gluten en el trigo. En cuanto, al valor del aroma se observó una tendencia decreciente a medida que aumentaba el porcentaje de sustitución de harina de gandul, de igual manera el valor de la apariencia tuvo una tendencia decreciente a medida que aumentaba el porcentaje de sustitución de harina de gandul. Con respecto, al valor del sabor se mostró una tendencia decreciente a medida que aumentaba el porcentaje de sustitución de harina de gandul. Por último, se mostró una tendencia decreciente con el aumento de los niveles de sustitución de la harina de gandul afectó la aceptabilidad general del pan. Los resultados sensoriales mostraron que los niveles de sustitución al 10 % con harina de gandul remojada y tostada dieron la calificación más alta. El análisis fisicoquímico de los panes elaborados con harinas de diferentes procesamientos indica que con el 10 % y 20 % de humedad fueron de 31,67 % y 34,00 %; 30,73 % y 32,67 %; 32,30 % y 32,67 % respectivamente, para el contenido de ceniza fueron de 3,57 % y 3,73 %; 3,50 % y 3,63 %; 3,50 % y 3,63 % respectivamente. Por ende se ha establecido que las mezclas de harina de trigo y gandul germinada tienen más potencial nutricional y la utilización del gandul en la dieta humana como fuente de proteína vegetal combate los problemas de desnutrición.

En este estudio realizado por Akubor (2017) se preparó muestras de harina a partir de semillas de gandul crudas, tostadas, hervidas, germinadas y fermentadas cuyos resultados fisicoquímicos se obtuvo humedades de 10,5 %, 9,0 %, 11 %, 10,9 % y 10,7 % respectivamente, el contenido de cenizas fueron de cenizas de 2 %, 3,8 % , 1,5 %, 1,7 % y 1,8 % respectivamente. En las muestras de pan se evaluaron atributos como color, sabor, textura, aroma y aceptabilidad general. Dentro de los resultados obtenidos se prefirió el pan que contenía harina de gandul germinada a las otras muestras de pan que contenían harina de gandul en la aceptabilidad general y en todos los atributos evaluados, la germinación modificó la estructura de las semillas de gandul a través de la hidrólisis del almidón que le dio sabor y buena textura al pan además, el pan que contenía harina de gandul tostada durante la cocción de la masa afectaron negativamente al color y sabor, textura y aceptación general mientras que el pan que contenía harina de gandul cruda afectó negativamente en los atributos como el aroma, textura, sabor y aceptación general sin embargo, para el atributo color no afectó mientras que el pan con harina hervida obtuvo mayor aceptación en los atributos de aroma y textura sin embargo, para los atributos color, sabor y aceptabilidad menor puntuación mientras tanto, el pan con harina de

guandul fermentado obtuvo puntuaciones más bajas en todos los atributos en relación a los otros panes debido a que los carbohidratos complejos se rompen hasta ácidos orgánicos y sustancias más simples durante la fermentación. Dentro de los análisis fisicoquímicos de los panes con harina de guandul cruda, hervida y fermentada cuyos resultados para la humedad fueron de 17 %, 18 % y 15,5 %; y el contenido de cenizas fueron de 3,1 %, 2,4 % y 3,2 % respectivamente. En conclusión, la harina de guandul germinada, tostada, hervida y fermentada podría servir como suplementos proteicos en el pan. Es más, la harina de guandul germinada podría reemplazar a la harina de trigo en la elaboración de este tipo de producto sin afectar las características sensoriales y físicas.

En la investigación desarrollada por Cabrera, Fuenmayor y García (2020) respecto a la obtención de la harina los granos fueron procesados en un molino de disco; las harinas fueron tamizadas y la caracterización de la granulometría se realizó utilizando una columna de ocho tamices de acero inoxidable. Para esta caracterización fisicoquímica se tomaron muestras de 100 g de harina para su posterior análisis que presentaron valores adecuados para la estabilidad de las harinas durante el almacenamiento con 3,32 % cenizas, 12,1 % de humedad y 6,9 % fibra total fue alto en comparación con otras leguminosas como la harina de frijol blanco (*Phaseolus lunatus* L.). Se halló que a partir de ambas matrices es posible obtener productos tipo harina, con propiedades aptas para su aprovechamiento a escala comercial como fuentes concentradas de nutrientes, que presentaron buenos parámetros para CAA (capacidad de absorción de agua) y CAG (capacidad de absorción de aceite), las harinas con estas características son muy utilizadas para la elaboración de productos de panificación y repostería debido a los valores de CFE (capacidad de formación de espuma) con un 25,5 %. Se evaluaron atributos como (apariencia, sabor, textura y aroma) cuyo resultado para el producto pan se obtuvo calificaciones inferiores a 3 puntos, por lo cual se asoció con el grado de cocción y horneado de la mezcla de la harina compuesta con el resto de ingredientes, presentando los atributos sabor y aroma mayor nivel de concentración, que generó un grado de insatisfacción al momento de consumir el producto.

En esta investigación realizada por López (2019) se detalla el análisis proximal de la harina de guandul o guandul en base seca, realizado en los Laboratorios del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), los valores para el guandul fueron de 7,20 % de humedad, 3,86 % de cenizas, fibra cruda 10,56 % y 18,67 % proteína.

2.2. MARCO TEÓRICO

2.2.1. Leguminosas

Las leguminosas son tipo vainas que en su interior contienen semillas. Existe entre 16.000 y 19.000 especies de leguminosas, las cuales se dividen en 750 géneros. Con el pasar de los años han sido de gran importancia por ser productos alimenticios de bajo costo, fácil de transportar y almacenar (Romero, 2016).

Además, de acuerdo a Lara (2016) el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) en el Ecuador, principalmente en la Sierra, las leguminosas son componentes importantes de los sistemas de producción sostenible debido a que sus cultivos son intercalados, a las tradiciones de los pueblos, son alimentos básicos en la dieta de las poblaciones rurales y urbanas.

2.2.2. Guandul (*Cajanus cajan*)

El guandul (*Cajanus cajan*), conocido como guandú, quinchoncho, gandul, es una leguminosa que se caracteriza por la producción de semillas con un alto valor nutritivo de proteína, buena fuente de vitaminas y contiene varios oligoelementos (Gaviria, Benítez, Lenis, & Hoyos, 2015).

2.2.2.1. Origen

Se desconoce en cuanto a su origen, posiblemente es de África al ver germinar por primera vez dicho grano o de la India al ser una planta leñosa. Se encuentra entre las primeras ocho leguminosas más cultivadas a nivel del mundo y en cuanto al contenido proteico del grano seco ocupa el tercer lugar, detrás de la soya y de las lentejas Rodríguez et al. (citado en Borja, 2017).

Por otra parte, se estima que la llegada de esta leguminosa al continente americano se dio durante la colonización, desde esa temporada se dedicaron al cultivo de este grano (Campoverde & Salazar, 2018).

2.2.2.2. Taxonomía del guandul

En la tabla 1 se detalla, la descripción taxonómica del guandul (*Cajanus cajan*). Según Campoverde y Salazar (2018) las leguminosas están contenidas en la familia fabaceae que se clasifican en subfamilias siendo *faboideae*; siendo el guandul propio de *phaseoleae*, *cajanus* y *cajanus cajan* respectivamente.

Tabla 1. Descripción de la taxonomía del guandul (*Cajanus cajan*)

Taxonomía <i>Cajanus cajan</i>	
Reino	<i>Plantae</i>
División	<i>Magnoliophyta</i>
Clase	<i>Magnoliopsida</i>
Familia	<i>Fabaceae</i>
Subfamilia	<i>Faboideae</i>
Tribu	<i>Phaseoleae</i>
Subtribu	<i>Cajaninae</i>
Género	<i>Cajanus</i>
Especie	<i>Cajanus cajan</i>

Fuente: Córdova (citado en Campoverde., N y Salazar, G. 2018). *Estudio y plan de difusión del fréjol gandul (Cajanus cajan) y sus propuestas en aplicaciones culinarias* (tesis de postgrado). Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador.

2.2.2.3. Morfología del guandul

Según Borja (2017), esta leguminosa se adapta en países tropicales y subtropicales, a los cambios de clima en dichas zonas con altas temperaturas. Estas plantas crecen desde el nivel del mar hasta los 1.000 msnm. En la figura 1 se observa una planta de guandul resistente a la sequía aunque necesita buena humedad durante los primeros meses y sobrevive hasta en los suelos más pobres, bajos en nutrientes.

Por ser una planta rústica cuyas raíces son profundas, se convierte en una especie muy fácil de cultivar en los suelos poco fértiles, aunque hay que tener en cuenta que no tolera las heladas y sus hojas caen continuamente contribuyendo así a mejorar el contenido de materia orgánica del suelo (Campoverde & Salazar, 2018).



Figura 1. Planta de guandul (Borja, 2017)

2.2.2.3.1 Raíz

En la figura 2 se muestra como está conformada por raíces primarias y laterales, las raíces más débiles llegan a alcanzar hasta tres metros de profundidad, como ventaja le posibilita mantenerse en condiciones desfavorables como escasez de agua y suelos pobres en nutrientes González, Rey y Fallas (citado en Campoverde y Salazar, 2018).



Figura 2. Raíz de guandul
(Riqueza natural, 2018)

2.2.2.3.2. Tallo

Es muy resistente, de forma cilíndrica con un diámetro entre 1 a 4 centímetros, convirtiéndose a medida que pasa el tiempo en leñosos Peralta (2018). Con respecto, a su coloración del tallo va desde verde a verde púrpura, la longitud de la planta es aproximadamente de 1 a 2 metros en donde se hallan ramificaciones primarias, secundarias y terciarias como se observa en la figura 3 (Castillo, Narváez, & Hahn, 2016).



Figura 3. Tallo de guandul
(Peralta, 2018)

2.2.2.3.3. Hojas

En la figura 4 se observa que son alargadas de forma trifoliada o con tres hojas y agudas en la punta, miden a lo largo de 5 a 10 centímetros y ancho de 2 a 4 centímetros, la cara superior es color verde y el envés es verde claro (Campoverde & Salazar, 2018).



Figura 4. Hojas de guandul
(Peralta, 2018)

2.2.2.3.4. Flores

En la figura 5 se muestran las flores del guandul, que se encuentran en racimos axilares, son de diversos colores por lo general amarillas que no poseen nerviaciones, otra combinación amarilla y púrpura o pueden ser amarillas con nerviaciones rojizas o café. Además, las flores de la planta de guandul son típicas de la subfamilia Papilionoidea, se hallan en racimos y en la parte terminal de las ramas con flores de 5 a 12 sésiles y con un pedúnculo largo (Castillo et al., 2016).



Figura 5. Flores de guandul
(Peralta, 2018)

2.2.2.3.5. Fruto

Las vainas poseen de 2 a 9 granos en su interior, se encuentran de forma lineal con extremos ligeramente curvados y finos, son de color verde al estar frescas y café claro al encontrarse secas, algunas con rayas moradas y cubiertas de pequeños pelos. En la figura 6 se indica que dentro de las vainas se encuentran de 5 a 7 granos de color amarillo que con el tiempo cambian a color crema (Castillo et al., 2016).



Figura 6. Frutos de guandul
(Peralta, 2018)

2.2.2.3.6. Semilla

Las semillas tienen forma redondeada con un promedio de 7 mm. de longitud y 6 mm. de ancho, el color está directamente relacionado por su variedad y con la etapa de madurez, por lo general son de color verde oscuro y crema en cambio durante la maduración, como se muestra en la figura 7, las semillas secas son de color blanco, marrón, gris o negras se consumen enteras, pueden usarse para la elaboración de harina (Castillo et al., 2016).



Figura 7. Semillas de guandul
(Osorio, 2018)

2.2.2.4. Composición química y nutricional del guandul

Según Campoverde y Salazar (2018) mencionan acerca de la composición química y nutricional de las semillas secas de guandul, que aporta un porcentaje de proteína que oscila entre el 18 y 25 %, es alto en fibra oscila entre un 20,2 % que otras leguminosas, fuente rica en proteínas y minerales bajos niveles de grasa, fuente rica en minerales y carbohidratos.

Al contener numerosos oligoelementos poseen efectos de prevención de algunas enfermedades como obesidad, del corazón, sistema digestivo entre otras. Además, cuando el guandul verde se consume, tiene 5 veces más vitaminas A y C que la arveja (Osorio, 2018).

Por lo anterior expuesto, la importancia nutricional de esta leguminosa radica en que es un alimento consumido por muchas poblaciones de Asia, Sudamérica y África. En el año 2016 fue designado por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) como el año internacional de las legumbres, en donde se dio a conocer los beneficios de las leguminosas; destacándose principalmente el valor nutricional del guandul, como se muestra en la tabla 2.

Tabla 2. Composición química y nutricional del guandul seco

Descripción de los valores nutritivos	
Energía (kcal)	300
Carbohidratos (mg)	43,2
Cobre (mg)	1.02
Fibra (g)	20,2
Fósforo (mg)	269
Grasa (g)	1,5
Hierro (mg)	4,7
Magnesio (mg)	183
Potasio (mg)	13,90
Proteína (g)	18,4

Fuente: FAO (citado en Campoverde., N y Salazar, G. 2018). *Estudio y plan de difusión del fréjol guandul (Cajanus cajan) y sus propuestas en aplicaciones culinarias* (tesis de postgrado). Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador.

2.2.2.5. Producción de guandul en el Ecuador

Según Galarza, Falcón y Naranjo (2016) las provincias de Guayas, Manabí y Los Ríos son consideradas como provincias productoras, sin embargo, en la sierra ecuatoriana se destinan 225 hectáreas de tierra en el Valle del Chota, para la producción de esta leguminosa.

Además, Galarza et al. (2016), realizaron un estudio acerca de la gastronomía y cultura afrodescendiente de la comunidad Valle del Chota en Imbabura, en el cual explica que en el

siglo XVI y XVII aproximadamente se inició el cultivo y cosecha del guandul (*Cajanus cajan*) con el objetivo de nutrir a los habitantes de la zona norte de Imbabura.

Por otro lado, en la zona costera donde se encuentran las ciudades sembradoras de guandul en Ventanas existen 14 mil hectáreas, y cerca de 60 mil entre las ciudades de Mocache, zona baja de Quevedo, Vinces, Palenque entre otros sectores. Al comercializar 100 libras de guandul crudo tienen un costo de 300 y 400 dólares enfatizó Campuzano, y cada hectárea produce alrededor de 20 y 40 quintales, el tiempo estimado de cosecha es de dos y tres meses (Borja, 2017).

2.2.3. Cereales

Los cereales son los frutos en forma de grano que crecen en las plantas de la familia de las gramíneas también conocida como poáceas, contiene unos 635 géneros y 9.000 especies, y es la cuarta más extensa después de leguminosas, orquidáceas y compuestas. De estas especies que existen, sólo unas pocas desempeñan un papel importante en la dieta humana, entre los principales: maíz, cebada, sorgo, centeno, arroz, mijo y trigo Dalleva (citando en Cusuanguá, 2019).

Todos estos granos tienen una estructura similar, sin embargo la forma y el tamaño de las semillas puede ser diferente (Araneda, 2020). Los cereales figuran entre los primeros cultivos que los pobladores antiguos sembraron, al desarrollar sus habilidades para producir, almacenar y distribuir.

2.2.4. Trigo (*Triticum vulgare*)

El trigo tanto la planta como el grano pertenece a la familia de las gramíneas, originario de la antigua Mesopotamia. La palabra *Triticum* proviene del latín y significa “quebrado”, “trillado” o “triturado”, que se refiere al proceso de separación de la cascarilla de la semilla (Espinosa, 2018).

En la figura 8 se observa granos de trigo, estos tienen una alta concentración de carbohidratos, la manera más común de consumirlo es por medio de productos elaborados a base de harina en donde se elimina el salvado y el germen. Por su parte, el salvado es la cascarilla del grano una fuente de fibra insoluble, ayuda a que la absorción de los almidones del trigo no sea tan rápida y el germen posee micronutrientes, minerales y grasas saludables (Espinosa, 2018).



Figura 8. Granos de trigo
(Juárez, Bárcenas, &
Hernández, 2017)

2.2.4.1. Harina de trigo

Según el Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN 616 (2015), se define como el producto que se obtiene de la molienda y tamizado del endospermo del grano de trigo, el resto se lo considera como subproductos (residuos de endospermo, germen y salvado). Presenta color uniforme, olor y sabor característicos a los granos de trigo molido, puede o no contener aditivos alimentarios.

Es la única que puede formar una masa fuerte, cohesiva y capaz de retener gas. También, la harina para la elaboración de pan debe contener trigo con un elevado nivel de proteínas que permita la formación de una red de gluten obteniendo una masa resistente, con buenas características de estabilidad y extensibilidad García (citado en Bustos, 2015).

2.2.4.1.1. Gluten

Es una sustancia viscoelástica, de naturaleza proteica que se forma por hidratación de la harina de trigo al estar compuesta por dos fracciones cuya característica principal es ligar los demás componentes de la harina (INEN, 2015). La composición nutricional del gluten está formada por: proteínas, hidratos de carbono, humedad junto con pequeñas cantidades de azúcares, fibra y vitaminas.

2.2.4.2. Composición nutricional de la harina de trigo

La harina de trigo contiene en mayor porcentaje carbohidratos entre un 60 a 68 % de almidón (este porcentaje oscila entre 19 a 26 % de amilosa y 74 a 81 % de amilopectina), 6,5 % de pentosas, 2,5 % de celulosa y 1,5 % de azúcares reductores (Bustos, 2015).

En cuanto a la cantidad de fibra es casi inexistente debido a que en la elaboración de la harina se elimina, el contenido de grasa oscila entre 1,5 a 2 % siendo estos lípidos los más importantes: esteroides, glicéridos, tocoferol y fosfolípidos, tiene un porcentaje de proteínas que varía del 9 % al 14% (Bustos, 2015).

Es más, de acuerdo a Romain et al. (citado en Alvarado, Cortez, Mariscal, Luna y Silva, 2018) estas proteínas son insolubles en agua, por lo cual se derivan dos principales proteínas:

- La glutenina es la proteína que le da esa fuerza y tenacidad a la masa de las proteínas totales del trigo, se halla en la parte del albumen y son solubles en soluciones ácidas.
- La gliadina es la proteína que le da elasticidad a la masa, se encuentra en el endospermo y solubles en soluciones alcohólicas.

2.2.4.3. Clasificación de la harina de trigo

Según el Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN 616 (2006) la harina de trigo de acuerdo a su uso se clasifica en:

Harina integral, obtenida de la molienda de granos limpios de trigo y que contiene todas las partes del mismo, se puede tratar con mejoradores, enzimas diastásicas y fortificada con vitaminas y minerales o con productos málticos.

Harina panificable extra, elaborada hasta un grado de extracción determinado, puede tratarse con blanqueadores o mejoradores, productos málticos y enzimas diastásicas.

Harinas especiales, son harinas elaboradas con un grado de extracción bajo, son destinadas para la fabricación de productos de pastificio, galletas y derivados de harinas autoleudantes, pueden ser tratadas con mejoradores, las cuales se clasifican en:

- Harina para pastificio, se elabora a partir de trigos de calidad para la fabricación de estos productos, puede ser tratada con blanqueadores o mejoradores, enzimas fortificadas y productos málticos.
- Harina para galletas, está elaborada a partir de trigos blandos y suaves para su elaboración, puede ser tratada con blanqueadores o mejoradores, productos málticos, enzimas diastásicas y fortificadas con vitaminas y minerales.

- Harina autoleudante, es el producto que contiene agentes leudantes, puede ser tratada con blanqueadores, mejoradores y enzimas fortificadas con vitaminas y minerales.

Por otra parte, según Requena (2013) las harinas pueden dividirse según su fuerza:

- Harina fuerte: procedentes de trigos duros, ricas en gluten, lo que le da esa capacidad de retención de agua, dando lugar a la formación de masas consistentes y elásticas.
- Harina floja: el contenido de gluten es mucho menor, lo que le hace menos compacta que la harina fuerte, este tipo de harina da masa más flojas y menos consistentes.
- Harina de mediana fuerza: esta harina sería un punto intermedio entre la harina de fuerza y harina floja, se puede conseguir simplemente mezclando partes iguales.

2.2.4.4. Almacenamiento de las harinas

El almacenamiento de las harinas permite que estas mejoren su color y sus características para la panificación. Las harinas recién molidas por lo general dan masas muy pegajosas y difíciles de manipular. El almacenamiento debe hacerse en sitios frescos y ventilados, con temperaturas no mayor a los 20 °C para que no disminuya la calidad de las harinas (Barrionuevo, 2015).

Cuanto más alta sea la temperatura más se reduce el ciclo de vida, igualmente necesitan de un mínimo de humedad para reproducirse; por lo tanto las humedades elevadas también favorecen la proliferación de insectos, a temperaturas inferiores a 18 °C difícilmente se proliferan. Se deben colocar sobre tarimas de madera para evitar que absorban humedad y facilitar la limpieza. El almacenamiento debe hacerse lejos de sustancias volátiles (combustibles, pinturas, detergentes, etc.) debido a que la harina absorbe rápidamente estos olores (Barrionuevo, 2015).

2.2.5. Panificación

El pan es el producto alimenticio que se obtiene cociendo al horno la masa formada al mezclar con agua la harina de ciertos cereales, por lo general, se añade levadura con el fin de que se realice la fermentación del azúcar a etanol y CO₂, produciendo un alimento ligero y esponjoso, fácil de consumirlo, a este proceso se le denomina panificación (Mora & Ruano, 2012).

Para la elaboración de panes se ha utilizado suplementos como higos, queso, mejoradores, miel entre otros así mismo diferentes tipos de gramíneas, tubérculos y en menores proporciones leguminosas, aunque desde hace mucho tiempo atrás el trigo ha sido el preferido por las civilizaciones (Nazate, 2019).

2.2.5.1. Fermentación en la panificación

Es la hinchazón de la masa que posteriormente permitirá la obtención de un pan esponjoso, de miga uniformemente alveolada, y ligero todo ello se debe a la producción de gas en el interior de la masa. (Flecha, 2015, p.48)

La fermentación es el periodo que va desde que se incorpora la levadura en la masa hasta que entra en el horno, influye sobre el sabor y el aroma del pan. De una correcta fermentación se desprende una serie de reacciones que son determinantes en la conservación de un pan de calidad, al menos olfativa y gustativa, principalmente. (Flecha, 2015, p.48)

2.2.5.1.1. Etapas de la fermentación panaria

En la fermentación panaria se producen tres etapas fundamentales:

- Primera etapa, es una fermentación muy rápida y dura relativamente poco tiempo. Se inicia en la amasadora al poco tiempo de añadir la levadura, las células de la levadura (*Saccharomyces cerevisiae*) comienza el proceso metabólico de los primeros azúcares libres existentes en la harina. (Flecha, 2015, p.50)
- Segunda etapa, es la etapa más larga debido a que se produce la mayor cantidad de fermentación alcohólica pero a su vez comienza a producirse las fermentaciones complementarias como la fermentación butírica, láctica y acética. Este tiempo puede iniciar desde el reposo de la masa hasta la fermentación de las piezas de pan (Álvarez & Tusa, 2009).
- Tercera etapa, esta es la última y es una fermentación de corto tiempo, aunque tiene mucho que ver el tamaño de la pieza. Se finaliza cuando el interior de la pieza de pan posee una temperatura de 55 °C y las células de la levadura mueren. (Flecha, 2015, p.50)

2.2.5.1.2. Tipos de fermentación

Ocurren tres tipos de fermentación dentro de la elaboración del pan, las cuales son:

2.2.5.1.2.1. Fermentación alcohólica

Es la más importante y responsable de la mayor parte de los aromas del pan. En la figura 9 se muestra la ecuación de la fermentación alcohólica que consiste en la transformación de glucosa en etanol y CO₂ siendo característica de las levaduras. Es decir, el azúcar presente en la harina

reacciona con la levadura produciendo anhídrido carbónico que es el responsable del hinchamiento de la masa y de la formación del alcohol que luego se volatiliza durante la cocción siendo responsable de la mayor parte del aroma y sabor del pan (Álvarez & Tusa, 2009).

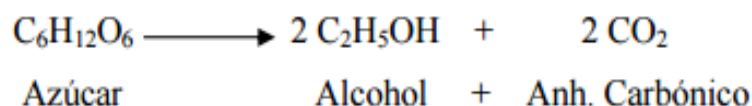


Figura 9. Ecuación de la fermentación alcohólica
(Álvarez & Tusa, 2009)

2.2.5.1.2.2. Fermentación láctica

Se produce a partir de la hidrólisis de la sacarosa produciendo glucosa que es transformada continuamente en ácido láctico como se aprecia en la figura 10. La temperatura es muy importante, si se fermenta a una temperatura normal de 25 °C, la producción del ácido láctico su actividad es lenta pero a una temperatura de 35 °C actúan rápido (Álvarez & Tusa, 2009).

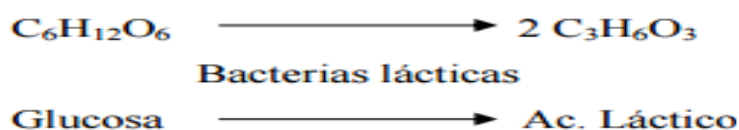


Figura 10. Ecuación de la fermentación láctica
(Álvarez & Tusa, 2009)

2.2.5.1.2.3. Fermentación butírica

Una vez que ha aparecido el ácido láctico, varias bacterias lácticas intervienen sobre él transformándolo en ácido butírico, originando anhídrido carbónico e hidrógeno como se muestra en la figura 11. No tiene mayor problema a no ser que la masa esté sometida durante la fermentación a temperaturas cercanas a los 38 °C que afecta negativamente al sabor de los panes. (Flecha, 2015, p.50)

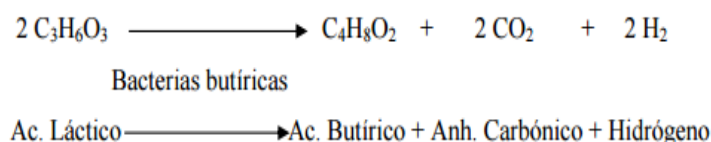


Figura 11. Ecuación de la fermentación butírica
(Álvarez & Tusa, 2009)

2.2.5.1.2.4. Fermentación acética

Por medio de bacterias ácidas (*Acetobacter*) que actúan sobre el alcohol etílico originado por la fermentación alcohólica, produciendo ácido acético y agua como se aprecia en la figura 12. En la masa panaria, es muy baja la acidez total pero siempre existe. (Flecha, 2015, p.49)

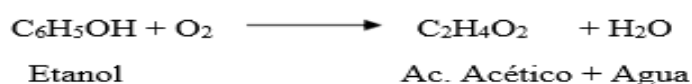


Figura 12. Ecuación de la fermentación acética
(Álvarez & Tusa, 2009)

2.2.5.2. Pan

Es el producto alimenticio obtenido por la cocción de una masa fermentada o no, hecha con harina, se le adiciona agua potable, con o sin levadura para su posterior fermentación, con o sin la adición de sal, del cual puede ser procesada con o sin la adición de otras sustancias permitidas (emulsificantes) para esta clase de productos alimenticios (INEN, 2016).

2.2.5.2.1. Valor nutricional del pan

Según Bassett, Giménez, Phino y Samman (citado de Estupiñan, 2017) es un alimento sabroso, apetitoso debido a su valor nutritivo que aporta al ser humano. En algunos casos varía el tipo de cereal, los ingredientes o la forma de cómo se elabora, se pueden adicionar ingredientes necesarios para mejorar su elaboración o crear panes especiales, que tienen un mayor valor nutricional.

2.2.5.3. Clases de pan

De acuerdo a Ishida y Steel (citado en Estupiñan, 2017) el pan puede tener diferentes formas, texturas, rellenos y coberturas, existe una gran variedad de panes entre los más principales se tiene: pan rebanado es el producto en el que la masa es horneada para dar su formato característico, pan blanco no está enriquecido con fibras, pan de grano entero está hecho de harina de trigo blando con salvado de trigo y otros ingredientes con fibras que hacen oscuro el pan.

2.2.5.3.1. Pan común

Debe presentar el sabor y olor característico del producto fresco y bien cocido, una corteza de color uniforme, sin quemaduras, la miga elástica, porosa y uniforme no debe ser pegajosa ni desmenuzable y su sabor no debe ser amargo (Álvarez & Tusa, 2009).

2.2.5.3.1.1. Componentes principales del pan común

En la norma NTE INEN 095 (1979), se describen los componentes principales que se utilizan para la elaboración.

- a) Harina de trigo: blanca, semi-integral o integral,
- b) agua potable,
- c) levadura activa fresca o seca,
- d) azúcar una cantidad suficiente para ayudar al desarrollo de la levadura,
- e) grasa comestible (animal o vegetal),
- f) aditivos autorizados.

2.2.5.3.1.2. Contenido nutricional del pan común

En la tabla 3, se indica el contenido nutricional del pan común como agua, fibra, grasa, hidratos de carbono y proteína con su respectiva cantidad en porcentaje.

Tabla 3. Contenido nutricional de pan común

Contenido	Cantidad (%)
Agua	3,5
Fibra	3,5
Grasa	1,3
Hidratos de carbono	47,8
Proteína	7,6

Fuente: Chirán (citado en Cusanguá, 2019)

Según Mesas y Alegre (citado en Cusanguá, 2019) dentro de este tipo se incluyen:

- Pan bregado: de miga dura, es elaborado con cilindros refinadores.
- Pan de flama o de miga blanda: es el obtenido con una mayor proporción de agua que el pan bregado y normalmente no necesita del uso de cilindros refinadores en su elaboración.

2.2.5.4. Características organolépticas

Dentro de la norma técnica INEN 0095 (1979), se describe las características organolépticas del pan común, que debe presentar:

- Olor: característico del producto fresco y bien cocido.
- Sabor: no debe ser amargo, ácido o con indicios de rancidez.
- Corteza: color uniforme, sin quemaduras, ni hollín u otras materias extrañas.
- Miga: debe ser elástica, porosa, uniforme, no pegajosa ni desmenuzable.
- Tamaños: deben fabricarse en forma de panes, palanquetas o moldes.

2.2.5.5. Características fisicoquímicas

La humedad consiste en la evaporación del agua libre que contiene el alimento. El pan debe contener una máxima humedad del 38 %. Si sobrepasa este porcentaje el medio es más favorable para la aparición de mohos de igual manera, la mayor adicción de agua en el pan, incide en el contenido superior de humedad por el contrario si existe una pérdida de humedad es uno de los principales problemas que afecta al pan durante el almacenamiento y se ve reflejado con el endurecimiento; dicho efecto se debe básicamente a la retrogradación del almidón, compuesto que procede de la harina de trigo (Cerón, 2018). A este proceso se le conoce como retrogradación, el agua hace que los componentes del pan sean más flexibles, a medida que se elimina el agua del gluten o del almidón aumenta la firmeza de la miga, y esta agua que pierde el gluten es absorbida por el almidón a medida que se cristaliza, cuando el almidón cambia a su estado cristalino las moléculas de agua se inmovilizan debido a la incorporación a las estructuras cristalinas (Guizada, 2019).

El pH es una medida de acidez que indica la concentración de iones de hidrógeno presentes en la muestra. El pan tras el horneado y enfriamiento deberá tener un pH de 4,8. Si existe un ligero incremento en el pH, este aumento podría deberse al proceso normal de envejecimiento del pan que consiste principalmente en la recrystalización de las cadenas de almidón a medida que avanza el tiempo, otros principales cambios asociados al envejecimiento incluyen la pérdida de sabor, la reducción del volumen, la corteza del pan pierde brillo debido a la condensación del vapor, los compuestos del aroma se volatilizan y después del horneado estos compuestos disminuyen por oxidación; adicionalmente el aumento del pH, podría indicar que existe actividad microbiana en el pan, reflejando así una disminución en la preservación de la calidad por el contrario, si el pan es ligeramente ácido con un pH entre 5,3-5,8, disminuye el

crecimiento de mohos en el pan así que los panes entre más ácidos producen menos mohos y se conserva por mucho más tiempo. Además, el pH controla el sabor y el color de la corteza en el producto final cambia porque en condiciones ácidas la velocidad de las reacciones de Maillard es más lenta y en condiciones más alcalinas es mayor (Cerón, 2018).

2.2.5.5.1. Requisitos fisicoquímicos del pan

Los panes deben cumplir con ciertos requisitos fisicoquímicos que están descritos en la tabla 4 establecidos en la norma INEN 2945 (2016).

Tabla 4. Parámetros para los requisitos fisicoquímicos del pan

Requisito	Unidad	Mínimo	Máximo	Método de ensayo
Humedad	%	-	40	NTE INEN ISO 712
pH	-	4,3	7,0	NTE INEN 526

Fuente: INEN 2945 (2016)

2.2.5.6. Características microbiológicas

El pan por su contenido de agua, proteínas, hidratos de carbono, sales minerales y vitaminas, es un medio sólido idóneo para el desarrollo de numerosas especies microbianas dentro de esta se encuentra los mohos y levaduras que pertenecen al grupo de los hongos (Fierro, 2017).

Si se analiza el producto final (pan), después de la cocción, se encuentra con un producto que puede ser estéril, debido a que son destruidas en este proceso pero cuando el pan no se enfría correctamente se produce la condensación del agua en la superficie del producto, puede incrementar la posibilidad de crecimiento de moho. Además, el moho del pan se debe a que sobre la superficie del mismo se depositan y posteriormente se desarrollan nuevas esporas de mohos presentes en el aire, superficies de paredes, máquinas y utensilios de panadería.

Los mohos crecen en condiciones ácidas, toleran el pH ácido en un rango de 3,5 – 5,5; la mayoría de mohos crecen a una actividad de agua $a_w > 0,80$ pero existen mohos que crecen con valores bajos 0,60 y dentro de un rango de temperatura de 18 a 29 °C. El control de la contaminación de moho en el pan es crítico, es decir, algunos de los mohos que contaminan el pan pueden producir metabolitos secundarios tóxicos como las micotoxinas. Es más, los hongos son responsables del desarrollo del mal sabor y compuestos alergénicos que pueden formarse antes de que el crecimiento del moho sea visible (Guizado, 2019). Por otro lado, las levaduras son organismos unicelulares, su pH óptimo para crecer es de 3,5 – 3,8 toleran otros rangos de

pH 2,2 – 8,0 y la temperatura a la cual se desarrollan perfectamente es de 20 - 30 °C (Fierro, 2017).

2.2.5.6.1. Requisitos microbiológicos del pan

El producto debe cumplir con las especificaciones microbiológicas detalladas en la tabla 5, establecidos en la norma NMX-F-442 (1983).

Tabla 5. Parámetros de los requisitos microbiológicos del pan

Requisito	Unidad	Mínimo	Máximo
Recuento de mohos	UFC/g	-	50
Recuento de levaduras	UFC/g	-	50

Fuente: NMX-F-442 (1983)

2.2.6. Buenas Prácticas de Manufactura en la elaboración de pan

Las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) son los procedimientos necesarios para lograr productos de panadería saludables y seguros por medio de la higiene de los productos de panadería se debe tomar todas las medidas necesarias para garantizar la inocuidad de estos, desde la recepción de las materias primas, la elaboración hasta su consumo final (Lezcano, 2015).

Antes de ingresar al área de elaboración del pan, las personas deben colocarse su ropa de trabajo, cubrirse la cabeza con cofias, la boca con una mascarilla e higienizarse las manos minuciosamente. Por otro lado, la buena higiene exige una limpieza frecuente de los equipos de la panadería (amasadoras, balanzas, mesas de acero inoxidable) y de los utensilios (recipientes, bandejas, espátulas), después de limpiar se deben desinfectar para que no puedan servir como medio para que se desarrollen los microorganismos y constituyan una fuente de contaminación en cualquier etapa del proceso (Lezcano, 2015).

2.2.7. Análisis sensorial

La aceptación de un alimento por parte del consumidor depende de muchos factores; entre los más importantes están los atributos sensoriales como el color, olor, sabor, textura, apariencia y hasta el sonido que se genera durante el proceso de masticación de los alimentos. La combinación e interacción de estas propiedades hace que se desarrolle un estímulo de placer o de rechazo hacia los productos consumidos (Cusanguá, 2019).

2.2.7.1. Atributos sensoriales de los panes

Por lo general, los atributos sensoriales de los panes se suelen agrupar en: color, olor, sabor, textura y apariencia.

2.2.7.1.1. Color

El color de la corteza se desarrolla durante la etapa de la cocción del pan y está asociado a las reacciones de Maillard y de caramelización, que producen compuestos que afectan al color y sabor del pan (Cusanguá, 2019).

2.2.7.1.2. Olor

El olor es otro de los factores determinantes en la aceptación del producto por el consumidor. Aunque han sido identificados un gran número de compuestos volátiles relacionados con el aroma del pan, sólo unos pocos tienen una incidencia determinante en su olor final (Cusanguá, 2019).

Por otro lado, la fermentación de la masa origina componentes aromáticos fundamentalmente en la miga del pan, mientras que el proceso de cocción influye en el olor de la corteza del pan por ejemplo el olor tostado depende de la formación en la corteza de compuestos activos de flavor durante el proceso de cocción (Callejo, 2016).

2.2.7.1.3. Sabor

El sabor del pan no puede ser explicado únicamente por sus compuestos volátiles. Atributos tales como dulce, ácido, salado y amargo que son utilizados habitualmente en los perfiles descriptivos (Cusanguá, 2019).

Existen factores tales como el microorganismo empleado para la fermentación, el contenido en cenizas de la harina (relacionado con la tasa de extracción) o la temperatura de fermentación, que influye sobre el flavor de los productos (Cusanguá, 2019).

2.2.7.1.4. Textura

Los panes leudados la textura cuyo factor es determinante en la calidad sensorial del pan influye en la toma de decisiones de compra de los consumidores. La textura de la miga del pan está relacionada con la cantidad de agua añadida a la masa y con el posible empleo de harinas

especiales en el proceso, pero los factores más dominantes son la cantidad y la calidad de la proteína (Cusanguá, 2019).

De acuerdo con Callejo (2016) la percepción de los atributos de textura se suele realizar en dos fases por jueces entrenados: fase táctil, se comprime la miga con el dedo y se evalúa atributos como la compacidad y la elasticidad, y la segunda fase se introduce la miga de pan en la boca, y se evalúan adhesividad, cohesividad y humedad.

2.2.7.1.5. Apariencia

Se encuentran atributos evaluados mediante la vista: el color de la miga, el color de la corteza, el número de alvéolos, su forma y regularidad.

Hay harinas con alta tasa de extracción (semi integrales e integrales) se observan migas más oscuras, al introducir parte de las cáscaras de los granos en las harinas igual se vuelven más oscuras. Por ejemplo panes elaborados con harina de trigo, el color de la miga del pan va desde crema a marrón claro. Por otro lado, dejando el método tradicional se ha mejorado el amasado para conseguir migas blancas, de igual forma, se preserva mejor los pigmentos carotenoides quienes son los responsables del sabor en el pan (Callejo, 2016).

De igual manera, el tipo de harina empleado en la elaboración del pan influye en el color de la miga aunque existen factores, como la oxidación de los pigmentos carotenoides que ocurre durante el amasado, que pueden incidir en un mayor blanqueamiento de la miga en panes elaborados con harinas de trigo. También, el amasado intensivo permite producir un pan blanco de gran volumen, pero carece de sabor (Callejo, 2016).

Y de acuerdo con Lassoued et al. (citado en Callejo, 2016) el número de alvéolos y la variación del tamaño de los mismos en la miga influye en las propiedades relacionadas con la textura del pan, la percepción de la miga mediante el tacto o ya sea en la boca está influenciada por la estructura y tamaño de los alvéolos: la textura es más suave cuando los alvéolos son finos, uniformes en tamaño y con paredes delgadas mientras que, la textura es más elástica cuando son grandes, irregulares en tamaño y con paredes más gruesas.

III. METODOLOGÍA

3.1. ENFOQUE METODOLÓGICO

3.1.1. Enfoque

La presente investigación tiene un enfoque cualicuantitativo, se empleó el enfoque cuantitativo debido a la recolección y análisis de datos numéricos a nivel de laboratorio de los parámetros fisicoquímicos como humedad y cenizas, con la finalidad de garantizar que la materia prima harina de guandul (*Cajanus cajan*) sea apta para su posterior uso y cuyos resultados representan un aporte para futuras investigaciones. Con respecto al enfoque cualitativo, en donde se empleó un cuestionario de catación, como la prueba de nivel de preferencia, que ayudaron en la evaluación sensorial del pan común en cuanto a los atributos de color, olor, sabor, textura, apariencia y aceptación general de los 4 tratamientos por parte de los catadores. Los datos obtenidos fueron analizados mediante un programa estadístico como Análisis de varianza ANOVA de un solo factor, seguido de la comparación de pruebas de TUKEY cuyo fin fue determinar los mejores tratamientos de sustitución parcial de harina de trigo por harina de guandul en la elaboración de pan común.

3.1.2. Tipo de Investigación

Los tipos de investigación empleados para el desarrollo de esta investigación fueron, los siguientes:

Descriptiva: debido a que utilizó para el registro, análisis e interpretación de los resultados obtenidos en esta investigación.

Experimental: se empleó ese tipo de investigación dado que se fundamenta en el enfoque cuantitativo, es decir, debido a que se evaluaron 4 tratamientos con niveles de sustitución del (90 %, 80 %, 70 % y 60 % de harina de trigo por harina de guandul 10 %, 20 %, 30 % y 40 %) que permitió manipular la variable independiente por lo que se tuvo el mayor control para observar los efectos en la respectiva variable dependiente con el fin de identificar la relación causa efecto. Además, se utilizó para comprobar las hipótesis detalladas a continuación.

3.2. HIPÓTESIS

Hipótesis nula H_0 : La utilización de harina de guandul como sustituto parcial de harina de trigo no influye en las características sensoriales y fisicoquímicas del pan común.

Hipótesis alternativa H_1 : La utilización de harina de guandul como sustituto parcial de harina de trigo influye en las características sensoriales y fisicoquímicas del pan común.

3.3. DEFINICIÓN Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

Variable Independiente (VI): Sustitución parcial de harina de trigo por harina de guandul.

Variable Dependiente (VD): Características sensoriales y fisicoquímicas del pan común.

3.3.1. Definición de variables

Variable Independiente: Sustitución parcial de harina de trigo por harina de guandul:

T1: 90 % harina de trigo, 10 % harina de guandul

T2: 80 % harina de trigo, 20 % harina de guandul

T3: 70 % harina de trigo, 30 % harina de guandul

T4: 60 % harina de trigo, 40 % harina de guandul

Variable Dependiente: Características sensoriales y fisicoquímicas del pan común: Se evaluó atributos sensoriales como color, olor, sabor, textura y apariencia considerando que un buen pan debe tener una corteza dorada y brillante, olor agradable y suave, sabor agradable característico y la textura no debe ser excesivamente dura, debiendo quebrarse y crujir ligeramente. Además, se evaluaron los parámetros fisicoquímicos como pH, humedad y cenizas.

En la tabla 6 se indica las variables, dimensiones, indicadores, técnicas e instrumentos que se utilizó durante el desarrollo de la investigación.

Tabla 6. Operacionalización de Variables

Variables	Dimensión	Indicadores	Instrumento	Técnica
VI: Sustitución parcial de harina de trigo por harina de guandul.	Tratamientos	T1: 90 % harina de trigo, 10 % harina de guandul T2: 80 % harina de trigo, 20 % harina de guandul T3: 70 % harina de trigo, 30 % harina de guandul T4: 60 % harina de trigo, 40 % harina de guandul	Martínez (2020) y Akubor (2017)	Porcentaje referido a la masa / masa $\left(\% = \frac{\text{masa (g)}}{\text{masa (g)}} \times 100\right)$
	Parámetros sensoriales Análisis sensorial	Olor Color Sabor Textura Apariencia	Prueba nivel de preferencia con una escala hedónica verbal de 5 puntos (García et al, 2017)	Hoja de evaluación sensorial
VD: Características sensoriales y fisicoquímicas del pan común.	Parámetros fisicoquímicos	Humedad: 45,0 %	AOAC 925.10	Estufa
	Análisis fisicoquímicos	Cenizas: 2,01 % por Nazate (2019)	AOAC 923.03	Mufla
		pH: 4,3 - 7,0	NTE INEN 526	Potenciómetro con electrodos de vidrio

3.4. MÉTODOS UTILIZADOS

3.4.1. Análisis Estadístico

Se utilizó un análisis de varianza (ANOVA) con un solo factor para analizar los datos obtenidos, seguido de la prueba de diferencia estadística la misma que se desarrolló mediante la comparación de parejas de Tukey con un 95 % de probabilidad con la finalidad de determinar las diferencias estadísticamente significativas entre los atributos evaluados de los 4 tratamientos. El software que se empleó fue MINITAB 18.

3.4.2. Factores en estudio

El factor en estudio fue: factor A, porcentajes de adición de harina de guandul (%). Se consideró este factor para determinar los mejores porcentajes de adición de harina de guandul en la elaboración de pan común.

Factor A: % de adición de harina de guandul

A1: 10 %

A2: 20 %

A3: 30 %

A4: 40 %

3.4.3. Características del experimento

Consta de 4 tratamientos, cada tratamiento con 3 repeticiones, obteniéndose 12 unidades experimentales a evaluar, como se observa en la tabla 7.

Tabla 7. Esquema del experimento

Esquema del experimento			
Tratamientos	Repeticiones	T.U.E. (g)*	U.E./Trat. (Kg)**
T ₁ : 10% de harina de guandul	3	500	1,5
T ₂ : 20% de harina de guandul	3	500	1,5
T ₃ : 30% de harina de guandul	3	500	1,5
T ₄ : 40% de harina de guandul	3	500	1,5
Total	12		6

* Tamaño de la Unidad Experimental (gramos)

** Unidad experimental / Tratamiento (Kilogramos)

Número de repeticiones por tratamiento: (3)

Número de tratamientos: (4)

El número de unidades experimentales es $(t * r) = 12$

3.4.4. Descripción del proceso de obtención de harina de guandul

- **Recepción de la materia prima:** el guandul como materia prima de esta investigación se obtuvo del mercado Mayorista de Ibarra, proveniente de la comunidad el Juncal ubicada entre las provincias Carchi e Imbabura. Se realizó la recepción de la materia prima de 3 kilogramos para su posterior selección y limpieza.
- **Selección y limpieza:** se seleccionaron los granos en buen estado de acuerdo al color marrón claro y oscuro, aspecto y olor característico, granos enteros ausencia de mohos, insectos o plagas y se colocó en un recipiente de aluminio; en la limpieza se usó un tamiz artesanal para separar materias extrañas: granos partidos que se obtuvo aproximadamente 340 gramos de la misma que fueron pesados en una báscula modelo EQB.
- **Molienda:** una vez seleccionada la materia prima se realizó la molienda en un molino artesanal marca CORONA por 4 veces, para reducir el tamaño de los granos constando una mezcla con partículas de tamaño variable hasta partículas microscópicas que pueden pasar por un tamiz.
- **Tamizado:** se tamizó la harina de guandul empleando un tamiz de número 60-80 mesh para separar impurezas generadas en la etapa de molienda y así poder obtener un tamaño de partícula homogénea, es decir, las partículas de mayor tamaño quedan retenidos en el tamiz y las partículas de menor tamaño pasan por los orificios del mismo.
- **Empacado:** la harina que se obtuvo del tamizado se empacó en fundas de polietileno con autocierre zip evitando que la misma tuviera contacto con el aire, se mantiene fuera del alcance de absorber humedad y olores, debido a que la harina tiene gran capacidad para absorber olores.
- **Almacenado:** se procedió a almacenar en un lugar fresco, no puede superar los 20 °C para que la calidad de la harina no disminuya, seco y aislado del suelo con una humedad de 9,74 %.

Para la obtención de harina de guandul, se siguió la metodología propuesta por (Cabrera, Fuenmayor, & García, 2020). En la figura 13 se muestra el diagrama de flujo de procesos para la obtención de harina de guandul.

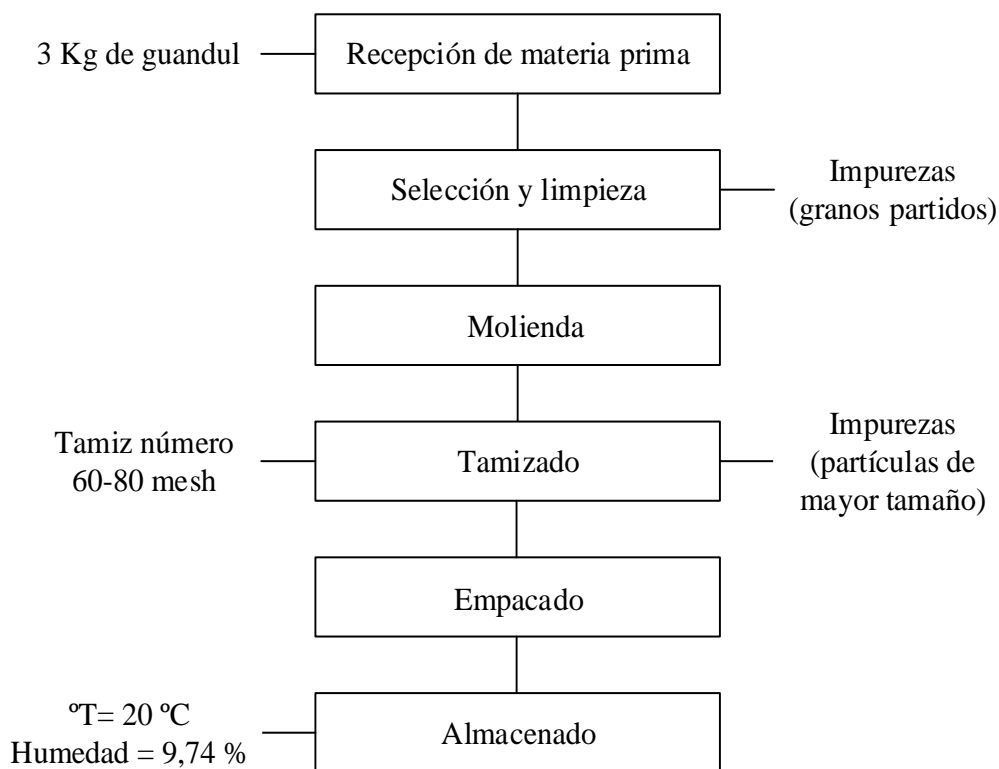


Figura 13. Diagrama de flujo para la obtención de harina de guandul

3.4.5. Proceso de elaboración de pan común

3.4.5.1. Formulaciones

En la elaboración de pan común se estableció diferentes formulaciones tomando como referencia los porcentajes indicados del 10 % y 20 % por Martínez (2020) quien elaboró pan con la sustitución de harina de guandul además, se generó el 30 % y 40 %, cuyas formulaciones se muestran en la tabla 8.

Tabla 8. Formulaciones

Tratamientos	Harina de guandul %	Harina de trigo %
T1	10	90
T2	20	80
T3	30	70
T4	40	60

3.4.5.2. Composición porcentual de las materias primas

Se utilizó la materia prima que se describe en la tabla 9, en la cual se indica los porcentajes de los ingredientes que se empleó en la elaboración de pan común. Para la determinación del porcentaje de los ingredientes se utilizó el método porcentaje panadero y se basó en una guía

de panificación (Albán, 2019) para establecer la formulación que se usó para los cuatro tratamientos.

Tabla 9. Composición en porcentajes de las materias primas

Ingredientes	T1 %	T2 %	T3 %	T4 %
Harina de guandul	5	10	15	20
Harina de trigo	45	40	35	30
Azúcar	12,5	12,5	12,5	12,5
Agua	17	17	17	17
Huevo	5,3	5,3	5,3	5,3
Levadura	2	2	2	2
Mantequilla	15	15	15	15
Sal	0,125	0,125	0,125	0,125

3.4.5.3. Descripción del proceso de elaboración de pan común

- **Recepción de materia prima:** se realizó la recepción de la materia prima (harina de trigo, harina de guandul, azúcar, agua, huevos, levadura fresca, mantequilla y sal) que se utilizó en la elaboración de pan.
- **Pesado:** se pesó los ingredientes en una balanza gramera marca SF-810, teniendo en cuenta que la cantidad debe ser lo más exacta posible de acuerdo a la formulación establecida.
- **Mezclado:** se formó una circunferencia con la harina en una mesa de acero inoxidable, se colocaron todos los ingredientes y se mezcló a mano durante 5 minutos logrando una distribución uniforme entre los ingredientes.
- **Amasado:** con la ayuda de la amasadora industrial se terminó de amasar hasta formar una masa flexible, elástica, de aspecto liso, suave al tacto y sin grumos así como su oxigenación en 5 minutos.
- **Fermentación 1:** la masa se dejó en reposo durante 15 minutos cubierta con un mantel previamente limpio y desinfectado cuya finalidad fue que la levadura actué con el azúcar presente en la harina, produciéndose la fermentación alcohólica siendo la responsable del hinchamiento de la masa debido a la producción de etanol y CO₂.
- **División y boleado:** se cortó y pesó la masa (50 g) en la balanza gramera, luego se boleó la masa formando el pan, después se colocaron los panes formados en latas previamente engrasadas para evitar que se adhieran los panes.
- **Fermentación 2:** una vez realizado el boleado se dejó reposar el pan hasta doblar el volumen, durante 30 minutos. Es decir, desde el boleado hasta esta etapa se produce la

mayor cantidad de fermentación alcohólica acompañada de las fermentaciones (láctica, butírica y acética) provocando el levante de cada una de las piezas de pan.

- **Horneado:** se introdujeron las latas en un horno industrial marca Ecuahornos previamente calentado se horneó por un tiempo de 15-20 minutos, a una temperatura de 140 °C. Durante el proceso de cocción el CO₂ que infla la masa de cada pieza de pan se elimina y el alcohol producido durante la fermentación alcohólica se evapora en esta etapa siendo la responsable del aroma y sabor de los panes.
- **Enfriado:** concluido el tiempo de horneado se retiró del horno las latas de pan y se dejó enfriar a temperatura ambiente durante 30 minutos. Con el fin de limitar la pérdida de agua y el envejecimiento es por eso que no debe pasar más de este tiempo.
- **Empacado:** se empacó el pan en fundas de polipropileno de acuerdo a cada tratamiento evitando que se absorba agua del ambiente para que tengan mayor durabilidad.
- **Almacenamiento:** se almacenó en un lugar fresco y seco, a temperatura ambiente, libre de cualquier tipo de contaminación sea física o microbiológica.

En la figura 14 se muestra el diagrama de flujo del proceso de elaboración de pan común consta de los siguientes pasos:

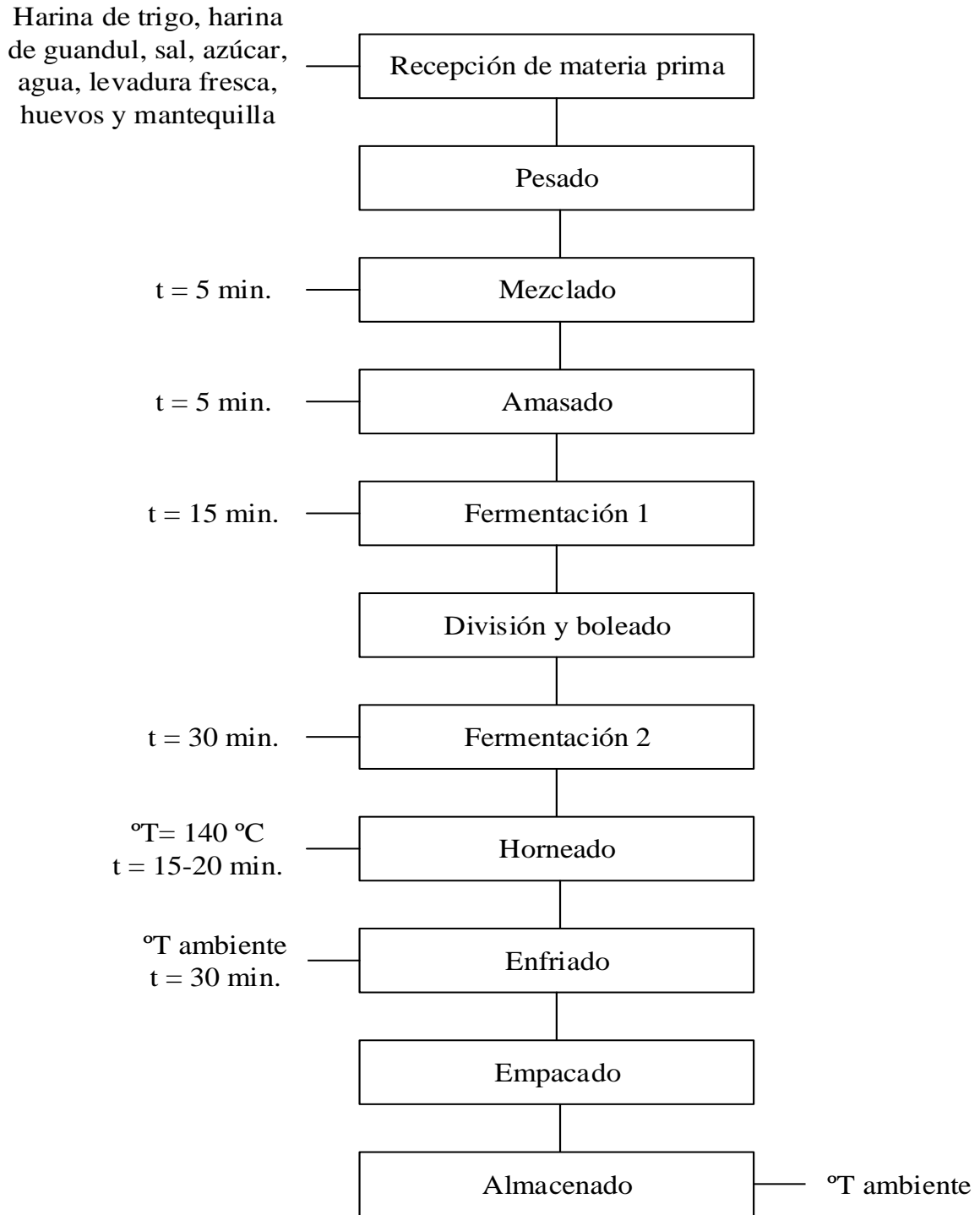


Figura 14. Diagrama de flujo de la elaboración de pan común

3.4.6. Análisis sensorial del pan

En el análisis sensorial se realizó con la presencia de un panel de evaluadores no entrenados aplicando una prueba de preferencia con una escala hedónica de cinco puntos: distribuidos de la siguiente manera, 1: me disgusta mucho, 2: me disgusta, 3: no me gusta ni me disgusta, 4:

me gusta y 5: me gusta mucho, evaluando atributos sensoriales (color, olor, sabor, textura, apariencia) y aceptación general. La hoja de evaluación sensorial se presenta en el anexo 7.

En la tabla 10, se muestra la codificación de las muestras de acuerdo a los 4 tratamientos que se evaluaron por medio del análisis sensorial.

Tabla 10. Codificaciones de las muestras de pan

Tratamientos	Código de muestra
T1 (10 % de harina de trigo, 90 % de harina de guandul)	161
T2 (20 % de harina de trigo, 80 % de harina de guandul)	253
T3 (30 % de harina de trigo, 70 % de harina de guandul)	307
T4 (40 % de harina de trigo, 60 % de harina de guandul)	467

3.4.7. Análisis fisicoquímicos de la harina de guandul

Los análisis fisicoquímicos de la harina de guandul se realizaron en el laboratorio de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi.

3.4.7.1. Determinación de humedad NTE INEN 518

Procedimiento:

1. Calentar el crisol durante 30 min. en la estufa a 130 °C. Enfriar en el desecador y pesar el crisol con la ayuda de una balanza analítica sensibilidad 0,1g.
2. Pesar 2 gramos de muestra preparada.
3. Calentar el crisol de porcelana con la muestra durante una hora, en la estufa calentada a 130 °C.
4. Apagar la estufa y trasladar las muestras con las pinzas al desecador. Dejar enfriar por 30 min.
5. Pesar el crisol con las cenizas y calcular por medio de una fórmula el porcentaje de humedad, realizar por triplicado.

$$Pérdida\ por\ calentamiento = \frac{m_2 - m_3}{m_2 - m_1} \times 100$$

En donde:

P_c = Pérdida por calentamiento, en porcentaje de masa.

m_1 = Masa del crisol vacío en gramos.

m_2 = Masa del crisol con la muestra sin secar en gramos.

m_3 = Masa del crisol con la muestra seca en gramos.

3.4.7.2. Determinación de cenizas NTE INEN 520

Procedimiento:

1. Calentar el crisol de porcelana vacío en la mufla a una temperatura de 550 +/- 15 °C, durante 30 min y dejar enfriar en el desecador.
2. Pesar en el crisol 5-10 gramos de muestra en la balanza analítica en caso de que se encuentre muy húmeda, se seca previamente en la estufa.
3. Introducir los crisoles en la mufla con la ayuda de las pinzas para crisol.
4. Calcinar por 12-18 horas a una temperatura de 550 °C.
5. Desconectar la mufla y esperar hasta que la temperatura de la mufla descienda por lo menos hasta 260 °C.
6. Retirar las muestras con ayuda de una pinza para crisol, sus cenizas deben estar de color gris claro. No deben fundirse las cenizas.
7. Colocar los crisoles en el desecador, dejar enfriar 15 a 30 minutos.
8. Pesar el crisol con las cenizas y calcular por medio de una fórmula el porcentaje de cenizas, realizar por triplicado.

$$\% \text{ de Cenizas} = \frac{100(m_3 - m_1)}{(100 - H)(m_2 - m_1)} \times 100$$

En donde:

C = Contenido de cenizas en harinas de origen vegetal, en porcentaje de masa.

m_1 = Masa del crisol vacío en gramos.

m_2 = Masa del crisol con la muestra en gramos.

m_3 = Masa del crisol con las cenizas en gramos.

H = Porcentaje de humedad en la muestra.

Los análisis fisicoquímicos (pH, humedad y cenizas) y microbiológico (mohos y levaduras) se realizaron en el laboratorio de análisis y aseguramiento de la calidad Multianalityca acreditado por el SAE (Servicio de Acreditación Ecuatoriana) con la finalidad de evaluar al pan con harina de guandul si se encuentra dentro de los parámetros establecidos por la norma INEN 2945 (2016), la Norma Mexicana (NMX-F-442, 1983) debido a que no hay parámetros establecidos en la norma vigente ecuatoriana para mohos y levaduras.

3.4.8. Análisis fisicoquímicos del pan común

3.4.8.1. Determinación de pH (INEN 526)

Para determinar el pH en los panes de guandul se tomó como referencia la técnica de la norma INEN 526:2013. Harinas de origen vegetal. Determinación de la concentración de ión hidrógeno o pH.

3.4.8.2. Determinación de humedad (AOAC 925.10)

Para determinar el porcentaje de humedad se tomó como referencia el método oficial de la AOAC 925.10. Sólidos totales y humedad en harinas. Método de estufa de aire. Esto se basa en la pérdida de peso que sufre la muestra por medio del calentamiento.

3.4.8.3. Determinación de cenizas (AOAC 923.03)

Para determinar el porcentaje de cenizas se tomó como referencia el método oficial de la AOAC 923.03. Cenizas en harinas. Método directo. Este se basa en la incineración de la muestra a una temperatura de 600 °C cuyo material inorgánico no destruido se le nombra ceniza.

3.4.9. Análisis microbiológico (AOAC 997.02)

El análisis microbiológico se realizó mediante la utilización de Placas Petrifilm 3M como lo indica la AOAC 997.02 para determinar mohos y levaduras.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. RESULTADOS

4.1.1. Análisis fisicoquímicos de la harina de guandul

Del análisis fisicoquímico que se realizó a la harina de guandul (*Cajanus cajan*), se obtuvieron los resultados que se indican en la tabla 11, en la cual se establece un porcentaje de humedad 9,74 % y cenizas 3,47 %.

Tabla 11. Resultado del análisis fisicoquímico de la harina de guandul

Parámetro	Porcentaje (%)
Humedad	9,74
Cenizas	3,47

4.1.2. Análisis microbiológico de los mejores tratamientos de pan común

Los mejores tratamientos de pan común T1 y T2 se sometieron al análisis microbiológico cuyos resultados se detallan en la tabla 12 y 13 respectivamente.

Tabla 12. Análisis microbiológico de pan común para el tratamiento T1

Microorganismos	Resultado	Unidad
Mohos	<10	UFC/g
Levaduras	<10	UFC/g

Tabla 13. Análisis microbiológico de pan común para el tratamiento T2

Microorganismos	Resultado	Unidad
Mohos	<10	UFC/g
Levaduras	<10	UFC/g

Se obtuvo como resultado al día 0 para el T1, respecto a mohos y levaduras valores de <10 UFC/g y para el T2, hubo ausencia de mohos y levaduras cuyo valor fue de <10 UFC/g, que indican que el tratamiento térmico al cual fueron horneados los panes no presentó errores por lo tanto se descarta la presencia de estos microorganismos en el proceso.

4.1.3. Análisis sensorial

Para la obtención de los resultados de la evaluación sensorial, se realizó con la presencia de un panel de 50 evaluadores no entrenados entre hombres y mujeres con edades comprendidas entre 19 y 28 años aplicando una prueba de nivel de preferencia con una escala hedónica de 5 puntos evaluando atributos como color, olor, sabor, textura, apariencia y aceptación general.

4.1.3.1. Análisis sensorial del atributo color en el pan común

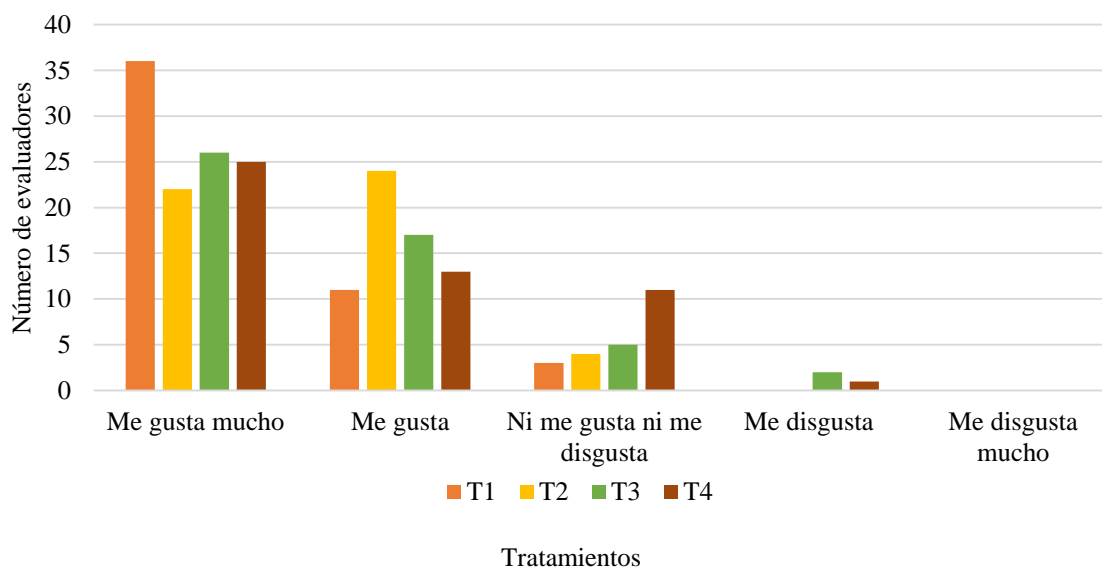


Figura 15. Resultado del nivel de aceptación del atributo color en el pan común con adición de guandul

En la figura 15, se aprecia que en el atributo de color el T1 obtuvo una mejor aceptación por parte de 36 evaluadores de (Me gusta mucho) que en la escala equivale a 5, seguido por el T3 que obtuvo una aceptación por parte de 26 evaluadores, para el T4 por 25 evaluadores y T2 por 22 evaluadores, lo que representa el 72 %, 52 %, 50 % y 44 % respectivamente. Mientras que, en la escala 4 equivalente a (Me gusta) el T2 obtuvo una aceptación por 24 evaluadores lo que representa el 48 %, seguido de los tratamientos T3, T4 y T1 tienen una aceptación menor al 34 %. En cuanto, a la escala 3 equivalente a (Ni me gusta ni me disgusta), se observó que los cuatro tratamientos tienen una aceptación menor al 22 %. De igual manera, para la escala 2 equivalente a (Me disgusta) tiene una aceptación menor al 4% para los tratamientos T3 y T4. Es decir, que los distintos porcentajes de sustitución de harina de guandul si difieren en el color no todos los tratamientos presentaron un color uniforme.

4.1.3.2. Análisis sensorial del atributo olor en el pan común

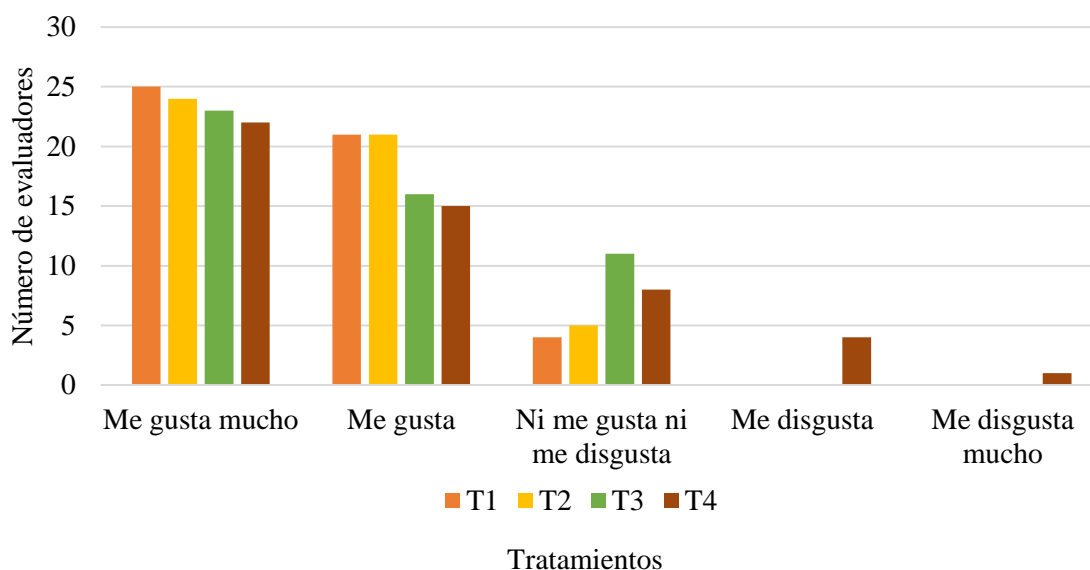


Figura 16. Resultado del nivel de aceptación del atributo olor en el pan común con adición de guandul

En la figura 16, se pudo observar que en la escala 5 equivalente a (Me gusta mucho), 25 evaluadores prefirieron el T1, para el T2 eligieron 24 evaluadores, mientras que para el T3 optaron 23 evaluadores y para el T4 eligieron 22 evaluadores, lo que representa el 50 %, 48 %, 46 % y 44 % respectivamente, los cuatro tratamiento han sido aceptados en vista de que no hay mucha diferencia. Por otra parte, la escala 4 equivalente a (Me gusta) tanto para los tratamientos T1 y T2 obtuvieron una aceptación por 21 evaluadores lo que representa el 42 % para cada tratamiento. Mientras que los tratamientos T3 y T4 eligieron 16 y 15 evaluadores, representando el 32 y 30 %. De igual manera, para la escala 3 equivalente a (Ni me gusta ni me disgusta), los 4 tratamientos tienen una aceptación menor al 22 %. Con respecto a la escala 2 equivale a (Me disgusta) y la escala 1 equivale a (Me disgusta mucho), para el T4 tiene una aceptación menor al 8 %. Es decir, que los distintos niveles de sustitución de harina de guandul no influye en el atributo olor.

4.1.3.3. Análisis sensorial del atributo sabor en el pan común

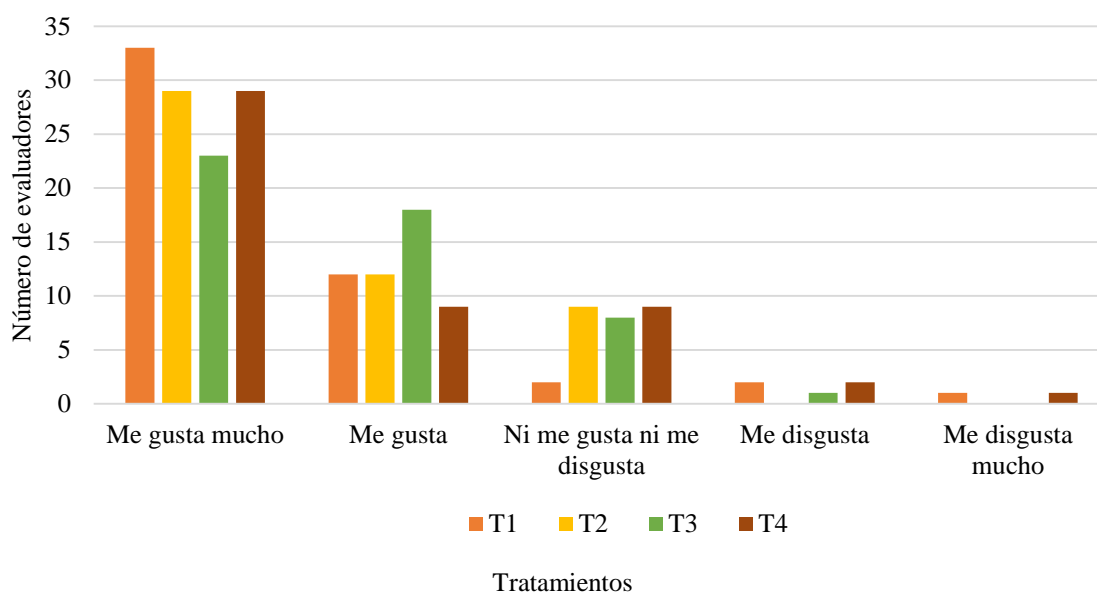


Figura 17. Resultado del nivel de aceptación del atributo sabor en el pan común con adición de guandul

En la figura 17, se estima para el atributo sabor del pan el T1 fue aceptado por parte de 33 evaluadores de (Me gusta mucho) que en la escala equivale a 5 lo que representa el 66 %, seguido por los tratamientos T2 y T4 que obtuvieron una aceptación por parte de 29 evaluadores, representado un porcentaje similar de 58 % y el T3 por 23 evaluadores lo que equivale a 46 %. Respecto a la escala 4 equivalente a (Me gusta) el T3 optaron 18 evaluadores lo que representa el 36 %, seguido de los tratamientos T1 y T2 eligieron 12 evaluadores representado un porcentaje similar del 24 % para el T4 prefirieron 9 evaluadores lo que representa el 18 %. De igual manera, para la escala 3 equivalente a (Ni me gusta ni me disgusta), los 4 tratamientos tienen una aceptación menor al 18 %. En cuanto a la escala 2 equivalente a (Me disgusta) los tratamientos T1, T3 y T4 tienen una aceptación menor al 4 % por parte de los evaluadores. Por último, para la escala 1 equivalente a (Me disgusta mucho), para los tratamientos T1 y T4 tienen una aceptación menor con un porcentaje similar del 2%. Es decir, que los porcentajes de sustitución de la harina de guandul no influyen en el sabor tanto para el T1 como para el T4 les agrada a más de la mitad del grupo de catadores.

4.1.3.4. Análisis sensorial del atributo textura en el pan común

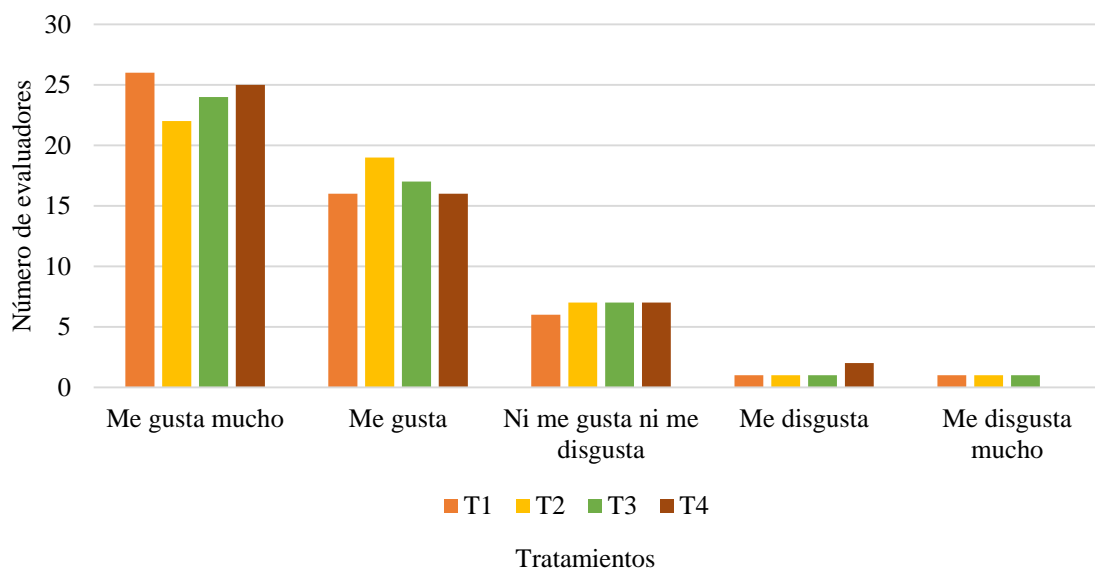


Figura 18. Resultado del nivel de aceptación del atributo textura en el pan común con adición de guandul

En la figura 18, se aprecia que en la escala 5 equivalente a (Me gusta mucho), 26 evaluadores optaron por el T1, lo que representa el 52 % de los catadores evaluados, de igual manera, para el T4 obtuvo una aceptación por 25 evaluadores, lo que equivale al 50 %, para los tratamientos T3 y T2 prefirieron 24 evaluadores y 22 evaluadores, lo que representa el 48 % y 44 %, respectivamente. De igual manera, para la escala 4 equivalente a (Me gusta) el T2 obtuvo una aceptación por 19 evaluadores, lo que representa al 38 % mientras que para el T3 eligieron 17 evaluadores lo que representa el 34 % , para los tratamientos T1 y T4 obtuvo una similar aceptación con 16 evaluadores lo que representa el 32 % para los dos tratamientos. Por otro lado, para la escala 3 equivalente a (Ni me gusta ni me disgusta), los cuatro tratamientos tienen una aceptación menor al 14 %. Así mismo, para la escala 2 equivalente a (Me disgusta), los cuatro tratamientos tienen una aceptación menor al 4 %. Por último, para la escala 1 equivalente a (Me disgusta mucho), para los tratamientos T1, T2 y T3 obtuvieron una aceptación menor al 2 %, es decir, que los porcentajes de sustitución de la harina de guandul no influye en la textura tanto para el T1 como para el T4 les agrada a más de la mitad del grupo de catadores.

4.1.3.5. Análisis sensorial del atributo apariencia en el pan común

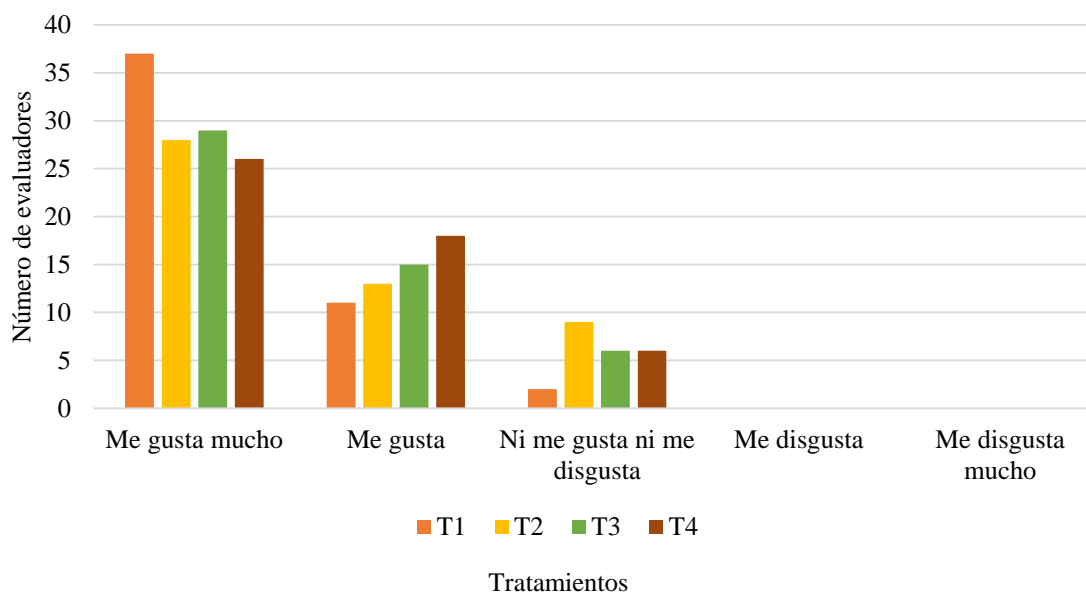


Figura 19. Resultado de nivel de aceptación del atributo apariencia en el pan común con adición de guandul

En la figura 19, se observó que para el atributo apariencia, el T1 obtuvo mayor aceptación con 37 evaluadores, representando el 74% del panel de catadores, en la escala 5 (Me gusta mucho) seguido del T3 que optaron 29 evaluadores representando el 58 %, el T2 prefirieron 28 evaluadores y el T4 eligieron 26 evaluadores lo que representa el 52 %. Por otro lado, para escala 4 (Me gusta) el T4 eligieron 18 evaluadores lo que representa el 36 %, seguido de los tratamientos T3, T2 y T1 que eligieron 15, 13 y 11 evaluadores lo que representa el 30 %, 26 % y 22 % respectivamente. Mientras que, para la escala 3 equivalente a (Ni me gusta ni me disgusta) todos los tratamientos obtuvieron una aceptación menor al 18 %. Es decir, que los niveles de sustitución de harina de guandul en la apariencia no influyen al ser aceptado el T1 como el T4 por más de la mitad del grupo de catadores.

4.1.3.6. Análisis sensorial del grado de aceptación general del pan común

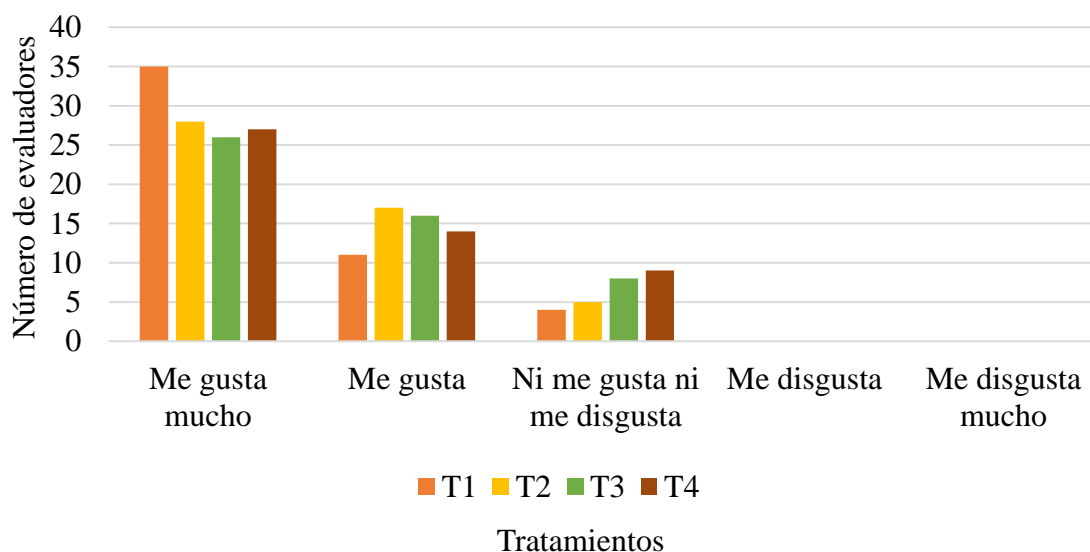


Figura 20. Resultado del nivel de aceptación general del pan común con adición de guandul

Como se muestra en la figura 20, el grupo de evaluadores manifestaron que para los tratamientos T1 y T2 obtuvieron mayor aceptación por 35 evaluadores y 28 evaluadores, representando el 70 % y 56 % del panel de catadores, mientras que para los tratamientos T4 y T3 optaron 27 y 26 evaluadores lo que representa el 54 % y 52 % en la escala 5 (Me gusta mucho). Con respecto a la escala 4 (Me gusta), los tratamientos T2 y el T3 prefirieron 17 y 16 evaluadores lo que representa el 34 % y 32 % y para los tratamientos T4 y T1 eligieron 14 y 11 evaluadores que representa 28 % y 22 %. Por otra parte, para la escala 3 (Ni me gusta ni me disgusta) los cuatro tratamientos obtuvieron una aceptación menor al 18 %. Es decir, que no influyen los diferentes porcentajes de sustitución de harina de guandul en la aceptación general al ser aceptado el T1 como el T4 por más de la mitad del grupo de catadores.

4.1.4. Análisis de varianza para el análisis sensorial

Para el procesamiento estadístico de los resultados obtenidos a través de la evaluación sensorial, se utilizó ANOVA de un solo factor para color, olor, sabor, textura, apariencia vs. Tratamiento, en donde se observa para cada atributo análisis de varianza, medias y se aplicaron pruebas de significancia Tukey al 5 %, de igual manera, para la aceptación general. (Ver anexo 8)

Los resultados obtenidos del análisis sensorial con su respectiva desviación estándar se indican en la tabla 14.

Tabla 14. Análisis sensorial de pan común

Trat.	Factor					
	Color	Olor	Sabor	Textura	Apariencia	Acept. general
T1	4,660±0,592a	4,420±0,641a	4,480±0,909a	4,300±0,909a	4,700±0,544a	4,620±0,635a
T2	4,360±0,631ab	4,380±0,666a	4,400±0,782a	4,200±0,904a	4,380±0,780a	4,460±0,676a
T3	4,340±0,823ab	4,240±0,797a	4,260±0,803a	4,240±0,916a	4,380±0,780a	4,460±0,676a
T4	4,240±0,870b	4,060±1,058a	4,260±1,026a	4,280±0,858a	4,400±0,699a	4,360±0,776a

Nota: Medias obtenidas estadísticamente en la evaluación sensorial, considerando \pm la desviación estándar.

a: Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

b: Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ab: Las medias que comparten una letra no son significativamente diferentes.

*Nivel de significancia 0,05

En base a los p calculados (anexo 8) en cada atributo, cuyos valores se observan en la tabla 14, para el color se evidenció que este atributo si difiere significativamente entre los porcentajes de sustitución al no compartir el mismo rango estadístico. En cuanto al olor se pudo evidenciar que entre los porcentajes de sustitución no hay diferencias significativas al compartir el mismo rango estadístico (a). Respecto al sabor, no presentaron diferencias significativas entre los porcentajes de sustitución al compartir el mismo rango (a). Con relación a la textura, no se evidenció diferencias significativas entre los porcentajes de sustitución al compartir el mismo rango (a). De igual manera, para el atributo apariencia no existe diferencias significativas entre los porcentajes de sustitución al compartir el mismo rango (a).

Para el atributo color el T1 presentó una media mayor de 4,660 seguido del T2 con un valor de 4,360, mientras que los tratamientos T3 y T4 con una media de 4,340 y 4,240 respectivamente. En el atributo olor el T1 obtuvo una media mayor de 4,420 y para el T2 con un valor de 4,380 mientras que el T3 presentó un valor de 4,240 y el T4 un valor de 4,060. En cuanto al atributo sabor, los tratamientos T1 y T2 presentaron una valoración más alta de 4,480 y 4,400 respectivamente, sin embargo, los tratamientos T3 y T4 obtuvieron una media similar de 4,260. Mientras que para el atributo textura, el T1 presentó una media mayor de 4,300 y el T4 una media mayor de 4,280 mientras tanto, los tratamientos T3 y T2 presentaron un valor de 4,240 y 4,200 respectivamente. Por último, los tratamientos T1 y T3 obtuvieron una media mayor de 4,700 y 4,460 respectivamente mientras que el T4 presentó un valor de 4,400 y el T2 un valor de 4,380. Cabe destacar que en base a las medias calculadas se determinaron los dos mejores tratamientos que fue el T1 (10 % de harina de guandul y 90 % de harina de trigo) que obtuvo una media mayor de 4,620 seguido del T2 (20 % de harina de guandul y 80 % de harina de trigo) con una media de 4,460. Con relación al T3 (30 % de harina de guandul y 70 % de harina de trigo) y T4 (40 % de harina de guandul y 60 % de harina de trigo) que presentaron una media

similar de 4,360 cuyos valores se detallan en la tabla 14. Por lo tanto, no hay diferencias significativas entre los porcentajes de sustitución al compartir el mismo rango (a).

4.1.5. Caracterización fisicoquímica del pan común

En la tabla 15 se indican los resultados obtenidos en la caracterización fisicoquímica de los mejores tratamientos de pan común T1 y T2 obtenidos mediante evaluación sensorial.

Tabla 15. Análisis fisicoquímicos de los mejores tratamientos de pan común T1 y T2

Parámetro	T1	T2
Humedad (%)	21,89	18,51
Cenizas (%)	0,89	1,18
pH	6,00	6,08

Se observa que el porcentaje de humedad del T1 fue de 21,89 %, cenizas 0,89 % y pH de 6,00. Mientras que, para el T2 el porcentaje de humedad fue de 18,51 %, cenizas 1,18 % y pH 6,08.

4.2. DISCUSIÓN

4.2.1. Caracterización fisicoquímica de la harina de guandul

En cuanto a las propiedades fisicoquímicas obtenidas para la harina de guandul (*Cajanus cajan*), se puede afirmar que el contenido de humedad en este estudio fue 9,74 % cuyo valor es superior al reportado en esta investigación 10,3 % por García et al. (citado en López, 2019) sin embargo, dicho porcentaje se encuentran por debajo del valor máximo 12 % recomendado por Higuera y Miquilena (2012) y estos investigadores Cabrera, Fuenmayor y García (2020) obtuvieron un valor de 12,1 % con el fin de evitar en las harinas leguminosas daños por microorganismos proporcionando alta estabilidad durante el almacenamiento hasta su posterior uso y de los componentes nutricionales como: proteína y fibra. Además, al compararlo con aquel que indica la norma INEN 616 (2015) en relación a la humedad se obtuvo un mejor resultado, con valor inferior al máximo de humedad de 14,5 % establecido para la harina de trigo. En otro estudio realizado por Akubor (2017) el gandul fue procesado utilizando diferentes métodos de procesamiento para obtener harina de gandul cruda, tostada, hervida, germinada y fermentada en donde se obtuvieron humedades de 10,5 %, 9,0 %, 11 %, 10,9 % y 10,7 % respectivamente cuyos valores fueron superiores al reportado en esta investigación sin embargo, la harina de guandul tostada tuvo un valor inferior así mismo, para la harina de guandul cruda obtuvo un valor inferior de 7,20 % reportado por López (2019). Cabe mencionar que para la obtención de la harina de guandul los granos no fueron sometidos a ningún tratamiento térmico

como el proceso de cocción para evitar que disminuya el porcentaje de humedad y no generar cambios a causa de la desnaturalización de las proteínas. En comparación con otras leguminosas, el contenido de humedad de la harina de frijol blanco (*Phaseolus Lunatus* L) cuyos granos fueron sometidos a un proceso de cocción tuvo un valor de 6,6 %, evidenciándose una disminución por este tratamiento que genera cambios en la estructura, textura y capacidad de retención de agua, causada por desnaturalización de las proteínas, también puede haber una disminución del contenido de humedad por el proceso de la deshidratación osmótica de acuerdo a estos autores Ballestas, Cabrera, Campo y García (2019).

De igual manera, el contenido de cenizas obtenido fue de 3,47 % valor similar al reportado por García et al. (citado en López, 2019) tuvo un 3,8 % y por López (2019) con un contenido de cenizas de 3,86 % en su investigación. En otro estudio realizado por Akubor (2017) para la harina de gandul cruda, tostada, hervida, germinada y fermentada tuvieron un contenido de cenizas de 2 %, 3,8 % , 1,5 %, 1,7 % y 1,8 % respectivamente cuyos valores fueron inferiores excepto el contenido de cenizas de la harina tostada que reportó un valor aceptable al reportado en esta investigación. Y en otro estudio realizado por Cabrera, Fuenmayor y García (2020) obtuvieron un contenido de 3,32 % presentando un valor adecuado a otros reportados por harinas de diferentes variedades de leguminosas que oscilan entre 2,9 % - 5,2 %, sin embargo, al ser sometidos los granos a un proceso de cocción como la harina de frijol blanco (*Phaseolus Lunatus* L) obtuvo el menor contenido de ceniza cuyo valor de 2,9 %, este comportamiento que experimentó la harina existe una pérdida de minerales por lixiviación que ocurre en dicho proceso afirman estos autores Ballestas, Cabrera, Campo y García (2019).

4.2.2. Análisis microbiológico de los mejores tratamientos de pan común

En lo que se refiere al análisis microbiológico de los mejores tratamientos más aceptados por los catadores se obtuvo como resultado al día 0 para el T1 reportó una concentración de <10 UFC/g de mohos y levaduras, de igual manera, para el T2 indica una concentración de <10 UFC/g de mohos y levaduras, cuyos valores se encuentran dentro de los parámetros microbiológicos establecidos por la Norma Mexicana NMX-F-442-1983 el rango máximo es de 50 UFC/g, debido a que no existe en la norma ecuatoriana para pan, cabe destacar que la temperatura del horno fue suficiente para eliminar los microorganismos presentes en la materia prima utilizada también, se evidencia que se aplicó correctamente las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) desde la recepción de la materia prima, la elaboración hasta su consumo

final garantizando su seguridad. Es importante realizar este análisis para evitar deterioro de la calidad del producto y demostrar que está apto para el consumo (Fierro, 2017).

4.2.3. Análisis sensorial

Con respecto a la evaluación sensorial realizada se compara con otras investigaciones que elaboraron pan a base de la materia prima guandul que se procesó en harina usando diferentes métodos de procesamiento (remojada, germinada y tostada) por Olanipekun, Abioye, Oyelade y Osemobor (2018) de igual manera, por Akubor (2017) se procesó (cruda, tostada, hervida, germinada y fermentada) determinando que en los atributos sensoriales evaluados como el color del pan obtuvo medias de 4,660 , 4,360, 4,340 y 4,240 mostrándose una tendencia decreciente a medida que se aumentaba el porcentaje de sustitución de harina de guandul, estos resultados se corrobora con estos autores Olanipekun et al. (2018) obtuvo medias de 4,90, 4,20, 3,60 y 3,55 indicándose una tendencia decreciente a medida que aumentaba el porcentaje de sustitución de harina de guandul. Influye de manera negativa debido a que el color no fue uniforme presentaron un color marrón oscuro es por ello que los tratamientos T3 y T4 obtuvieron una aceptación menor, es decir, durante la etapa de cocción del pan se asoció con la reacción de Maillard y de caramelización que produce compuestos que afectaron al color así mismo, menciona Olanipekun et al. (2018) a medida que el aminoácido reacciona con los azúcares reductores, da lugar a la reacción de Maillard, lo que resulta un nivel de calidad reductor para el color del pan y de acuerdo con Akubor (2017) el pan que contenía harina de guandul tostada, fermentada y hervida afectó negativamente al color sin embargo, el pan que contenía harina de guandul cruda no afectó la aceptabilidad del color que fue marrón claro uniforme, sin quemaduras cuyas características coincide con los tratamientos T1 y T2 que obtuvieron una aceptación mayor en este atributo que se observó un color uniforme. Además, según (Quitral, y otros, 2017) el color fue una característica muy importante en los productos horneados, debido a que contribuyó a definir la preferencia de los consumidores. El color depende de las características fisicoquímicas de la masa como (contenido de agua, pH, azúcares reductores y aminoácidos) y las condiciones de proceso que se aplicaron (temperatura, humedad relativa y transferencia térmica). Cabe destacar que las reacciones químicas que provocan el color característico de los alimentos horneados corresponden al pardeamiento no enzimático.

Respecto al atributo olor obtuvo medias de 4,420, 4,380, 4,240 y 4,060 mostrándose una tendencia decreciente a medida que se aumentaba el porcentaje de sustitución de harina de guandul resultado que se corrobora con Olanipekun et al. (2018) que indicó para el olor medias

de 4,45, 4,00, 3,00 y 3,50 obteniendo una tendencia decreciente a medida que aumentaba el porcentaje de sustitución. Los panes de los 4 tratamientos presentaron un olor característico de un producto fresco, bien cocido, agradable, exento de rancidez y olor a pan tostado en vista de esto durante la etapa de amasado, se crearon gracias a la actividad enzimática y de un adecuado periodo de fermentación de la masa que originaron de igual manera, aromas en la miga. Según Akubor (2017) no influye negativamente siendo este atributo determinante en la aceptación por parte de los consumidores y de acuerdo con (Quitral, y otros, 2017) los panes presentaron un olor característico que aparecen olores a tostado, malta y caramelo, muchos de los compuestos aromáticos que influyeron en el olor pueden ser aldehídos, alcoholes, cetonas, ácidos entre otros que aparecen en las diferentes etapas de la elaboración del pan.

En cuanto al atributo sabor obtuvo medias de 4,480, 4,400, 4,260 y 4,260 mostrándose una tendencia decreciente a medida que se aumentaba el porcentaje de sustitución de harina de guandul resultado que se corrobora con Olanipekun et al. (2018) para el olor obtuvo medias de 4,20, 3,65, 3,30 y 3,55 obteniéndose una tendencia decreciente a medida que aumentaba el porcentaje de sustitución de harina de guandul. Según Akubor (2017) utilizando harina de guandul germinada no influye antes la germinación modificó la estructura de las semillas de guandul por medio de la hidrólisis del almidón que generó sabor; los evaluadores en esta investigación al momento de consumir las muestras de pan no manifestaron en las observaciones ningún grado de insatisfacción debido a que el sabor de los panes no fue amargo o ácido por lo que se puede afirmar que para la elaboración de los panes se realizó un manejo adecuado de cocción y horneado. De acuerdo con (Quitral, y otros, 2017) las reacciones de pardeamiento no enzimático contribuyó en el sabor de los alimentos horneados como consecuencia de este proceso surgieron un sinnúmero de moléculas orgánicas como alcoholes, aldehídos y la prolina siendo este aminoácido el que participa en la reacción Maillard desarrollando el sabor típico del pan horneado. Por el contrario, (Cabrera, Fuenmayor, & García, 2020) afirman que generó un grado de insatisfacción al momento de consumir el pan por lo cual se asoció con el grado de cocción y horneado de las mezclas, presentando los atributos sabor y aroma mayor nivel de concentración. De igual manera, según Akubor (2017) para los panes con harina de guandul tostada se asoció con la cocción de la masa afectan negativamente al sabor y los panes con harina de guandul cruda, hervida y fermentada afectaron la aceptabilidad para el sabor.

Mientras que, para la textura se obtuvo medias de 4,300, 4,200, 4,240 y 4,280 mostrándose una tendencia decreciente a medida que aumentaban los porcentajes de sustitución de harina de guandul resultado que se corrobora con Olanipekun et al. (2018) para el atributo textura obtuvo medias de 4,75, 4,65, 3,75 y 3,55 indicándose una tendencia decreciente a medida que aumentaban los niveles de sustitución. Además, estos autores afirman que los panes con harina de guandul germinada tuvo una textura muy dura debido a la dilución del gluten en el trigo así mismo, Akubor (2017) para los panes con harina de guandul cruda, hervida, tostada y fermentada afectó negativamente a la textura pero los panes con harina de guandul de esta investigación no influye para el atributo textura debido a que no fue excesivamente dura, debiendo quebrarse y crujir ligeramente siendo este atributo un factor determinante en la calidad sensorial del pan. De igual forma, según Akubor (2017) usando harina de guandul germinada, la germinación modificó las semillas por medio de la hidrólisis del almidón dándole una buena textura al pan. Y de acuerdo con (Manjarrez, 2013) la textura juega un papel importante en la aceptación global del producto, debido a que los consumidores esperan una determinada textura; si el producto no cumple con estas expectativas puede experimentarse una decepción. Por lo que se enfatiza que la textura, se considera, uno de los criterios importantes utilizados por los consumidores para evaluar la frescura y calidad de los alimentos.

Para el atributo apariencia se obtuvo medias de 4,700, 4,380, 4,380 y 4,400 por lo que no se obtuvo una tendencia decreciente a medida que se aumentaba el porcentaje de sustitución de harina de guandul por el contrario Olanipekun et al. (2018) para la apariencia se obtuvo medias de 4,45, 4,15, 4,00 y 3,50 que mostró una tendencia decreciente a medida que aumentaba el porcentaje de sustitución de harina de guandul. No influye de manera negativa puesto que para el color de la miga va desde blanco crema hasta marrón claro esto se debe a que no afecta el tipo de harina empleada en la elaboración de pan, la miga fue suave al tacto, no fue pegajosa ni seca; los alvéolos fueron finos, uniformes en tamaño debido a que la cantidad de levadura fue exacta por lo que no requirió aumentar o disminuir la dosis así mismo, el tiempo de fermentación que da lugar a alvéolos más abiertos y de acuerdo con (Manjarrez, 2013) dice que la apariencia es una característica que se limita normalmente al tamaño, número y distribución de los alvéolos en la miga, la misma que debe poseer una estructura similar a un panal de abejas fina, suave y elástica, pero no seca y pegajosa; es importante recalcar que cada tipo de pan tiene sus propios requisitos sobre la estructura alveolar de la miga y, por tanto no hay un solo estándar que pueda aplicarse, aunque para mantener una fina estructura alveolar en el pan es necesario reducir la dosis de levadura, minimiza la producción de gas durante la fase de fermentación; sin

embargo disminuir la dosis requiere un aumento en el tiempo de fermentación con el objeto de mantener el volumen del producto, pero si son excesivos dichos tiempos también pueden dar lugar a unos alvéolos más abiertos.

Por último, la aceptación general se obtuvo medias de 4,620, 4,460, 4,460 y 4,360 indicándose una tendencia decreciente a medida que se aumentaba el porcentaje de sustitución de harina de guandul cuyo resultado coincide con Olanipekun et al. (2018) que obtuvo medias de 4,85, 4,55, 3,60 y 3,40 se obtuvo una tendencia decreciente con el aumento de los niveles de sustitución de la harina de guandul. Según Olanipekun et al. (2018) menciona que afectó la aceptabilidad general del pan y de acuerdo a Akubor (2017) los panes con harina de gandul hervida, tostada, fermentada y cruda afectó negativamente la aceptación general de los panes mientras que los panes con harina de guandul germinada no afectó negativamente en la aceptación general así mismo en esta investigación los panes con harina de guandul no afectó negativamente debido a que no se indica ninguna observación por parte de los catadores a nivel general del producto.

Por otra parte, los resultados sensoriales obtenidos en esta investigación mostró que el nivel de sustitución al 10 % con harina de guandul tuvieron la calificación más alta en todos los atributos evaluados y aceptación general, de acuerdo a Olanipekun et al. (2018) cuyos resultados indicaron que los niveles de sustitución al 10 % con harina de gandul remojada y tostada dieron la calificación más alta en todos sus atributos y aceptación general. De igual manera, según Akubor (2017) utilizó el 10 % de sustitución de harina de gandul germinada obteniendo la calificación más alta en todos los atributos y en la aceptación general.

Por otro lado, se realiza la comparación con Martínez (2020) quien en su investigación reporta que el tratamiento con el 20 % de harina de guandul obtuvo la mayor preferencia en cuanto a los atributos color, olor, sabor y textura por el contrario para el tratamiento con el 10 % de harina de guandul obtuvo la menor preferencia. Los resultados obtenidos por este autor reflejan ser opuestos a los obtenidos en la investigación, debido a que el tratamiento con el 10 % de harina de guandul obtuvo la mayor preferencia en los atributos evaluados, seguido del tratamiento con el 20 % de sustitución. Analizando estadísticamente con los resultados obtenidos por Martínez (2020) para el tratamiento con el 20 % de harina de guandul en el atributo color obtuvo una media (4,4), en cuanto al atributo olor presentó una media de (4,4), en el atributo sabor tuvo una media de (4,5), respecto al atributo textura obtuvo una media de (4,3) mientras que para el tratamiento con el 10 % de sustitución en esta investigación se obtuvo para el atributo color una media mayor de (4,660), respecto al atributo olor presentó una media

similar de (4,4), en cuanto al atributo sabor tuvo una media mayor de (4,480), y para el atributo textura se evidenció una media similar de (4,300). De igual forma, para el tratamiento con 10 % de sustitución obtenido por el mismo autor para el atributo color tuvo una media de (3,7), en el atributo olor presentó una media de (2,5), en cuanto al atributo sabor tuvo una media de (3,0) y para la textura una media de (3,1) mientras que para el tratamiento con 20 % de sustitución en esta investigación para el atributo color presento una media mayor (4,360), en cuanto al atributo olor obtuvo una media mayor de (4,380), respecto al atributo sabor presentó una media mayor de (4,400) y para el atributo textura tuvo una media mayor de (4,200).

4.2.4. Análisis fisicoquímico de los mejores tratamientos de pan común

En cuanto a la caracterización fisicoquímica de los mejores tratamientos de pan común T1 (10 % de sustitución) y T2 (20 % de sustitución), presentaron un porcentaje de humedad de 21,89 % y 18,51 % respectivamente, el Instituto Ecuatoriano de Normalización 2945 (INEN, 2016), indica que la humedad para el pan común el máximo debe ser de 45,0 por ende el contenido de humedad del pan está dentro de los parámetros establecidos debido a que no causó el endurecimiento del pan ocasionado por la migración de la humedad de la miga a la corteza pero si sobrepasa este porcentaje será el medio más idóneo para la aparición de mohos y el endurecimiento en los panes. También, se comparó con un estudio realizado por Olanipekun et al. (2018) con el 10 % y 20 % de sustitución de harina de gandul germinada, remojada y tostada obtuvo panes con una humedad de 31,67 % y 34,00 %; 30,73 % y 32,67 %; 32,30 % y 32,67 % respectivamente valores que están por encima de los obtenidos. Además, se realiza la comparación con Akubor (2017) que elaboró panes con harina de gandul cruda, hervida y fermentada con el 10 % de sustitución cuyos resultados para la humedad fueron de 17 %, 18 % y 15,5 % valores que está por debajo del resultado reportado en esta investigación, es decir, a medida que va disminuyendo el porcentaje de humedad favorece al endurecimiento en los panes que dicho efecto se debe a la retrogradación. Por otro lado, Nazate (2019) afirma que con el uso de harinas de leguminosas como el garbanzo obtuvo un pan con una humedad del 36,84 % cuyo resultado se debe a que las materias primas son ricas en fibra y proteína favoreciendo el aumento de absorción de agua.

En el análisis de cenizas para el T1 fue 0,89 % y para el T2 fue de 1,18 % estos valores están por debajo es decir, representan un bajo contenido total de minerales en comparación con los panes de harina de gandul germinada, remojada y tostada al 10 % y 20 % indica más contenido de cenizas de 3,57 % y 3,73 %; 3,50 % y 3,63 %; 3,50 % y 3,63 % respectivamente de acuerdo

a estos autores Olanipekun et al. (2018). De igual forma, se comparó con Akubor (2017) un pan con el 10 % de adición de harina de gandul cruda, hervida y fermentada existe más contenido de cenizas de 3,1 %, 2,4 % y 3,2 % respectivamente. También se comparó con un pan 100 % harina de trigo obtuvo un porcentaje de 2,01 % además, con adición de harina de garbanzo siendo este grano otro tipo de leguminosa el contenido de cenizas en el pan fue 2,35 % todos estos valores están por debajo del 5 % del contenido de minerales Nazate (2019).

Por último, el pH de los mejores tratamientos fueron: para el T1 de 6,00 con relación al T2 de 6,08 cuyos valores son óptimos para el proceso de panificación y se encuentran dentro de los rangos establecidos entre 4,3 y 7,0 de pH para pan común de acuerdo a la normativa legal vigente NTE INEN 2945 (INEN, 2016). Por otro lado, Según Akubor (2017) se determina valores entre 5,00 y 6,00 debido a que se tuvo mayor desarrollo en la fermentación la pieza de pan formada pero de acuerdo a Cerón (2018) si existe un ligero incremento en el pH, podría deberse al proceso normal de envejecimiento del pan que consiste principalmente en la recristalización de las cadenas de almidón a medida que avanza el tiempo.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

Se formularon 4 tratamientos de pan común, tomando como referencia dos investigaciones realizadas con la sustitución de harina de guandul en la elaboración de pan, utilizando porcentajes de 10 %, 20 % además, se generó el 30 % y 40 %.

Los parámetros de proceso en la elaboración de pan común con harina de guandul fueron: para el amasado en máquina (5 minutos); horneado (140 °C durante 15-20 minutos) y enfriamiento (30 minutos a temperatura ambiente).

En el análisis organoléptico realizado mediante el análisis de varianza se determinó que los 4 tratamientos no se encontraron diferencias estadísticamente significativas en los atributos como olor, sabor, textura, apariencia y aceptación general, sin embargo, existe diferencia estadísticamente significativa para el atributo color.

La sustitución parcial de harina de trigo por harina de guandul hasta en un 20 % fue aceptable para la elaboración de pan común presentando mejor respuesta en la degustación por parte de los catadores.

Se demostró que la utilización de harina de guandul como sustituto parcial de harina de trigo influye en las características sensoriales y fisicoquímicas en la elaboración de pan común por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula.

5.2. RECOMENDACIONES

Realizar análisis en el contenido del gluten del pan, frente al contenido de un pan con gluten, para determinar que la mezcla si logró bajar el contenido de gluten en el pan.

Realizar un estudio reológico completo sobre los tratamientos, a través de la elaboración de alveogramas, extensogramas y farinogramas para determinar la calidad de las masas.

Realizar análisis del contenido de fibra en el producto debido a que la harina de guandul contiene altas cantidades de fibra en comparación con otras leguminosas.

Se recomienda investigar sobre harinas provenientes de leguminosas debido a la escasa información y su utilización en diferentes productos de panadería.

IV. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Akubor, P. (2017). Effect of processing treatments on the quality of bread supplemented with pigeon pea seed flour. *Asian Journal of Advances in Agricultural Research*, 2(2), 1-9. doi: 10.9734/AJAAR/2017/35646
- Albán, D. (2019). *Guía de Capacitación del Experto Panadero*. Quito: Danec.
- Alvarado, H., Cortez, L., Mariscal, W., Luna, Z., & Silva, C. (2018). Elaboración de pan con harina de trigo, enriquecido con harina de soya y fibra soluble para mejorar su valor nutritivo. *Polo del Conocimiento*, 3(5), 18-30. doi: 10.23857/pc.v3i5.476
- Álvarez, Z., & Tusa, E. (2009). *Elaboración de pan dulce precocido enriquecido con harina de quinua (chenopodium quinoa w.)* (tesis de pregrado). Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador.
- Araneda, M. (2020, 8 de agosto). Cereales y derivados. *Edualimentaria*. Obtenido de: <https://www.edualimentaria.com/cereales-y-derivados-composicion-y-propiedades>
- Ballestas, J., Cabrera, D., Campo, M., & García, Y. (2019). Efecto de diferentes tratamientos térmicos sobre las propiedades tecfuncionales de la harina de frijol blanco (*Phaseolus lunatus L.*) y la determinación de su potencial uso agroalimentario. *INGE CUC*, 15(2), 132-142. doi: 10.17981/ingecuc.15.2.2019.13
- Barrionuevo, G. (2015, 15 de noviembre). Manual de Panadería Técnica 2015. *DL-MANUAL*. Obtenido de: <https://dl-manual.com/doc/manual-de-panaderia-tecnica-2015docx-3zg2pr8pwgog>
- Borja, J. (2017). *Diseño de un sistema de costeo para el proceso de producción y comercialización del fréjol guandul y el procesamiento de harina guandul en el Valle del Chota, comunidad de Piquiucho* (tesis de pregrado). Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador.
- Bustos, D. (2015). *Estudio de la sustitución parcial de la harina de trigo por harina de amaranto crudo y cocido en la elaboración de pan* (tesis de pregrado). Universidad Tecnológica Equinoccial, Quito, Ecuador.
- Cabrera, D., Fuenmayor, C., & García, Y. (2020). Obtención y caracterización de harinas compuestas de Cucurbita moschata D. y Cajanus cajan L. como fuentes alternativas de proteína y vitamina A. *Acta Agronómica*, 69(2), 89-96. doi: <https://doi.org/10.15446/acag.v69n2.80412>
- Callejo, M. (2016). *Atributos sensoriales del pan, la importancia de la cata*. Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, España. Obtenido de: [https://elpanaderoerrante.wordpress.com/2016/01/29/atributos-sensoriales-del-pan-la-importancia-de-la-cata/#:~:text=En%20general%2C%20los%20atributos%20sensoriales,y%20flavor%20\(Kihlberg%202004\).&text=En%20este%20grupo%20se%20encuentran,alveolos%2C%20su%2](https://elpanaderoerrante.wordpress.com/2016/01/29/atributos-sensoriales-del-pan-la-importancia-de-la-cata/#:~:text=En%20general%2C%20los%20atributos%20sensoriales,y%20flavor%20(Kihlberg%202004).&text=En%20este%20grupo%20se%20encuentran,alveolos%2C%20su%2)

- Campoverde, N., & Salazar, G. (2018). *Estudio y plan de difusión del fréjol gandul (Cajanus cajan) y sus propuestas en aplicaciones* (tesis de postgrado). Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador.
- Castillo, C., Narváez, W., & Hahn, C. (2016). Agro morfología y usos del *Cajanus cajan* L. Millsp. (fabaceae). *Boletín Científico Centro de Museos Museo de Historia Natural*, 20 (1), 52-62. doi:10.17151/bccm
- Cerón, J. (2018). *Determinación de la vida útil del pan*. (tesis de pregrado). Universidad Tecnológica Equinoccinal, Quito, Ecuador.
- Costales, V. (2019, 14 de noviembre). La industria panificadora se halla en crecimiento. *Líderes*. Obtenido de: <https://www.revistalideres.ec/lideres/industria-panificadora-crecimiento-ecuador-produccion.html>
- Cusanguá, K. (2019). *Sustitución parcial de harina de trigo (Triticum) por harina precocida de Oca (Oxalis tuberosa) para la elaboración de pan blanco* (tesis de pregrado). Universidad Politécnica Estatal del Carchi, Tulcán, Ecuador.
- Espinosa, F. (2018, 21 de marzo). El poder del trigo. *El Poder del Consumidor*. Obtenido de: <https://elpoderdelconsumidor.org/2018/03/el-poder-de-el-trigo/>
- Espinoza, M. (2017). Desaprovechamiento del potencial forrajero y nutricional de las leguminosas. Escuela Internacional de Agricultura y Ganadería. Obtenido de: <https://studylib.es/doc/733995/una-caracter%C3%ADsticas-de-las-leguminosas-como-tal-es-que>
- Estupiñan, B. (2017). *Sustitución parcial de harina de trigo por harina de quinua (Chenopodium quinoa Willd) para elaboración de pan de molde* (tesis de pregrado). Universidad Técnica de Machala, Machala, Ecuador.
- Fierro, H. (2017). *Estudio de la vida útil del pan de molde blanco* (tesis de pregrado). Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil, Ecuador.
- Flecha, M. (2015). *Procesos y técnicas de panificación*. Obtenido de: https://sistemamid.com/panel/uploads/biblioteca/2017-05-26_11-46-57140882.pdf
- Galarza, I., Falcón, S., & Naranjo, M. (2016). Gastronomía, historia y cultura afrodescendiente de las comunidades Chota y Salinas en Imbabura, Ecuador. *ECOS DE LA ACADEMIA*, 2(4), 44-51. Obtenido de: <http://revistasojs.utn.edu.ec/index.php/ecosacademia/article/view/84/80>
- García, J., Mina, J., Torres, F., Burbano, M., & Yambay, W. (2017). *EVALUACIÓN SENSORIAL Y METODOLOGÍAS PARA SU ANÁLISIS*. Tulcán: Universidad Politécnica Estatal del Carchi.
- Gaviria, E., Benítez, R., Lenis, L., & Hoyos, J. (2015). Optimización de la hidrólisis enzimática de proteínas presentes en semillas de guandul (*Cajanus cajan*). *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 13(2), 114-122. Obtenido de: http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S1692-35612015000200013&script=sci_abstract&tlng=es

- Guizado, A. (2019). *Evaluación del efecto de la combinación de sustancias conservadoras y suavizantes de miga para extender la vida útil en pan blanco* (tesis de pregrado). Universidad Central del Ecuador, Quito, Ecuador.
- Higuera, A., & Miquilena, E. (2012). Evaluación del contenido de proteína, minerales y perfil de aminoácidos en harinas de *Cajanus cajan*, *Vigna unguiculata* y *Vigna radiata* para su uso en la alimentación humana. *UDO Agrícola*, 12(3), 730-740. Obtenido de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4690191>
- INEN 0095. (1979). *Pan común. Requisitos*. Quito: Instituto Ecuatoriano de Normalización. Obtenido de: <https://archive.org/details/ec.nte.0095.1979>
- INEN 616. (2006). *Harina de trigo. Requisitos*. Quito: Studylib. Obtenido de: <https://studylib.es/doc/5531663/nte-inen-0616--harina-de-trigo.-requisitos>
- INEN 616. (2015). *Harina de trigo. Requisitos*. Quito: Instituto Ecuatoriano de Normalización. Obtenido de: <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte-inen-616-4.pdf?fbclid=IwAR2BImrZvn2TXah1TFNrh53QP5ftCPDjE9-o1biuCHCWX3Jr3-2sbrInUR4>
- INEN 2945. (2016). *Pan. Requisitos*. Quito: Instituto Ecuatoriano de Normalización. Obtenido de: http://181.112.149.204/buzon/normas/nte_inen_2945.pdf
- Juárez, Z., Bárcenas, M., & Hernández, L. (2017). El grano de trigo: características generales y algunas problemáticas y soluciones a su almacenamiento. *Temas selectos de Ingeniería de Alimentos*. Obtenido de: <https://tsia.udlap.mx/el-grano-de-trigo-caracteristicas-generales-y-algunas-problematicas-y-soluciones-a-su-almacenamiento/>
- Lara, S. (2016). *PROCESO DE OBTENCIÓN DE HARINA DE GARBANZO (Cicer arietinum L.) Y SU UTILIZACIÓN EN LA ELABORACIÓN DE PAN DE MOLDE* (tesis de pregrado). Universidad Tecnológica Equinoccial, Quito, Ecuador.
- Lezcano, E. (2015, 30 de junio). Manual de Buenas Prácticas de Manufactura en Panaderías y Confeiterías. *Alimentos Argentinos*. Obtenido de: https://issuu.com/alimentosargentinos.gob.ar/docs/aa_guia_bpm_panificados_issu
- López, K. (2019). *Evaluación de la digestibilidad gastrointestinal in vitro, actividades antiinflamatoria y antioxidante en concentrados e hidrolizados proteicos extraídos de harina de gandul (Cajanus cajan)* (tesis de pregrado). Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador.
- Manjarrez, M. (2013). *EVALUACIÓN DE LA TEXTURA DEL PAN, ELABORADO A PARTIR DE HARINA DE TRIGO NACIONAL (Triticum Vulgare), CON ADICIÓN DE GLUTEN VITAL*(tesis de pregrado). Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador.
- Martínez, A. (2020). *Evaluación de un pan integral de harina de zapallo (Cucurbita maxima) y gandul (Cajanus cajan) en reemplazo parcial de la harina de trigo* (tesis de pregrado). Universidad Agraria del Ecuador, Milagro, Ecuador.

- Mora, A., & Ruano, T. (2012). *Incidencia de la masa de oca (oxalis tuberosa) como sustituto parcial de la harina de trigo (triticum spp.) para la elaboración de pan dulce* (tesis de pregrado). Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador.
- Navarro, C., Restrepo, D., & Perez, J. (2014). El guandul (cajanus cajan) una alternativa en la industria de alimentos. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 12(2), 197-206. Obtenido de: <http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v12n2/v12n2a22.pdf>
- Nazate, L. (2019). *Influencia de la harina de papa (Solanum tuberosum) y harina de garbanzo (Cicer arietinum) sobre las características estructurales y sensoriales de un pan bajo en gluten* (tesis de pregrado). Universidad Técnica del Norte, Ibarra, Ecuador.
- NMX-F-442. (1983). *Alimentos. Pan-productos de bollería. Food. Bread bakery products. Normas mexicanas. Dirección general de normas*. Obtenido de: <https://www.colpos.mx/bancodenormas/nmexicanas/NMX-F-442-1983.PDF>
- Olanipekun, B., Abioye, V., Oyelade, O., & Osemobor, C. (2018). Potentials of pigeon pea-wheat flour mixes in bread production. *Asian Food Science Journal*, 4(2), 1-8. Obtenido de: <https://www.journalafsj.com/index.php/AFSJ/article/view/899/1217>
- Osorio, C. (2018). *El guandul*. Colombia: Allpa la voz de la tierra. Obtenido de: <https://www.allpa.org/el-guandul/>
- Peralta, M. (2018, 26 de enero). Guandul. *marilynperalta.com*. Obtenido de: <https://marilynperalta.com/2018/01/26/guandul/>
- Quitral, V., González, A., Carrera, C., Callo, G., Moyano, P., Salinas, J., & Jiménez, P. (2017). Effect of non-caloric sweeteners in sensory acceptability of a baked. *Chilea nutrition*, 44(2),137-143.doi: <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182017000200004>.
- Requena, J. (2013, junio). Harinas y derivados, féculas y almidones. Granada. Campillos, Málaga. Obtenido de: <https://docplayer.es/21204565-Issn-1988-6047-dep-legal-gr-2922-2007-no-60-junio-de-2013-harinas.html>
- Riqueza natural. (Productor). (2018). *Cómo y cuándo trasplantar los guandules*. [DVD]. <https://www.youtube.com/watch?v=PmVOSTlsi7M>
- Romero, D. (2016). Leguminosas y plantas silvestres en la alimentación y la agricultura. *Agroecología*, 32(2), 1-36. Obtenido de: <https://www.leisa-al.org/web/images/stories/revistapdf/vol32n2.pdf>
- Torres, M., Jiménez, & Bárcenas, M. (2017). *Harinas de frutas y/o leguminosas y su combinación con harina de trigo*. Universidad de las Américas Puebla, Puebla, México Obtenido de: <https://issuu.com/webudlap/docs/tsia-81-torres-gonzalez-et-al-2014>

V. ANEXOS

Anexo 1. Certificado o Acta del perfil de investigación



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI
FACULTAD DE INDUSTRIAS AGROPECUARIAS Y CIENCIAS AMBIENTALES
CARRERA DE INGENIERIA EN ALIMENTOS

ACTA

DE LA SUSTENTACIÓN DE PREDEFENSA DEL INFORME DE INVESTIGACIÓN DE:

NOMBRE: GARCIA PATIÑO PAULINA GABRIELA
NIVEL/PARALELO: DÉCIMO

CÉDULA DE IDENTIDAD: 0401874516
PERIODO ACADÉMICO: Nov. 20-Mar.21

TEMA DE INVESTIGACIÓN: Sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum vulgare L.*) por harina de guandul (*Cajanus cajan*) en la elaboración de pan común

Tribunal designado por la dirección de esta Carrera, conformado por:

PRESIDENTE: MSC. CHAMORRO HERNANDEZ LILIANA MARGOTH
LECTOR: MSC. YAMBAY VALLEJO WILMAN JENNY
ASESOR: MSC. CARLOS ALBERTO RIVAS ROSERO

De acuerdo al artículo 21: Una vez entregados los requisitos para la realización de la pre-defensa el Director de Carrera integrará el Tribunal de Pre-defensa del informe de investigación, fijando lugar, fecha y hora para la realización de este acto:

EDIFICIO DE AULAS: Virtual **AULA:** 0
FECHA: Martes 18 de mayo del 2021
HORA: 14h00

Obteniendo las siguientes notas:

1) Sustentación de la predefensa: 4,67
2) Trabajo escrito 2,40
Nota final de PRE DEFENSA 7,07

Por lo tanto: **APRUEBA CON OBSERVACIONES** ; debiendo acatar el siguiente artículo:

Art. 24.- De los estudiantes que aprueban el Plan de Investigación con observaciones. - El estudiante tendrá el plazo de 10 días laborables para proceder a corregir su informe de investigación de conformidad a las observaciones y recomendaciones realizadas por los miembros Tribunal de sustentación de la pre-defensa.

Para constancia del presente, firman en la ciudad de Tulcán el

Martes 18 de mayo del 2021



Firmado electrónicamente por:
LILIANA MARGOTH
CHAMORRO HERNANDEZ

MSC. CHAMORRO HERNANDEZ LILIANA MARGOTH

PRESIDENTE



Firmado electrónicamente por:
CARLOS ALBERTO
RIVAS ROSERO

MSC. CARLOS ALBERTO RIVAS ROSERO

TUTOR



Firmado electrónicamente por:
WILMAN JENNY
YAMBAY
VALLEJO

MSC. YAMBAY VALLEJO WILMAN JENNY

LECTOR

Adj.: Observaciones y recomendaciones

Anexo 2. Certificado de abstract por parte de idiomas



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI
FOREIGN AND NATIVE LANGUAGE CENTER**

ABSTRACT- EVALUATION SHEET				
NAME: Paulina Gabriela García Patiño				
DATE: 26 de mayo de 2021				
TOPIC: Sustitución parcial de harina de trigo (<i>Triticum vulgare</i> L.) por harina de guandul (<i>Cajanus cajan</i>) en la elaboración de pan común"				
MARKS AWARDED		QUANTITATIVE AND QUALITATIVE		
VOCABULARY AND WORD USE	Use new learnt vocabulary and precise words related to the topic	Use a little new vocabulary and some appropriate words related to the topic	Use basic vocabulary and simplistic words related to the topic	Limited vocabulary and inadequate words related to the topic
	EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
WRITING COHESION	Clear and logical progression of ideas and supporting paragraphs. <input checked="" type="checkbox"/>	Adequate progression of ideas and supporting paragraphs. <input type="checkbox"/>	Some progression of ideas and supporting paragraphs. <input type="checkbox"/>	Inadequate ideas and supporting paragraphs. <input type="checkbox"/>
	EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
ARGUMENT	The message has been communicated very well and identify the type of text <input checked="" type="checkbox"/>	The message has been communicated appropriately and identify the type of text <input type="checkbox"/>	Some of the message has been communicated and the type of text is little confusing <input type="checkbox"/>	The message hasn't been communicated and the type of text is inadequate <input type="checkbox"/>
	EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
CREATIVITY	Outstanding flow of ideas and events <input type="checkbox"/>	Good flow of ideas and events <input checked="" type="checkbox"/>	Average flow of ideas and events <input type="checkbox"/>	Poor flow of ideas and events <input type="checkbox"/>
	EXCELLENT: 2 <input type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input checked="" type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
SCIENTIFIC SUSTAINABILITY	Reasonable, specific and supportable opinion or thesis statement <input type="checkbox"/>	Minor errors when supporting the thesis statement <input checked="" type="checkbox"/>	Some errors when supporting the thesis statement <input type="checkbox"/>	Lots of errors when supporting the thesis statement <input type="checkbox"/>
	EXCELLENT: 2 <input type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input checked="" type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
TOTAL/AVERAGE	9 - 10: EXCELLENT 7 - 8,9: GOOD 5 - 6,9: AVERAGE 0 - 4,9: LIMITED		TOTAL 9	



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL
CARCHI FOREIGN AND NATIVE LANGUAGE
CENTER**

Informe sobre el Abstract de Artículo Científico o Investigación.

Autor: Paulina Gabriela García Patiño

Fecha de recepción del abstract: 26 de mayo de 2021

Fecha de entrega del informe: 26 de mayo de 2021

El presente informe validará la traducción del idioma español al inglés si alcanza un porcentaje de: 9 – 10 Excelente.

Si la traducción no está dentro de los parámetros de 9 – 10, el autor deberá realizar las observaciones presentadas en el ABSTRACT, para su posterior presentación y aprobación.

Observaciones:

Después de realizar la revisión del presente abstract, éste presenta una apropiada traducción sobre el tema planteado en el idioma Inglés. Según los rubrics de evaluación de la traducción en Inglés, ésta alcanza un valor de 9, por lo cual se valida dicho trabajo.

Atentamente



Firmado electrónicamente por:
EDISON BOANERGES
PENAFIEL ARCOS

Ing. Edison Peñafiel Arcos MSc
Coordinador del CIDEN

Anexo 3. Obtención de la harina de guandul



Figura 21. Recepción de materia prima (guandul)



Figura 22. Selección y limpieza del guandul



Figura 23. Impurezas (granos partidos)



Figura 24. Molienda de los granos de guandul



Figura 25. Tamizado de la harina de guandul

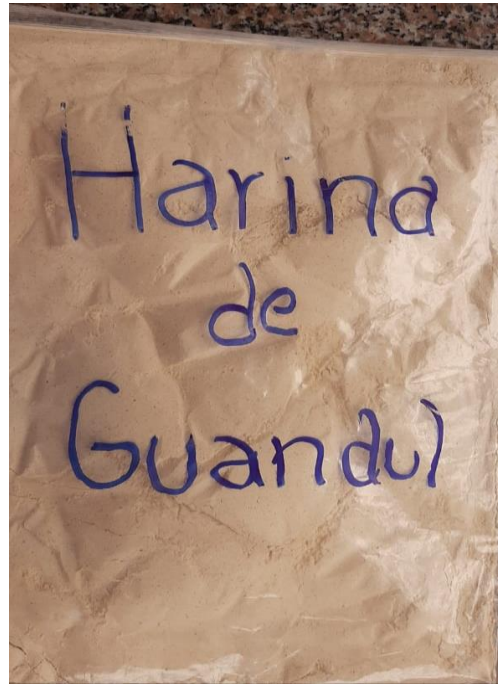


Figura 26. Harina de guandul

Anexo 4. Análisis fisicoquímicos de la harina de guandul



Figura 27. Humedad de la harina de guandul



Figura 28. Cenizas de la harina de guandul

Anexo 5. Elaboración de pan común



Figura 29. Pesado de ingredientes para el pan



Figura 30. Mezcla de ingredientes para el pan



Figura 31. Amasado manual de la masa



Figura 32. Amasado en máquina de la masa



Figura 33. Leudado de las masas



Figura 34. División y boleado de las masas



Figura 35. Leudado de los 4 tratamientos de pan



Figura 36. Horneado de los 4 tratamientos de pan



Figura 37. Retirar las latas de pan del horno



Figura 38. Pan común horneado

Anexo 6. Evaluación sensorial, mediante la prueba nivel de preferencia



Figura 39. Análisis sensorial de los 4 tratamientos de pan común

Anexo 7. Hoja de catación empleada en evaluación sensorial



Universidad Politécnica Estatal del Carchi Facultad de Industrias Agropecuarias y Ciencias Ambientales

Escuela de Ingeniería en Alimentos

Evaluación sensorial

Solicitamos su colaboración para realizar una evaluación sensorial del tema de tesis “Sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum vulgare L.*) por harina de guandul (*Cajanus cajan*) en la elaboración de pan común”.

Instrucciones:

- Antes de la degustación proceder a analizar el color en las muestras.
- Continuar con la evaluación de olor, sabor, textura, apariencia y aceptación general.
- Califique con la puntuación indicada en la tabla 1 de acuerdo al grado de preferencia de las muestras de la tabla 2.
- Recuerde limpiar su paladar con agua antes y después de degustar cada muestra.

Tabla 1. Valores de escala de aceptación.

Grado de preferencia	Valor
Me gusta mucho	5
Me gusta	4
No me gusta ni me disgusta	3
Me disgusta	2
Me disgusta mucho	1

Tabla 2. Análisis sensorial de las muestras de pan.

Atributos	Código de muestras			
	161	253	307	467
Color				
Olor				
Sabor				
Textura				
Apariencia				
Aceptación General				

Observaciones.....
.....

Gracias por su colaboración...!

Anexo 8. Resultados mediante el análisis estadístico del análisis sensorial

ANOVA de un solo factor: Color vs. Tratamiento

Análisis de varianza

Tabla 16. Análisis de Varianza color

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	3	4,920	1,6400	3,00	0,032
Error	196	107,080	0,5463		
Total	199	112,000			

El valor $p = 0,032$ del ANOVA indica rechazar la hipótesis de igualdad de medias de tratamientos, es decir, existe diferencias estadísticamente significativas para la variable color.

Medias

Tabla 17. Medias para atributo color

Tratamientos	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
1	50	4,6600	0,5928	(4,4539; 4,8661)
2	50	4,3600	0,6312	(4,1539; 4,5661)
3	50	4,340	0,823	(4,134; 4,546)
4	50	4,240	0,870	(4,034; 4,446)

Desv.Est. agrupada = 0,739139

Comparación en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Tabla 18. Comparación de Tukey color

Tratamientos	N	Media	Agrupación
1	50	4,6600	A
2	50	4,3600	A B
3	50	4,340	A B
4	50	4,240	B

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANOVA de un solo factor: Olor vs. Tratamiento

Análisis de Varianza

Tabla 19. Análisis de Varianza olor

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	3	3,975	1,3250	2,03	0,111
Error	196	127,900	0,6526		
Total	199	131,875			

El valor $p = 0,111$ del ANOVA indica aceptar la hipótesis de igualdad de medias de tratamientos, es decir, no existe diferencias estadísticamente significativas para la variable olor.

Medias

Tabla 20. Medias para atributo olor

Tratamientos	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
1	50	4,4200	0,6417	(4,1947; 4,6453)
2	50	4,3800	0,6667	(4,1547; 4,6053)
3	50	4,240	0,797	(4,015; 4,465)
4	50	4,060	1,058	(3,835; 4,285)

Desv.Est. agrupada = 0,807806

Comparación en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Tabla 21. Comparación de Tukey olor

Tratamientos	N	Media	Agrupación
1	50	4,4200	A
2	50	4,3800	A
3	50	4,240	A
4	50	4,060	A

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANOVA de un solo factor: Sabor vs. Tratamiento

Análisis de Varianza

Tabla 22. Análisis de Varianza sabor

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	3	1,780	0,5933	0,76	0,520
Error	196	153,720	0,7843		
Total	199	155,500			

El valor $p = 0,520$ del ANOVA indica aceptar la hipótesis de igualdad de medias de tratamientos, es decir, no existe diferencias estadísticamente significativas para la variable sabor.

Medias

Tabla 23. Medias para atributo sabor

Tratamientos	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
1	50	4,480	0,909	(4,233; 4,727)
2	50	4,400	0,782	(4,153; 4,647)
3	50	4,260	0,803	(4,013; 4,507)
4	50	4,260	1,026	(4,013; 4,507)

Desv.Est. agrupada = 0,885599

Comparación en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Tabla 24. Comparación de Tukey sabor

Tratamientos	N	Media	Agrupación
1	50	4,480	A
2	50	4,400	A
4	50	4,260	A
3	50	4,260	A

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANOVA de un solo factor: Textura vs. Tratamiento

Análisis de varianza

Tabla 25. Análisis de Varianza textura

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	3	0,295	0,09833	0,12	0,947
Error	196	157,700	0,80459		
Total	199	157,995			

El valor $p = 0,947$ del ANOVA indica aceptar la hipótesis de igualdad de medias de tratamientos, es decir, no existe diferencias estadísticamente significativas para la variable textura.

Medias

Tabla 26. Medias para atributo textura

Tratamientos	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
1	50	4,300	0,909	(4,050; 4,550)
2	50	4,200	0,904	(3,950; 4,450)
3	50	4,240	0,916	(3,990; 4,490)
4	50	4,280	0,858	(4,030; 4,530)

Desv.Est. agrupada = 0,896990

Comparación en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Tabla 27. Comparación de Tukey textura

Tratamientos	N	Media	Agrupación
1	50	4,300	A
4	50	4,280	A
3	50	4,240	A
2	50	4,200	A

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANOVA de un solo factor: Apariencia vs. Tratamiento

Análisis de Varianza

Tabla 28. Análisis de Varianza apariencia

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	3	3,255	1,0850	2,29	0,079
Error	196	92,700	0,4730		
Total	199	95,955			

El valor $p = 0,079$ del ANOVA indica aceptar la hipótesis de igualdad de medias de tratamientos, es decir, no existe diferencias estadísticamente significativas para la variable apariencia.

Medias

Tabla 29. Medias para atributo apariencia

Tratamientos	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
1	50	4,7000	0,5440	(4,5082; 4,8918)
2	50	4,380	0,780	(4,188; 4,572)
3	50	4,4600	0,7060	(4,2682; 4,6518)
4	50	4,4000	0,6999	(4,2082; 4,5918)

Desv.Est. agrupada = 0,687720

Comparación en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Tabla 30. Comparación de Tukey apariencia

Tratamientos	N	Media	Agrupación
1	50	4,7000	A
3	50	4,4600	A
4	50	4,4000	A
2	50	4,380	A

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

ANOVA de un solo factor: Aceptación general vs. Tratamiento

Análisis de Varianza

Tabla 31. Análisis de Varianza aceptación general

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Tratamiento	3	2,260	0,7533	1,49	0,219
Error	196	99,240	0,5063		
Total	199	101,500			

El valor $p = 0,219$ del ANOVA indica aceptar la hipótesis de igualdad de medias de tratamientos, es decir, no existe diferencias estadísticamente significativas para la aceptación general.

Tabla 32. Medias para prueba de aceptación general

Tratamientos	N	Media	Desv.Est.	IC de 95%
1	50	4,6200	0,6354	(4,4215; 4,8185)
2	50	4,4600	0,6764	(4,2615; 4,6585)
3	50	4,360	0,749	(4,162; 4,558)
4	50	4,360	0,776	(4,162; 4,558)

Desv.Est. agrupada = 0,711566

Comparación en parejas de Tukey

Agrupar información utilizando el método de Tukey y una confianza de 95%

Tabla 33. Comparación de Tukey aceptación general

Tratamientos	N	Media	Agrupación
1	50	4,6200	A
2	50	4,4600	A
4	50	4,360	A
3	50	4,360	A

Las medias que no comparten una letra son significativamente diferentes.

Anexo 9. Análisis fisicoquímicos de los mejores tratamientos de pan común



INFORME DE RESULTADOS

INF.DIV-FQ.53258a

DATOS DEL CLIENTE

Cliente:	GARCIA PATIÑO PAULINA GABRIELA
Dirección:	AV. JOSE JULIAN ANDRADE CALLE RIO NAPO Y RIO JUBONES
Teléfono:	0979727670

DATOS DE LA MUESTRA

Muestra de:	ALIMENTO		
Descripción:	PAN		
Lote	T1	Contenido Declarado:	92g
Fecha de Elaboración:	---	Fecha de Vencimiento:	---
Fecha de Recepción:	2021-03-01	Hora de Recepción	11:36:31
Fecha de Análisis:	2021-03-02	Fecha de Emisión:	2021-03-04
Material de Envase:	---		
Toma de Muestra realizada por:	El cliente.		
Observaciones:	Los resultados reportados en el presente informe se refieren a los datos y las muestras entregadas por el cliente a nuestro laboratorio.		

CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA

Color:	Característico.	Olor:	Característico.
Estado:	Sólido.	Conservación:	AJ Ambiente
Temperatura de la muestra:	AMBIENTE		

RESULTADOS FISICOQUÍMICO

PARAMETROS	RESULTADO	UNIDAD	METODO DE ANALISIS INTERNO	METODO DE ANALISIS DE REFERENCIA
HUMEDAD	21.89	%	MFQ-04	AOAC 925.10
CENIZA	0.88	%	MFQ-03	AOAC 923.03
*pH	6.00	(T: 20.1 °C) Unidades de pH	MFQ-18	NTE INEN 526:2013

Nota 1: *Los ensayos marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE.

Se prohíbe la reproducción del presente informe de resultados, excepto en su totalidad previa autorización escrita de Multianalytica Cia. Ltda.

Cualquier información adicional correspondiente a los ensayos está a disposición del cliente cuando lo solicite.

El Tiempo de Retención de las Muestras en el Laboratorio a partir de la fecha de ingreso será de 15 días para muestras perecibles y 1 mes para muestras medianamente perecibles y estables. Muestras para análisis microbiológicos 2 días a partir de la fecha de análisis, posterior a este tiempo, el laboratorio no podrá realizar reensayos para verificación de datos o valores no conformes por parte del cliente.

Toda la información relacionada con datos del cliente e ítems de ensayo (muestras) y que pueda afectar a la validez de los resultados, ha sido proporcionada y son responsabilidad exclusiva del cliente. El laboratorio se responsabiliza únicamente de los resultados emitidos los cuales corresponden a la muestra analizada y descrita en el presente documento.

El laboratorio declina toda responsabilidad, acerca de desvíos encontrados en las muestras entregadas por el cliente y que pueden afectar a la validez de los resultados, particular que es comunicado al cliente en caso de ser detectado por el laboratorio.

El tiempo de almacenamiento de los informes de resultados y toda la información técnica relacionada al mismo para dar trazabilidad será de 5 años a partir de su fecha de emisión. (Punto 8.4.2 CR GA01 Criterios Generales Acreditación de Laboratorios de Ensayo y Calibración según NTE INEN- ISO/IEC 17025:2018).

Quim. Mercedes Parra
Jefe División Instrumental

Figura 40. Análisis fisicoquímico realizado al T1, primera repetición

INFORME DE RESULTADOS

INF.DIV-FQ.53258b

DATOS DEL CLIENTE

Cliente:	GARCIA PATIÑO PAULINA GABRIELA
Dirección:	AV. JOSE JULIAN ANDRADE CALLE RIO NAPO Y RIO JUBONES
Teléfono:	0979727670

DATOS DE LA MUESTRA

Muestra de:	ALIMENTO		
Descripción:	PAN		
Lote	T1	Contenido Declarado:	92g
Fecha de Elaboración:	---	Fecha de Vencimiento:	---
Fecha de Recepción:	2021-03-01	Hora de Recepción	11:36:31
Fecha de Análisis:	2021-03-02	Fecha de Emisión:	2021-03-04
Material de Envase:	---		
Toma de Muestra realizada por:	El cliente.		
Observaciones:	Los resultados reportados en el presente informe se refieren a los datos y las muestras entregadas por el cliente a nuestro laboratorio.		

CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA

Color:	Característico.	Olor:	Característico.
Estado:	Sólido.	Conservación:	AJ Ambiente
Temperatura de la muestra:	AMBIENTE		

RESULTADOS FISICOQUIMICO

PARAMETROS	RESULTADO	UNIDAD	METODO DE ANALISIS INTERNO	METODO DE ANALISIS DE REFERENCIA
HUMEDAD	21.89	%	MFQ-04	AOAC 925.10
CENIZA	0.90	%	MFQ-03	AOAC 923.03
*pH	6.01	(T: 20.2 °C) Unidades de pH	MFQ-18	NTE INEN 526:2013

Nota 1: *Los ensayos marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE.

Se prohíbe la reproducción del presente informe de resultados, excepto en su totalidad previa autorización escrita de Multianalytica Cía. Ltda.

Cualquier información adicional correspondiente a los ensayos está a disposición del cliente cuando lo solicite.

El Tiempo de Retención de las Muestras en el Laboratorio a partir de la fecha de ingreso será de 15 días para muestras perecibles y 1 mes para muestras medianamente perecibles y estables. Muestras para análisis microbiológicos 2 días a partir de la fecha de análisis, posterior a este tiempo, el laboratorio no podrá realizar reensayos para verificación de datos o valores no conformes por parte del cliente.

Toda la información relacionada con datos del cliente e ítems de ensayo (muestras) y que pueda afectar a la validez de los resultados, ha sido proporcionada y son responsabilidad exclusiva del cliente. El laboratorio se responsabiliza únicamente de los resultados emitidos los cuales corresponden a la muestra analizada y descrita en el presente documento.

El laboratorio declina toda responsabilidad, acerca de desvíos encontrados en las muestras entregadas por el cliente y que pueden afectar a la validez de los resultados, particular que es comunicado al cliente en caso de ser detectado por el laboratorio.

El tiempo de almacenamiento de los informes de resultados y toda la información técnica relacionada al mismo para dar trazabilidad será de 5 años a partir de su fecha de emisión. (Punto 8.4.2 CR GA01 Criterios Generales Acreditación de Laboratorios de Ensayo y Calibración según NTE INEN- ISO/IEC 17025:2018).



Quim. Mercedes Parra
Jefe División Instrumental

Figura 41. Análisis fisicoquímico realizado al T1, segunda repetición

INFORME DE RESULTADOS

INF.DIV-FQ.53258c

DATOS DEL CLIENTE

Cliente:	GARCIA PATIÑO PAULINA GABRIELA
Dirección:	AV. JOSE JULIAN ANDRADE CALLE RIO NAPO Y RIO JUBONES
Teléfono:	0979727670

DATOS DE LA MUESTRA

Muestra de:	ALIMENTO		
Descripción:	PAN		
Lote	T2	Contenido Declarado:	92g
Fecha de Elaboración:	---	Fecha de Vencimiento:	---
Fecha de Recepción:	2021-03-01	Hora de Recepción	11:36:31
Fecha de Análisis:	2021-03-02	Fecha de Emisión:	2021-03-04
Material de Envase:	---		
Toma de Muestra realizada por:	El cliente.		
Observaciones:	Los resultados reportados en el presente informe se refieren a los datos y las muestras entregadas por el cliente a nuestro laboratorio.		

CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA

Color:	Característico.	Olor:	Característico.
Estado:	Sólido.	Conservación:	Al Ambiente
Temperatura de la muestra:	AMBIENTE		

RESULTADOS FISICOQUIMICO

PARAMETROS	RESULTADO	UNIDAD	METODO DE ANALISIS INTERNO	METODO DE ANALISIS DE REFERENCIA
HUMEDAD	18.45	%	MFQ-04	AOAC 925.10
CENIZA	1.20	%	MFQ-03	AOAC 923.03
*pH	6.08	(T: 20.2 °C) Unidades de pH	MFQ-18	NTE INEN 526:2013

Nota 1: *Los ensayos marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE.

Se prohíbe la reproducción del presente informe de resultados, excepto en su totalidad previa autorización escrita de Multianalityca Cia. Ltda.
Cualquier información adicional correspondiente a los ensayos está a disposición del cliente cuando lo solicite.
El Tiempo de Retención de las Muestras en el Laboratorio a partir de la fecha de ingreso será de 15 días para muestras perecibles y 1 mes para muestras medianamente perecibles y estables. Muestras para análisis microbiológicos 2 días a partir de la fecha de análisis, posterior a este tiempo, el laboratorio no podrá realizar reensayos para verificación de datos o valores no conformes por parte del cliente.
Toda la información relacionada con datos del cliente e ítems de ensayo (muestras) y que pueda afectar a la validez de los resultados, ha sido proporcionada y son responsabilidad exclusiva del cliente. El laboratorio se responsabiliza únicamente de los resultados emitidos los cuales corresponden a la muestra analizada y descrita en el presente documento.
El laboratorio declina toda responsabilidad, acerca de desvíos encontrados en las muestras entregadas por el cliente y que pueden afectar a la validez de los resultados, particular que es comunicado al cliente en caso de ser detectado por el laboratorio.
El tiempo de almacenamiento de los informes de resultados y toda la información técnica relacionada al mismo para dar trazabilidad será de 5 años a partir de su fecha de emisión. (Punto 8.4.2 CR GA01 Criterios Generales Acreditación de Laboratorios de Ensayo y Calibración según NTE INEN- ISO/IEC 17025:2018).



Quim. Mercedes Parra
Jefe División Instrumental

Figura 42. Análisis fisicoquímico realizado al T2, primera repetición

INFORME DE RESULTADOS

INF.DIV-FQ.53258d

DATOS DEL CLIENTE

Cliente:	GARCIA PATIÑO PAULINA GABRIELA
Dirección:	AV. JOSE JULIAN ANDRADE CALLE RIO NAPO Y RIO JUBONES
Teléfono:	0979727670

DATOS DE LA MUESTRA

Muestra de:	ALIMENTO		
Descripción:	PAN		
Lote	T2	Contenido Declarado:	92g
Fecha de Elaboración:	---	Fecha de Vencimiento:	---
Fecha de Recepción:	2021-03-01	Hora de Recepción	11:36:31
Fecha de Análisis:	2021-03-02	Fecha de Emisión:	2021-03-04
Material de Envase:	---		
Toma de Muestra realizada por:	El cliente.		
Observaciones:	Los resultados reportados en el presente informe se refieren a los datos y las muestras entregadas por el cliente a nuestro laboratorio.		

CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA

Color:	Característico.	Olor:	Característico.
Estado:	Sólido.	Conservación:	Al Ambiente
Temperatura de la muestra:	AMBIENTE		

RESULTADOS FISICOQUÍMICO

PARAMETROS	RESULTADO	UNIDAD	METODO DE ANALISIS INTERNO	METODO DE ANALISIS DE REFERENCIA
HUMEDAD	18.58	%	MFQ-04	AOAC 925.10
CENIZA	1.17	%	MFQ-03	AOAC 923.03
*pH	6.09	(T: 20.2 °C) Unidades de pH	MFQ-18	NTE INEN 526:2013

Nota 1: *Los ensayos marcados con (*) NO están incluidos en el alcance de la acreditación del SAE.

Se prohíbe la reproducción del presente informe de resultados, excepto en su totalidad previa autorización escrita de Multianalytica Cia. Ltda.
Cualquier información adicional correspondiente a los ensayos está a disposición del cliente cuando lo solicite.
El Tiempo de Retención de las Muestras en el Laboratorio a partir de la fecha de ingreso será de 15 días para muestras perecibles y 1 mes para muestras medianamente perecibles y estables. Muestras para análisis microbiológicos 2 días a partir de la fecha de análisis, posterior a este tiempo, el laboratorio no podrá realizar reensayos para verificación de datos o valores no conformes por parte del cliente.
Toda la información relacionada con datos del cliente e ítems de ensayo (muestras) y que pueda afectar a la validez de los resultados, ha sido proporcionada y son responsabilidad exclusiva del cliente. El laboratorio se responsabiliza únicamente de los resultados emitidos los cuales corresponden a la muestra analizada y descrita en el presente documento.
El laboratorio declina toda responsabilidad, acerca de desvíos encontrados en las muestras entregadas por el cliente y que pueden afectar a la validez de los resultados, particular que es comunicado al cliente en caso de ser detectado por el laboratorio.
El tiempo de almacenamiento de los informes de resultados y toda la información técnica relacionada al mismo para dar trazabilidad será de 5 años a partir de su fecha de emisión. (Punto 8.4.2 CR GA01 Criterios Generales Acreditación de Laboratorios de Ensayo y Calibración según NTE INEN- ISO/IEC 17025:2018).



Quim. Mercedes Parra
Jefe División Instrumental

Figura 43. Análisis fisicoquímico realizado al T2, segunda repetición

Anexo 10. Análisis microbiológico de los mejores tratamientos de pan común



INFORME DE RESULTADOS

INF.DIV-ML53257a

DATOS DEL CLIENTE

Cliente:	GARCIA PATIÑO PAULINA GABRIELA
Dirección:	AV. JOSE JULIAN ANDRADE CALLE RIO NAPO Y RIO JUBONES
Teléfono:	0979727670

DATOS DE LA MUESTRA

Muestra de:	ALIMENTO		
Descripción:	PAN		
Lote	T1	Contenido Declarado:	277g
Fecha de Elaboración:	---	Fecha de Vencimiento:	---
Fecha de Recepción:	2021-03-01	Hora de Recepción	11:32:26
Fecha de Análisis:	2021-03-01	Fecha de Emisión:	2021-03-08
Material de Envase:	---		
Toma de Muestra realizada por:	El Cliente		
Observaciones:	Los resultados reportados en el presente informe se refieren a los datos y las muestras entregadas por el cliente a nuestro laboratorio.		

CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA

Color:	Característico	Olor:	Característico
Estado:	Sólido	Conservación:	AJ Ambiente
Temperatura de la muestra:	AMBIENTE		

RESULTADOS MICROBIOLOGÍA

PARAMETROS	RESULTADO	UNIDAD	METODO DE ANALISIS INTERNO	METODO DE ANALISIS DE REFERENCIA
RECUENTO DE MOHOS	<10	UFC/g	MMI-02	AOAC 997.02
RECUENTO DE LEVADURAS	<10	UFC/g	MMI-02	AOAC 997.02

Nota 1: UFC/g= unidades formadoras de colonia por gramo.

Se prohíbe la reproducción del presente informe de resultados, excepto en su totalidad previa autorización escrita de Multianalityca Cia. Ltda.
 Cualquier información adicional correspondiente a los ensayos está a disposición del cliente cuando lo solicite.
 El Tiempo de Retención de las Muestras en el Laboratorio a partir de la fecha de ingreso será de 15 días para muestras perecibles y 1 mes para muestras medianamente perecibles y estables. Muestras para análisis microbiológicos 2 días a partir de la fecha de análisis, posterior a este tiempo, el laboratorio no podrá realizar reensayos para verificación de datos o valores no conformes por parte del cliente.
 Toda la información relacionada con datos del cliente e ítems de ensayo (muestras) y que pueda afectar a la validez de los resultados, ha sido proporcionada y son responsabilidad exclusiva del cliente. El laboratorio se responsabiliza únicamente de los resultados emitidos los cuales corresponden a la muestra analizada y descrita en el presente documento.
 El laboratorio declina toda responsabilidad, acerca de desvíos encontrados en las muestras entregadas por el cliente y que pueden afectar a la validez de los resultados, particular que es comunicado al cliente en caso de ser detectado por el laboratorio.
 El tiempo de almacenamiento de los informes de resultados y toda la información técnica relacionada al mismo para dar trazabilidad será de 5 años a partir de su fecha de emisión. (Punto 8.4.2 CR GA01 Criterios Generales Acreditación de Laboratorios de Ensayo y Calibración según NTE INEN- ISO/IEC 17025:2018).


 Ing. Andrés Sarmiento
 Jefe División Microbiología

Figura 44. Análisis microbiológico realizado al T1, primera repetición

INFORME DE RESULTADOS

INF.DIV-MI.53257b

DATOS DEL CLIENTE

Cliente:	GARCIA PATIÑO PAULINA GABRIELA
Dirección:	AV. JOSE JULIAN ANDRADE CALLE RIO NAPO Y RIO JUBONES
Teléfono:	0979727670

DATOS DE LA MUESTRA

Muestra de:	ALIMENTO		
Descripción:	PAN		
Lote	T1	Contenido Declarado:	277g
Fecha de Elaboración:	---	Fecha de Vencimiento:	---
Fecha de Recepción:	2021-03-01	Hora de Recepción	11:32:26
Fecha de Análisis:	2021-03-01	Fecha de Emisión:	2021-03-08
Material de Envase:	---		
Toma de Muestra realizada por:	El Cliente		
Observaciones:	Los resultados reportados en el presente informe se refieren a los datos y las muestras entregadas por el cliente a nuestro laboratorio.		

CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA

Color:	Característico	Olor:	Característico
Estado:	Sólido	Conservación:	Al Ambiente
Temperatura de la muestra:	AMBIENTE		

RESULTADOS MICROBIOLOGÍA

PARAMETROS	RESULTADO	UNIDAD	METODO DE ANALISIS INTERNO	METODO DE ANALISIS DE REFERENCIA
RECUENTO DE MOHOS	<10	UFC/g	MMI-02	AOAC 997.02
RECUENTO DE LEVADURAS	<10	UFC/g	MMI-02	AOAC 997.02

Nota 1: UFC/g= unidades formadoras de colonia por gramo.

Se prohíbe la reproducción del presente informe de resultados, excepto en su totalidad previa autorización escrita de Multianalityca Cia. Ltda.

Cualquier información adicional correspondiente a los ensayos está a disposición del cliente cuando lo solicite.

El Tiempo de Retención de las Muestras en el Laboratorio a partir de la fecha de ingreso será de 15 días para muestras perecibles y 1 mes para muestras medianamente perecibles y estables. Muestras para análisis microbiológicos 2 días a partir de la fecha de análisis, posterior a este tiempo, el laboratorio no podrá realizar reensayos para verificación de datos o valores no conformes por parte del cliente.

Toda la información relacionada con datos del cliente e ítems de ensayo (muestras) y que pueda afectar a la validez de los resultados, ha sido proporcionada y son responsabilidad exclusiva del cliente. El laboratorio se responsabiliza únicamente de los resultados emitidos los cuales corresponden a la muestra analizada y descrita en el presente documento.

El laboratorio declina toda responsabilidad, acerca de desvíos encontrados en las muestras entregadas por el cliente y que pueden afectar a la validez de los resultados, particular que es comunicado al cliente en caso de ser detectado por el laboratorio.

El tiempo de almacenamiento de los informes de resultados y toda la información técnica relacionada al mismo para dar trazabilidad será de 5 años a partir de su fecha de emisión. (Punto 8.4.2 CR GA01 Criterios Generales Acreditación de Laboratorios de Ensayo y Calibración según NTE INEN- ISO/IEC 17025:2018).



Ing. Andrés Sarmiento
Jefe División Microbiología

Figura 45. Análisis microbiológico realizado al T1, segunda repetición

INFORME DE RESULTADOS

INF.DIV-MI.53257c

DATOS DEL CLIENTE

Cliente:	GARCIA PATIÑO PAULINA GABRIELA
Dirección:	AV. JOSE JULIAN ANDRADE CALLE RIO NAPO Y RIO JUBONES
Teléfono:	0979727670

DATOS DE LA MUESTRA

Muestra de:	ALIMENTO		
Descripción:	PAN		
Lote	T2	Contenido Declarado:	277g
Fecha de Elaboración:	---	Fecha de Vencimiento:	---
Fecha de Recepción:	2021-03-01	Hora de Recepción	11:32:26
Fecha de Análisis:	2021-03-01	Fecha de Emisión:	2021-03-08
Material de Envase:	---		
Toma de Muestra realizada por:	El Cliente		
Observaciones:	Los resultados reportados en el presente informe se refieren a los datos y las muestras entregadas por el cliente a nuestro laboratorio.		

CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA

Color:	Característico	Olor:	Característico
Estado:	Sólido	Conservación:	Al Ambiente
Temperatura de la muestra:	AMBIENTE		

RESULTADOS MICROBIOLOGÍA

PARAMETROS	RESULTADO	UNIDAD	METODO DE ANALISIS INTERNO	METODO DE ANALISIS DE REFERENCIA
RECUESTO DE MOHOS	<10	UFC/g	MMI-02	AQAC 997.02
RECUESTO DE LEVADURAS	<10	UFC/g	MMI-02	AQAC 997.02

Nota 1: UFC/g= unidades formadoras de colonia por gramo.

Se prohíbe la reproducción del presente informe de resultados, excepto en su totalidad previa autorización escrita de Multianalytica Cía. Ltda.


Cualquier información adicional correspondiente a los ensayos está a disposición del cliente cuando lo solicite.

El Tiempo de Retención de las Muestras en el Laboratorio a partir de la fecha de ingreso será de 15 días para muestras perecibles y 1 mes para muestras medianamente perecibles y estables. Muestras para análisis microbiológicos 2 días a partir de la fecha de análisis, posterior a este tiempo, el laboratorio no podrá realizar reensayos para verificación de datos o valores no conformes por parte del cliente.

Toda la información relacionada con datos del cliente e ítems de ensayo (muestras) y que pueda afectar a la validez de los resultados, ha sido proporcionada y son responsabilidad exclusiva del cliente. El laboratorio se responsabiliza únicamente de los resultados emitidos los cuales corresponden a la muestra analizada y descrita en el presente documento.

El laboratorio declina toda responsabilidad, acerca de desvíos encontrados en las muestras entregadas por el cliente y que pueden afectar a la validez de los resultados, particular que es comunicado al cliente en caso de ser detectado por el laboratorio.

El tiempo de almacenamiento de los informes de resultados y toda la información técnica relacionada al mismo para dar trazabilidad será de 5 años a partir de su fecha de emisión. (Punto 8.4.2 CR GA01 Criterios Generales Acreditación de Laboratorios de Ensayo y Calibración según NTE INEN- ISO/IEC 17025:2018).



Ing. Andrés Sarmiento
Jefe División Microbiología

Figura 46. Análisis microbiológico realizado al T2, primera repetición

INFORME DE RESULTADOS

INF.DIV-MI.53257d

DATOS DEL CLIENTE

Cliente:	GARCIA PATIÑO PAULINA GABRIELA
Dirección:	AV. JOSE JULIAN ANDRADE CALLE RIO NAPO Y RIO JUBONES
Teléfono:	0979727670

DATOS DE LA MUESTRA

Muestra de:	ALIMENTO		
Descripción:	PAN		
Lote	T2	Contenido Declarado:	277g
Fecha de Elaboración:	---	Fecha de Vencimiento:	---
Fecha de Recepción:	2021-03-01	Hora de Recepción	11:32:26
Fecha de Análisis:	2021-03-01	Fecha de Emisión:	2021-03-08
Material de Envase:	---		
Toma de Muestra realizada por:	El Cliente		
Observaciones:	Los resultados reportados en el presente informe se refieren a los datos y las muestras entregadas por el cliente a nuestro laboratorio.		

CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA

Color:	Característico	Olor:	Característico
Estado:	Sólido	Conservación:	Al Ambiente
Temperatura de la muestra:	AMBIENTE		

RESULTADOS MICROBIOLOGÍA

PARAMETROS	RESULTADO	UNIDAD	METODO DE ANALISIS INTERNO	METODO DE ANALISIS DE REFERENCIA
RECuento DE MOHOS	<10	UFC/g	MMI-02	AOAC 997.02
RECuento DE LEVADURAS	<10	UFC/g	MMI-02	AOAC 997.02

Nota 1: UFC/g= unidades formadoras de colonia por gramo.

Se prohíbe la reproducción del presente informe de resultados, excepto en su totalidad previa autorización escrita de Multi-analityca Cia. Ltda.

Cualquier información adicional correspondiente a los ensayos está a disposición del cliente cuando lo solicite.

El Tiempo de Retención de las Muestras en el Laboratorio a partir de la fecha de ingreso será de 15 días para muestras perecibles y 1 mes para muestras medianamente perecibles y estables. Muestras para análisis microbiológicos 2 días a partir de la fecha de análisis, posterior a este tiempo, el laboratorio no podrá realizar reensayos para verificación de datos o valores no conformes por parte del cliente.

Toda la información relacionada con datos del cliente e ítems de ensayo (muestras) y que pueda afectar a la validez de los resultados, ha sido proporcionada y son responsabilidad exclusiva del cliente. El laboratorio se responsabiliza únicamente de los resultados emitidos los cuales corresponden a la muestra analizada y descrita en el presente documento.

El laboratorio declina toda responsabilidad, acerca de desvíos encontrados en las muestras entregadas por el cliente y que pueden afectar a la validez de los resultados, particular que es comunicado al cliente en caso de ser detectado por el laboratorio.

El tiempo de almacenamiento de los informes de resultados y toda la información técnica relacionada al mismo para dar trazabilidad será de 5 años a partir de su fecha de emisión. (Punto 8.4.2 CR GA01 Criterios Generales Acreditación de Laboratorios de Ensayo y Calibración según NTE INEN- ISO/IEC 17025:2018).



Ing. Andrés Sarmiento
Jefe División Microbiología

Figura 47. Análisis microbiológico realizado al T2, segunda repetición

Anexo 11. Norma NTE INEN 2945. Pan. Requisitos



**NORMA
TÉCNICA
ECUATORIANA**

NTE INEN 2945
2016-10

PAN. REQUISITOS

BREAD. REQUIREMENTS

REQUISITOS

1. OBJETO Y CAMPO DE APLICACIÓN

Esta norma establece los requisitos para el pan destinado al consumo humano.

2. REFERENCIAS NORMATIVAS

Los siguientes documentos en su totalidad o en parte, son indispensables para la aplicación de este documento. Para referencias fechadas, solamente aplica la edición citada. Para referencias sin fecha, aplica la última edición (incluyendo cualquier enmienda).

CPE INEN-CODEX 1, *Principios generales de higiene de los alimentos*

NTE INEN-CODEX 192, *Norma general del Codex para los aditivos alimentarios*

NTE INEN-ISO 712, *Cereales y productos de cereales. Determinación del contenido de humedad. Método de referencia*

NTE INEN 526, *Harinas de origen vegetal. Determinación de la concentración de ión hidrógeno o pH*

NTE INEN 1334-1, *Rotulado de productos alimenticios para consumo humano. Parte 1. Requisitos*

NTE INEN 1334-2, *Rotulado de productos alimenticios para consumo humano. Parte 2. Rotulado nutricional. Requisitos*

NTE INEN 1334-3, *Rotulado de productos alimenticios para consumo humano. Parte 3. Requisitos para declaraciones nutricionales y declaraciones saludables*

3. TÉRMINOS Y DEFINICIONES

Para los efectos de esta norma, se adoptan las siguientes definiciones:

3.1

pan

Producto obtenido de la fermentación y horneado de una masa básica hecha de harina de trigo, agua, levadura y sal.

3.2

pan común

Producto a base de harina de trigo, agua, levadura, sal, adicionado o no de grasas o aceites comestibles, azúcar u otros aditivos alimentarios.

3.3

pan especial

Producto a base de harina de trigo u otro tipo de harinas solas o mezcladas, agua, levadura, con o sin sal, adicionado o no de grasas o aceites comestibles, con o sin azúcar, aditivos alimentarios y otros ingredientes alimentarios como, por ejemplo, huevos y sus derivados, leche y sus derivados, frutas, etc.

3.4

pan integral

Producto a base de harinas integrales de cereales, agua, levadura, sal, adicionado o no de grasas o aceites comestibles, azúcar u otros aditivos alimentarios.

3.5

pan integral especial

Producto a base de harinas integrales de cereales, agua, levadura, con o sin sal, adicionado o no de grasas o aceites comestibles, con o sin azúcar, aditivos alimentarios y otros ingredientes alimentarios, como por ejemplo, frutas, granos, oleaginosas, etc.

4. REQUISITOS

El pan, pan común, pan especial, pan integral y pan integral especial, deben:

4.1 estar elaborados de conformidad con lo establecido en CPE INEN-CODEX 1,

4.2 utilizar ingredientes alimentarios aptos para el consumo humano,

4.3 cumplir con los requisitos físicos y químicos establecidos en la Tabla 1.

TABLA 1. Requisitos físicos y químicos para el pan, pan común, pan especial, pan integral y pan integral especial

Requisito	Unidad	Mínimo	Máximo	Método de ensayo
Humedad ^a	% ^a	-	45,0	NTE INEN-ISO 712
pH	-	4,3	7,0	NTE INEN 526

^a fracción másica en base seca expresada como % en producto terminado.

NOTA. En el caso de que sean usados métodos de ensayo alternativos a los señalados en esta tabla, estos deben ser oficiales. En el caso de no ser un método oficial, este debe ser validado.

4.4 cumplir con los límites máximos de aditivos alimentarios establecidos en NTE INEN-CODEX 192.

5. ENVASADO

El envase utilizado será de un material apto para productos alimenticios, resistente y que asegure la buena conservación del producto.

6. ROTULADO

El rotulado del pan debe cumplir con lo establecido en NTE INEN 1334-1, NTE INEN 1334-2 y NTE INEN 1334-3.

BIBLIOGRAFÍA

NTC 1363 *Pan. Requisitos*

NMX-F-442-1983 *Alimentos – Pan – Productos de Bollería*. Dirección General de Normas

21CFR136, *Bakery products*. Code of Federal Regulations of U.S. Food and Drug Administration. 2015

Real Decreto 1137/1984, de 28 de marzo, por el que se aprueba la *Reglamentación Técnico-Sanitaria para la Fabricación, Circulación y Comercio del Pan y Panes Especiales*. Última modificación: 29 de marzo de 2013

RM N° 1020-2010/MINSA, *Norma Sanitaria para la fabricación, elaboración y expendio de productos de panificación, galletería y pastelería*. Dirección General de Salud Ambiental. Ministerio de Salud. Lima. 2011

SEMIĆ A., ORUČEVIĆ S., BAUMAN I., MUMINOVIĆ Š., SPAHO N., KLEPO B. (2009). *Effects of increasing sourness of bread dough on bread quality*, 5th International Congress Flour-Bread and 7th Croatian Congress of Cereal Technologists, 416-424

HOLMES J.T. and HOSENEY R.C. (1987). *Chemical Leavening: Effect of pH and certain ions on breadmaking properties*. Cereal Chemical, Vol. 64, No 5, 343-348.

AMERICAN INSTITUTE OF BAKING (AIB International). *Curso Tecnología Aplicada a la panificación*. Lección quince.

AMBLER THOMPSON and BARRY N. TAYLOR. *Guide for the Use of the International System of Units (SI)*. National Institute of Standards and Technology-NIST of U.S. Department of Commerce. 2008.

INTERNATIONAL COMMISSION ON MICROBIOLOGICAL SPECIFICATIONS FOR FOODS. (ICMSF). *Microorganisms in Foods 8. Use of Data for Assessing Process Control and Product Acceptance*. London. 2011. 209-225.

INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

Documento: NTE INEN 2945	TÍTULO: PAN. REQUISITOS	Código: 67.060
ORIGINAL: Fecha de iniciación del estudio: 2014-11-20	REVISIÓN: La Subsecretaría de la Calidad del Ministerio de Industrias y Productividad aprobó este proyecto de norma Oficialización con el Carácter de por Resolución No. publicado en el Registro Oficial No. Fecha de iniciación del estudio:	
Fechas de consulta pública: 2015-01-19 al 2015-03-19		

Comité Técnico de: **CEREALES Y LEGUMBRES**

Fecha de iniciación: 2016-04-12

Fecha de aprobación: 2016-05-19

Integrantes del Comité:

NOMBRES:

Fernando Ruiz (Presidente)
Paulina Arias Machado
Victor Camacho
Esteban Carbonell
Andrés Suntaxi
Matthijs Schutter
Mónica Villacis
Paulina Aguilar
Juan Carlos Cadena
María Belén Quelal
Carolina Guayanlema
Margoth Casco (Secretaria Técnica)

INSTITUCIÓN REPRESENTADA:

MODERNA ALIMENTOS S.A.
MODERNA ALIMENTOS S.A.
MAGAP-SC
CORPORACIÓN FAVORITA
MODERNA ALIMENTOS S.A.
MODERNA ALIMENTOS S.A.
GRUPO BIMBO (TIOSA)
ARCSA
MIPRO
INIAP
ARCSA
INEN-DIRECCIÓN DE NORMALIZACIÓN