

UNIVERSIDAD NACIONAL SAN CRISTÓBAL DE HUAMANGA

FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA Y METALURGIA

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
AGROINDUSTRIAL**



**EFFECTO DE LA SUSTITUCIÓN PARCIAL DE HARINA DE TRIGO
(*Triticum aestivum*) POR HARINA DE PITUCA (*Colocasia
esculenta*) EN LA CALIDAD DEL PAN FRANCÉS**

**TESIS PARA OBTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

PRESENTADO POR:

Bach. GARCIA CISNEROS, Miguel Ángel

AYACUCHO - PERÚ

2018

DEDICATORIA

A Dios, por haberme permitido llegar hasta este punto y por darme salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor

A mis padres Miguel Lorenzo y Teófila Lourdes, porque creyeron en mí y me sacaron adelante, dándome ejemplos dignos de superación y entrega, ya que siempre estuvieron impulsándome en los momentos más difíciles de mi vida.

A mis hermanos, Alicia, Marielena Lourdes y Pablo Emmanuel, por su apoyo incondicional.

Finalmente, a los ingenieros, aquellos que marcaron cada etapa de mi camino universitario, y quienes me ayudaron en asesorías y dudas presentadas en la elaboración de la tesis.

AGRADECIMIENTOS

Mi reconocimiento a las personas que han hecho posible la culminación de este proyecto de investigación:

A mi alma mater Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga, a mis docentes de la Facultad de Ingeniería Química y Metalurgia, por todos los conocimientos técnicos y profesionales impartidos en sus aulas.

A todas las personas que me apoyaron y colaboraron en el desarrollo de esta investigación, especialmente al Ing. Eusebio De La Cruz Fernández, Asesor de Tesis y al Técnico Sr. Rufino Segovia Chalco, del Centro Experimental de Panificación. Ellos han sido fundamental para concluir el desarrollo de la tesis. Se han ganado mi admiración y respeto como profesional, gracias por todo lo recibido durante el periodo de tiempo que ha durado el proyecto de investigación.

Al Ing. Cronwell Eduardo Alarcón Mundaca y al Ing. Agustín Julián Portuguez Maurtua, quienes me han brindado información para el desarrollo del presente trabajo, y me apoyaron incondicionalmente para culminar este proyecto.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
I. INTRODUCCIÓN	1
OBJETIVOS	2
OBJETIVO GENERAL.....	2
OBJETIVOS ESPECÍFICOS	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1 ANTECEDENTES DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN	3
2.2 PROBLEMÁTICA EN EL PERÚ.....	5
2.3 EL PAN FRANCÉS.....	6
2.3.1 El pan y tipos.....	6
2.3.2 Generalidades	6
2.4 ELABORACIÓN DEL PAN FRANCÉS CON SUSTITUCIÓN PARCIAL DE HARINA DE PITUCA.....	10
2.4.1 Materia prima	10
2.4.1.1 El trigo (<i>Triticum aestivum</i>).....	10
2.4.1.2 Harina de trigo.....	14
2.4.1.3 La pituca (<i>Colocasia esculenta</i>).....	15
2.4.1.4 Harina procedente de tubérculos (Pituca) y raíces.	20
2.4.2 Insumos.	21
2.4.2.1 El agua.....	21
2.4.2.2 Azúcar rubia	22
2.4.2.3 Sal yodada.	23
2.4.2.4 El gluten	24
2.4.2.5 La levadura.....	25
2.4.2.6 Las grasas.	26
2.4.2.7 Mejorador de masa	27
2.5 PROCESOS TECNOLÓGICO DEL PAN FRANCÉS.....	28
2.5.1 Recepción de materia prima e insumos.....	28
2.5.2 Formulación para el pan francés	28
2.5.3 Pesado de materia prima e insumos	28
2.5.4 El amasado y su importancia.....	28
2.5.5 División y pesado	28

2.5.6 Boleado y moldeado.....	29
2.5.7 Fermentación.....	29
2.5.8 Horneado.....	29
2.5.9 Enfriado.....	30
2.5.10 Almacenamiento.....	30
2.6 ANÁLISIS SENSORIAL.....	30
2.7 PRUEBAS DE PREFERENCIA.....	31
2.8 CONTROL DE CALIDAD.....	32
2.8.1 Calidad.....	32
2.8.2 Control de calidad.....	32
2.8.3 Control de calidad en el proceso de elaboración del pan.....	32
2.8.4 Requerimientos básicos.....	33
2.8.5 Deterioro del producto de panificación.....	33
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	35
3.1 MATERIALES.....	35
3.1.1 Materia prima.....	35
3.1.2 Insumos.....	37
3.1.3 Reactivos.....	37
3.1.4 Materiales de laboratorio y otros.....	37
3.1.5 Equipos e instrumentos.....	38
3.2 METODOLOGÍA EXPERIMENTAL.....	39
3.2.1 Obtención de la harina de pituca de la variedad blanca y morada.....	39
3.2.2 Análisis fisicoquímico de la materia prima (harina de pituca).....	40
3.2.3 Procedimientos para la elaboración del pan francés.....	41
3.2.3.1 Proceso de elaboración del pan francés testigo.....	41
3.2.3.2 Proceso de elaboración del pan francés con harina de pituca blanca.....	42
3.2.4 Pruebas preliminares en la elaboración del pan francés con sustitución parcial de harina de pituca.....	45
3.2.4.1 Formulación para la prueba preliminar en la elaboración del pan francés con sustitución parcial de harina de pituca.....	46
3.2.4.2 Prueba de preferencia pareada para la prueba preliminar.....	46
3.2.5 Prueba definitiva en la elaboración del pan francés con sustitución parcial de harina de pituca.....	47
3.2.5.1 Evaluación de la preferencia del pan francés con sustitución parcial de harina de pituca.....	48

3.2.5.1.2 Análisis sensorial.....	48
3.3 DISEÑO ESTADÍSTICO	49
3.3.1 Análisis estadístico.....	50
3.4 ANÁLISIS FISICOQUÍMICO DEL PRODUCTO FINAL.....	50
3.4.1 Análisis fisicoquímico.....	50
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	52
4.1 HARINA DE PITUCA.	52
4.2 ANÁLISIS FISICOQUÍMICO DE LA HARINA DE PITUCA BLANCA Y MORADA.....	53
4.2.1 Análisis fisicoquímico.....	53
4.3 PRUEBA PRELIMINAR EN LA ELABORACIÓN DEL PAN FRANCÉS CON SUSTITUCIÓN PARCIAL DE HARINA DE PITUCA BLANCA.	54
4.4 PRUEBA DEFINITIVA EN LA ELABORACIÓN DEL PAN FRANCÉS CON SUSTITUCIÓN PARCIAL DE HARINA DE PITUCA BLANCA.	55
4.4.1 Evaluación sensorial del pan francés con sustitución parcial de harina de pituca.	56
4.4.1.1 Evaluación de la preferencia del pan francés definitivo.	56
4.4.1.2 Evaluación sensorial.....	59
4.4.2 Evaluación estadística	59
4.4.2.1 Análisis de varianza para la apariencia del pan francés.	59
4.4.2.2 Prueba del rango múltiple de Duncan para la apariencia del pan francés.....	60
4.4.2.3 Análisis de varianza para el olor del pan francés	61
4.4.2.4 Prueba del rango múltiple de Duncan para olor del pan francés.....	62
4.4.2.5 Análisis de varianza para el color del pan francés	63
4.4.2.6 Prueba del rango múltiple de Duncan para el color del pan francés	64
4.4.2.7 Análisis de varianza para la textura del pan francés	65
4.4.2.8 Prueba del rango múltiple de Duncan para textura del pan francés.....	66
4.4.2.9 Análisis de varianza para el sabor del pan francés.....	67
4.4.2.10 Prueba del rango múltiple de Duncan para sabor del pan francés.	68
4.4.2.11 Análisis de varianza para la aceptación del pan francés.	69
4.4.2.12 Prueba del rango múltiple de Duncan para la aceptación general del pan francés.	70
4.4.3 Obtención de los mejores atributos del pan francés a diferentes sustituciones con harina de pituca blanca según análisis de varianza y prueba de Duncan.	71
4.4.4 Diagrama de flujo definitivo.	73
4.4.5 Análisis del producto final	74

4.4.5.1 Análisis fisicoquímico del pan francés con mejor aceptación.	74
4.4.5.2 Análisis microbiológico del pan francés con mejor aceptación.....	75
CONCLUSIONES	77
RECOMENDACIONES	78
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	79
REVISIÓN DE PÁGINAS WEB.....	83
ANEXOS.....	85

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura N° 2.1: Ilustración morfología de la planta de trigo	13
Figura N° 2.2: Planta y tubérculo de la pituca	16
Figura N° 2.3: Cristales de azúcar moreno	22
Figura N° 2.4: Sal yodada embolsado	23
Figura N° 2.5: Gluten del trigo	24
Figura N° 2.6: Levadura fresca	25
Figura N° 2.7: Grasa vegetal	26
Figura N° 3.1: Distrito de Anchiuay	35
Figura N° 3.2: Harina de trigo	36
Figura N° 3.3: Cormos de pituca blanca	36
Figura N° 3.4: Cormos de pituca morada	36
Figura N° 3.5: Diagrama de bloques simple para la obtención de harina de pituca blanca y morada (<i>Colocasia esculenta</i>)	39
Figura N° 3.6: Diagrama de flujo simple cualitativo para el proceso de elaboración del pan con sustitución parcial de la harina de pituca	44
Figura N° 3.7: Diseño del experimento para la prueba preliminar de la elaboración del pan francés con sustitución parcial de harina de pituca	45
Figura N° 4.1: Criterios de inclusión y de exclusión del pan tipo francés Sustituidos con harina de pituca blanca (evaluación sensorial)	57
Figura N° 4.2: Diferencia de características sensoriales del atributo de Apariencia del pan francés con harina de pituca blanca	61
Figura N° 4.3: Diferencia de características sensoriales del atributo de Olor del pan francés con harina de pituca blanca	63
Figura N° 4.4: Diferencia de características sensoriales del atributo de Color del pan francés con harina de pituca blanca	65
Figura N° 4.5: Diferencia de características sensoriales del atributo de Textura del pan francés con harina de pituca blanca	67
Figura N° 4.6: Diferencia de características sensoriales del atributo de Sabor del pan francés con harina de pituca blanca	69

Figura N° 4.7: Diferencia de características sensoriales del atributo de Aceptación del pan francés con harina de pituca blanca	71
Figura N° 4.8: Diagrama de bloques cuantitativo del proceso de elaboración del pan francés con sustitución parcial de la harina de pituca	73

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla N° 2.1: Características físicas y químicas del pan común	9
Tabla N° 2.2: Características microbiológicas del pan	9
Tabla N° 2.3: Producción Nacional del trigo	11
Tabla N° 2.4: Producción Regional del trigo	11
Tabla N° 2.5: Importación Nacional del trigo	11
Tabla N° 2.6: Composición química en 100 g de grano del trigo.	14
Tabla N° 2.7: Composición química en 100 g de harina de trigo	15
Tabla N° 2.8: Composición fisicoquímica en 100 g de cormos de pituca	19
Tabla N° 2.9: Composición de los carbohidratos de la pituca	19
Tabla N° 2.10: Composición nutricional por 100 gramos de harina de pituca	19
Tabla N° 3.1: Formula clásica para un pan francés	41
Tabla N° 3.2: Formulación para la prueba preliminar del pan Francés con sustitución parcial de harina de pituca (T1, T2, T3 y T4)	46
Tabla N° 3.3: Formulación para la prueba definitiva del pan Francés con sustitución parcial de harina de pituca (T1, T2, T3 y T4).	48
Tabla N° 3.4: Escalas hedónicas de calificación	49
Tabla N° 3.5: Plantilla para el análisis estadístico	50
Tabla N° 4.1: Composición fisicoquímica en 100 g de harina de pituca blanca y morada comparándolas con harina de trigo y pituca japonesa pre cocido	53
Tabla N° 4.2: Resultados de la prueba de preferencia pareada del Pan francés sustituido con harina de Pituca blanca	54
Tabla N° 4.3: Caracterización visual (SENSORIAL) del pan francés elaborado con harina de trigo y harina de pituca blanca	58
Tabla N° 4.4: Promedio total de la prueba de análisis sensorial con respecto a los atributos evaluados del pan francés	59
Tabla N° 4.5: Análisis de varianza para la apariencia del pan francés con sustitución parcial de harina de pituca	59
Tabla N° 4.6: Prueba del rango múltiple de Duncan para la apariencia del pan francés	60

Tabla N° 4.7: Análisis de varianza para el olor del pan francés con sustitución parcial de harina de pituca	61
Tabla N° 4.8: Prueba del rango múltiple de Duncan para el olor del pan francés	62
Tabla N° 4.9: Análisis de varianza para el color del pan francés con sustitución parcial de harina de pituca blanca	63
Tabla N° 4.10: Prueba del rango múltiple de Duncan para el color del pan francés	64
Tabla N° 4.11: Análisis de varianza para la textura del pan francés con sustitución parcial de harina de pituca	65
Tabla N° 4.12: Prueba del rango múltiple de Duncan para la textura del pan francés	66
Tabla N° 4.13: Análisis de varianza para el sabor del pan francés con sustitución parcial de harina de pituca.	67
Tabla N° 4.14: Prueba del rango múltiple de Duncan para el sabor del pan francés	68
Tabla N° 4.15: Análisis de varianza para la aceptación del pan francés con sustitución parcial de harina de pituca	69
Tabla N° 4.16: Prueba del rango múltiple de Duncan para aceptación general del pan francés	70
Tabla N° 4.17: Resultados del análisis fisicoquímico del pan francés con sustitución de harina de trigo por harina de pituca blanca (en 100 gramos de alimento)	74
Tabla N° 4.18: Resultados del análisis Microbiológico y Toxicológico del pan francés con sustitución de harina de trigo por harina de pituca blanca (T1)	75

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo N° 1: FOTOGRAFÍAS DE LA OBTENCIÓN Y RECOLECCIÓN DE LA MATERIA PRIMA	86
Anexo N° 2: MATERIALES Y EQUIPOS DE LABORATORIO	87
Anexo N° 3: PROCESO DE OBTENCIÓN DE LA HARINA DE PITUCA BLANCA Y MORADA	88
Anexo N° 4: PROCESO DE ELABORACIÓN DEL PAN FRANCÉS CON HARINA DE PITUCA BLANCA	93
Anexo N° 5: PAN FRANCÉS CON PITUCA BLANCA (PB) A DIFERENTES SUSTITUCIONES DE LA PRUEBA PRELIMINAR	94
Anexo N° 6: PAN FRANCÉS CON PITUCA MORADA (PM) A DIFERENTES SUSTITUCIONES DE LA PRUEBA PRELIMINAR	95
Anexo N° 7: BOLETA PARA LA PRUEBA DE PREFERENCIA PAREADA	97
Anexo N° 8: RESULTADOS DE LA PRUEBA DE PREFERENCIA PAREADA (Prueba preliminar)	98
Anexo N° 9: Prueba Binomial de Dos Extremos para el pan francés con sustitución parcial de harina de pituca blanca. Probabilidad de X o más juicios concordantes en n pruebas ($p=1/2$)	100
Anexo N° 10: FICHA DE EVALUACIÓN SENSORIAL HEDÓNICA	101
Anexo N° 11: EVALUACIÓN SENSORIAL DEL PAN FRANCÉS CON SUSTITUCIÓN PARCIAL	102
Anexo N° 12: RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN SENSORIAL (Prueba definitiva)	105
Anexo N° 13: ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO	109
Anexo N° 14: NORMA TÉCNICA PERUANA 205.078: 2018	122
Anexo N° 15: NORMA SANITARIA QUE ESTABLECEN LOS CRITERIOS FÍSICOQUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS PARA LA FABRICACIÓN, ELABORACIÓN Y EXPENDIO DE PRODUCTOS DE PANIFICACIÓN, GALLETERÍA Y PASTELERÍA	123

Anexo N° 16: NORMAS MEXICANAS. NMX-F-516-1992. ALIMENTOS. PRODUCTOS DE PANIFICACIÓN (Pan Blanco, Bolillo y Telera).	125
Anexo N° 17: TABLAS PERUANAS DE COMPOSICIÓN DE ALIMENTOS 2009	126
Anexo N° 18: TABLAS PERUANAS DE COMPOSICIÓN DE ALIMENTOS 2017	126
Anexo N° 19: PRUEBAS PRELIMINARES PARA EL PAN FRANCÉS CON SUSTITUCION PARCIAL DE PITUCA BLANCA BAJO LA FORMA DE PURÉ	128

I. INTRODUCCIÓN

El pan es uno de los alimentos básicos en muchos países del mundo así como en el Perú. Su ingrediente fundamental es la harina de trigo que tiene un contenido de proteína relativamente bajo y cuya composición de aminoácidos esenciales es deficiente especialmente en lisina. Afortunadamente, la proteína de este cereal es complementaria con la de las leguminosas o tubérculos, que tienen una buena concentración de lisina, aunque es deficiente en aminoácidos azufrados metionina y triptófano (Acero y Barrera 1996).

Las mezclas de productos como cereales y tubérculos es una buena estrategia para conseguir el mejoramiento de calidad de los alimentos. Ordoñez (1993) menciona que en nuestro país la demanda de harina de trigo es bastante alta llegando a las 1.680.000 toneladas anuales, siendo el pan una de las formas de mayor consumo, donde se utiliza trigo importado hasta un 88%, porque la producción nacional de este cereal en la actualidad es insuficiente, satisfaciendo solo el 12% de la demanda local y las proyecciones a futuro indican que es difícil que esta deficiencia se supere.

En el Perú, existe una gran variedad de especies vegetales nativos (tubérculos y raíces), tales como la pituca blanca y morada (*Colocasia esculenta*), de las cuales se pueden obtener harinas las que pueden emplearse en la producción de productos alimenticios enriquecidos, dichos cultivos y su producción primaria están destinadas, principalmente, al autoconsumo de los agricultores. Existe una falta de estímulo a la producción de dicha especie vegetal nativo mencionado afectando a la economía de este sector, ya que en lugar de que contribuyan a resolver el problema alimentario, el país invierte millones de dólares en la importación de alimentos (trigo, soya, maíz, otros), muchos de los cuales son de menor valor nutritivo que nuestras especies nativas (Morales, 2012).

La sustitución de la harina de trigo con harinas procedentes de cultivos de especies nativos, permitirán mejorar el valor nutritivo de los productos horneados especialmente la del pan, ahorro de divisas por menor importación de trigo y dar impulso a la agricultura local y regional por la generación de una demanda cada vez mayor de productos nativos. Los tubérculos nativos como la pituca tienen un alto contenido de proteínas y calcio convirtiéndose en una excelente fuente de proteínas a futuro, por lo que el consumo de estos tubérculos mentara el cultivo y la conservación de la biodiversidad nativa.

OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

- Evaluar el efecto de la sustitución parcial de la harina de trigo (*Triticum aestivum*) por harina de pituca (*Colocasia esculenta*) en la calidad del pan francés.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Evaluar las características fisicoquímicas del pan francés sustituido parcialmente con harina de pituca.
- Evaluar las características microbiológicas del pan francés sustituido parcialmente con harina de pituca.
- Evaluar la aceptabilidad sensorial del pan francés sustituido parcialmente con harina de pituca mediante una escala hedónica.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 ANTECEDENTES DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

En nuestro país se viene estudiando el uso de harinas sucedáneas desde 1970, y se han propuesto distintas formas de sustitución parcial de trigo; así Delgado (1981), reemplazó la harina de trigo por harina de cebada hasta un 20 %; aunque no se obtuvo alto nivel proteico, pero si mejoró el contenido de minerales. Otro de los trabajos importantes fue el realizado por Escobedo (1995), utilizó la harina precocida de papa en panificación con un 16 % de sustitución obteniendo un 8.5 % de proteínas y 286 calorías. Cárdenas (1991) llega a sustituir hasta el 30% en el producto final de camote rallado crudo con cáscara en la elaboración del pan, mejorando el nivel proteico y aceptabilidad.

Actualmente se han realizado varias investigaciones como: **Sahua G, (1995)**, desarrollo la investigación “**Elaboración de fideos con sustitución parcial de harina de trigo por harina precocida de pituca (*Colocasia esculenta*)**”. Se elaboró los fideos con sustitución, estas harinas sucedáneas fueron caracterizadas y posteriormente mezcladas con la harina fideera en un 30%, 25%, 15% y 10% respectivamente para elaborar los fideos. Concluyéndose que el fideo con sustitución parcial de 20% de harina precocida de pituca, tuvo mayor preferencia entre los panelistas y resulto mejor que el fideo comercial.

Bustos y Marapara (2016) desarrollaron la investigación que consistió en evaluar “Parámetros de secado en bandeja de *Colocasia esculenta* (pituca) para la elaboración de harina y su utilización en galletas”. El experimento consistió en secar la pituca en bandejas, a tres temperaturas y tres tiempos diferentes: 55°C, 60°C, 65°C y 4h, 6h, 8h, con una sola velocidad de aire de 4.5 m/s. y se tomaron lecturas a intervalos de tiempo de 3, 5, 6, 9, 12,

15, 20, 30 y 50 minutos de secado. En cuanto a la elaboración de galletas semidulce y galleta cracker se sustituyeron harina de pituca 8, 10 y 12%. El mejor parámetro de secado de la harina fue de 60°C por un tiempo de 6 horas. En la elaboración de galletas de la mejor formulación para galleta semidulce es la A al 8% de sustitución y para la galleta cracker la formulación C al 12% de sustitución, ya que presentan mayor aceptabilidad y mayores calificaciones de sabor, aroma, color, textura y grado de satisfacción.

Hoover J. (2015), desarrollo la investigación que consistió en “**evaluar la sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum aestivum L*) por harina de papa china para la elaboración de galletas de dulce**”. El experimento consistió en variar el porcentaje de sustitución de harina de papa china por harina de trigo en 20, 25 y 30 %, a estas harinas compuestas se les realizó el análisis geológico, en el que menciona que a medida que la sustitución de una materia prima de menor contenido de proteína, papa china, por otra de mayor contenido, harina de trigo, el índice de fuerza de gluten va disminuyendo, valores lógicos de esperar, debido a que las formulaciones 2 y 3 poseen menor contenido de proteínas insolubles (glutenina y gliadina). La galleta que alcanzó los porcentajes más altos de aceptaciones, por parte de los potenciales consumidores, en sus cuatro atributos sensoriales (color, olor, sabor y textura) fue la formulación 2, seguida por la formulación 1 y en último lugar, la formulación 3.

Matos A. (2010), desarrollo la investigación “Elaboración de Pan con Sustitución Parcial de Harina Precocida de Ñuña (*Phaseoleus vulgaris L.*) y Tarwi (*Lupinus mutabilis*). Se utilizaron 3 formulaciones con diferentes porcentajes de sustitución (10%, 20%, 30%). Los análisis realizados para el producto final fueron contenidos de proteína, ceniza, análisis microbiológico y sensorial. El pan con sustitución parcial de 30% tuvo el contenido de proteína más alto (27.10%). Los análisis microbiológicos de levaduras y coliformes mostraron un valor mínimo con respecto al máximo permitido. El pan con 30% de sustitución tuvo mayor aceptabilidad en cuanto a sabor y textura, en lo que respecta a color el pan con sustitución de 20 % tuvo mayor aceptabilidad.

Pascual G. (2010), estudio la “sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum aestivum*) por harina de Kiwicha (*Amaranthus caudatos*), usando el método directo y esponja y masa, en la elaboración de pan. Para lo cual se planteó diez tratamientos que involucraron dos métodos

de panificación (directo y esponja y masa) y cinco niveles de sustitución (al 5%, 10%, 15% y 20%), incluyendo el testigo sin sustitución. El arreglo factorial, con un diseño completamente al azar, reveló que el pan preferido se alcanzó con el método esponja y masa para un nivel de sustitución al 10%.

(Haas, JD and T. Brownlie 2001), desarrollo la investigación que consistió en evaluar, como harinas sucedáneas, en la elaboración del pan, las harinas extraídas de cinco especies de la biodiversidad vegetal amazónica: Sachapapa morada (*Dioscorea decorticans*), sachapapa blanca (*Dioscorea trifida*), pituca (*Colocasia esculenta L. Schott*), pijuayo (*Bactris gasipaes HBK*) y pan del árbol (*Artocarpus comunis F.*). Se obtuvieron resultados satisfactorios en la elaboración del pan, con la sustitución del 30% de la harina de trigo por la harina de sachapapa morada, sachapapa blanca, pituca y pijuayo. El pan del árbol tiene muy bajo rendimiento de harina (29%) y no dio buenos resultados al sustituir a la harina de trigo en la elaboración del pan. El rendimiento de harina de la sachapapa blanca fue del 54%, sachapapa morada 56%, pituca 54% y pijuayo 43%. Los panes no mostrando variación significativa en su composición fisicoquímica y organoléptica.

2.2 PROBLEMÁTICA EN EL PERÚ.

El Perú, país en vías de desarrollo posee una gran fortaleza; diversidad biológica, al mismo tiempo existe un problema álgido; aprovechamiento sostenible de su biodiversidad. Así mismo la falta de alimentos en los mercados más populosos que contengan mayor calidad nutricional, frente a la mala alimentación de la población, hacen que empecemos nuevamente a observar nuestra naturaleza con los fines de subsanar la mala alimentación.

Uno de estos recursos, es la pituca (*Colocasia esculenta*) especie nativa cuyos beneficios no están siendo aprovechadas y exploradas para contribuir a la seguridad alimentaria, se debe incentivar la investigación y producción del referido recurso con el fin de generar la estabilización de los precios de venta de los almidones como de los subproductos de estos (Morín, 1983).

Tal es el caso de la pituca, debido a sus propiedades nutricionales (por 100 g de pituca fresca: proteínas 1.60 g, lípidos 0.50 g, fibra 0.80 g, calcio 50 mg, hierro 1.20 mg y vitamina C 4.40 mg), la pituca puede ser utilizada para remplazar materias primas convencionales como al

maíz (*Zea mays*), trigo (*Triticum aestivum*), ñame (*Dioscorea alata*), yuca (*Manihot esculenta*), papa (*Solanum tuberosum*), otros, en la industria alimentaria para la elaboración de diversos productos (Morín, 1983).

Cabe mencionar que la pituca es considerada como excelente alimento para deportistas o personas que realizan trabajo físico y es vital para los niños, en especial para los bebés durante su etapa de formación de huesos y dientes; sin embargo existen desconocimientos de los derivados que se puedan elaborar, tanto por su valor nutricional y beneficios para la salud (Núñez, 1989).

Siendo el pan tipo francés un alimento de consumo masivo en zonas urbanas y de alta aceptabilidad a nivel mundial, estudios refieren que pueden sustituirse a la harina de trigo por otro tipo de harina con el fin de mejorar la calidad nutricional del producto.

Por ello, se planteó el trabajo de investigación en sustituir parcialmente la harina de trigo por harina de pituca, analizarlo nutricionalmente y sensorialmente con fines de estudio de la aceptación-preferencia por los consumidores.

2.3 EL PAN FRANCÉS

De acuerdo con la NMX-F-406 (1982) el pan blanco (**pan francés**), se define como producto alimenticio elaborado por la cocción del horneado de masa fermentada, elaborada con harina de trigo, agua potable, sal yodada, levadura y otros ingredientes y aditivos permitidos para alimentos.

2.3.1 El pan y tipos

2.3.2 Generalidades

Según la «Reglamentación Técnico Sanitaria para la Fabricación, Circulación y Comercio del Pan y Panes Especiales» el pan y sus distintos tipos se definen de la siguiente manera (Tejero, 1992-1995; Madrid; Callejo, 2002):

El pan es el producto perecedero resultante de la cocción de una masa obtenida por la mezcla de harina de trigo, sal comestible y agua potable, fermentada por especies propias de la fermentación panaria, como *Saccharomyces cerevisiae*.

El Código Alimentario Español diferencia dos tipos de pan:

- ❖ **Pan común**, se define como el de consumo habitual en el día, elaborado con harina de trigo, sal, levadura y agua, al que se le pueden añadir ciertos coadyuvantes tecnológicos y aditivos autorizados.
- ❖ **Pan especial**, es aquel que, por su composición, por incorporar algún aditivo o coadyuvante especial, por el tipo de harina, por otros ingredientes especiales (leche, huevos, grasas, cacao, etc.), por no llevar sal, por no haber sido fermentado, o por cualquier otra circunstancia autorizada, no corresponde a la definición básica de pan común.

a) Proceso de su elaboración del pan común

El proceso de elaboración consta de las siguientes etapas (Quaglia, 1991; Kamel, 1993; Guinet y Godon, 1996; Cauvain y Young, 1998), que a continuación mencionaremos:

Amasado.- Su objetivo es lograr la mezcla íntima de los distintos ingredientes y conseguir, por medio del trabajo físico del amasado, las características plásticas de la masa así como su perfecta oxigenación.

División y pesado.- Su objetivo es dar a las piezas el peso justo. Si se trata de piezas grandes se suelen pesar a mano.

Heñido o boleado.- Consiste en dar forma de bola al fragmento de masa y su objetivo es reconstruir la estructura de la masa tras la división.

Reposo.- Su objetivo es dejar descansar la masa para que se recupere de la desgasificación sufrida durante la división y boleado.

Formado.- Su objetivo es dar la forma que corresponde a cada tipo de pan. Si la pieza es redonda, el resultado del boleado proporciona ya dicha forma.

Fermentación.- Consiste básicamente en una fermentación alcohólica llevada a cabo por levaduras que transforman los azúcares fermentables en etanol, CO₂ y algunos productos secundarios.

Corte.- Operación intermedia que se hace después de la fermentación, justo en el momento en que el pan va a ser introducido en el horno.

Cocción.- Su objetivo es la transformación de la masa fermentada en pan, lo que conlleva: evaporación de todo el etanol producido en la fermentación, evaporación de parte del agua contenida en el pan, coagulación de las proteínas, transformación del almidón en dextrinas y azúcares menores y pardeamiento de la corteza. La cocción se realiza en hornos a

temperaturas que van desde los 220 a los 260 °C, aunque el interior de la masa nunca llega a rebasar los 100 °C.

b) Características del pan común

Según la Norma Peruana Sanitaria para la Fabricación, Elaboración y Expendio de Productos de Panificación, Galletería y Pastelería: R.M. N° 1020 – 2010 /MINSA – Perú nos indican los siguientes.

b.1. Características generales.

El pan deberá ser fabricado con materias primas de calidad. No deberá estar quemado o mal cocido. No deberá presentar fermentaciones extrañas, gérmenes patógenos, larvas, hongos, materia extraña, ni microorganismos que indiquen una manipulación defectuosa del producto.

b.2. Características organolépticas.

Aspecto externo. Las piezas de pan tendrán su forma característica (bolos y bollitos) puede tener cortes en la parte superior.

Color externo. La superficie exterior y la corteza deben presentar un color de ligeramente dorado a café, el cual deberá ser lo más uniforme.

Color interno. La miga debe ser blanca, con un matiz uniforme, sin manchas ni coloraciones.

Olor. Deberá ser característico, agradable.

Sabor. Característico, ligeramente salado y agradable. No debe ser ácido.

Textura exterior. La corteza debe ser lisa y de textura firme.

Textura interior. La miga debe ser suave y esponjosa, con huecos o agujeros pequeños, del mismo tamaño y uniformes. No debe ser seca.

Características fisicoquímicas. El pan debe cumplir con lo indicado en la tabla 2.1.

Tabla N° 2.1: Características Fisicoquímicas del pan común.

ESPECIFICACIONES	TIPO DE COMUN	
	Min.	Máx.
Humedad % (1) (en producto final)	23	35
Proteína (N*6.26)% (2)	9	
Mejorantes de la fabricación % (2)		BPF
Grado de acidez (ml NaOH 0,1 N) (3)	2.0	5.0
Azúcares % (2)		3.0
Sal % (2)		2.5
Grasa % (2)	0	3.5
Tiempo de rotación (horas)		1.2

(1) porcentajes en masa/masa (con un tiempo máximo de 1 hora de salido del horno).
 (2) referida a materia seca.
 (3) cantidad de ml de NaOH para neutralizar un peso de 5 g de miga en solución.

Fuente: R.M. N° 1020 – 2010 /MINSa – Perú

b.3. Características microbiológicas

El pan en todas sus clasificaciones debe cumplir con los parámetros microbiológicos de la tabla 2.2.

Tabla N° 2.2: Características microbiológicas del pan.

Productos que no requieren refrigeración, con o sin relleno y/o cobertura (pan, galletas, panes enriquecidos o fortificados, tostadas, bizcochos, panetón, queques, obleas, pre-pizzas, otros).						
Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g	
					m	M
Mohos	2	3	5	2	10 ²	10 ³
<i>Escherichia coli</i> (*)	6	3	5	1	3	20
<i>Staphylococcus aureus</i> (*)	8	3	5	1	10	10 ²
<i>Clostridium perfringens</i> (**)	8	3	5	1	10	10 ²
<i>Salmonella sp.</i> (*)	10	2	5	0	Ausencia/25 g	----
<i>Bacillus cereus</i> (***)	8	3	5	1	10 ²	10 ⁴
(*) Para productos con relleno (***) Adicionalmente para productos con rellenos de carne y/o vegetales (***) Para aquellos elaborados con harina de arroz y/o maíz						
Productos que requieren refrigeración con o sin relleno y/o cobertura (pasteles, tortas, tartas, empanadas, pizzas, otros).						
Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g	
					m	M
Mohos	3	3	5	1	10 ²	10 ³
<i>Escherichia coli</i>	6	3	5	1	10	20
<i>Staphylococcus aureus</i>	8	3	5	1	10	10 ²
<i>Clostridium perfringens</i> (*)	8	3	5	1	10	10 ²
<i>Salmonella sp.</i>	10	2	5	0	Ausencia/25 g	---
<i>Bacillus cereus</i> (**)	8	3	5	1	10 ²	10 ⁴
(*) Para aquellos productos con carne, embutidos y otros derivados cárnicos, y/o vegetales. (**) Para aquellos elaborados con harina de arroz y/o maíz						

Fuente: R.M. N° 1020 – 2010 /MINSa – Perú.

c) Caracterización visual del pan común.

Para dicha caracterización se toman criterios tanto como de inclusión y de exclusión:

d) Criterios de inclusión

- ✓ Textura: Suave o sedosa
- ✓ Sabor: Semisalado.
- ✓ Aroma: Trigo tostado.
- ✓ Color: Blanco crema o crema-blanco, amarillo.

e) Criterios de exclusión

- ✓ Textura: Duro no crocante y Áspera.
- ✓ Sabor: Sin sal y Salado.
- ✓ Aroma: Trigo lacteado.
- ✓ Color: ceniza o gris.

Fuente: Bustos y Marapara (2016).

2.4 ELABORACIÓN DEL PAN FRANCÉS CON SUSTITUCIÓN PARCIAL DE HARINA DE PITUCA.

2.4.1 Materia prima

2.4.1.1 El trigo (*Triticum aestivum*)

Belderok, y col., (2000), menciona que el trigo es un cereal, cultivado como silvestre, que pertenecen al género *Triticum*; son plantas anuales de la familia de las gramíneas, ampliamente cultivadas en todo el mundo. La palabra trigo designa tanto a la planta como a sus semillas comestibles, tal y como ocurre con los nombres de otros cereales.

Forero, (2000) indica que el trigo es uno de los tres cereales más producidos globalmente, junto al maíz y el arroz, y es ampliamente más consumido por el hombre en la civilización occidental desde la antigüedad. El grano del trigo es utilizado para hacer harina, harina integral, sémola, cerveza y una gran variedad de productos alimenticios.

- a) **Producción Nacional:** La producción nacional del trigo del año 2013 al 2017 se muestra en la tabla 2.3.

Tabla N° 2.3: Producción nacional del trigo.

Indicador	2013	2014	2015	2016	2017
Miles de toneladas	62,0	58,7	54,2	51,2	49,1
Variación porcentual	6,7	-5,3	-7,6	-5,5	-4,2

Fuente: MINAGRI – SIEA (2017).

- b) **Producción Regional:** La producción regional del trigo tuvo un incremento, del 2013 al 2015, luego descendió en los años, 2016 y 2017 como con lo indicado en la tabla 2.4.

Tabla N° 2.4: Producción Regional del trigo.

Indicador	2013	2014	2015	2016	2017
Toneladas	11,298	12,287	12,552	10,290	9,580

Fuente: DRA Ayacucho (2017).

- c) **Importación del trigo:** Las importaciones del trigo en el Perú, en el año 2016 y 2017, se dieron como lo indicado en la tabla 2.5.

Tabla N° 2.5: Importación nacional del trigo.

Indicador	2016	2017
Masa neta en (t.)	262,586	217,344
Valor CIF (Miles USD)	64,327	47,423

Fuente: MINAGRI – SIEA (2017)

d) Tipos de trigo

1. Trigo común (*Triticum aestivum*)

Esta es la especie más utilizada hoy en día y es conocida como trigo blando. Es con este trigo que hacemos casi todos los tipos de pan, galletas, tostadas y tortas. Siempre que una receta dice harina de trigo, se refiere a este tipo de trigo. Los cereales de desayuno son casi todos hechos a partir de este trigo – las diferentes marcas van variando en los otros ingredientes, en el sabor y, si hablamos de los cereales de desayuno para los niños, en la cantidad de azúcar

(que desafortunadamente varía entre alta, muy alta o excesivamente alta) y la cantidad de colorantes alimentares (algunos con efecto perjudicial a nivel cerebral) (Forero, 2000).

2. Trigo duro (*Triticum durum*)

Esta es la especie normalmente utilizada para la elaboración del espagueti. Se llama trigo duro, pues su valor proteico (en especial el gluten) es superior al del trigo blando. Son estas características las que le confieren la capacidad de quedar al dente (Forero, 2000).

3. Trigo espelta (*Triticum spelta*)

El trigo espelta se conoce como el trigo ancestral. Nutricionalmente es más rico que el trigo blando y es considerado como buena opción para cultivo biológico, dada su mayor resistencia a las plagas.

En lo que concierne a su uso, es parecido al trigo blando, siendo por eso relativamente fácil de encontrar en el pan, galletas o tostadas hechas con trigo espelta. Para quienes le gusta hacer pan en casa con trigo blando, es recomendable usar harina de trigo espelta ya que su uso no es tan distinto (Forero, 2000).

e) Taxonomía del trigo

Clasificación taxonómica del trigo según Forero (2000), es como sigue:

Reino	:	Plantaje
División	:	Magnoliophyta
Clase	:	Liliopsida
Orden	:	Poales
Familia	:	Poaceae, Pooideae
Tribu	:	Triticeae
Género	:	Triticum
Especie	:	aestivum

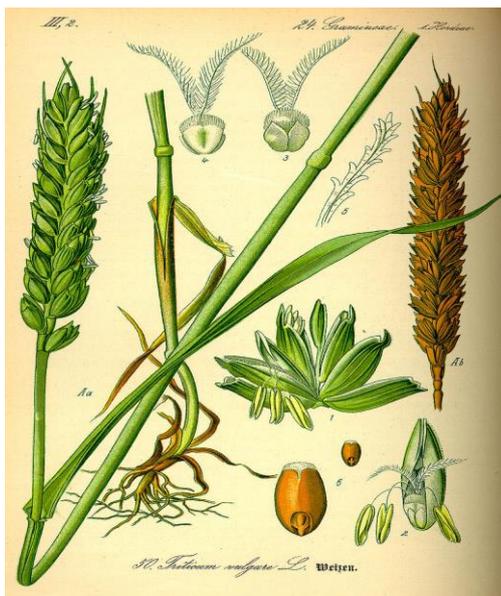


Figura N° 2.1: Ilustración morfológica de la planta de trigo.

Fuente: <https://es.wikipedia.org/wiki/Triticum>

f) Composición química

El grano maduro del trigo está formado por: hidratos de carbono, (fibra cruda, almidón, maltosa, sucrosa, glucosa, melibiosa, pentosanos, galactosa, rafinosa), compuestos nitrogenados (principalmente proteínas: Albúmina, globulina, prolamina, residuo y gluteínas), lípidos (Ac. Grasos: mirístico, palmítico, esteárico, palmitooleico, oléico, linoléico, linoléico), sustancias minerales (K, P, S, Cl) y agua junto con pequeñas cantidades de vitaminas (inositol, colina y del complejo B), enzimas (B-amilasa, celulosa, glucosidasas) y otras sustancias como pigmentos (Forero, 2000).

Estos nutrientes se encuentran distribuidos en las diversas áreas del grano de trigo, y algunos se concentran en regiones determinadas. El almidón está presente únicamente en el endospermo, la fibra cruda está reducida, casi exclusivamente al salvado y la proteína se encuentra por todo el grano. Aproximadamente la mitad de los lípidos totales se encuentran en el endospermo, la quinta parte en el germen y el resto en el salvado, pero la aleurona es más rica que el pericarpio y testa. Más de la mitad de las sustancias minerales totales están presentes en el pericarpio, testa y aleurona (Forero, 2000).

La composición química en 100 g de grano de trigo se indica en la tabla 2.6.

Tabla N° 2.6: Composición química en 100 g de grano del trigo.

Componente	Mínimo (%)	Máximo (%)
Proteína	7,0	19,0
Lípidos	1,5	2,0
Humedad	8,0	18,0
Almidón	60,0	68,0
Pentosas	6,2	8,0
Sacarosas	0,2	0,6
Maltosa	0,6	4,3
Celulosa	1,9	5,0
Cenizas	1,5	2,0

Fuente: Calaveras, (2004).

2.4.1.2 Harina de trigo

La harina de trigo puede otorgar una textura única y las características físicas del pan, debido a que la harina de trigo genera estructuras elásticas al momento de ser mezclada con agua bajo condiciones apropiadas, de esta forma la masa retiene gas dando lugar a un producto de baja densidad, firme y con una estructura celular uniforme y suave, según NMX-F-406 (1982).

Para la formación de pan con harina de trigo son necesarios tres requisitos: formación de la estructura del gluten, esponjamiento de la mezcla por la incorporación de gas y la coagulación del material al calentarlo en un horno.

Según la *Norma Técnica Peruana 205.027 (NTP)*, la designación “harina” es excluyente del producto obtenido de la molienda de trigo, a los productos obtenidos de la molienda de otros granos (cereales y menestras), tubérculos y raíces les corresponde la denominación de “harina” seguida del nombre del vegetal de que provienen.

En el proceso de la molienda se separa el salvado y, por lo tanto, la harina de trigo se hace más fácilmente digerible y más pobre en fibra. Además se separa la aleurona y el embrión, por lo que se pierden proteínas y lípidos, principales causantes del enriquecimiento de la

harina. Considerando que la carióspside está formada de las siguientes partes 12% de salvado, 85% de endospermo y 2.5% de germen, la molienda consiste en separar el 85 del albumen de la otra parte transformándolo por consiguiente, en harina. En teoría es posible alcanzar el 85% de harinas de 100 partes de trigo (Quaglia, 1991)

La composición química en 100 g de harina de trigo se indica en la tabla 2.7.

Tabla N° 2.7: Composición química en 100 g de harina de trigo.

COMPONENTE	UNIDADES	CANTIDAD
Energía	Kcal.	259,00
Agua	g	10,80
Proteína	g	10,50
Grasa	g	2,00
Carbohidratos	g	74,80
Fibra	g	1,50
Ceniza	g	0,40
Calcio	mg	36,00
Fosforo	mg	108
Hierro	mg	5,50
Tiamina	mg	0,50
Riboflavina	mg	0,40
Niacina	mg	4,80

Fuente: Collazos et al (1993).

2.4.1.3 La pituca (*Colocasia esculenta*)

a) Generalidades

Núñez (1989), menciona que la pituca es una planta herbácea, perennifolia, con un Cormo subgloboso, estolonífero, subterráneo, que alcanza un tamaño de 6 cm de diámetro. Las hojas son peltadas, con la lámina de 32–36 cm de largo y 22–70 cm de ancho. Las inflorescencias son axilares, fragantes con aroma a frutas, tiene un pedúnculo de 9–80 cm de largo; y espata de hasta 43 cm de largo. Los frutos son bayas subglobosas a oblongas, de 3.5–5 mm de largo y 2.5–3.9 mm de diámetro (ver la figura N° 2.2).



Figura N° 2.2: Planta y Cormos de la pituca

Fuente: https://es.wikipedia.org/wiki/Colocasia_esculenta

Núñez (1989), indica, en el Perú a este Cormo se le conoce como “Pituca” variando en algunos departamentos como “aratríma” en Huánuco. “Taro” en Moyobamba, “Michutsi”, en lugares de selva alta, “Witina” en el bajo Amazonas. Otros lugares del mundo en donde la *Colocasia esculenta* toma nombres diferentes:

Venezuela	:	Ocumo, culin, Danchi
Cuba	:	Málaga, guagua
Brasil	:	Taiboa
Perú	:	Pituca
Japón	:	Imo
China	:	Ya
Egipto	:	Kolisis

b) Clasificación taxonómica

Morín (1983), menciona que la pituca pertenece a la familia de las Aráceas comprendiendo más de 100 géneros y 1500 especies. Botánicamente ha recibido varias denominaciones diferentes, pero hoy en día se considera que la correcta es *Colocasia esculenta* y responde las siguientes clasificaciones:

Tipo : Angiospermeae
Clase : Monocotiledóneas
Orden : Aroideas
Familia : Aráceae
Género : Colocasia
Especie : esculenta
Nombre común : Pituca, Taro, malanga, etc.

La pituca es una planta herbácea suculenta que alcanza de 1-2m de altura, produce cormo (por comunidad solo se considera así a la raíz libre de tallo y hojas) central comestible, grande, esférico, elipsoidal o cónico, el color de la pulpa es por lo generalmente blanco pero puede presentarse clones colorados hasta llegar a morado.

c) Clima y suelo

Morín (1983), explica que la pituca es una planta esencialmente tropical, requiere de altas precipitaciones (1800 – 2500 mm) bien distribuidos temperaturas entre 25 – 30°C y una buena luminosidad. Algunas variedades de pituca crecen en suelos donde el agua es suministrada por irrigación (cultivos secos); mientras que otras crecen bajo agua (irrigación).

d) Cultivo.

Morín (1983), menciona que este producto se cultiva en lugares de poca y bastante altitud, requiere aproximadamente 7 meses para madurar, pudiéndose cultivarse durante todo el año y en casi todo los terrenos con bastante agua. Pueden reproducirse sembrando secciones de ¼ de kilo a cormos que tenga buenas yemas de 1 – 1.5 m.

Manases (1970), menciona que la pituca es más productiva en suelos bien abonadas, para el buen desarrollo de los cormos, los fosfatados estimulan el vigoroso desarrollo de la raíz.

Núñez (1989), dice la diferencia de los rendimientos se debe a la variedad que se cultive, la idoneidad del suelo, sostén de cultivo. El cultivo de la pituca suelen hacerse en terrenos sin preparación, se usan intercalados en cultivos perennes, como caucho, bananos, cacao, cocos, etc. Por lo que soporta un prolongado almacenamiento de 6 – 7° C de temperatura con una HR de 80% y una adecuada circulación de aire son recomendables.

e) Variedades de la pituca

Según Núñez (1989), menciona que en nuestro medio se ha podido reconocer 3 variedades de *Colocasia esculenta*, llamándose negra si la variedad que tiene en la base del limbo y fusil del caquis una coloración rosada, mientras que la variedad blanca tiene esta porción del caquis color amarillento claro. La variedad japonesa se distingue por la coloración pigmentada azul morado de su cormo.

f) Usos

Núñez (1970), indica que las hojas de algunas variedades con bajo contenido de oxalato de calcio, se consumen hervidas como hortalizas. La pituca en la alimentación humana, reportan que se ha usado en panificación en 30% de harina fina de pituca, comparadas con harina gruesa mezclados al 50% con harina de trigo de la pituca se podría obtener productos y subproductos similares a los de la papa, pan de diversos tipos y usos.

g) Composición química.

Morín (1983), menciona que la pituca es un alimento rico en proteína. Su mayor valor alimenticio está en su contenido de carbohidratos; nutritivamente frente a la yuca, papa y cereales la pituca resulta de mayor valor alimenticio. Además los gránulos de almidón, con un tamaño de 4 – 11 micras, son fáciles de digerir en alimentos para cuando es consumido en cantidad, es una buena fuente de calcio altamente asimilable, tal moco se indica en la tabla 2.8.

Tabla N° 2.8: Composición fisicoquímica en 100 g de cormos de pituca.

COMPOSICIÓN	UNIDAD	Cantidad (*)	Cantidad (**)
Humedad	g	75,17	73,7
Ceniza	g	0,74	1,0
Grasa	g	0.,52	0,5
Proteína	g	1,70	1.6
Carbohidratos	g	21,87	23,2
Fibra	g	0,81	0,8
Calcio	mg.	51	50
Fosforo	mg.	--	41,00
Caloría	Kcal.	98,96	102

(*) Fuente: Morín, (1983).

(**) Fuente: Tabla peruana de composición de alimentos.

La composición de los carbohidratos de la pituca se indica en la tabla 2.9.

Tabla N° 2.9: Composición de los carbohidratos de la pituca.

CARBOHIDRATOS	% EN BASE SECA
Almidón	77,0
Pentosas	2,6
Fibra cruda	1,4
Dextrina	0,5
Azúcar reductoras	0,1

Fuente: Morín, (1983).

La composición nutricional en 100 g de harina de pituca se indica en la tabla 2.10.

Tabla N° 2.10: Composición nutricional por 100 gramos de harina de pituca.

Nutrientes	Cantidad	Nutrientes	Cantidad	Nutrientes	Cantidad
Energía	342.00	Fibra (g)	–	Vitamina C (mg)	1.90
Proteína	8.10	Calcio (mg)	97	Vitamina D (µg)	–
Grasa total (g)	0.30	Hierro (mg)	7	Vitamina E (mg)	–
Colesterol (mg)	–	Ceniza (g)	3.30	Vitamina B12 (µg)	–
Glúcidos	78.60	Agua (g)	9.70	Folato (µg)	–

Fuente: Tabla peruana de Composición de Alimentos.

2.4.1.4 Harina procedente de tubérculos (Pituca) y raíces.

a) Generalidades

ITINTEC (1981), refiere que son productos provenientes de tubérculos y raíces obtenidas mediante un proceso adecuado y molienda, aptos para ser mezclados con harina de trigo con fines alimenticias.

Fernández y Manases (1970), menciona, en Hawái, la producción de harina de pituca se realiza de dos formas:

- ✓ Los cormos de pituca son lavados pelados, cocidos y molidos en un molino triturador obteniéndose una pasta. Al enfriarse la pasta se produce un cambio físico de viscoso a masa salida gomosa, notándose mayor a la temperatura de 86° C-104° C en un tiempo no menor de 24 horas , siendo el contenido de agua inicial de 60 a 70%. Seguidamente, las masas sólidas son cortadas mecánicamente y fragmentados, luego puestos a secar en cabinas por exposición, a corriente de aire seco hasta alcanzar no más de 10% de humedad final lo cual demora 6 horas. Es recomendable que la temperatura inicial no exceda los 59° C para evitar deterioros, puede gradualmente ser llevadas a una temperatura de 68° C los fragmentos secos son molidos en un molino de martillo en circuito con un cernidor giratorio.
- ✓ Los cormos fueron lavados a fin de eliminar completamente la tierra, luego se cortaron en trozos de ¼ de pulgada de espesor (0.63 cm.). Estos cormos son conservados en agua para ser luego sometidos a un pelado químico en una solución de hidróxido de sodio al 2% durante 10 min., luego se elimina la sosa mediante lavado y enjuagado con ácido cítrico al 2% o ácido clorhídrico al 0.5%.

b) Usos

La harina de pituca es usada frecuentemente en panificación también tiene las mismas características de la harina de papa, siendo aún más amplio el rango de combinaciones. El pan de pituca es el producto más vendido en otros países con el 15% de reemplazos. Observándose que el producto permanece más fresco que el pan ordinario a causa de la propiedad absorbente de la mezcla de pituca.

2.4.2 Insumos.

2.4.2.1 El agua.

El agua es un cuerpo formado por la combinación de un volumen de oxígeno y dos de hidrogeno, cuya fórmula química es H₂O. Es líquida, inodora, insípida e incolora, disuelve muchas sustancias. Lo encontramos en estado líquido, aunque dependiendo de las condiciones de presión y temperatura, es usual hallarla en estado sólido o gaseoso.

El agua que empleamos debe ser potable, y tener un buen estado sanitario. El agua constituye una tercera parte de la cantidad de harina que se vaya a emplear, aunque esto es un cálculo estimado, la cantidad final que se añadirá dependerá de una serie de circunstancias, como el tipo de consistencia que queremos conseguir. Si añadimos poca agua, la masa se desarrolla mal en la mezcladora, mientras que un exceso hace que la masa resulte pegajosa y se afloje el pan quedando aplanado (Cavel, 1994).

a) Funciones del agua en panificación.

El agua es fundamental en la formación de la masa, en la fermentación, en dar sabor al pan y en la formación de la masa, ya que en ella se disuelve todos los ingredientes. También hidrata los almidones, que junto con el gluten dan por resultado una masa plástica y elástica.

El agua controla:

- ✓ La temperatura de la masa, por esto muchas veces se añade el agua en forma de escamas de hielo, para lograr la temperatura deseada.
- ✓ En la fermentación, para disolver la levadura y que comience a actuar.
- ✓ El agua hace factible las propiedades de plasticidad y extensibilidad de la masa, de modo que pueda crecer por la acción del gas producido en la fermentación.
- ✓ El sabor y la frescura: la presencia del agua hace posible la porosidad y buen sabor del pan. Una masa con poca agua daría un producto seco y quebradizo.
- ✓ Los almidones hidratados al ser horneados se hacen más digeribles. La corteza del pan más suave y tierno por efecto del agua.
- ✓ El agua ideal para la panificación es el agua medianamente dura (contenido en sales entre 50 y 200 p.p.m) y que contiene sales minerales suficientes para reforzar el gluten y así servir como alimento para la levadura.

Además, tenemos el efecto sobre el sabor del pan, ya que el agua dura da buen sabor al pan, en cambio el agua blanda da al pan un sabor desagradable debido al contenido en sales menor a 50 p.p.m; ablanda el gluten y produce una masa suave y pegajosa.(Cavel, 1994).

2.4.2.2 Azúcar rubia

El azúcar moreno, negro, terciado o rubio es un azúcar de sacarosa que tiene un color marrón característico debido a la presencia de melaza. Es un azúcar sin refinar o parcialmente refinado formado por cristales de azúcar con algún contenido residual de melaza o producido por la adición de melaza al azúcar blanco refinado.



Figura N° 2.3: Cristales de azúcar moreno.

Fuente: https://es.wikipedia.org/wiki/Az%C3%BAcar_moreno

El azúcar moreno incluye del 3,5% (azúcar moreno claro) al 6.5%(azúcar moreno oscuro) de melaza. El producto es naturalmente húmedo debido a la naturaleza higroscópica de la melaza.

El tamaño de las partículas es variable pero generalmente menor que las del azúcar blanco granulado. Las variantes para uso industrial (como la repostería) puede estar basadas en el azúcar extrafino, que tiene cristales de aproximadamente 0,35 mm (Tejero, 2003).

a) Valores nutricionales

El azúcar moreno tiene un contenido calórico ligeramente inferior por peso que el de azúcar blanco gracias a la presencia de agua. Cien gramos de azúcar moreno contiene 373 calorías, frente a las 396 del azúcar blanco. Sin embargo el azúcar moreno se envasa con mayor densidad que el azúcar blanco gracias al menor tamaño de sus cristales, por lo que se puede tener más calorías si se miden por volumen: una cuchara de azúcar moreno tiene 48 calorías, frente a las 45 del azúcar blanco (Tejero, 2003).

b) Funciones del azúcar:

- ✓ Sirve de alimento a la levadura.
- ✓ Mejora el sabor del pan.
- ✓ Mejora el color del pan.
- ✓ Ayuda a la conservación y aumenta el valor nutritivo
- ✓ Aumenta el rango de conservación ya que permite una mejor retención de la humedad, manteniendo más tiempo su blandura inicial.
- ✓ Actúa acentuando las características organolépticas como son la formación de aroma, color de la superficie.
- ✓ Evita la pérdida de agua (Tejero, 2003).

2.4.2.3 Sal yodada.



Figura N° 2.4: Sal yodada embolsado

Fuente: https://es.wikipedia.org/wiki/Sal_yodada

La sal yodada es un mineral simple, cloruro de sodio, reforzado con yoduro potásico que tiene como finalidad prevenir el déficit de yodo en la población, y de esta forma evitar los trastornos derivados, como pérdida del coeficiente intelectual, retraso mental, problema tiroideo o bocio entre otros.

Es muy triste conocer que siendo tan sencilla la inclusión de sal yodada en la dieta, se vean cifras tan altas de deficiencias de yodo, por ejemplo las que reflejan las embarazadas, entre un 30 y un 50 %. Además son los niños de 0 a 6 años los que mayor riesgo de TDY tienen, los que muestran una deficitaria ingesta de yodo.

Tampoco se trata de aumentar el consumo de sal, pues como bien sabemos, esto también traerá consecuencias negativas para la salud, así que lo más recomendable es, primero preocuparse por cumplir con una dieta equilibrada y consultar con el médico especialista

en caso de dudas. Algunos países hacen campañas de inclusión de la sal yodada en alimentos tales como el pan incluyéndola en la comida de los colegios.

a) Funciones de la sal

- ✓ Mejora el sabor.
- ✓ Resalta el sabor de otros ingredientes.
- ✓ Controla la actividad de la levadura.
- ✓ Fortalece el gluten de las harinas débiles.
- ✓ Tiene una acción bactericida sobre microbios indeseables
- ✓ Favorece a la coloración superficial del pan
- ✓ Obtención de masa más compacta (Cavel, 1994), (Tejero, 2003).

2.4.2.4 El gluten

La harina de trigo puede contener entre 6 y 20% de proteína, la mayor parte de la cual está en forma de gluten, un material polimérico altamente extensible cuando está en estado hidratado. Las proteínas del gluten son consideradas responsables de la formación de la estructura que retiene el gas de la masa de pan durante la panificación. La calidad para la panificación viene determinada en gran medida por diferentes cuantitativas y composicionales en las proteínas que componen el gluten y estas proteínas son el principal determinante de las variaciones de calidad entre diferentes variedades de trigo. El volumen de la miga (indicador de calidad más usado en la panificación) generalmente aumenta a medida que el contenido de proteína aumenta en la harina (Dendy y Dobraszczyk, 2001).



Figura N° 2.5: Gluten del trigo

Fuente: <https://es.wikipedia.org/wiki/Gluten>

2.4.2.5 La levadura.

Son organismos, unicelulares y microscópicos, que pertenecen a la familia de los hongos. Se encuentran ampliamente distribuidos en la naturaleza y para uso industrial se seleccionan razas especiales para su uso en panificación, industria cervecera, etc. (Tejero, 2003)



Figura N° 2.6: Levadura fresca

Fuente: <https://www.google.com.pe/search?q=LA+LEVADURA+fresca>

a) Factores que intervienen en la actividad de la levadura:

Alimento: La levadura necesita azúcares para “alimentarse”. Estos son principalmente sacarosa, maltosa y glucosa. Estos productos se encuentran en forma natural en la harina, pero si son insuficientes, será necesario agregarlos directamente al amasado o incluir aditivos que lo contengan.

Humedad: Para absorber sus alimento, la levadura necesita que estos estén previamente disueltos, por esta razón el agua es esencial para su nutrición y todos sus procesos metabólicos.

Minerales: Los obtiene de la harina, agua, sal y otros aditivos.

Temperaturas: Como todo organismo vivo necesita temperaturas óptimas para vivir y desarrollarse. Temperaturas muy bajas retardan su actividad y temperaturas muy altas pueden acelerar el proceso de fermentación, produciendo en corto tiempo sustancias que dan olor y sabor desagradable al pan (Tejero, 2003).

Funciones de la levadura: Transforma los azúcares presentes en la harina, en gas carbónico, alcohol y una serie de sustancias aromáticas. Este proceso se denomina fermentación y es el

que permite el aumento del volumen de la masa, acondiciona la masa, aumenta el valor nutritivo (Humanes, 1994; Tejero 1992/1995).

2.4.2.6 Las grasas.

La adición de grasa al pan, mejora la calidad en el aspecto organoléptico (miga más fina y blanda), además permite la durabilidad.

Al añadir las grasas se forma una sutil capa entre las partículas de almidón y la red de gluten, transformando la superficie hidrófila de las proteínas en una superficie más lipófila, por consiguiente se ligan más las diferentes mallas del gluten y aumenta la capacidad de estiramiento (Humanes, 1994).



Figura N° 2.7: Grasa vegetal

Fuente: <http://fudservis.blogspot.com>

a) Materias Grasas

Constituye la principal fuente de energía en la dieta humana, pues es el alimento que suministra el mayor número de calorías por gramo (9 cal. / gramo). Se denomina mantecas o aceites según se presenten en estado sólido o líquido y se clasifican de acuerdo a su origen animal o vegetal.

Grasas animales: Manteca de cerdo, mantequilla, cebo de res.

Aceites vegetales: Se obtienen del prensado de ciertas semillas como girasol, coco, maní, soya etc. En panificación se usan principalmente la manteca hidrogenada, mantequilla y margarina (masas dulces y pastelería) (Humanes, 1994).

Hidrogenación de las Grasas: Es un procedimiento empleado principalmente en aceites vegetales. Este consiste en hacer circular gas hidrogeno a través del aceite con lo cual se consigue que este se endurezca, adoptando la consistencia de una anteca. Las mantecas hidrogenadas presentan buenas características de conservación, resistencia a la rancidez, plasticidad, aroma y sabor suave o neutro.

b) Funciones de las materias grasas:

- ✓ Aumenta el valor alimenticio (9.000 calorías por kilo).
- ✓ Mejora el sabor y aroma.
- ✓ Mejora el volumen.
- ✓ Mejora la conservación.
- ✓ Mejora la apariencia.
- ✓ Proporciona una textura más fina y suave a la miga
- ✓ Retarda el endurecimiento del pan.
- ✓ Mantiene fresco el pan.

Los efectos que tiene al contener excesos de grasa en el pan son los siguientes:

- ✓ Perdida de volumen
 - ✓ Textura y gusto grasoso
 - ✓ El pan tendrá características de masa nueva (fresca)
- (Calaveras, 2004)

2.4.2.7 Mejorador de masa

Según Humanes, (1994) es una mezcla de diversas sustancias alimenticias extraídas de la leche, huevos, frutas, grasas, vegetales o animales, o también producidos por síntesis. El mejorador incrementa la calidad del producto su acción se manifiesta en cada etapa del producto amasado (permitiendo rápido acondicionamiento), fermentación (acelerándola) y el horneado (manteniendo el producto suave y fresco), mejorando el producto final, produciendo mayor volumen, mejor color y textura. El mejorador es utilizado en la elaboración de todos los productos de panificación.

2.5 PROCESOS TECNOLÓGICO DEL PAN FRANCÉS.

2.5.1 Recepción de materia prima e insumos

La recepción debe realizarse en un ambiente independiente del área de panificación, porque es en esta zona donde va llegar la materia prima que puede estar contaminada y puede contaminar el ambiente de proceso. Es conveniente que en la etapa de recepción se tenga diferenciadas las fechas de entrada de los insumos, así mismo su fecha de elaboración y vencimiento. Esta área debe ser fresca y ventilada (Calaveras, 2004)

2.5.2 Formulación para el pan francés

Se debe tener en cuenta el producto a fabricar y la calidad de las materias primas, determinara en qué proporción entraran los diferentes ingredientes. Si no se diseña una formula equilibrada, de nada valdrá realizar un trabajo correcto de amasado y los resultados serán funestos.

2.5.3 Pesado de materia prima e insumos

Permite conocer con exactitud la materia prima e insumos que se va utilizar de acuerdo y en exactitud a la formulación realizada, pues una falla en esta etapa podría reflejarse en el producto final. Con esto se podría determinar el rendimiento del producto final como evaluar los costos. Se efectúa con cualquier tipo de balanza de capacidad adecuada a las centenas y decenas de gramo.

2.5.4 El amasado y su importancia

El proceso de elaboración del pan tiene diversas facetas en que la correcta realización de ella marca la calidad y características finales del producto. Esta fase del amasado, aunque muchos panaderos ignoren es de vital importancia para la consecución de un buen producto. El amasado es una operación mediante la cual los distintos componentes de la masa como harina, agua, levadura, sal y otros aditivos se fusionan formando un solo cuerpo (Calaveras, 2004)

2.5.5 División y pesado

El objetivo de esta operación es asegurar un tamaño uniforme y el mismo rendimiento de cada masa. Después de mezclado de la masa, el primer paso en la elaboración es el corte,

que se puede realizar con el uso de una divisora o en forma manual, dependiendo el tipo de pan que se elaborara (Mesas y Alegre, 2002).

2.5.6 Boleado y moldeado

El boleado tiene como objeto acondicionar la masa para el moldeo, se realiza apretando suavemente cada pieza de masa con la palma de la mano y dando un ligero movimiento de rotación hacia adentro, sin hacer demasiada presión para evitar que se desgarre.

Las piezas se dejan en reposo durante 15 o 20 minutos. Durante esta etapa se desarrolla una película delgada en la superficie de la bola y aumenta un poco de tamaño y elasticidad (Mesas y Alegre, 2002).

2.5.7 Fermentación

Esta operación tiene por objeto la producción de CO₂, alcohol y otros componentes aromáticos, permitiendo obtener un producto de buen volumen, olor, sabor (Mesas y Alegre, 2002).

2.5.8 Horneado

Cocinar es preparar los alimentos hasta lograr cambios en su sabor, suavidad, apariencia y composición química.

El proceso efectivo para hornear es en realidad el último y el más importante paso en la producción de los productos de panadería. Mediante la acción de calor a temperatura de 150 a 200 °C, con un tiempo de 20-25 minutos, la masa de pan se transforma en un producto ligero, poroso, fácilmente digerible y muy apetitoso (Mesas y Alegre, 2002).

a) Principales cambios que ocurren durante el horneado

- ✓ La elasticidad se consigue en el horno es consecuencia de una serie de reacciones presentándose el efecto puramente físico del color.
- ✓ Otro efecto del calentamiento es reducir la solubilidad de los gases.
- ✓ El sistema de enzimas se destruye.
- ✓ El hinchado del almidón va acompañado de la absorción de agua y de otros ingredientes de la masa.

El proceso de cocción de las piezas de masa consiste en una serie de transformaciones de tipo físico, químico y bioquímico, que permite obtener al final del mismo un producto comestible y de excelentes características organolépticas y nutricionales. La temperatura del horno y la duración de la cocción varían según el tamaño y tipo de pan. La temperatura oscila entre 150 a 275°C (Calaveras, 2004).

2.5.9 Enfriado

Tiene por objeto darle un enfriamiento adecuado al pan, para que no se produzca una deshidratación que provocaría endurecimiento a la miga, y el ablandamiento de la corteza, su textura se vuelve viscoso con lo que se pierde la fragilidad característica.

El pan sale del horno con su miga a una temperatura ligeramente inferior a 100°C y con un 45% de humedad en su centro. Si la desecación es muy intensa durante el enfriamiento se produce mucha pérdida de peso y de las características de la miga, por lo que la temperatura óptima de enfriamiento es no menor a 13°C.

2.5.10 Almacenamiento

En esta etapa se le debe brindar las condiciones necesarias para que el pan tenga un periodo de vida más prolongado. El producto debe ser almacenado en un lugar fresco, limpio y seco; con suficiente ventilación a fin de garantizar la conservación del producto hasta el momento de su comercialización. La temperatura ambiente también influye en el crecimiento superficial de hongos, siendo la temperatura óptima para su desarrollo la de 30°C. Conociendo este dato hay que mantener el pan, en la medida de lo posible, a temperatura en torno a 20°C (Mesas y Alegre, 2002).

2.6 ANÁLISIS SENSORIAL

El análisis sensorial es una disciplina científica usada para evocar, medir, analizar e interpretar las reacciones a aquellas características de los alimentos que se perciben por los sentidos de la vista, el olfato, el gusto y el tacto, por lo tanto, la evaluación o análisis sensorial no se puede realizar mediante aparatos de medida. Su instrumento utilizado son las personas perfectamente entrenadas. (Ordoñez, 1993).

Uno de los aspectos a tener en cuenta en el desarrollo del análisis sensorial de un producto, es el tipo de información que se pretende recibir acerca de este o su impacto en el

consumidor. Para evaluar lo anterior, existen tres tipos principales de pruebas que son: las pruebas afectivas, las descriptivas y las discriminativas.

Pruebas Afectivas: “Son aquellas en las que el juez expresa su reacción subjetiva ante el producto, indicando si le gusta o le disgusta, si lo acepta o lo rechaza, o si lo prefiere a otro” (Rabines 2009).

En esta se encuentran pruebas de preferencia, pruebas de grado de satisfacción y pruebas de aceptación.

Pruebas descriptivas: “En estas pruebas se trata de definir y medir las propiedades del alimento de la manera más objetiva posible. Aquí no son importantes las preferencias o aversiones de los jueces, y no es tan importante saber si las diferencias entre las muestras son detectadas, sino cuál es la magnitud o intensidad de los atributos del alimento” (Anzaldúa, 1994).

Los tipos de pruebas descriptivas son: calificación con escalas no-estructuradas, calificación con escalas de intervalo, calificación con escalas estándar, calificación proporcional, medición de atributos sensoriales con relación al tiempo, determinación de perfiles sensoriales, relaciones psicofísicas.

Pruebas discriminativas: “son aquellas en las que no se requiere conocer la sensación subjetiva que produce un alimento a una persona, sino que desea establecer si hay diferencia o no entre dos o más muestras y, en algunos casos, la magnitud o importancia de esa diferencia” (Anzaldúa, 1994).

2.7 PRUEBAS DE PREFERENCIA.

Stone y Sidel (1985). Las pruebas de preferencia les permiten a los consumidores seleccionar entre varias muestras, indicando si prefieren una muestra sobre las otras o si no tienen preferencia. La prueba de preferencia más sencilla es la prueba de preferencia pareada; las pruebas de ordenamiento y de categorías también se utilizan frecuentemente para determinar preferencia.

2.8 CONTROL DE CALIDAD

2.8.1 Calidad

La Norma NTP – ISO 8402 – INDECOPI (1994) define la calidad como la totalidad de característica de una entidad (aquello que puede ser descrito, considerando individualmente) que le confieren la capacidad para satisfacer necesidades implícitas y explícitas.

La calidad son las características de un producto o servicio que sea necesario para satisfacer las necesidades del cliente o para alcanzar la aptitud para el uso de una característica de calidad. Cuando se tratan de productos, las características son casi técnicas, mientras que las características de calidad de los servicios tienen una dimensión humana.

2.8.2 Control de calidad

Según Norma NTP – ISO 8402 – INDECOPI (1992), el control de calidad se define como las técnicas y actividades de carácter operativo utilizadas para cumplir los requisitos para la calidad.

Practicar el control de calidad es desarrollar, diseñar, manufacturar y mantener un producto de calidad que sea el más económico, el más útil y siempre satisfactorio para el consumidor. El control de calidad moderno utiliza métodos estadísticos para alcanzar esta meta, preciso que en la empresa todos promuevan y participen en el control de calidad, incluyendo en estos a los altos ejecutivos así como a todas las divisiones de la empresa y a todos los empleados.

2.8.3 Control de calidad en el proceso de elaboración del pan.

Según la Resolución Ministerial N° 591-2008/MINSA. Durante el proceso de elaboración del pan es importante cuidar en cada etapa la calidad del producto, con la finalidad de obtener un producto con las características deseadas. A continuación se muestran las etapas de elaboración del pan y el control de calidad en cada una de ellas.

1. **Formulación.** Cumplir con la formulación ya establecida para obtener características constantes en el producto. Al manejarse medidas sin exactitud, se producen desbalances, ocasionando que la masa no llegue a la consistencia deseada.
2. **Amasado.** En esta etapa se da la formación de la estructura de gluten que retiene el gas producido durante la fermentación, dando lugar a un volumen deseado en los productos de la panadería.
3. **División y boleado.** El boleado debe ser realizado con por lo menos tres vueltas al baguette para mejorar la fuerza de la red de gluten.

4. Fermentación. La temperatura durante la fermentación no debe ser superior a 35°C como máximo. Es conveniente que en la cámara de fermentación se mantenga a una humedad relativa constante. Al realizar la fermentación en lugares demasiado cálidos (>35°C) tienen como consecuencia la obtención de panes muy desagradables, de corteza muy gruesa y sabor no característico.
5. Horneado. Se debe lograr la correcta relación tiempo de cocción-temperatura de horno, debida a que: En un horno con baja temperatura y mucho tiempo de cocción genera un pan seco y con mucha corteza, por otro lado temperaturas elevadas y poco tiempo de cocción genera un pan muy húmedo y se ablanda rápidamente.
6. Enfriado. Luego del horneado de las piezas, sigue el enfriado hasta la temperatura ambiente, en un lugar adecuado y específicamente destinado a este fin (Campos *et al.*, 2001).

2.8.4 Requerimientos básicos

Para lograr una industrialización completa del pan francés se precisa un local y como en todo sistema de procesamiento de alimentos es necesario la sanidad e higiene industrial. En nuestro país el control sanitario de establecimientos de alimentos y bebidas lo realiza el Ministerio de Salud a través de la Dirección de Salud Ambiental, quienes fijan los niveles de calidad y seguridad del producto. Esta institución establece en el reglamento sobre vigilancia, control sanitario de los alimentos y bebidas que en el local donde proceden alimentos existen las condiciones apropiadas para manipularlos (Calaveras, 2004)

2.8.5 Deterioro del producto de panificación.

Como producto de panadería, los panes están compuestos por una masa de harina fermentada y horneada, conteniendo además azúcar, manteca y otros. Entonces, el pan por sus características de composición y presentación está sujeto a vencimiento debido al deterioro ocasionado por interacción de varios factores:

- ✓ Los componentes de almidón de la harina estarán sujetos a cristalización o retrogradación.
- ✓ El componente graso se enrancia.
- ✓ La humedad y el peso disminuirán.
- ✓ El aroma y sabor característico se perderá gradualmente.
- ✓ Podrá sufrir daño físico por aplastamiento.

- ✓ Determinantemente habrá un deterioro microbiológico por el desarrollo de hongos contaminantes y otros microorganismos (Calaveras, 2004)

Recomendaciones:

Entre los principales requisitos para un programa de control de calidad en el proceso de productos de panadería, podemos mencionar:

- ✓ El control de calidad estará a cargo del personal calificado y debidamente capacitado.
- ✓ Las responsabilidades de control de calidad deben estar claramente definidas.
- ✓ La alta dirección de la empresa debe estar comprometida con la tarea del aseguramiento de la calidad.
- ✓ Inspección continua y periódicamente la materia prima e insumos, así como los aditivos necesarios para la fabricación del producto.
- ✓ Se deben guardar todos los informes acerca de los análisis realizados los cuales deben ser registrados oportunamente.
- ✓ Control adecuado del proceso y de todas sus fases, cumpliendo con los parámetros y estándares predeterminados.
- ✓ Debe implementarse programas de limpieza, prevención y lucha contra plagas.
- ✓ Debe a su vez, considerarse un adecuado programa de capacitación al personal.
- ✓ Es importante por ultimo mantener actualizado el plan de control de calidad, el cual debe ir adaptándose a los cambios y modificaciones que puede sucederse en planta (Mesas y Alegre, 2002)

III. MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo de investigación se realizó de Abril a octubre del 2018 en el Centro Experimental de Panificación, el análisis sensorial en las aulas **X-134**, previamente acondicionadas, así como los análisis fisicoquímicos fueron realizados en el laboratorio de Biotecnología Agroindustrial de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial – Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga – Ayacucho.

3.1 MATERIALES

3.1.1 Materia prima

Para la producción del pan francés se utilizó como materias primas:

- ✓ Pituca (*Colocasia esculenta*), variedad blanca y morada, provenientes de la provincia de La Mar, distrito de Anchiuay – Ayacucho.



Figura N° 3.1: Distrito de Anchiuay.

Fuente: https://es.wikipedia.org/wiki/Distrito_de_Anchiuay



Figura 3.2: Harina de trigo.



Figura N° 3.3: Cormos de pituca blanca.



Figura N° 3.4: Cormos de pituca morada.

3.1.2 Insumos

Para la producción de pan francés se utilizó los siguientes insumos:

- ✓ Harina de trigo para panificación, adquirida en Comercial de insumos CINSA E.I.R.L. – Ayacucho.
- ✓ Azúcar rubia, adquirida en CINSA E.I.R.L.- Ayacucho
- ✓ Levadura (*Saccharomyces cerevisiae*) fresca, adquirida en CINSA E.I.R.L. –Ayacucho
- ✓ Manteca vegetal, adquirida en CINSA E.I.R.L. – Ayacucho
- ✓ Sal de cocina – yodatada, adquirida en CINSA E.I.R.L. – Ayacucho
- ✓ Agua potable.
- ✓ Mejorador de masa.

3.1.3 Reactivos

- ✓ Agua destilada.
- ✓ Solución de hidróxido de sodio 0.1N y 0.01N.
- ✓ Agua potable.
- ✓ Fenolftaleína como indicador.
- ✓ Ácido sulfúrico concentrado 96%.
- ✓ Ácido clorhídrico 0.05N.
- ✓ Sulfato de cobre.
- ✓ Sulfato de potasio.
- ✓ n-Hexano.
- ✓ Éter de petróleo
- ✓ Solución de rojo metilo.

3.1.4 Materiales de laboratorio y otros

Laboratorio biotecnología:

- ✓ Probetas graduadas de 50, 100 y 500 mL.
- ✓ Varillas de vidrio.
- ✓ Fiolas de 100, 250 y 500 mL
- ✓ Pinzas de metal.
- ✓ Crisol de porcelana.
- ✓ Vasos precipitados de 100, 250, 500 y 1000 mL.
- ✓ Matraces Erlenmeyer de 250 y 500 mL.
- ✓ Pipetas 1,5 y 10 mL.

- ✓ Placas Petri.
- ✓ Papel filtro.
- ✓ Mortero y pilón.
- ✓ Termómetro.

Centro experimental de panificación.

- ✓ Cuchillos de acero inoxidable.
- ✓ Jarras medidoras de 1 y de 5 L.
- ✓ Balde de plástico de 5 L.
- ✓ Guantes de jebe doméstico.
- ✓ Termómetro de 0°C – 150°C.
- ✓ Ollas acero inoxidable de 21 L.
- ✓ Materiales necesarios para la evaluación sensorial, como formatos de encuestas, platos, lapiceros y vasos.

3.1.5 Equipos e instrumentos

Laboratorio biotecnología agroindustrial:

- ✓ Balanza analítica marca AND, HR 200, presión +/- 10 mg.
- ✓ Estufa marca RELES.
- ✓ Mufla marca RELES.
- ✓ Equipo Soxhlet, para extracción de grasa.
- ✓ Detector de humedad.
- ✓ Equipo digestor para proteína.
- ✓ Balanza digital, marca OHAUS, modelo TAJ602.

Centro experimental de panificación.

- ✓ Amasadora – sobadora marca Nacional, modelo k 25, capacidad 25 kg.
- ✓ Horno marca ANLIN AN 660/D, cap. un coche de 18 bandejas
- ✓ Balanza tipo reloj.
- ✓ Cortadora cap. corte 30 unidades
- ✓ Balanza Analítica.

Otros:

- ✓ Equipo Micro Kjehdal, para destilar.

3.2 METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

3.2.1 Obtención de la harina de pituca de la variedad blanca y morada.

La obtención de la harina de pituca de la variedad blanca y morada se llevó a cabo siguiendo los pasos que se muestran en la figuras N° 3.5 según sea el caso, como a continuación se refiere:

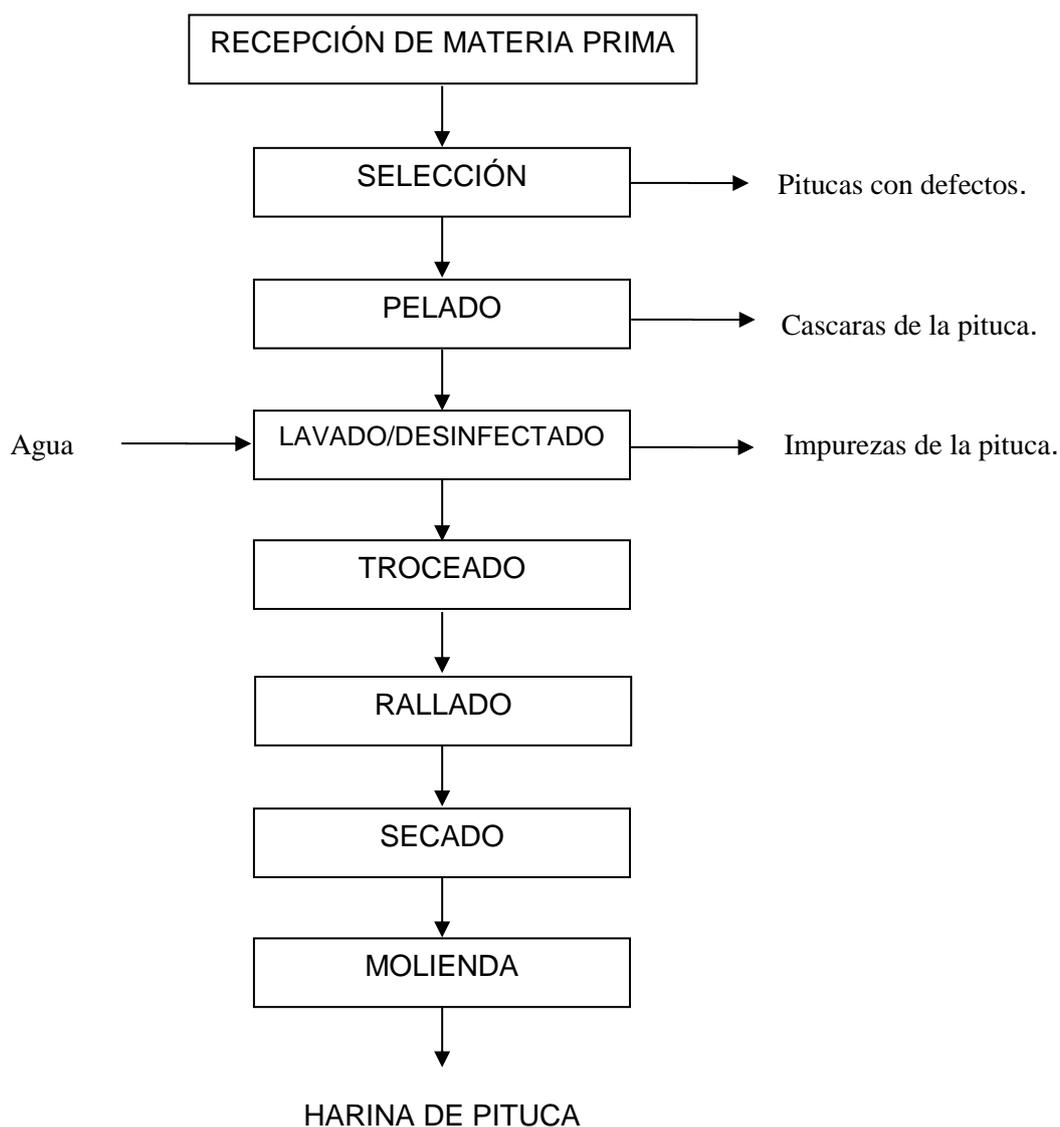


Figura N° 3.5: Diagrama de bloques simple para la obtención de harina de pituca blanca y morada (*Colocasia esculenta*).

Fuente: Elaboración propia.

A continuación se describe el proceso de la obtención de la harina de pituca:

- a. Recepción de materia prima:** En esta etapa los tubérculos de pituca se recibieron en estado fresco, los cuales llegaron en costales de polietileno de 30 kg en estado maduro.
- b. Selección/Clasificación:** Esta operación se realizó de forma manual y visual, se retiraron los cormos defectuosos y dañados.
- c. Pelado:** Se realizó en forma manual empleando un cuchillo de acero inoxidable con la que se eliminó la cascara de la pituca.
- d. Lavado/Desinfectado:** Se utilizó abundante agua potable y gotas de Clorox para desinfectar, fue necesario el uso de guantes de jebe debido al escozor que produce el oxalato de calcio presente en la pituca. Esta etapa es muy importante para el control de la higiene y para obtener un producto de calidad.
- e. Troceado:** Previamente los cormos fueron troceados, lo cual facilitó el rallado de las mismas. Esta operación se realizó utilizando cuchillos de acero inoxidable.
- f. Rallado:** Esta operación se realizó para obtener partículas de pituca más pequeñas con la finalidad de asegurar un rápido secado a temperaturas superiores a los 25 °C, para lo que se utilizó un rallador de cocina de 4 lados de acero inoxidable.
- g. Secado:** Se colocó sobre una base plana y encima de ella se colocó telas blancas ampliando el área de transferencia de calor para evitar la formación de aglomerados y asegurar su completo secado. Se dejó secar la pituca rallada durante 24 horas pero guardando la muestra al caer la noche para evitar alguna posible contaminación.
- h. Molienda:** La pituca deshidratada fue molida en una Máquina para reducir las partículas, equipo modelo RY-FS235 de potencia 2.2 KW de capacidad de 20 a 300 kg/h.
- i. Producto final:** Finalmente se obtuvo harina de pituca, que presentó un color crema ligeramente cenizo.

Las imágenes del proceso de obtención de harina de pituca se muestran en el **anexo N° 3**.

3.2.2 Análisis fisicoquímico de la materia prima (harina de pituca).

Las determinaciones de humedad, proteína, ceniza de la harina de pituca fueron realizadas por los métodos N° 44 – 15 A de la AACC (1995) N° 920.87 de la AOAC (1980) y 923.03 de la AOAC (1980). El contenido de grasa fue determinado según el método 930.39C de la

AOAC (1997). LOS CARBOHIDRATOS totales se determinaron por diferencia (100% – de los otros componentes.). Las pruebas fueron analizadas por triplicado.

3.2.3 Procedimientos para la elaboración del pan francés.

El procedimiento para la elaboración de pan francés estuvo descrito por las siguientes etapas:

3.2.3.1 Proceso de elaboración del pan francés testigo.

Se incorpora todos los ingredientes necesarios en la amasadora para el procesamiento del pan francés. Trabajándose en velocidad baja (1) para tener un mejor control de la temperatura de la masa. El tiempo de amasado es cuando se tiene el punto “liga” (formación del gluten), indica que la masa esta lista. Luego se procede a la división en masas cuya finalidad es obtener bollos de pesos homogéneos para una adecuada labranza.

El boleado se realiza de forma manual, apretando suavemente el bollo y dando un ligero movimiento de rotación hacia adentro, hasta que se obtenga una forma esférica y una superficie lisa. Se deja reposar, luego se corta dándole forma a cada uno. Finalmente se les coloca en las bandejas respectivas. Estos se colocan en el coche panadero, luego dejar aproximadamente una hora para que fermente, este tiempo depende del comportamiento y desarrollo de la masa. El objetivo de esta etapa es obtener un volumen y tamaño adecuado del pan. Posteriormente se coloca en el horno rotatorio una temperatura de 150 °C por un tiempo de 25 minutos. Luego de ser horneado, los panes son sacados y llevados a una zona fresca y libre de contaminación. Finalmente se puede almacenar a temperatura ambiente.

Tabla N° 3.1: Formula clásica para un pan francés

INSUMOS	%	Kg
Harina especial	100	1.000
Sal	1.5	0.015
Azúcar	2.5	0.025
Mejorador de masa	1	0.010
Levadura fresca	1.5	0.015
Manteca vegetal	3	0.030
Agua	60	0.600

Fuente: ULTRAMIX receta de cocina peruana y del mundo, (2009).

3.2.3.2 Proceso de elaboración del pan francés con harina de pituca blanca.

En la figura 3.6 se presenta el diagrama de flujo simple cualitativo para la elaboración del pan francés con sustitución parcial de harina de pituca.

A continuación se describe las operaciones que se realizaron para obtener el pan francés con sustitución parcial según la formulación planteada en el trabajo de investigación:

a) Recepción

La adquisición de materia prima de óptima calidad, evitando alguna alteración o contaminación, es importante para garantizar la inocuidad y la calidad del producto final. Se elaboraron con harina de trigo y con harina de pituca de acuerdo a los porcentajes de sustitución establecidas.

b) Dosificación y Pesado de ingredientes

Se pesaron todos los ingredientes sólidos y se midió los líquidos utilizando balanza y recipiente con escala de medidas, respectivamente. El pesado no debe realizarse por aproximación ni utilizando medidas como el puñado.

Esta etapa es importante para mantener la calidad constante del producto y no debe hacerse por aproximación.

c) Mezclado – amasado.

Se realizó en una amasadora – mezcladora, la harina de pituca y harina de trigo son mezclados. Por lo general se le agrego primeramente gran parte del agua, la sal, azúcar, y mejoradores de masa. Seguidamente se agregó la levadura fresca.

La mezcla se realizó en primera, a baja velocidad y no debe ser demasiado, ya que aquí se pueden hacer correcciones, es decir, añadir agua, harina u otros insumos hasta lograr el punto deseado.

El amasado tiene dos finalidades.

- Mezclar forma homogénea: harina, agua, sal, levadura y mejoradores de masa.
- Trabajar esta mezcla a fin de airearla y hacerla flexible y elástica con por un tiempo de 10 a 15 minutos a temperatura menor a 30°.

d) Sobado

En este proceso se aumentó la velocidad y el tiempo para llegar a la formación de una masa elástica y tenaz y así tener una miga más uniforme de acuerdo a las características requeridas para cada producto.

e) División / armado

Esta etapa se desarrolló en forma manual y mecánica, para lo cual la masa elástica de 1600 g aproximadamente es rebanada en 30 unidades.

f) Cortado/boleado

En esta etapa la masa se dividió, se cortó en unidades de igual peso, y la masa rebanada se separó en bollos a los que se les dio la forma y el tamaño característico del pan francés.

Una vez armado los bollos, se colocaron sobre las bandejas, que previamente se volearon con harina para que la masa no se pegue.

g) Fermentación

Transcurrido desde el amasado – sobado y boleado de unos 15 a 30 minutos y culminado el llenado de bandejas sobre el coche el tiempo de fermentación fue la etapa del proceso crítico para la obtención de un pan con características deseadas.

De este modo, se dejan fermentar y permitir que las piezas eleven, que se expanda el volumen y que se defina el aroma. El tiempo de fermentación dependió de la cantidad de levadura utilizada y de las condiciones de humedad y temperatura, que no deben ser superior a 30 °C dado que la temperatura ideal para el desarrollo de la levadura es de 27 °C. En el modelo desarrollado fue necesario dejar fermentar la masa entre 60 y 90 minutos.

Esta etapa tiene la finalidad de optimizar la acción de la levadura transformando los azúcares de la masa en alcohol y gas carbónico por acción de las diastasas dando el volumen y cualidades organolépticas adecuadas para el producto.

h) Horneado

Las masas fueron colocadas en el horno marca ANLIN, modelo MAX 1000 a 150 °C, las características de tiempo y temperatura de cocción depende del profesional panadero y del tipo de pan.

La cocción del pan aumenta el volumen y le otorga brillo y color. El tiempo de cocción fue de 20 a 25 minutos y dependió del tamaño del pan.

En esta etapa se transforma la masa en pan por la acción del calor, donde se produce un crecimiento de la masa por la fuerza del gas carbónico formado y dilatado por el calor, así mismo, existe liberación y gelatinización del almidón que se solidifica, también se da la caramelización de los azúcares lo que da el color a la corteza.

i) Enfriado

Después de retirar el coche del horno se dejó enfriar por un periodo de 5 a 10 minutos a libre de contaminación, luego se almaceno en un ambiente limpio y fresco a temperatura ambiente

El diagrama de flujo simple cualitativo para el proceso de elaboración del pan francés, es el que se muestra en la figura 3.6.

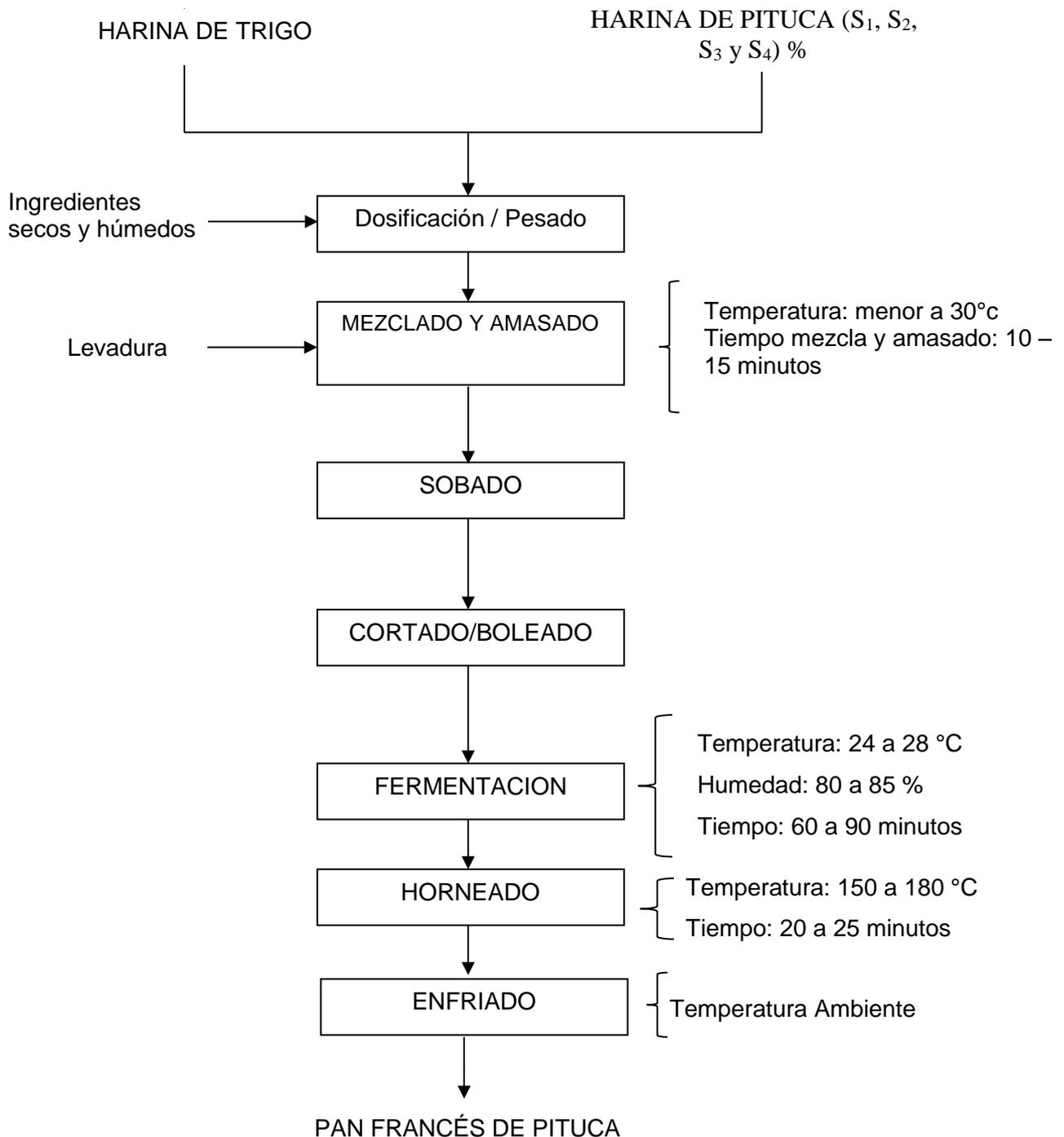


Figura N° 3.6: Diagrama de flujo simple cualitativo para el proceso de elaboración del pan con sustitución parcial de la harina de pituca.

Fuente: Elaboración propia.

3.2.4 Pruebas preliminares en la elaboración del pan francés con sustitución parcial de harina de pituca.

Se realizaron pruebas preliminares para la elaboración del pan francés con sustitución parcial de harina de pituca, con el fin de encontrar la mejor sustitución y en qué proporción el o las muestras gozan de mayor preferencia. Para dicho ensayo se empleó la pituca de la variedad blanca en forma de harina, como se muestra en la figura 3.7.

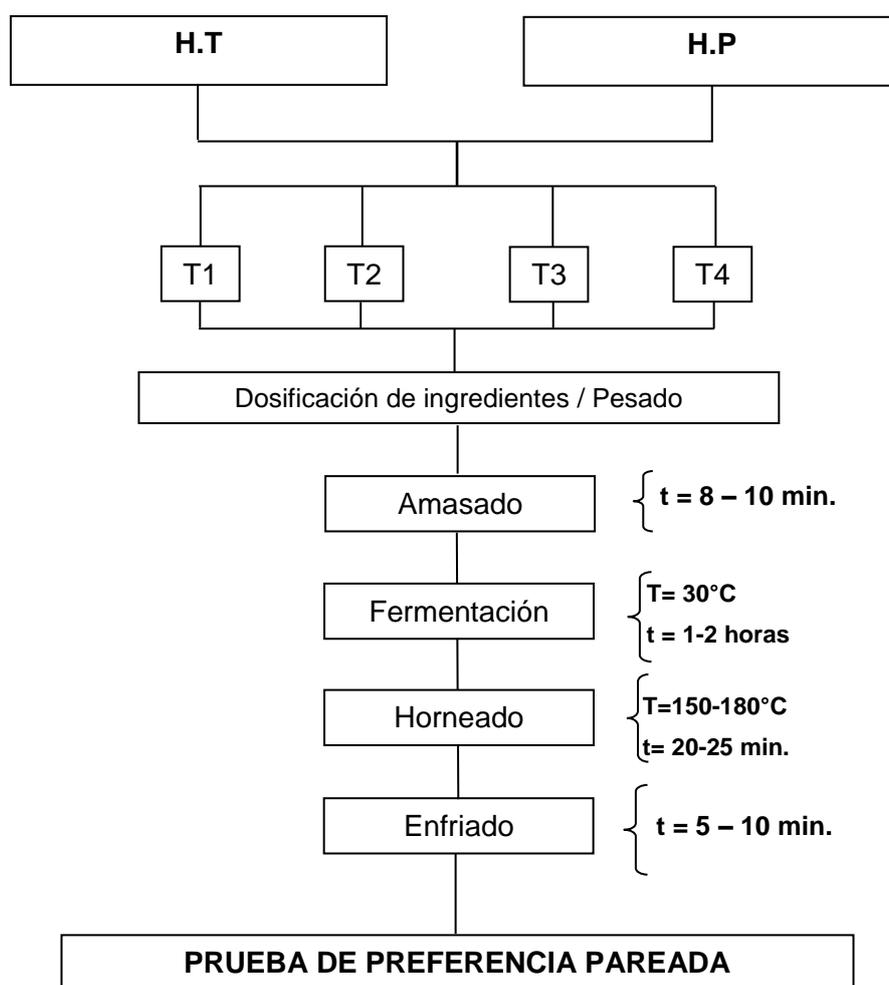


Figura N° 3.7: Diseño del experimento para la prueba preliminar de la elaboración del pan francés con sustitución parcial de harina de pituca.

Fuente: Elaboración propia.

H.P.: Harina de Pituca.

H.T.: Harina de Trigo.

T₁: 5% de harina de pituca y 95% de harina de trigo.

T₂: 10% de harina de pituca y 90% de harina de trigo.

T₃: 20% de harina de pituca y 80% de harina de trigo.

T₄: 30% de harina de pituca y 70% de harina de trigo.

3.2.4.1 Formulación para la prueba preliminar en la elaboración del pan francés con sustitución parcial de harina de pituca.

De la experiencia anterior y de la revisión bibliográfica efectuada, ULTRAMIX receta de cocina peruana y del mundo, 18 de abril de 2009, se optó por reformular las muestras, las que se muestran en la tabla N° 3.2.

Tabla N° 3.2: Formulación para la prueba preliminar del pan Francés con sustitución parcial de harina de pituca (T1, T2, T3 y T4).

INSUMOS	T1	T2	T3	T4
Harina de trigo(g)	950	900	800	700
Harina de pituca (g)	50	100	200	300
Mejorador de masa (g)	10	10	10	10
Levadura fresca (g)	15	15	15	15
Manteca (g)	30	30	30	30
Sal (g)	15	15	15	15
Azúcar (g)	25	25	25	25
Agua (ml)	500	500	500	500

Fuente: Elaboración propia.

T1: Tratamiento con sustitución parcial de 5% de harina de pituca y 95% de harina de trigo.

T2: Tratamiento con sustitución parcial de 10% de harina de pituca y 90% de harina de trigo.

T3: Tratamiento con sustitución parcial de 20% de harina de pituca y 80% de harina de trigo.

T4: Tratamiento con sustitución parcial de 30% de harina de pituca y 70% de harina de trigo.

Se siguió el diagrama de flujo de la **figura N° 3.6**, las muestras obtenidas fueron sometidas a una evaluación sensorial de preferencia (escala hedónica pareada), con el objetivo de estudiar cuál es la mejor sustitución y en qué proporción el o las muestras gozan de mayor preferencia.

3.2.4.2 Prueba de preferencia pareada para la prueba preliminar

Para conocer cuál de las muestras tienen mejor preferencia, estos fueron sometidos a una evaluación sensorial de preferencia pareada (tratamientos sustituidos con harina de pituca), para lo cual se contó con panelistas semientrenados.

Las muestras fueron presentadas como lo exige los protocolos para este caso, es decir los cuatro tratamientos T1, T2, T3 y T4 fueron codificadas con símbolos (○ □ △ ☆), las que se presentaron en recipientes idénticos, con la cartilla respectiva (**Anexo N° 7**), lapicero y un vaso con agua. Participaron 40 panelistas para evaluar el pan francés con sustitución de harina de pituca blanca con las respectivas sustituciones.

Análisis de datos: Los resultados se analizan utilizando una prueba binomial de dos extremos. La prueba de dos extremos es apropiada pues se puede escoger cualquiera de las dos muestras, ya que la dirección de la preferencia no puede determinarse de antemano. Para el análisis, se suma el número de panelistas que prefieren cada muestra y se determina la significancia de los totales, empleando la Tabla de la prueba binomial. En esta tabla, X representa el número total de panelistas que prefieren una muestra y n representa el número total de panelistas que participan en la prueba. La tabla contiene tres probabilidades decimales para ciertas combinaciones de X y n . Para ahorrar espacio, el punto decimal ha sido omitido en la tabla, por lo que una cifra como 625 significa en realidad 0,625. Por ejemplo, si 17 de cada 25 panelistas prefieren la muestra A, de acuerdo a la Tabla binomial de dos extremos, la probabilidad ($X = 17, n = 25$) sería de 0,108. Debido a que usualmente es necesaria una probabilidad de 0,05 o menos, para que el resultado se pueda considerar significativo, la conclusión sería que la muestra A no fue significativamente más preferida que la muestra B. Si 19 de los 25 panelistas hubieran indicado su preferencia por la muestra A, la probabilidad habría sido 0,015, lo que habría demostrado una preferencia significativa por la muestra A.

3.2.5 Prueba definitiva en la elaboración del pan francés con sustitución parcial de harina de pituca.

A partir de las pruebas preliminares y de la revisión bibliográfica efectuada, ULTRAMIX receta de cocina peruana y del mundo, 18 de abril de 2009, se optó por reformular para los respectivos tratamientos, las que se muestran en la tabla N° 3.3.

Tabla N° 3.3: Formulación para la prueba definitiva del pan Francés con sustitución parcial de harina de pituca (T1, T2, T3 y T4).

INSUMOS	T1	T2	T3	T4
Harina de trigo(g)	900	850	800	700
Harina de pituca (g)	100	150	200	300
Mejorador de masa (g)	10	10	10	10
Levadura fresca (g)	15	15	15	15
Manteca (g)	30	30	30	30
Sal (g)	15	15	15	15
Azúcar (g)	25	25	25	25
Agua (ml)	500	500	500	500

Fuente: Elaboración propia.

T1: Tratamiento con sustitución parcial de 10% de harina de pituca y 90% de harina de trigo.

T2: Tratamiento con sustitución parcial de 15% de harina de pituca y 85% de harina de trigo.

T3: Tratamiento con sustitución parcial de 20% de harina de pituca y 80% de harina de trigo.

T4: Tratamiento con sustitución parcial de 30% de harina de pituca y 70% de harina de trigo.

3.2.5.1 Evaluación de la preferencia del pan francés con sustitución parcial de harina de pituca.

3.2.5.1.2 Análisis sensorial

Para conocer la preferencia del tratamiento, se empleó la escala hedónica, para lo cual se contó con 30 panelistas, estudiantes de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Facultad de Ingeniería Química y Metalurgia – Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga. Donde se evaluaron los atributos sensoriales

Tabla N° 3.4: Escalas hedónicas de calificación.

Nivel de Agrado	Puntaje
Gusta muchísimo	9
Gusta mucho	8
Gusta moderadamente	7
Gusta ligeramente	6
Ni gusta ni disgusta	5
Desagrada ligeramente	4
Desagrada moderadamente	3
Desgrasa mucho	2
Desagrada muchísimo	1

La ficha usada para la evaluación sensorial se encuentra en el **anexo N° 10**.

3.3 DISEÑO ESTADÍSTICO

El diseño estadístico utilizado para el presente trabajo de investigación fue el diseño de bloques completamente al azar (**DBCA**), con cuatro repeticiones. Se evaluaron cuatro porcentajes de sustitución de pituca en el tratamiento para poder estudiar o evaluar el tratamiento de mayor preferencia.

En este tipo de diseño el control local está representado por el bloque, el cual está constituido por todos los tratamientos.

Ecuación lineal o modelo matemático:

$$Y_{ij} = \mu + i + \beta_j + \epsilon_{ij}$$

Y_{ij} = es la observación de la i -ésima muestra (tratamientos), asignado al j -ésimo juez (bloque).

μ = Media de las observaciones.

i = Efecto de la variación de la harina de pituca (tratamiento)

B_j = Efecto de los jueces.

ϵ_{ij} = Error experimental en la observación, Y_{ij} .

3.3.1 Análisis estadístico

Una vez obtenido el resultados de los cuatro tratamientos, se realizó el análisis de varianza y se determinó la diferencia mínima significativa entre los tratamientos (T1, T2, T3 y T4) para determinar cuál de estos tratamientos tuvo mayor preferencia por los panelistas, para ello se aplicó la prueba de Duncan, utilizando la tabla de rangos.

Los resultados se evaluaron en el programa estadístico SAS 9.4 (Statistical Analysis System); se utilizó un análisis de varianza (ANVA) con una prueba de medias Duncan a un nivel de significancia de 5%.

Tabla N° 3.5: Plantilla para el análisis estadístico.

JUECES (BLOQUES)	MUESTRAS (TRATAMIENTOS)			
	Harina de pituca blanca			
	T1	T2	T3	T4
	10%	15%	20%	30%
J1				
J2				
:				
Jn=30				

3.4 ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DEL PRODUCTO FINAL

3.4.1 Análisis fisicoquímico

Obtenido el pan francés con sustitución parcial de la harina de trigo con la de pituca y evaluado la preferencia, se realizó los siguientes análisis fisicoquímicos finales:

- ✓ Determinación de humedad (Método por secado en estufa, recomendado por la A.O.A.C (1998).

- ✓ Determinación de proteínas (Método de Kjeldahl, recomendado por la A.O.A.C (1998)).
- ✓ Determinación de grasa (Método de Soxhlet-James, 1999)
- ✓ Determinación de cenizas totales.(Método de la A.O.A.C. 1998)
- ✓ Determinación de Fibra, se realizó por digestión acida seguida de una alcalina, AOAC 985.29, 993.21, Horwitz, 2005.
- ✓ Determinación de Carbohidratos, se calculó por diferencia restando de 100 los porcentajes de humedad, proteínas, grasa y cenizas; (Método de la A.O.A.C. 1998 y MINSA 2009)

Mayores detalles sobre el análisis fisicoquímico remontarse al **anexo N° 13**.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 HARINA DE PITUCA.

Se utilizó los bulbos (cormos) de pituca de la variedad blanca y morada, con un peso promedio de 500 g de forma ovoide con una película de color marrón (**anexo N° 1**), provenientes de la provincia de La Mar, distrito de Anchihuay y región de Ayacucho.

Previa selección, clasificación, limpieza, retiro de cascara y rallado, la masa obtenida fue sometido a secado a temperatura ambiente 8 horas por día sol durante tres días de soleado, obteniéndose la pituca seca, para luego ser molidas y transformadas en harina las que presentaron una coloración crema ligeramente cenizo, con un rendimiento del 25%, para ambas variedades (**anexo N° 3**).

Según Bustos y Marapara (2016), en su trabajo efectuado, obtuvieron harina de pituca variedad blanca (60°C/6 hr) bajo condiciones controladas (secado en bandejas), obtuvieron resultados con buenas características, de la harina, siendo esta de color blanco y en tiempo reducido.

Según Morales A. (2012), los resultados obtenidos en su investigación respecto al rendimiento fue de 21.8% de harina de pituca por vía húmeda y 25% por vía seca. Comparándola con el rendimiento obtenido en el presente trabajo planteado se observó que no hay diferencia (25% de rendimiento de pituca blanca), lo cual indica que el proceso elegido fue el adecuado para la obtención de la harina de pituca.

Respecto a la pituca, variedad morada, la harina obtenida tuvo un rendimiento igual al de la variedad blanca, la diferencia fue en el color, pues esta fue de un color cenizo muy oscuro acentuado.

4.2 ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE LA HARINA DE PITUCA BLANCA Y MORADA.

4.2.1 Análisis físicoquímico.

Los resultados de la composición físicoquímica de la harina de pituca blanca y morada se presentan en la tabla 4.1:

Tabla N° 4.1. Composición físicoquímica en 100 g de harina de pituca blanca y morada comparándolas con harina de trigo y pituca japonesa pre cocido.

	Kcal	Humedad	Proteína	Grasa	Carbohidratos	Fibra	Ceniza
HPB (*)	354,53	9,38%	8,15%	1,05%	78,12%	0,90%	3,30%
HPM (*)	350,00	9,85%	8,24%	0,90%	77,16%	1,05%	3,85%
HT (**)	259,00	10,80%	10,50%	2,00%	74,80%	1,50%	0,40%
HPPJ(***)	66,68	8,26%	4,42%	1,80%	83,20%	1,50%	0,82%

Estos valores representan promedios de tres repeticiones para cada análisis.

HPB: Harina de pituca blanca.

HPM: Harina de pituca morada.

HT: Harina de trigo.

HPPJ: Harina pre cosido de pituca japonesa.

(*) Fuente: Elaboración propia.

(**) Fuente: Collazos et al (1993).

(***) Fuente: Sahuja G. (1995).

Los resultados de composición físicoquímica (tabla 4.1) indican que las harinas de pituca blanca y morada, no muestran mucha diferencia en cuanto a dichas características. En cuanto al contenido de ceniza la pituca morada presenta mayor porcentaje 3,85% y la blanca menor 3,30% de ceniza.

Comparando los resultados obtenidos de la harina de pituca blanca y morada (secadas a temperatura ambiente) con la harina de trigo (Collazos, 1993), observamos (cuadro 4.1.) en cuanto al contenido de cenizas la harina de trigo es la que tiene menor proporción (0,40%) respecto a las harinas de pituca blanca y morada (3,30 y 3,85%). respecto al contenido de

proteína, la harina de trigo presento (10,80%) y las harinas de pituca blanca y morada contienen (9,38 y 9,85%) indicándonos que es mínima la diferencia en cuanto a la cantidad de proteína, respecto a las otras características proximales de la pituca blanca y morada no son muy diferentes a la harina de trigo; esto nos permite afirmar que la harina de pituca blanca y morada tienen características fisicoquímicas muy similares a la harina del trigo, lo cual hace posible su empleo como sustituto para la elaboración de diferentes productos panarios.

Una de las características sensoriales de importancia en un pan francés es el color de la miga, la misma que se ve influenciada por el contenido de la ceniza, sea esta harina de trigo o sucedáneos, como observamos ello nos anticipó a predecir que la harina de pituca morada influenciara negativamente en el color de la miga razón por el cual se le descartó en el uso en las formulaciones a futuro.

Los análisis fisicoquímicas de las harinas de pituca blanca y morada del presente trabajo, respecto a los obtenidos por Sahuja G. (1995), nos muestran diferencias leves en cuanto a: humedad 8,26%, proteína 4,42%, carbohidratos 83,20%, grasa 1,80%, fibra 1,50% y ceniza 0,82%, pero es conveniente referir que con respecto a la ceniza Sahuja obtuvo un porcentaje inferior debido a que lo que el obtuvo fue almidón y lo sometió a gelatinización por cocción.

4.3 PRUEBA PRELIMINAR EN LA ELABORACIÓN DEL PAN FRANCÉS CON SUSTITUCIÓN PARCIAL DE HARINA DE PITUCA BLANCA.

Obtenida la harina de pituca y descartada la de la variedad morada, el paso siguiente fue la elaboración del pan francés, se partió tomando como base la formulación de la tabla 3.1. Así mismo lo de tabla 3.2, siguiendo los pasos del diagrama de flujo planteado en la figura 3.6, obtenido los productos estos, fueron sometidos a la prueba sensorial de comparación pareada empleándose 40 panelistas, como se detalla en el **anexo 8**. A continuación se muestran los resultados de la prueba de preferencia pareada del pan francés tabla 4.2.

Tabla N° 4.2: Resultados de la prueba de preferencia pareada del Pan francés sustituido con harina de Pituca blanca.

TRATAMIENTOS PARA LA PRUEBA PRELIMINAR	T1	T2	T3	T4
TOTAL DE ACEPTACIÓN DEL PAN FRANCÉS	35	5	24	16
PANELISTAS	40		40	

Se obtuvo el total del número de panelistas que prefirieron cada tratamiento. Treintaicinco de los cuarenta panelistas prefirieron el tratamiento T1, lo cual nos indica que según **el anexo N° 9**, con los valores $x = 35$ y $n = 40$, se encontró que la probabilidad es de **0,001**; por lo tanto, este resultado fue estadísticamente altamente significativo, llegándose a la conclusión de que los panelistas preferían el pan francés T1 sobre el pan francés T2.

Veinticuatro de los cuarenta panelistas prefirieron el tratamiento **T3**, lo cual nos indica que según **el anexo N° 9**, con los valores $x = 24$ y $n = 40$, se encontró que la probabilidad es de **0,268**; por lo tanto, este resultado fue estadísticamente significativo, llegándose a la conclusión de que los panelistas preferían el pan francés T3 sobre el pan francés T4.

De la prueba preliminar vemos que los tratamientos T1 y T3 son las que mejor preferencia tuvieron por lo que se pasó a efectuar las pruebas definitivas

Es conveniente manifestar que los panelistas percibieron un sabor amargo y que causa una sensación espínosa por toda la boca y garganta luego de la ingestión en especial en el tratamiento T4. Dicho sabor amargo y la causa de la sensación espínosa se debe a la presencia del oxalato de calcio en la harina de pituca, según lo manifiesta el autor (Nieto, 1977). Por ello se vio por conveniente efectuar una prueba preliminar para eliminar dicho sabor amargo, elaborando pan francés con sustitución parcial de pituca blanca bajo la forma de puré.

Mayores detalles sobre las pruebas preliminares para el pan francés con sustitución parcial de pituca blanca bajo la forma de puré remontarse al **anexo N° 19**.

4.4 PRUEBA DEFINITIVA EN LA ELABORACIÓN DEL PAN FRANCÉS CON SUSTITUCIÓN PARCIAL DE HARINA DE PITUCA BLANCA.

Para la prueba definitiva se elaboraron el pan francés según la formulación **Tabla N° 3.3**, respectivamente con sustituciones de 10%, 15%, 20% y 30% con harina de pituca variedad blanca, las que luego fueron evaluados sensorialmente mediante una escala hedónica para estudiar cuales de las formulaciones es la que tiene mayor preferencia, para luego ser analizado fisicoquímicamente.

4.4.1 Evaluación sensorial del pan francés con sustitución parcial de harina de pituca.

El pan francés definitivo se evaluó a través de los siguientes:

4.4.1.1 Evaluación de la preferencia del pan francés definitivo.

Para dicha evaluación se realizó según la caracterización sensorial, en donde se compararon las diferentes sustituciones para luego determinar el pan con mejores características similares al pan francés tradicional (testigo), para ello se tomaron criterios tanto como de inclusión y de exclusión (evaluación sensorial).

Se muestran las figuras de los productos evaluados:

Productos evaluados:

Testigo



T1



T2



T3



T4

Figura N° 4.1: Criterios de inclusión y de exclusión del pan tipo francés sustituidos con harina de pituca blanca (evaluación sensorial).

De los resultados obtenidos observamos en la figura 4.1, que al incrementar la proporción de harina de pituca variedad blanca en la elaboración del pan francés, el color de la miga tiende a ser más oscuro (cenizo) como se ve en el tratamiento T4 (30%). Cuyo resumen lo damos a conocer en la tabla 4.3.

Tabla N° 4.3: Caracterización sensorial del pan francés elaborado con harina de trigo y harina de pituca blanca.

Caracterización del pan,	Pan Testigo	T1	T2	T3	T4
Olor	Trigo tostado	Trigo tostado	Trigo tostado	Trigo tostado	Harina de pituca
Color	Blanco	Blanco	Blanco	Blanco	Gris
Textura	Suave	Suave	Suave	Suave	Áspera
Sabor	Semisalado	Semisalado	Semisalado	Semisalado	Harina de pituca
Aceptación	Si	Si	Si	Si	No

Fuente: elaboración propia.

Pan Testigo: Pan francés con 100% de harina de trigo.

T1: Pan francés con 10% de harina de pituca blanca y 90% de harina de trigo

T2: Pan francés con 15% de harina de pituca blanca y 85% de harina de trigo.

T3: Pan francés con 20% de harina de pituca blanca y 80% de harina de trigo.

T4: Pan francés con 30% de harina de pituca blanca y 70% de harina de trigo.

Según la tabla 4.3 en cuanto respecta a la mejor caracterización sensorial se optó por escoger el pan con 10% de sustitución con harina de pituca blanca (T1), ya que el objetivo es evaluar la sustitución parcial y que esta no se aleje mucho del pan francés con 100% de harina de trigo (Pan francés testigo), durante la evaluación el pan francés presento una textura suave de color blanco, y en cuanto respecta al olor no demostró la presencia de la harina de pituca blanca que son características de exclusión con lo que respecta a la calidad del pan francés.

Por otro lado cabe resaltar que durante la mezcla de la harina de trigo con harina de pituca blanca (30%), presento una textura pegajosa dificultando el amasado por el cual se tuvo dificultades en la elaboración del pan francés. Por consiguiente se iría descartando la sustitución parcial de 30%, ya que también presento el pan francés una textura áspera, de color gris y en cuanto al olor demuestra la presencia de harina de pituca que son características excluyentes para la calidad del pan francés.

4.4.1.2 Evaluación sensorial.

Se contó con un grupo de 30 panelistas semientrenados, estudiantes de la escuela de Formación Profesional de Ingeniería Agroindustrial, un ingeniero y al técnico encargado de panificación, a quienes se solicitó evaluar los atributos sensoriales (Apariencia, Olor, Color, Textura, Sabor y Aceptación), se les proporciono la Ficha de evaluación hedónica (Anexo N° 10) con las respectivas muestras.

Los resultados de la evaluación sensorial se detallan en el **anexo N° 11**.

Tabla N° 4.4: Promedio total de la prueba de análisis sensorial con respecto a los atributos evaluados del pan francés.

TRATAMIENTOS	Características del pan francés					
	Apariencia	Olor	Color	Textura	Sabor	Aceptación
T1	7.3	6.9	7.8	7.7	7.7	7.5
T2	7.2	6.9	7.5	7.6	7.6	7.4
T3	7.0	6.8	7.4	7.6	7.5	7.2
T4	4.6	5.5	5.4	6.5	4.4	5.1

4.4.2 Evaluación estadística

Los resultados de la evaluación sensorial se sometieron a evaluación estadística para establecer si había diferencias entre los atributos evaluados a través del análisis de varianza, y luego establecer el producto con mejores aptitudes a través de la prueba de Duncan.

4.4.2.1 Análisis de varianza para la apariencia del pan francés.

Los resultados del análisis de varianza en cuanto respecta a la apariencia del pan francés con harina de pituca, se indican en la tabla 4.5:

Tabla N° 4.5: Análisis de varianza para la apariencia del pan francés con sustitución parcial de harina de pituca.

Fuente de variación.	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	Fc	Ft	Signif. 5%
Tratamientos	3	144.7583333	48.2527778	55.24	2.71	**
Jueces	29	53.1750000	1.8336207	2.10	1.59	*
Error exp.	87	75.9916667	0.8734674			
Total correg.	119	273.9250000				

$R^2 = 72.25\%$; $C.V = 14.32\%$

Con lo que respecta a la apariencia del pan francés, el valor de F calculado para las muestras es de 55.24 siendo este mayor al valor de F tabular que es de 2.71, de donde se puede afirmar que existe diferencia estadística altamente significativa entre las muestras a un 95% de confianza. Mientras el F calculado para los jueces (bloques) es de 2.10 mayor al valor de F tabulado que es de 1.59; llegando a la conclusión que para un nivel de confianza de 95% existe diferencia significativa entre los jueces.

Esto nos obliga a realizar la prueba de rango múltiple de Duncan ya que el ANOVA es significativo, y así obtener conclusiones verdaderas para tomar una decisión adecuada sobre la apariencia del pan francés.

4.4.2.2 Prueba del rango múltiple de Duncan para la apariencia del pan francés.

La prueba del rango múltiple de Duncan para la apariencia entre las medias de los tratamientos, se muestra en la tabla N° 4.6:

Tabla N° 4.6: Prueba del rango múltiple de Duncan para la apariencia del pan francés.

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.			
Duncan Agrupamiento	Media	N	TRATAMIENTOS
A	7.2667	30	T1
A	7.2333	30	T2
A	6.9667	30	T3
B	4.6333	30	T4

De la tabla N° 4.6 se puede afirmar, que el tratamiento T1 (10%) supera estadísticamente a los demás tratamientos a un nivel de confianza de 95%, esto quiere decir, que el pan francés sustituido con 10% de harina de pituca blanca, obtuvo el mayor puntaje de media con respecto al atributo de apariencia del pan francés.

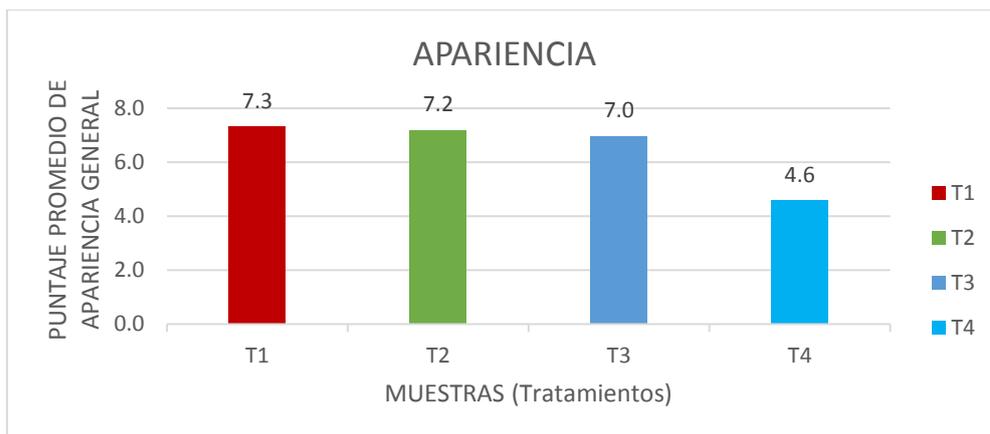


Fig. N° 4.2: Diferencia de características sensoriales del atributo de Apariencia del pan francés con harina de pituca blanca.

Como se puede ver en la figura N° 4.2 la muestra T1 (10% de sustitución) alcanza mayor puntaje respecto a la apariencia, seguidamente el T2 y T3, mientras la muestra T4 (30% de sustitución) obtiene el menor puntaje de apariencia (desagrada ligeramente).

Según Bustos y Marapara, 2016, en su trabajo de investigación “Elaboración de galletas con sustitución de harina de pituca”, cuyos mejores resultados de apariencia se obtuvieron con 8% de sustitución de harina de pituca. Respecto a la elaboración del pan francés presento la mejor apariencia con 10% de sustitución de harina de pituca blanca.

4.4.2.3 Análisis de varianza para el olor del pan francés

Los resultados del análisis de varianza en cuanto respecta al olor del pan francés con harina de pituca, se indican en la siguiente tabla 4.7:

Tabla N° 4.7: Análisis de varianza para el olor del pan francés con sustitución parcial de harina de pituca.

Fuente de variación	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	Fc	Ft	Signif. 5%
Tratamientos	3	39.35833333	13.11944444	15.99	2.71	**
Jueces	29	87.17500000	3.00603448	3.66	1.59	*
Error exp.	87	71.3916667	0.8205939			
Total corregido	119	197.9250000				

$R^2 = 63.93\%$; $C.V = 13.88\%$

Para el olor del pan francés, según el cuadro de análisis de varianza, se observa que el valor de F calculado para las muestras (Tratamientos) es de 15.99 siendo este mayor al valor de F tabular que es de 2.71, de donde se puede afirmar que existe diferencia estadística altamente significativa entre las muestras a un 95% de confianza. Mientras el F calculado para los jueces (bloques) es de 3.66 mayor al valor de F tabulado que es de 1.59; llegando a la conclusión que para un nivel de confianza de 95% existe diferencia significativa entre los jueces. Esto implica analizar muy detalladamente para obtener conclusiones coherentes, y para esto se debe realizar la prueba múltiple de comparaciones de Duncan.

4.4.2.4 Prueba del rango múltiple de Duncan para olor del pan francés.

La prueba del rango múltiple de Duncan para el olor del pan francés entre las medias de los tratamientos, se muestra en la tabla N° 4.8:

Tabla N° 4.8: Prueba del rango múltiple de Duncan para el olor del pan francés

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.			
Duncan Agrupamiento	Media	N	TRATAMIENTO
A	6.8667	30	T1
A	6.8667	30	T2
A	6.8333	30	T3
B	5.5333	30	T4

De la tabla N° 4.8 se puede afirmar, que los tratamientos T1 y T2 superan estadísticamente a los demás tratamientos a un nivel de confianza de 95%, esto quiere decir, que el pan francés sustituido con 10% y 15% de harina de pituca blanca, obtuvieron el mayor puntaje respecto al atributo olor del pan francés.

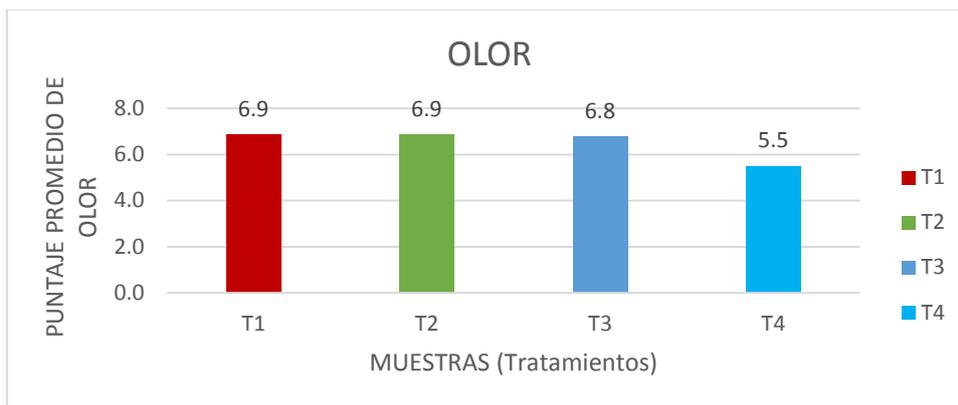


Fig. N° 4.3: Diferencia de características sensoriales del atributo de Olor del pan francés con harina de pituca blanca.

Como se puede observar la figura N° 4.3 los tratamientos T1 y T2 (10 y 15%) alcanzaron mayores puntajes con respecto al olor del pan francés (gusta moderadamente) y seguido fue el T3 (20%) que no se aleja mucho de las dos muestras con mejor olor (T1 y T2), mientras la muestra T4 (30%) obtiene el menor puntaje de olor del pan francés (ni gusta ni disgusta).

Según Bustos y Marapara, 2016, en su trabajo de investigación “Elaboración de galletas con sustitución de harina de pituca”, cuyos mejores resultados de olor se obtuvieron con 8% de sustitución de pituca. Frente a ello en la elaboración del pan francés con sustitución de harina de pituca se obtuvo el mejor olor con 10 y 15% de sustitución.

4.4.2.5 Análisis de varianza para el color del pan francés

Los resultados del análisis de varianza en cuanto respecta al color del pan francés con harina de pituca blanca, se indican en la tabla 4.9:

Tabla N° 4.9: Análisis de varianza para el color del pan francés con sustitución parcial de harina de pituca blanca.

Fuente de variación	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	Fc	Ft	Signif. 5%
Tratamientos	3	101.8250000	33.9416667	45.48	2.71	**
Jueces	29	18.2416667	0.6290230	0.84	1.59	(n.s.)
Error exp.	87	64.9250000	0.7462644			
Total correg.	119	184.9916667				

$R^2 = 64.90\%$; C.V = 12.32%

Con lo que respecta al color del pan francés, el valor de F calculado para las muestras fue de 45.48 siendo este mayor al valor de F tabular que es de 2.71, de donde se puede afirmar que existe diferencia estadística altamente significativa entre las muestras a un 95% de confianza. Esto nos obliga a realizar la prueba de rango múltiple de Duncan, y así obtener conclusiones verdaderas para tomar una decisión adecuada sobre el color del pan francés. Mientras el F calculado para los jueces (bloques) es de 0.84 menor al valor de F tabulado que es de 1.59; llegando a la conclusión que para un nivel de confianza de 95% no existe diferencia significativa entre los jueces.

4.4.2.6 Prueba del rango múltiple de Duncan para el color del pan francés

La prueba del rango múltiple de Duncan para el color del pan francés entre las medias de los tratamientos, se muestra en la tabla N° 4.10:

Tabla N° 4.10: Prueba del rango múltiple de Duncan para el color del pan francés.

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.			
Duncan Agrupamiento	Media	N	TRATAMIENTO
A	7.7667	30	T1
A	7.4667	30	T2
A	7.3667	30	T3
B	5.4333	30	T4

De la tabla N° 4.10 se puede afirmar, que el tratamiento T1 (10%) supera estadísticamente a los demás tratamientos a un nivel de confianza de 95%, esto quiere decir que el pan francés sustituido con 10% de harina de pituca blanca, obtuvo el mayor puntaje de media respecto al atributo de color del pan francés.

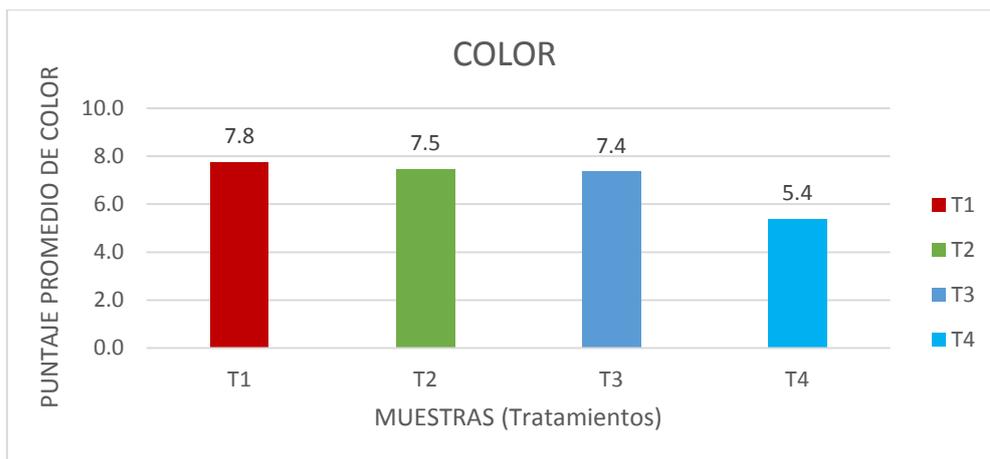


Fig. N° 4.4: Diferencia de características sensoriales del atributo de Color del pan francés con harina de pituca blanca.

Como podemos observar la figura N° 4.4 la muestra T1 (10% de sustitución) alcanza el mayor puntaje (gusta mucho) con respecto al color del pan francés, seguidamente las muestras T2 y T3 (15 y 20%) (Gusta moderadamente), mientras la muestra T4 (30%) obtiene el menor puntaje respecto al color del pan francés (ni gusta ni disgusta).

Según Bustos y Marapara, 2016, en su trabajo de investigación “Elaboración de galletas con sustitución de harina de pituca”, cuyos mejores resultados de los atributos de color, textura y sabor de la galleta se obtuvieron con 12% de sustitución de harina de pituca.

4.4.2.7 Análisis de varianza para la textura del pan francés

Los resultados del análisis de varianza en cuanto respecta a la textura del pan francés con harina de pituca, se indican en la tabla 4.11:

Tabla N° 4.11: Análisis de varianza para la textura del pan francés con sustitución parcial de harina de pituca.

Fuente de variación	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	Fc	Ft	Signif. 5%
Tratamientos	3	26.76666667	8.922222222	24.46	2.71	**
Jueces	29	10.80000000	0.37241379	1.02	1.59	(n.s.)
Error exp.	87	31.73333333	0.36475096			
Total correg.	119	69.30000000				

$R^2 = 54.21\%$; $C.V = 8.22\%$

Para la textura del pan francés, según la tabla de análisis de varianza, se observa que el valor de F calculado para las muestras fue de 24.46 siendo este mayor al valor de F tabular que es de 2.71, de donde se puede afirmar que existe diferencia estadística altamente significativa entre las muestras a un 95% de confianza. Esto nos obliga a realizar la prueba de rango múltiple de Duncan, y así obtener conclusiones verdaderas para tomar una decisión adecuada sobre la textura del pan francés. Mientras el F calculado para los jueces (bloques) es de 1.02 menor al valor de F tabulado que es de 1.59; llegando a la conclusión que para un nivel de confianza de 95% no existe diferencia significativa entre los jueces.

4.4.2.8 Prueba del rango múltiple de Duncan para textura del pan francés.

La prueba del rango múltiple de Duncan para la textura del pan francés entre las medias de los tratamientos, se muestra en la tabla N° 4.12:

Tabla N° 4.12: Prueba del rango múltiple de Duncan para la textura del pan francés.

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.			
Duncan Agrupamiento	Media	N	TRATAMIENTO
A	7.6667	30	T1
A	7.6000	30	T2
A	7.6000	30	T3
B	6.5333	30	T4

De la prueba de rango múltiple, se observa que el tratamiento T1 (10%) supera estadísticamente a los demás tratamientos a un nivel de confianza de 95%, esto quiere decir que el pan francés sustituido con 10% de harina de pituca blanca, es considerado como el mejor tratamiento con respecto a la textura del pan francés.

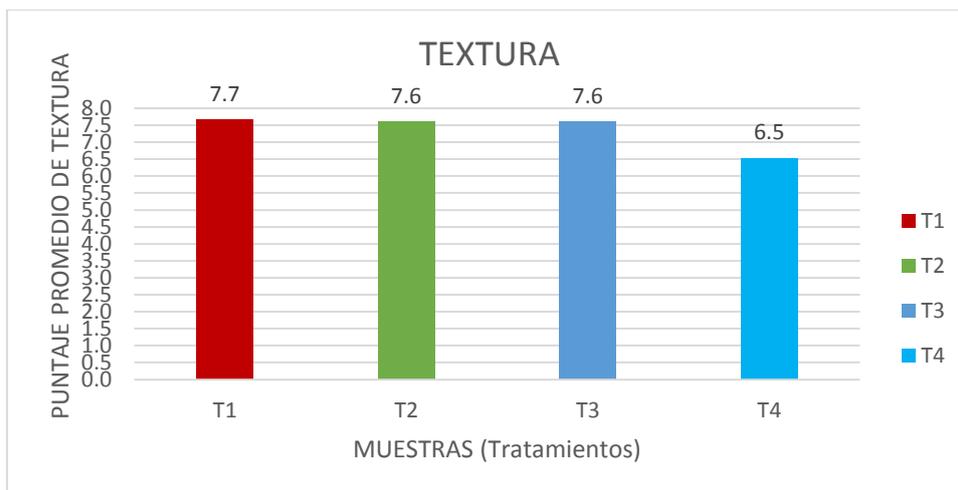


Fig. N° 4.5: Diferencia de características sensoriales del atributo de Textura del pan francés con harina de pituca blanca.

Como se puede observar la figura N° 4.5 la muestra T1 (10%), alcanza el mayor puntaje (gusta mucho), seguidamente T2 y T3 (15 y 20%), mientras la muestra T4 (30% de sustitución) obtiene el menor puntaje respecto a la textura del pan francés (gusta ligeramente).

4.4.2.9 Análisis de varianza para el sabor del pan francés.

Los resultados del análisis de varianza en cuanto respecta al sabor del pan francés con harina de pituca, se detallan en la tabla 4.13:

Tabla N° 4.13: Análisis de varianza para el sabor del pan francés con sustitución parcial de harina de pituca.

Fuente de variación	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	Fc	Ft	Signif. 5%
Tratamientos	3	228.3000000	76.1000000	141.77	2.71	**
Jueces	29	14.9666667	0.5160920	0.96	1.59	(n.s.)
Error exp.	87	46.7000000	0.5367816			
Total correg.	119	289.9666667				

$R^2 = 83.89\%$; C.V = 10.75%

Con lo que respecta al sabor del pan francés, el valor de F calculado para las muestras es de 141.77 siendo este mayor al valor de F tabular que es de 2.71, de donde se puede afirmar

que existe diferencia estadística altamente significativa entre las muestras a un 5% de error. Esto nos obliga a realizar la prueba de rango múltiple de Duncan, y así obtener conclusiones verdaderas para tomar una decisión adecuada sobre el sabor del pan francés. Mientras el F calculado para los jueces (bloques) es de 0.96 menor al valor de F tabulado que es de 1.59; llegando a la conclusión que para un nivel de confianza de 95% no existe diferencia significativa entre los jueces.

4.4.2.10 Prueba del rango múltiple de Duncan para sabor del pan francés.

La prueba del rango múltiple de Duncan para el sabor del pan francés entre las medias de los tratamientos, se muestra en la tabla N° 4.14:

Tabla N° 4.14: Prueba del rango múltiple de Duncan para el sabor del pan francés.

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.			
Duncan Agrupamiento	Media	N	TRATAMIENTO
A	7.7333	30	T1
A	7.6333	30	T2
A	7.4667	30	T3
B	4.4333	30	T4

En la prueba de comparaciones múltiples de Duncan, se observa que el tratamiento T1 (10%) supera estadísticamente a los demás tratamientos, según la evaluación subjetiva de los jueces, han determinado que el mejor sabor del pan francés presenta el tratamiento T1, que tiene 10% de sustitución de harina de pituca blanca.

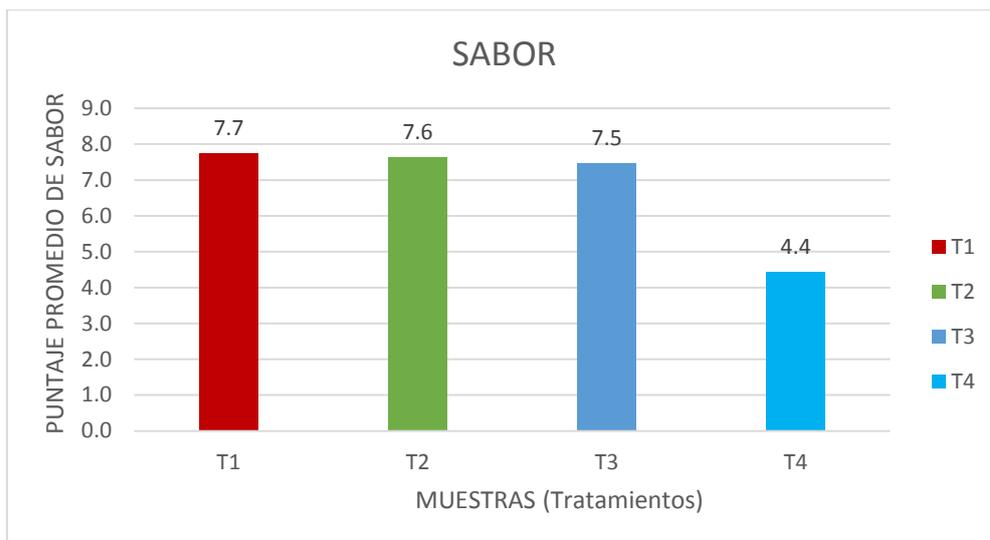


Fig. N° 4.6: Diferencia de características sensoriales del atributo de Sabor del pan francés con harina de pituca blanca.

Como se observa la figura N° 4.6 el tratamiento T1 con sustitución de 10% de harina de pituca alcanza el mayor puntaje de sabor del pan francés (gusta mucho) y, mientras el tratamiento T4 con sustitución de 30% alcanza el menor puntaje con respecto al sabor del pan francés (desagrada ligeramente).

4.4.2.11 Análisis de varianza para la aceptación del pan francés.

Los resultados del análisis de varianza en cuanto respecta a la aceptación del pan francés con harina de pituca, se indican en la tabla 4.15:

Tabla N° 4.15: Análisis de varianza para la aceptación del pan francés con sustitución parcial de harina de pituca.

Fuente de variación	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	Fc	Ft	Signif. 5%
Tratamientos	3	126.2916667	42.0972222	94.01	2.71	**
Jueces	29	14.7416667	0.5083333	1.14	1.59	(n.s.)
Error exp.	87	38.9583333	0.4477969			
Total correg.	119	179.9916667				

$R^2 = 78.35\%$; $C.V = 9.78\%$

Como se puede apreciar, en cuanto se refiere a la aceptación del pan francés sustituido con harina de pituca blanca, mediante el análisis de varianza, F_c es de 94.01 siendo este mayor al valor de F_t que es de 2.71, de donde se puede afirmar que existe diferencia estadística altamente significativa entre las muestras a un 5% de error. Esto nos obliga a realizar la prueba de rango múltiple de Duncan, y así obtener conclusiones verdaderas para tomar una decisión adecuada sobre la mejor aceptación del pan francés. Mientras el F calculado para los jueces (bloques) es de 1.14 menor al valor de F tabulado que es de 1.59; llegando a la conclusión que para un nivel de confianza de 95% no existe diferencia significativa entre los jueces.

4.4.2.12 Prueba del rango múltiple de Duncan para la aceptación general del pan francés.

La prueba del rango múltiple de Duncan para aceptación general de pan francés entre las medias de los tratamientos, se muestra en la tabla N° 4.16:

Tabla N° 4.16: Prueba del rango múltiple de Duncan para aceptación general del pan francés.

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.			
Duncan Agrupamiento	Media	N	TRATAMIENTO
A	7.5000	30	T1
A	7.4000	30	T2
A	7.2000	30	T3
B	5.0667	30	T4

De la tabla N° 4.16 se puede afirmar, que el tratamiento T1 (10%) supera estadísticamente a los demás tratamientos a un nivel de confianza de 95%, seguidamente está el tratamiento, T2 (15%), T3 (20%) y T4 (30%), esto quiere decir que el pan francés sustituido con 10% de harina de pituca blanca, obtuvo mayor puntaje de media según el rango múltiple de Duncan con respecto a la aceptación del pan francés.

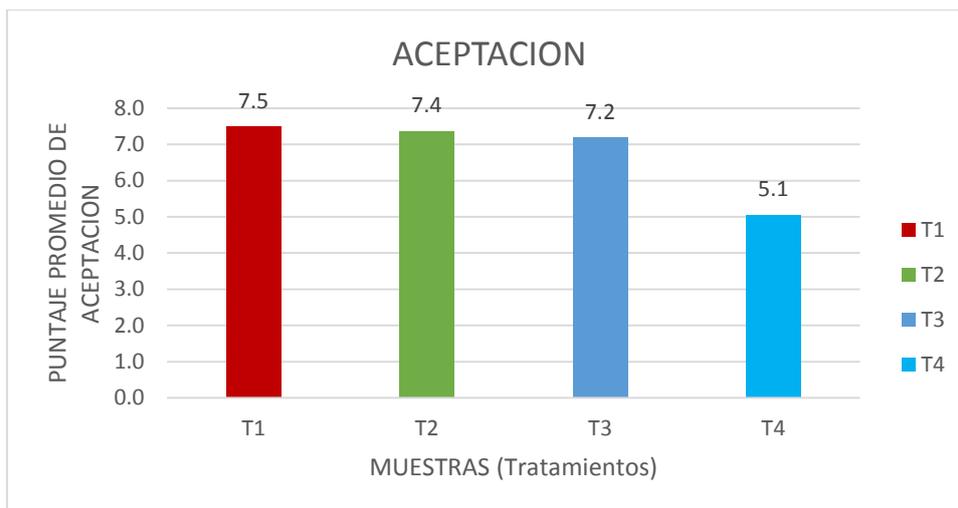


Fig. N° 4.7: Diferencia de características sensoriales del atributo de Aceptación del pan francés con harina de pituca blanca.

Como se puede observar la figura N° 4.7 con respecto a la aceptación del pan francés con sustitución parcial harina de pituca blanca, el tratamiento T1 (10%) presenta mayor aceptación con una calificación de 7.5, seguidamente está el tratamiento T2 (15%) que también tiene una calificación de 7.4, por lo cual la mejor aceptación según los jueces es el de **10%** ya que presenta mejor aceptación, mientras el tratamiento de T4 (30%) obtiene el menor puntaje con respecto al sabor (desagrada ligeramente), ya que el sabor y el color son muy diferentes a la muestra patrón.

Según Bustos y Marapara, 2016, en su trabajo de investigación “Elaboración de galletas y cracker con harina de pituca, cuyos mejor resultados de Aceptación se obtuvo con 8 y 12% de sustitución de pituca. En la elaboración de pan francés se puede llegar a obtener una buena aceptación con 10% de sustitución con harina de pituca blanca.

4.4.3 Obtención de los mejores atributos del pan francés a diferentes sustituciones con harina de pituca blanca según análisis de varianza y prueba de Duncan.

Según el análisis de varianza en el análisis estadístico, entre los valores promedio, existe diferencia significativa del test del análisis sensorial de los 4 tratamientos T1, T2, T3 y T4 (10, 15, 20 y 30%). Según la prueba de Duncan se puede concluir, que se puede sustituir hasta 10% con una buena aceptación. Las que presentan mejores características en apariencias y olor es el T1 (sustitución de 10%), seguido de T2 y T3 (15 y 20% de sustitución). El que presenta mejor color de la miga es el T1 (10% de sustitución),

seguidamente de T2 y T3 (15 y 20% de sustitución). En cuanto a la textura se obtuvieron buenos resultados con los tratamientos T1 (10% de sustitución) y seguido de T2 y T3 (15 y 20% de sustitución). El que obtuvo mejores características de aceptación de sustitución sin alejarse de la muestra testigo fue el tratamiento T1 (10% de sustitución) a la cual se puede trabajar en productos de panificación. El que obtuvo una baja aceptación fue el tratamiento T4 (30% de sustitución) con una calificación de 5.06. Cabe manifestar que durante la evaluación sensorial los panelistas manifestaron percibir un sabor amargo en los tratamientos T2, T3 y T4 que incomodaba la garganta, ello se debió a la presencia de oxalato de calcio según lo manifestado líneas arriba.

Según Hoover, T. (2015), en su trabajo de investigación “Galleta elaborada con sustitución parcial de papa china (Pituca)”, cuyos mejores resultados alcanzó los porcentajes más altos de aceptación, por parte de los potenciales consumidores, en sus cuatro atributos sensoriales (color, olor, sabor y textura) fue con la sustitución 20%, seguida por la sustitución 25% y en último lugar, la sustitución 30%.

4.4.4 Diagrama de flujo definitivo.

EL diagrama de flujo definitivo es el que se muestra en la Figura N° 4.8:

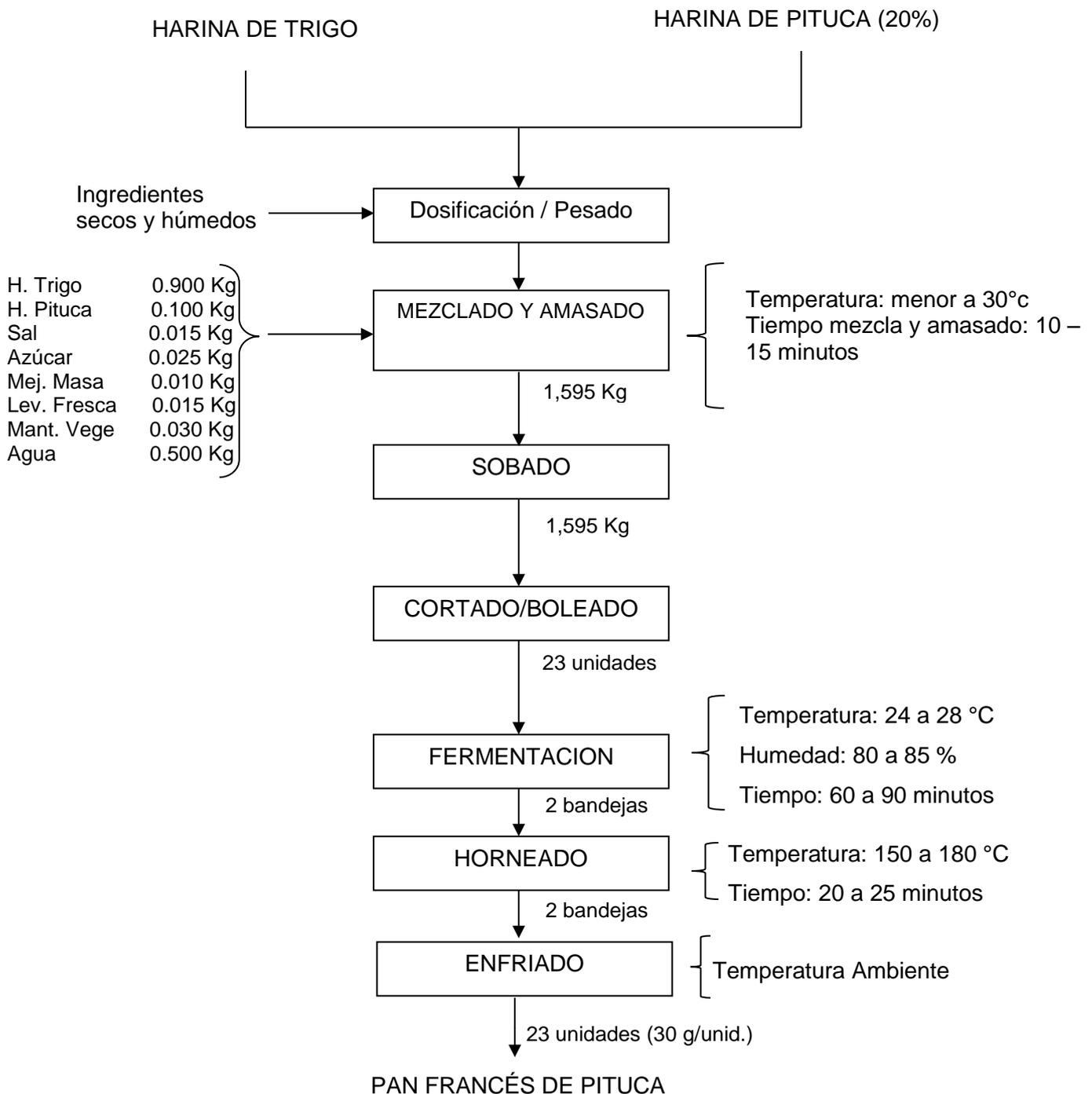


Figura N° 4.8: Diagrama de bloques Cuantitativo del proceso de elaboración del pan francés con sustitución parcial de la harina de pituca.

Fuente: Elaboración propia

4.4.5 Análisis del producto final

Una vez obtenido el pan francés con la mejor aceptación, se le practicó el análisis fisicoquímico; como también al pan francés tradicional “testigo” (sin ningún tipo de sustitución) con 100% de harina de trigo, para su comparación y respectiva discusión. A continuación se detallan dichos análisis:

4.4.5.1 Análisis fisicoquímico del pan francés con mejor aceptación.

El análisis fisicoquímico se realizó a dos tipos de pan francés, al pan francés seleccionado como optimo (T1) y al pan francés tradicional “testigo” (sin ningún tipo de sustitución) con 100% de harina de trigo, de esta manera se verifico la diferencia que existe entre estos panes y también se consideró para la diferenciación al pan francés comercial que se encuentra en tablas peruanas, lo cual se muestran en la tabla 4.17.

Tabla N° 4.17: Resultados del análisis fisicoquímico del pan francés con sustitución de harina de trigo por harina de pituca blanca (en 100 gramos de alimento).

MUESTRA COMPOSICIÓN	Pan francés tradicional (sin sustitución) (*)	Pan francés Con harina de pituca (10% de sustitución) (*)	Pan francés comercial (**)
Calorías (Kcal)	330,85	331,02	277,00
Humedad (%)	20,50	20,05	27,00
Proteína (%) N x 6.25	8,60	9,32	8,40
Grasa (%)	3,73	3,70	0,2
Carbohidratos (%)	65,72	65,11	62,9
Fibra (%)	0,6	0,63	0,6
Ceniza (%)	1,45	1,82	1,5

(*)Fuente: Elaboración propia.

(**)Fuente: Tabla peruana de composición de alimentos (2017).

En la tabla 4.17, se observa los resultados del análisis fisicoquímico de tres tipos de pan francés, uno con formulación tradicional (ULTRAMIX receta de cocina peruana y del mundo), otro pan francés con harina de pituca blanca (10% de sustitución “T1”) y una tercera el pan francés comercial según las tablas peruanas de composición de alimentos, tomada para someterla a una comparación nutricional con los panes franceses anteriores; donde se puede observar, el pan francés con harina de pituca supera a los demás en cuanto respecta al contenido de proteína, fibra y ceniza, en tanto el pan francés comercial según la

tabla peruana contiene menor porcentaje de carbohidratos, grasa y calorías, mayor contenido de humedad.

Delgado (1990: 20), en su trabajo de investigación, reemplazó la harina de trigo por harina de cebada hasta un 20%; aunque no se obtuvo alto nivel proteico (9%), pero si mejoró el contenido de minerales. Otro estudio, realizado por Escobedo (1995), utilizó la harina precocida de papa en panificación con un 16% de sustitución obteniendo un 8.5 % de proteínas, mientras que Cárdenas (1991: 50) llegó a sustituir hasta el 30% en el producto final de camote rallado crudo con cáscara en la elaboración del pan, mejorando el nivel proteico (15%) y aceptabilidad general.

4.4.5.2 Análisis microbiológico del pan francés con mejor aceptación

Los resultados del análisis Microbiológico y Toxicológico del pan francés con mejor aceptación (T1), se muestran en la tabla 4.18:

Tabla N° 4.18: Resultados del análisis Microbiológico y Toxicológico del pan francés con sustitución de harina de trigo por harina de pituca blanca (T1).

Análisis	Resultados	Método de ensayo
Num. <i>Escherichia Coli</i> NMP/g	<3	Recuento de Coliformes Técnica del Número más probable (NMP). Método 1 (Norteamericano). Bacterias coliformes. Determinación de organismos Coliformes de Origen Fecal.
Num. <i>Staphylococcus Aureus</i> ufc/g Est	<10	<i>Staphylococcus aureus</i> in foods Surface plating. Method for isolation and enumeration.
Num. Mohos ufc/g Est.	<10	Recuento de Mohos y Levaduras. Método de recuento de Levaduras y Mohos por siembra en placa en todo el medio.
Detección de <i>Salmonella</i> / 25g	Ausencia	<i>Salmonella</i> . Aislamiento de salmonela. Exploración bioquímica para identificación de salmonelas. Prueba serológica para la identificación de salmonella Ítem I, II, III.
Bromato de potasio	Negativo	<i>Bromates and Iodates in White and Whole Wheat flour</i>

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 4.18, se presentan los resultados del análisis Microbiológico y Toxicológico realizado a la muestra de pan francés con sustitución parcial de harina de pituca (T1), de donde se puede afirmar que el pan francés con sustitución parcial de harina de pituca no da indicios de la presencia de salmonella; en cuanto respecta a la numeración de *Escherichia Coli*, *Staphylococcus Aureus* y mohos, arroja resultados que se encuentran dentro de lo aceptable de acuerdo a la Norma sanitaria (**Aprobada por R.M. N° 1020 – 2010 /MINSA – Perú.**) que establece las condiciones microbiológicas de calidad sanitaria e inocuidad de un alimento (**Anexo N° 15**). En lo que respecta al análisis toxicológico se puede afirmar que el pan francés con sustitución parcial de harina de pituca blanca no presenta ninguna toxicidad por presencia de bromato de potasio.

CONCLUSIONES

La sustitución parcial de la harina de trigo (*Triticum aestivum*) por harina de pituca (*Colocasia esculenta*) en la calidad del pan francés nos condujo a las siguientes conclusiones:

- ✓ La **harina de pituca blanca** tuvo una composición fisicoquímica de humedad 9,38%, ceniza 3,30%, grasa 1,05%, proteína 8,15%, carbohidratos 78,12%, fibra 0,90% y 354,53 Kcal; siendo adecuado para la alimentación humano dando un color adecuado en los productos finales. La **harina de pituca Morada** tuvo una composición Fisicoquímica de humedad 9.85%, ceniza 3.85%, grasa 0.90%, proteína 8.24%, carbohidratos 77.16%, fibra 1.05% y 350.00 Kcal, siendo adecuado para la alimentación humano pero da color oscuro en el producto final.
- ✓ De la prueba preliminar (T1, T2, T3 y T4), los tratamientos T1 y T3 son las que mejor preferencia tuvieron por los panelistas percibiéndose un sabor amargo en especial en T4 causando la sensación amargo-rasposa ello fue debido a la presencia del oxalato de calcio en la harina de pituca.
- ✓ En las pruebas definitivas el pan francés con mayor preferencia fue el tratamiento “**T1**” de la pituca blanca.
- ✓ Las características fisicoquímicas del pan francés **T1** (harina de pituca blanca) fueron: 331.02 Kcal, 20.05% de humedad, 9.32% de proteína, 3.70% de grasa, 65.11 de carbohidratos, 0.63% de fibra y 1.82% de ceniza, indicándonos un mayor contenido proteico respecto al pan francés comercial (8,40%).
- ✓ Las características microbiológicas nos indicó un producto apto para el consumo humano (**T1**).

RECOMENDACIONES

- ✓ Llevar a cabo estudios de las curvas de secado en harinas de las diferentes variedades de pituca de la zona del VRAEM.
- ✓ Realizar trabajos de investigación con sustitución parcial de harina precocida de pituca de variedad morada para otros tipos de panes.
- ✓ Efectuar trabajos de investigación en la elaboración del pan tipo francés con sustitución por puré.
- ✓ Efectuar un escalamiento económico de la elaboración de pan francés sustituido con puré de pituca.
- ✓ Analizar sensorialmente al producto mediante la prueba del perfil de textura.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Acero E, Barrera J. 1996. Obtención de dos tipos de harinas con pijuayo (*Bactris gasipaes* HBK) y su posible utilización como sucedáneo del trigo en panificación. Disertación para Ingeniero, Facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias, UNAP, Iquitos, Perú.
2. Amos A., 1969. Manual de la industrias de alimentas. Edit. Acribia. Zaragoza. España.
3. AURAND, L.W., Woods, A.E., M.R. Food Composition and Analysis. An AVI Book, New York. 1987.
4. Belderok, Bob & Hans Mesdag & Dingena A. Donner. (2000) *Bread-Making Quality of Wheat*. Springer. ISBN 0792363833.
5. Bustos y Marapara (2016) “Parámetros de secado en bandeja de *colocasia esculenta* (pituca) para la elaboración de harina y su utilización en galletas”. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero en Industrias Alimentarias. Universidad Nacional de la Amazonia Peruana. Iquitos – Perú.
6. Calaveras J. 2004. “Nuevo tratado de panificación y bollería”. 2da Edición, Editorial Mundi- Prensa, impreso en Iragra S.A. Madrid- España.
7. Callejo, M. J. 2002. Industrias de Cereales y Derivados. Ed. AMV-Mundi-Prensa, Madrid.
8. Campos, F.S., Franco, A.C., Hubner, S.O., Oliveira, M.T., Silva, A.D., Esteves, P.A., Roehe, P.M., Rijsewijk, F.A., 2009. High prevalence of coinfections with bovine herpesvirus 1 and 5 found in cattle in southern Brazil. *Vet. Microbial*. 139, 67–73.
9. Carranza, J. Cinética de secado del plátano (*Musa paradisiaca* L.) y la yuca (*Manihot esculenta* Crantz); Tesis de la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana. Iquitos – Perú. 2001.
10. Cavel. El sabor del pan. Ed. Montagud. Barcelona.1994.
11. Centro Nacional de Alimentación y Nutrición – Instituto Nacional de Salud. Tablas Peruanas de Composición de Alimentos. MINSALIMA Lima – Perú, 2009.
12. DRA Ayacucho (2017), Boletín de estadística Agrícola. Dirección de Información Agraria y Estudios Económicos Ayacucho Av. Independencia 604.

13. Delgado A. 1981. Determinación del nivel óptimo de sustitución de harina de trigo por cebada en panificación. Universidad Nacional Agraria Programa Académico de Industrias Alimentarias. La Molina, Lima (Perú).
14. Delgado, A. 1990. Determinación del nivel óptimo de sustitución de harina de trigo por cebada en panificación. Universidad Nacional Agraria Programa Académico de Industrias Alimentarias. La Molina. Perú.
15. Dendy, D., Dobraszczyk, B. Cereales y Productos derivados. Editorial Acribia, S.A. 2001, Cap. 8. Pan: un alimento único. 223-278p.
16. Escobedo, A.1995. Obtención de harina precocida de papa a nivel de planta piloto y su caracterización. Universidad Nacional Agraria La Molina. Perú.
17. Fernández Lancho, Manasés, F. (1970). Importancia de la pituca para la alimentación humana. Lima: Universidad Nacional Federico Villareal.
18. Forero, Daniel Gonzalo (2000) Almacenamiento de Granos. UNAD, Facultad de Ciencias Agrarias, Bogotá.
19. Gonzales, J., Mosquera, F., Vanegas, P., Barrera M. 2003. Influencia de las mezclas de harina de trigo y chachafruto (Triana), en la composición y las características organolépticas del pan. Tesis. Universidad Nacional de Colombia Sede Palmira.
20. Guinet, R.; Godon, B. 1996. La Panificación. Ed. Montagud, Barcelona.
21. Hoover, T. (2015) Sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum aestivum L*) por harina de papa china (*Colocasia esculenta*) para la elaboración de galletas de dulce. Tesis para optar el Título de ingeniero en alimentos. Universidad técnica de Machala. El oro, Ecuador.
22. Horwitz, W. Official methods of Analysis of A.O.A.C Internacional, 18th edition, AOAC International, Maryland, USA. (Ed) 2005.
23. Hosney.1991. “Principios de Ciencia y Tecnología de los Cereales”. Editorial Acribia. Zaragoza- España.
24. Humanes. J.P Panadería Pastelería. Ed. McGraw Hill Interamericana. Madrid. 1994.
25. ITINTEC 1981. Harina de trigo para consumo doméstico e industrial Norma Nacional. 205-027.
26. JAMES, C.S; Analytical Chemistry of Foods: An Aspen Publication, Gaithersburg, Maryland. 1999.
27. Jaureman, L., (2016). “Cinética de secado y pruebas de panificación utilizando *Dioscorea trifida L.* (sacha papa morada)”. Tesis U.N.A.P. Iquitos – Perú.

28. Kamel, B.S.1993. Advances in Baking Technology. Ed. VCH, New York.
29. LEE. S.C. y Prosky, L. International Survey on dietary fiber: definition, analysis and reference material. Journal of AOAC International 1997.78:22-36.
30. MATOS, A (2010). Elaboración de Pan con Sustitución Parcial de Harina Pre Cocida de Ñuña (*Phaseoleus vulgaris L.*) y Tarwi (*Lupinus mutabilis*). Revista de Investigación en Ciencia y Tecnología de Alimentos. Dirección General de Investigación ISSN 2218-3310 vol.1.
31. Mesas, J.M.; Alegre, M. T.2002.El pan y su proceso de elaboración. Ciencia y Tecnología Alimentaria, vol.3, num.5.Reynosa, México.
32. MINAGRI-SIEA, (2017). Boletín Estadístico de la Producción Agrícola y Ganadera 2017 II – Trimestre. Boletín Estadístico de la “Producción Agrícola y Ganadera”. Lima, Setiembre 2017.
33. Morales, A., (2012). “Fitogeografía e industrialización del almidón de pituca (*Colocasia esculenta*)”. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Espacio y Desarrollo N° 24, 2012, pp. 97-117 (ISSN 1016-9148). Lima - Perú.
34. Morín L., Charles (1983). La pituca o taro: Información acerca de su cultivo. Lima: Universidad Nacional Agraria La Molina.
35. Nielsen S.; Food Analysis Laboratory Manual; Kluwer Academic/Plenum Publishers, Nueva York, 2003.
36. Nieto, H. 1977. Estudio Técnico de la deshidratación de dos variedades de pituca por flujo de aire caliente y caracterización de las harinas. Tesis de Industrias Alimentarias. UNALM. Lima - Perú.
37. Nollet, L.M; Handbook of Food Analysis; M. Dekker, Nueva York 1996.
38. Norma Técnica Peruana 205.002:1979 (Revisada el2011): Cereales y menestras. Determinación del contenido de humedad. INDECOPI. Lima. Perú.
39. Norma Técnica Peruana 205.003:1980 (Revisada el 2011): Cereales y menestras. Determinación de la fibra cruda. INDECOPI. Lima. Perú.
40. Norma Técnica Peruana 205.004:1979 (Revisada el 2011): Cereales y menestras. Determinación de cenizas. INDECOPI .Lima. Perú.
41. Norma Técnica Peruana 206.011:1981 (Revisada el 2011): Bizcochos, galletas, pastas y fideos. Determinación de humedad. INDECOPI. Lima. Perú.

42. Nuñez, R., (1989). Sustitución parcial de la harina de trigo por la harina de pituca en la elaboración de panes enriquecidos con hidrolizado de pescado. Tesis U. N. F. V. Lima – Perú.
43. Onwueme, I.C. (1978). The tropical tuber crops: yams, cassava, sweet potato, and cocoyam's. Nueva York: Wiley, pp. 234-236.
44. Ordoñez R 1993. Pruebas funcionales de panificación con harina de pituca. Tesis de [Título de ingeniero en industrias alimentarias]. Facultad de industrias alimentarias, Universidad Agraria La Molina. Lima –Perú.
45. Pedro, E. (2016) propuesta de mejora de la calidad en base a la norma ISO 9001:2008 en una panadería. Tesis para optar el Título de ingeniero en industrias alimentarias. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.
46. Prosky, L., N.G; Furda, I; Devries, J.W; Swhweizer, T.F; y Harland, B.F; Determination of Total Dietary in Foods, Food Products and Total Diets: Interlaboratory Study, Journal of AOAC International, 1984, 1985. 67, 6: 1044 - 1052; 68, 4: 677 - 679.
47. Quaglia, G. 1991. Ciencia y Tecnología de la Panificación. Ed. Acribia, Zaragoza.
48. Quaglia. 1991. Ciencia y Tecnología de la panificación. Segunda Edición. Editorial Acribia-España.
49. Rey L. 1995. Norma del Codex para la Harina de Trigo. Codex Stan 152 – 1985.
50. Saha, G., (1995). “Elaboración de fideos con sustitución parcial de harina de trigo por harina precocida de pituca (colocasia esculenta)”. Tesis U.N.A.S. Tingo María-Perú.
51. Sidel, J.L., Stone, H. y Bloomquist, J. 1981. Use and misuse of sensory evaluation in research and quality control. Journal of Dairy Science, 64:2296.
52. Tejero, F. 1992-1995. Panadería Española. (2 Vols.). Ed. Montagud, Barcelona. ALTAGA ©2002 Mesas y Alegre: El pan y su proceso de elaboración.
53. Tejero, Francisco. Aprender a hacer pan es fácil. Barcelona-España. Montagud Editores, S.A. 2003. 159 p. ISBN 84-7212-089-9.

REVISIÓN DE PÁGINAS WEB

- Alex Caqui Díaz. Descripción del pan de pituca. [Citado el 21 de marzo del 2018]
Disponible en:
<https://diariocorreo.pe/ciudad/pan-de-pituca-morada-novedad-en-mistura-3950/f>
- Norma Sanitaria para la Fabricación, Elaboración y Expendio de productos de Panificación, Galletería y Pastelería, RM N° 1020-2010/MINSA. [Citado el 21 de marzo del 2018] Disponible en:
<http://bvs.minsa.gob.pe/local/MINSA/1408.pdf>
- NMX-F-406-1982. Alimentos para humanos. Pan Blanco bolillo y telera. Foods for humans. White bread round loafs. Normas mexicanas. Dirección general de normas. [Citado el 21 de marzo del 2018] Disponible en:
<http://www.colpos.mx/bancodenormas/nmexicanas/NMX-F-406-1982.PDF>
- Artículo 1° Aprobar la siguiente norma NCR 151:1993 Pan blanco común. [Citado el 21 de marzo del 2018] Disponible en:
<file:///C:/Users/MIGUEL%20GARCIA/Downloads/78368959-Caracteristicas-Del-Pan.pdf>
- Wikipedia. [Actualizado 2018; citado el 21 de marzo del 2018]. Disponible en:
https://es.wikipedia.org/wiki/Harina_de_trigo
- Crespo, F. y Galán, H. Análisis sensorial. [Citado el 21 de marzo del 2018] Disponible en: <http://iibi.gov.do/nuevo/wp-content/uploads/2016/01/Curso-Taller-Evaluacion-Sensorial-IIBI-2015.pdf>.
- Collazos et al (1993). Tabla de composición de alimentos. [Citado el 21 de marzo del 2018] Disponible en:
<http://www.ins.gob.pe/insvirtual/images/otrpubs/pdf/Tabla%20de%20Alimentos.pdf>

- Hernández, B. Alvarado, I. Valenzuela, A. Descripción de las variedades de trigo para el valle Mexicale, B.C. y Norte de Sonora. [Citado el 21 de marzo del 2018]
Disponible en:
<http://www.oeidrusbc.gob.mx/sispro/trigobc/Produccion/Paquetes/DescripciondelasVarieddaesdeTrigo.pdf>
- Montaldo, A. (1977). «Diseño de una mezcla alimenticia a partir de harina de pituca, cáscara de huevo y leche en polvo». Tingo María, Universidad Nacional Agraria de la Selva. Proyecto de tesis. [Citado el 25 de marzo del 2018] Disponible en:
<http://dc437.4shared.com/doc/-2VoG-0/preview.html>
- Ana G. Garza G. Descripción del trigo. [Citado el 25 de marzo del 2018] Disponible en: <http://www.monografias.com/trabajos6/trigo/trigo.shtml>
- Haas, JD and T. Brownlie 2001. Harinas sucedáneas, en la elaboración del pan. [Citado el 25 de marzo del 2018]
Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v9n1/v9n1a13.pdf>
- Centro de Documentación Agraria-CENDOC. 1ra Edición: Abril 2013 [Citado el 22 de agosto del 2018]
Disponible en: <http://repositorio.minagri.gob.pe>

ANEXOS

ANEXO N° 1

FOTOGRAFÍAS DE LA OBTENCIÓN Y RECOLECCIÓN DE LA MATERIA PRIMA.



Figura A1.1: Recolección de la pituca



Figura A1.2: Cormos pituca blanca



Figura A1.3: Recolección de la pituca



Figura A1.4: Cormos de pituca morada

ANEXO N° 2
MATERIALES Y EQUIPOS DE LABORATORIO



ANEXO N° 3

PROCESO DE OBTENCIÓN DE LA HARINA DE PITUCA BLANCA Y MORADA



Figura A3.1: Cormos de pituca morada



Figura A3.2: Cormos de pituca blanca



Figura A3.3: Pelado de pituca morada.



Figura A3.4: Pelado de pituca blanca.



Figura A3.5: Corte de pituca morada.



Figura A3.6: Corte de pituca blanca.



Figura A3.7: Labado de pituca morada.



Figura A3.8: Labado de pituca blanca.



Figura A3.9: Rallado de pituca morada.



Figura A3.10: Rallado de pituca blanca.



Figura A3.11: Secado de pituca morada



Figura A3.12: Secado de pituca blanca.



Figura A3.13: Pituca morada seca



Figura A3.14: Pituca blanca seca



Figura A3.15: Molido de pituca morada.



Figura A3.16: Molido de pituca blanca.



Figura A3.17: Harina de pituca morada



Figura A3.18: Harina de pituca blanca

ANEXO N° 4
PROCESO DE ELABORACIÓN DEL PAN FRANCÉS CON HARINA DE PITUCA
BLANCA



Figura N° A4.1: Dosificación y pesado de los ingredientes



Figura N° A4.2: Mezclado – amasado.



Figura N° A4.3: Cortado/boleado de la masa.



Figura N° A4.4: Fermentacion de la masa.



Figura N° A4.5: Horneado.



Figura N° A4.6: Enfriado del pan frances.

ANEXO N° 5:
PAN FRANCÉS CON PITUCA BLANCA (PB) A DIFERENTES SUSTITUCIONES
DE LA PRUEBA PRELIMINAR.



Figura A5.1: Pan francés con 5% de PB



Figura A5.2: Corte del pan francés



Figura A5.3: Pan francés con 10% de PB



Figura A5.4: Corte del pan francés



Figura A5.5: Pan francés con 20% de PB



Figura A5.6: Corte del pan francés



Figura A5.7: Pan francés con 30% de PB **Figura A5.8:** Corte del pan francés.

**ANEXO N° 6:
PAN FRANCÉS CON PITUCA MORADA (PM) A DIFERENTES
SUSTITUCIONES DE LA PRUEBA PRELIMINAR.**



Figura A6.1: Pan francés con 5% de PM **Figura A6.2:** Corte del pan francés.



Figura A6.3: Pan francés con 10% de PM



Figura A6.4: Corte del pan francés.



Figura A6.5: Pan francés con 15% de PM



Figura A6.6: Corte del pan francés.



Figura A6.7: Pan francés con 15% de PM



Figura A6.8: Corte del pan francés

ANEXO N° 7

BOLETA PARA LA PRUEBA DE PREFERENCIA PAREADA.

Nombre:				
Fecha:				
Por favor pruebe la muestra de pan francés,				
y:	<input type="radio"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Acepta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
No acepta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Comentario:	<hr/> <hr/> <hr/>			

ANEXO N° 8

RESULTADOS DE LA PRUEBA DE PREFERENCIA PAREADA (Prueba preliminar).

Tabla A8.1: Resultados para sustitución con harina de pituca blanca.

N°	Nombre	T1 	T2 	T3 	T4 
1	Reinover Vila	1	0	1	0
2	Ludson Ned	1	0	1	0
3	Flori Cruz García Gavilán	1	0	1	0
4	Marisol Chávez Mayhua	1	0	0	1
5	Alex Anthony Apaico Huamán	1	0	1	0
6	Arturo	0	1	1	0
7	Ángela M. Quispe Ventura	1	0	1	0
8	Huamán Rodríguez Luisa	1	0	1	0
9	Mayumi Cinthya	1	0	1	0
10	José Prado Cárdenas	1	0	1	0
11	Mseos Tomaylla Vilca	1	0	0	1
12	Layla Quispe Pinco	1	0	1	0
13	Alex Kenyu Campos Núñez	1	0	0	1
14	Malú Milena del Roció Pérez	0	1	1	0
15	Ruth Gálvez Ramos	1	0	0	1
16	Sherlie Yasmin Cayo Oseda	1	0	1	0
17	Dennis S. Lizana Mendoza	1	0	1	0
18	Xiomy Anali Sulca Chuchon	1	0	0	1
19	Jhoel Pomacanchari Canchari	1	0	1	0
20	Edison Mendoza Cisneros	1	0	0	1
21	Josué Gavilán Ccorocc	1	0	0	1
22	Greis Ángela Flores Mallqui	1	0	1	0
23	Luis Miguel Cárdenas Yaranga	0	1	0	1
24	Lisette Luque Lujan	1	0	1	0
25	Kennedy Medrano Sandoval	1	0	0	1
26	Jorge Wilfredo Alarcón Prado	1	0	1	0
27	Carlos	1	0	1	0
28	Cleison Cisneros	1	0	0	1
29	Ruth Nirvana Curo Roca	0	1	0	1
30	Sócrates	1	0	1	0
31	Yessi Flor	1	0	1	0
32	Yulissa Alanya	1	0	0	1
33	Jhoel Ichpas Angulo	1	0	0	1
34	Betsabe Gonzales Toraylla	1	0	1	0
35	Adril Amador Gómez Eyzaguirre	1	0	0	1

36	Tania Carpio	1	0	0	1
37	Alexander Lapa Yauri	1	0	1	0
38	Cinthy Romaní Palomino	0	1	0	1
39	Xiomara	1	0	1	0
40	Ruth	1	0	1	0
TOTAL DE ACEPTACIÓN DEL PAN		35	5	24	16

Fuente: Elaboración propia.

ANEXO N° 9:

Prueba Binomial de Dos Extremos para el pan francés con sustitución parcial de harina de pituca blanca.

Probabilidad de X o más juicios concordantes en n pruebas ($p=1/2$)

n	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40							
5	625	312	062																																										
6	696	319	066	031																																									
7		453	125	016																																									
8		727	282	070	008																																								
9			508	180	039	004																																							
10			754	344	109	021	002																																						
11				548	237	065	011	001																																					
12				774	389	146	039	006																																					
13					587	387	093	033	003																																				
14					791	434	180	067	013	002																																			
15						607	303	118	035	007	001																																		
16							454	210	077	021	004	001																																	
17							629	332	143	049	013	002																																	
18								515	401	238	096	031	008	001																															
19									648	359	157	064	019	004	001																														
20										524	363	263	115	041	012	003																													
21											564	383	189	078	027	007	001																												
22												533	289	134	063	017	004	001																											
23													405	210	093	035	011	003																											
24														541	307	132	064	023	007	002																									
25															434	230	108	043	015	004	001																								
26																567	337	169	076	029	008	002	001																						
27																	442	248	122	062	019	006	002																						
28																		572	346	185	087	036	013	004	001																				
29																			458	289	138	061	024	008	002	001																			
30																				585	362	200	099	043	016	005	001																		
31																					473	281	150	071	030	011	003	001																	
32																						569	377	215	100	060	020	007	002	001															
33																							487	296	162	080	035	014	005	001															
34																								500	322	225	121	088	024	006	002	001													
35																									498	310	175	080	041	017	006	002													
36																										581	405	243	132	045	029	011	004	001											
37																											471	324	188	098	047	020	008	003	001										
38																											527	418	256	143	073	034	014	005	002										
39																												493	327	200	108	083	024	006	003	001									
40																												576	420	272	154	087	038	013	006	002	001								
41																													433	249	211	117	060	028	012	004	001								
42																													538	444	280	164	088	044	026	008	003	001							
43																														443	260	232	126	086	033	014	005	002	001						
44																														580	461	291	174	088	049	023	016	004	001						
45																															451	271	202	136	072	036	016	007	002	001					
46																															569	481	302	184	104	094	024	011	006	002	001				
47																																471	282	243	144	079	040	019	008	003	001				
48																															586	471	312	163	111	084	029	013	006	002	001				
49																																468	282	253	152	086	044	021	008	004	001				
50																															572	480	322	202	119	098	023	015	007	002	001				

Nota: Se ha omitido la coma del decimal inicial.

Leyenda:

5% —————

20% —————

ANEXO N° 10

FICHA DE EVALUACIÓN SENSORIAL HEDÓNICA.

NOMBRE: _____ FECHA: _____

Edad: _____ Sexo: M F

Indicaciones.

Se le presenta una muestra de pan francés, se le pide que pruebe y marque la ponderación que considere adecuada.

Tenga presente que usted es el juez y el único quien puede decir lo que le agrada.

Marque Con una x la característica que más le parezca para el producto a probar

Muestra 1

CARACTERISTICAS	APARIENCIA	OLOR	COLOR	TEXTURA	SABOR	ACEPTACION
Gusta muchísimo						
Gusta mucho						
Gusta moderadamente						
Gusta ligeramente						
Ni gusta ni disgusta						
Desagrada ligeramente						
Desagrada moderadamente						
Desagrada mucho						
Desagrada muchísimo						

Muestra 2

CARACTERISTICAS	APARIENCIA	OLOR	COLOR	TEXTURA	SABOR	ACEPTACION
Gusta muchísimo						
Gusta mucho						
Gusta moderadamente						
Gusta ligeramente						
Ni gusta ni disgusta						
Desagrada ligeramente						
Desagrada moderadamente						
Desagrada mucho						
Desagrada muchísimo						

Muestra 3

CARACTERISTICAS	APARIENCIA	OLOR	COLOR	TEXTURA	SABOR	ACEPTACION
Gusta muchísimo						
Gusta mucho						
Gusta moderadamente						
Gusta ligeramente						
Ni gusta ni disgusta						
Desagrada ligeramente						
Desagrada moderadamente						
Desagrada mucho						
Desagrada muchísimo						

Muestra 4

CARACTERISTICAS	APARIENCIA	OLOR	COLOR	TEXTURA	SABOR	ACEPTACION
Gusta muchísimo						
Gusta mucho						
Gusta moderadamente						
Gusta ligeramente						
Ni gusta ni disgusta						
Desagrada ligeramente						
Desagrada moderadamente						
Desagrada mucho						
Desagrada muchísimo						

Observaciones:.....

ANEXO N° 11
EVALUACIÓN SENSORIAL DEL PAN FRANCÉS CON SUSTITUCIÓN
PARCIAL.



Figura A11.1: Troceado del pan francés para la evaluación respectiva.



Figura A11.2: Modelo de la prueba preliminar

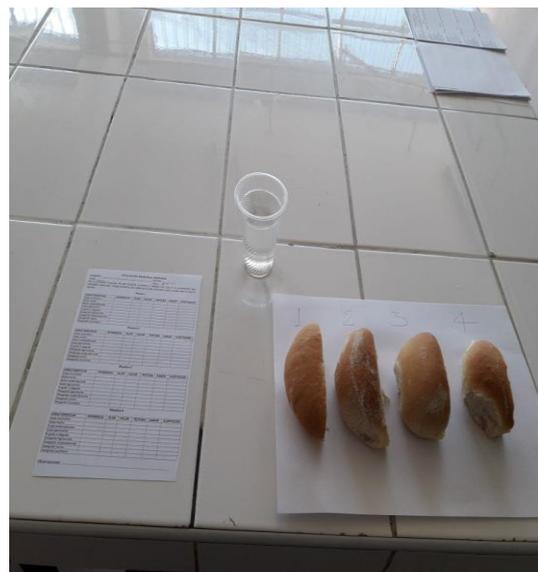


Figura A11.3: Modelo de la prueba definitiva



Figura A11.4: Acondicionamiento del ambiente del CEP para la evaluación sensoria del pan francés con diferentes sustituciones de harina de pituca.



Figura A11.5: Evaluación del pan francés por los panelistas (Estudiantes de la UNSCH de la escuela de Ing. Agroindustrial serie 500).



Figura A11.6: Evaluación del pan francés por los panelistas (Estudiantes de la UNSCH de la escuela de Ing. Agroindustrial serie 400).



Figura A11.7: Evaluación del pan francés por los panelistas (Estudiantes de la UNSCH de la escuela de Ing. Agroindustrial serie 100).

ANEXO N° 12.

RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN SENSORIAL (Prueba definitiva).

Tabla A12.1: Tratamiento T1 (10% de sustitución de harina de pituca), atributos evaluados: Apariencia, olor, color, textura, sabor y aceptación.

Tratamiento	T1					
Jueces	Apariencia	Olor	Color	Textura	Sabor	Aceptación
1	7	8	8	7	8	8
2	8	8	8	8	8	8
3	9	7	8	8	7	9
4	7	6	8	7	8	7
5	8	7	7	7	7	7
6	8	7	8	8	7	7
7	5	5	8	8	8	8
8	7	6	8	9	8	8
9	7	8	8	8	8	7
10	8	7	7	9	8	8
11	8	9	8	7	8	8
12	6	4	8	7	7	7
13	7	5	8	7	7	7
14	6	7	7	7	8	7
15	8	7	7	8	8	7
16	7	6	8	7	7	7
17	7	7	7	7	8	8
18	7	7	8	7	8	8
19	7	7	7	6	7	7
20	8	8	8	8	9	9
21	8	8	8	8	7	8
22	6	6	7	8	8	6
23	6	7	7	8	8	7
24	5	7	8	7	8	7
25	7	6	8	8	8	7
26	7	6	8	7	8	7
27	5	6	8	7	8	7
28	7	7	8	8	8	7
29	6	8	8	7	8	8
30	9	9	9	8	7	9
TOTAL	211	206	233	226	232	225
PROMEDIOS	7.0	6.9	7.8	7.5	7.7	7.5

Tabla A12.2: Tratamiento T2 (15% de sustitución de harina de pituca), atributos evaluados: Apariencia, olor, color, textura, sabor y aceptación.

Tratamiento	T2					
Jueces	Apariencia	Olor	Color	Textura	Sabor	Aceptación
1	8	7	8	7	7	6
2	8	9	8	8	9	8
3	8	8	8	8	7	8
4	8	6	8	7	9	9
5	7	7	8	8	7	8
6	7	8	8	7	7	7
7	7	5	7	8	9	9
8	8	7	9	9	9	9
9	7	5	7	8	7	7
10	8	7	7	7	8	7
11	6	8	7	8	7	7
12	5	5	8	7	7	6
13	7	6	8	8	7	7
14	7	7	7	8	8	8
15	8	9	8	7	8	6
16	8	7	7	7	7	8
17	6	8	8	8	8	8
18	7	7	7	8	8	8
19	7	7	7	7	7	7
20	9	7	7	7	8	8
21	8	7	7	8	7	7
22	5	6	7	8	8	6
23	7	6	7	7	8	7
24	6	6	7	7	7	7
25	8	7	7	7	7	7
26	7	6	7	8	7	6
27	8	8	8	7	8	8
28	7	6	7	8	7	7
29	8	7	7	8	8	7
30	8	7	8	8	8	8
TOTAL	218	206	224	228	229	221
PROMEDIOS	7.3	6.9	7.5	7.6	7.6	7.4

Tabla A12.3: Tratamiento T3 (20% de sustitución de harina de pituca), atributos evaluados: Apariencia, olor, color, textura, sabor y aceptación.

Tratamiento	T3					
Jueces	Apariencia	Olor	Color	Textura	Sabor	Aceptación
1	6	7	8	8	8	7
2	7	7	7	7	7	7
3	9	8	8	8	8	7
4	7	6	7	7	7	8
5	6	8	7	8	8	8
6	7	7	8	8	6	7
7	5	7	8	8	8	8
8	8	7	7	8	8	8
9	7	8	7	8	8	7
10	7	6	7	7	6	6
11	9	8	8	8	9	8
12	6	4	7	7	7	6
13	4	4	7	7	7	4
14	6	7	7	8	7	7
15	8	8	9	8	8	7
16	6	7	7	8	8	8
17	8	7	8	8	7	8
18	8	7	7	8	8	8
19	7	8	8	8	8	7
20	8	7	7	8	9	8
21	9	9	9	8	7	7
22	6	7	7	8	7	7
23	7	8	7	8	7	7
24	7	5	7	7	8	8
25	8	7	7	6	7	7
26	7	8	7	7	7	6
27	5	6	7	7	7	6
28	7	5	7	7	8	6
29	7	6	7	8	7	6
30	7	6	7	7	7	7
TOTAL	209	205	221	228	224	217
PROMEDIOS	7.0	6.8	7.4	7.6	7.5	7.2

Tabla A12.4: Tratamiento T4 (30% de sustitución de harina de pituca), atributos evaluados: apariencia, olor, color, textura, sabor y aceptación.

Tratamiento	T4					
Jueces	Apariencia	Olor	Color	Textura	Sabor	Aceptación
1	7	8	8	7	7	6
2	6	7	7	6	9	5
3	8	7	8	6	7	5
4	7	4	4	6	5	4
5	7	7	8	6	6	5
6	7	7	8	6	8	5
7	8	5	7	6	7	4
8	7	5	7	6	6	5
9	7	6	7	7	7	6
10	7	6	7	7	6	5
11	7	8	7	6	8	5
12	6	4	6	7	6	5
13	4	4	6	7	4	5
14	6	7	7	6	7	5
15	6	8	8	8	7	5
16	7	7	7	6	8	6
17	7	7	8	8	8	5
18	7	8	8	6	8	5
19	7	7	7	6	8	6
20	8	7	8	6	8	5
21	7	7	6	6	8	5
22	5	5	6	6	5	4
23	6	6	7	7	5	4
24	7	7	5	7	8	6
25	6	7	7	6	7	6
26	7	6	7	7	7	6
27	5	7	6	7	6	5
28	6	6	5	7	5	4
29	5	6	5	7	6	5
30	5	6	5	7	6	5
TOTAL	195	192	202	196	203	152
PROMEDIOS	6.5	6.4	6.7	6.5	6.8	5.1

Tabla N° A12.5: Promedio total de la prueba de análisis sensorial con respecto a los atributos evaluados del pan francés.

TRATAMIENTOS	Características del pan francés					
	Apariencia	Olor	Color	Textura	Sabor	Aceptación
T1	7.3	6.9	7.8	7.7	7.7	7.5
T2	7.2	6.9	7.5	7.6	7.6	7.4
T3	7.0	6.8	7.4	7.6	7.5	7.2
T4	4.6	5.5	5.4	6.5	4.4	5.1

ANEXO N° 13.

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO.

1. DETERMINACIÓN DE PROTEÍNAS.



Figura A13.1: Porción de muestras



Figura A13.2: Mezcla de CuSO_4 y K_2SO_4



Figura A13.3: Peso de muestras.



Figura A13.4: Proceso de digestión.



Figura A13.5: Destilación de la muestra.



Figura A13.6: Titulación.

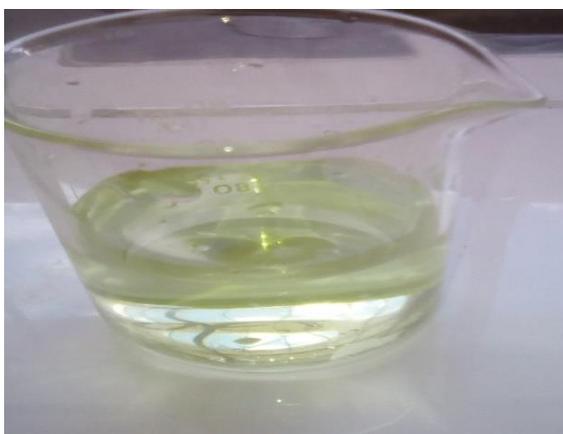


Figura A13.7: Solución de HBO_3



Figura A13.8: Solución valorado con HCl

2. DETERMINACIÓN DE HUMEDAD



Figura A13.9: Materiales.



Figura A13.10: Pesado de placas Petri.



Figura A13.11: Pesado de las muestras



Figura A13.12: Estufa 105°C más muestra



Figura A13.13: Pesado de la muestra final seca.

3. DETERMINACIÓN DE CENIZAS.



Figura A13.14: Pesado del crisol.



Figura A13.15: Horno incinerador.



Figura A13.16: Mufla más crisoles



Figura A13.17: Crisol más ceniza.



Figura A13.18: Crisoles más ceniza.



Figura A13.19: Peso del crisol más ceniza.

4. DETERMINACIÓN DE FIBRA.



Figura A13.20: Peso de la muestra.



Figura A13.21: Digestión



Figura A13.22: Filtración



Figura A13.23: Muestra filtrada.



Figura A13.24: Muestra desecada



Figura A13.25: Peso del crisol



Figura A13.26: Mufla



Figura A13.27: Ceniza de la muestra.



Figura A13.28: Peso del crisol más ceniza.

5. DETERMINACIÓN DE GRASA.



Figura A13.29: Peso de la muestra



Figura A13.30: Extractor Soxhlet.



Figura A13.31: Balón de soxhlet

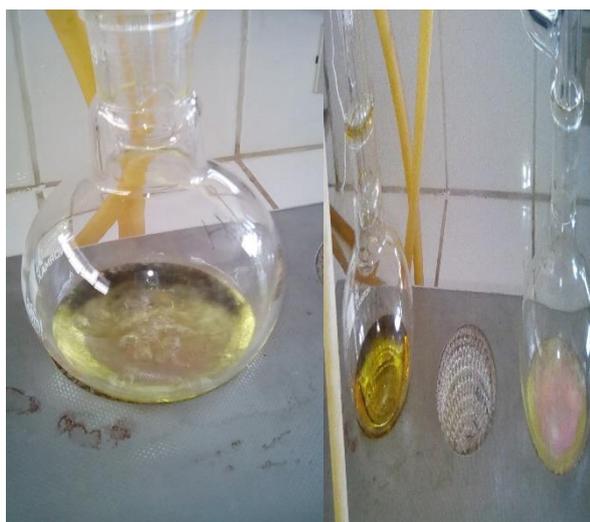


Figura A13.32: Extracción de grasa



Figura A13.33: Peso del balón más la grasa extraída.

DESCRIPCIÓN DEL ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO.

1. *Determinación de humedad* (Método por secado en estufa)

La determinación de secado en estufa se basa en la pérdida de peso de la muestra por evaporación del agua. Para esto se requiere que la muestra sea térmicamente estable y que no contenga una cantidad significativa de compuestos volátiles.

El principio operacional del método de determinación de humedad se realizó utilizando estufa y balanza analítica, que incluye la preparación de la muestra, pesado, secado, enfriado y pesado nuevamente de la muestra. (Nollet, 1996).

Procedimiento:

Se preparó las muestras para el análisis por reducción de tamaño, según las indicaciones dadas por el asesor. Se aseguró que las muestras no se descompongan a temperaturas mayores de 100°C.

- ✓ Se pesaron las placas Petri limpias y secas (P1= g)
- ✓ Se pesaron exactamente 2 a 3 g de muestra en placas Petri. Se anotó el peso (P2) de la muestra + placa Petri. (P2= g)
- ✓ Se llevó a estufa a 105°C por 24 horas
- ✓ Se sacaron las placas con las muestras secas y se colocaron en el desecador para que se enfríe.
- ✓ Se pesaron y anotaron el peso final (P3= g)

Cálculos de humedad.

Humedad en base húmeda

g de muestra = (P2-P1) = g

g de agua eliminado = (P2-P3) = g

Por definición humedad es:

$$Humedad(M) = \frac{g.agua}{g.muestra}$$

% de humedad será:

$$\% M(bh) = \frac{(P2 - P3)}{(P2 - P1)} * 100$$

2. Determinación de proteínas (Método de Kjeldahl)

En general, el procedimiento de referencia Kjeldahl determina la materia nitrogenada total, que incluye tanto las no proteínas como las proteínas verdaderas (Aurand et al, 1987).

Procedimiento:

Primera etapa: Digestión.

- ✓ Se trituro las muestras lo más fino posible.
- ✓ De acuerdo al contenido de nitrógeno, se pesó una porción de la muestra preparada de 0,2 – 0,3 g de muestra, luego se agregó 1 g del catalizador de oxidación (mezcla de sulfato de potasio y sulfato de cobre) para acelerar la reacción se agregó 2,5 a 3,0 ml de ácido sulfúrico concentrado.
- ✓ Se colocó el balón de digestión en la cocina y se calentó de forma suave el matraz en posición inclinada hasta que deje de hacer espuma. Después se mantuvo a una ebullición enérgica durante dos horas. Se dejó enfriar.

La digestión termino cuando el contenido del balón estuvo completamente cristalino.

Segunda etapa: Destilación.

- ✓ Se enfrió a temperatura ambiente, luego se agregó 5 ml de agua destilada.
- ✓ Se pasó el contenido del balón digester al destilador y haciendo un lavado al balón con 5 a 10 ml de agua y luego se agregó 5 ml de la solución de NaOH al 80% con sumo cuidado y se cerró la válvula (en la copa siempre se deja una pequeña cantidad de NaOH).
- ✓ Se conectó el refrigerante y se recibió el destilado en un Erlenmeyer de 125 ml conteniendo 5 ml de la mezcla de ácido bórico más indicador de pH. La destilación termino cuando ya no paso más amoniaco y luego de 7 minutos se tituló con ácido clorhídrico valorado (Aprox. 0.05N) y se anotó el gasto.

En destilación siempre es bueno tomar en cuenta el tiempo cuando empieza a virar de rojo a verde, 7 minutos aprox. y termina la destilación.

Tercera etapa: Titulación.

La muestra se recibió en el vaso con la solución de ácido bórico y se valoró con ácido clorhídrico 0.05N y se tomó nota del gasto de HCl obtenido.

Cálculos:

$$\%N_2 = \text{mL de HCl} \times \text{Normalidad} \times 0.014 \times 100/\text{g (muestra)}$$

$\%N_2 = \text{mL de HCl} \times 0.05 \times 0.014 \times 100/\text{g (muestra)}$

$\% \text{ Proteína} = \% N_2 \times \text{Factor de proteína}$

Factor de proteína= 6.25

3. Determinación de grasa (Método de Soxhlet-James, 1999)

Es una extracción semicontinua con un disolvente orgánico. En este método el disolvente se calienta, se volatiliza y se condensa goteando sobre la muestra la cual queda sumergida en el disolvente. Posteriormente este es sifonado al matraz de calentamiento para empezar de nuevo el proceso. El contenido de grasa se cuantifica por diferencia de peso (Nielsen, 2003).

Procedimiento:

En este método se usaron muestras deshidratadas, se usaron las muestras usadas de la determinación de humedad.

- ✓ El balón de soxhlet se lavó y se secó en la estufa a 110°C por espacio de una hora, y luego se enfrió en un desecador y se pesó (P1).
- ✓ Se pesaron 2 a 3 gramos de muestra y se empaquetaron en papel filtro Wattman n° 2. Y luego se pesó (P2).
- ✓ El paquete se colocó en el cuerpo del soxhlet.
- ✓ Se agregó éter de petróleo hasta que una parte se sifoneo hacia el matraz.
- ✓ Se conectó la cocina a temperatura baja. El éter de petróleo al calentarse se evapora y ascendió hacia la parte superior del cuerpo donde se condensó por refrigeración con agua y así cayendo sobre la muestra, regresando posteriormente al matraz por el sifón, arrastrando consigo la grasa. El ciclo es cerrado y la velocidad del goteo fue de 40 a 50 gotas por minuto. El proceso duró 3 horas.
- ✓ El matraz se sacó del aparato cuando contenía poco éter de petróleo (momento antes de que esta sea sifoneado desde el cuerpo).
- ✓ Se evaporó el matraz en una estufa a temperatura de 60°C.
- ✓ Se pesó el balón que contiene la grasa (P3).
- ✓ Se determinó la cantidad de grasa total en 2 a 3 gramos de muestra y se expresó en porcentaje.

Cálculos de la grasa:

$$\%Grasa = \frac{(P3 - P1)}{g(muestra)} * 100$$

4. Determinación de cenizas totales.

La determinación en seco es el método más común para cuantificar la totalidad de minerales en alimentos y se basa en la descomposición de la materia orgánica quedando solamente materia inorgánica en la muestra, es eficiente ya que determina tantas cenizas solubles en agua, insolubles y solubles en medio ácido.

En este método toda la materia orgánica se oxida en ausencia de flama a una temperatura que fluctúa entre los 550 a 600°C; el material inorgánico que no se volatiliza a esta temperatura se conoce como ceniza. (Nollet, 1996)

Procedimiento:

- ✓ Se colocó el crisol limpio en un horno de incineración a 600°C durante una hora. Luego se trasladó el crisol del horno al desecador y se enfrió a temperatura de laboratorio. Se pesaron tan pronto sea posible para prevenir la adsorción de humedad, usando siempre pinzas de metal para manejar los crisoles después de que se incineran o secan (P1= g).
- ✓ Se pesaron de 1 a 2 g de muestra sobre el peso del crisol (P2). Se colocó en un horno incinerador y se mantuvo a temperatura de 600°C durante 3 a 5 horas (P2= g).
- ✓ Luego se sacó de la mufla y se trasladó el crisol a un desecador para enfriarse a temperatura ambiente. Cuando se enfrió se pesó el crisol tan pronto como sea posible para prevenir la absorción de humedad y se registró (P3= g)
- ✓ Se guardó la muestra de ceniza para el caso de que se realicen determinaciones posteriores.

Cálculos de Ceniza:

$$\%Ceniza = \frac{(P3 - P1)}{(P2 - P1)} * 100$$

5. *Determinación de Fibra.*

La fibra dietética se define como los polisacáridos y lignina que no son digeridos por enzimas humanos (Lee y Prosky, 1995).

Los métodos (A.O.A.C 985.29, 993.21, Horwitz, 2005) se fundamentan en aislar la fracción del interés con la precipitación selectiva y después determinar su peso. Una muestra gelatinizada de alimento seco, desengrasado se digiere enzimáticamente con alfa amilasa, amiloglucosidasa y proteasa para hidrolizar al almidón y la proteína. El contenido total de la fibra de la muestra se determina agregando etanol al 95 % a la solución para precipitar toda la fibra. La solución entonces se filtra, se recupera, se seca y se pesa, el residuo se reporta como fibra. (Prosky and *et al*, 1984, Prosky and *et al*, 1985)

La fibra soluble se encuentra en la solución del líquido filtrado, y la fibra insoluble en el residuo. El componente insoluble se recoge del filtro, se seca y se pesa. El componente soluble es precipitado de la solución agregando el alcohol del 95% al líquido filtrado, y entonces recuperado por la filtración, secado y pesado.

Procedimiento:

- ✓ Se pesó 1 – 2 g de muestra y se colocaron en un Erlenmeyer de 1 litro.
- ✓ Se añadió 200 ml de ácido sulfúrico al 1.25% que ha sido previamente calentado a ebullición.
- ✓ Se añadió agente antiespumante y/o perlas de vidrio.
- ✓ Se hirvió suavemente durante 30 minutos bajo condensador de reflujo, rotando periódicamente los matraces Erlenmeyer para homogenizar el contenido y evitando que las partículas se adhieren a la pared del matraz.
- ✓ Se filtró el contenido con embudo de Bunchner (O Hartley) preparado con papel de filtro mojado.
- ✓ Se arrastró por lavado la muestra de nuevo hacia el matraz original utilizando 200 ml de hidróxido de sodio al 1.25% y se calentó hasta ebullición.
- ✓ Se volvió hervir por 30 minutos y se siguió con el mismo cuidado de la ebullición.
- ✓ Se transfirió todo el material insoluble a un crisol empleando agua hervida.

- ✓ Se lavó sucesivamente con agua hervida, ácido clorhídrico al 1% y finalmente con agua hervida hasta que el agua de filtrado quedo exento de ácido.
- ✓ Se lavó dos veces con etanol.
- ✓ Se deseco a 100°C, hasta peso constante.
- ✓ Se incinero en horno de mufla a 550°C durante una hora.
- ✓ Se enfrió el crisol en desecador y se volvió a pesar.

Cálculos de fibra:

$$\% \text{Fibra} = \frac{(P2 - P3)}{PM} * 100$$

Donde:

P2= Peso de la materia insoluble.

P3= peso de las cenizas.

PM = peso de la muestra.

6. Determinación de Carbohidratos

Para determinar carbohidratos se hizo por diferencia de porcentaje (MINSAs, 2009).

Para determinar carbohidratos, se utiliza los cálculos de humedad, ceniza, grasa y proteína.

Los carbohidratos constituyen parte de los compuestos vegetales. Son carbohidratos los diferentes azúcares, almidones, celulosa, hemicelulosas, pectinas y numerosas gomas.

Cálculos de Carbohidratos:

Se obtiene por diferencia de porcentaje:

$$\% \text{CHO} = 100 - (\% \text{H} + \% \text{C} + \% \text{G} + \% \text{P})$$

Donde:

% H: Porcentaje de humedad.

% C: Porcentaje de ceniza.

% G: Porcentaje de grasa.

% P: Porcentaje de proteína.

ANEXO N° 14:

NORMA TÉCNICA PERUANA 205.078: 2018

Código	NTP 205.078:2018 (Revisado el 2018)
Título Propuesto	PANADERÍA Y PASTELERIA. Premezclas para Panadería y Pastelería. Requisitos. 1ª Edición.
Publicado	INACAL/DN Formato N° 006-2017-Versión: 01; Actualizado al 17 de julio 2018.
Resumen	Establece los requisitos que debe cumplir los productos de panadería y pastelería.
Página	Pág. 34 de 55.
Nombre CTN	Cereales, leguminosas y productos derivados

La presente norma sanitaria tiene como propósito proteger la salud de los consumidores, disponiendo los requisitos sanitarios que deben cumplir los productos de panadería y pastelería y los establecimientos que los fabrican, elaboran y expenden.

La presente norma sanitaria es de aplicación a nivel nacional y comprende a todo los establecimientos donde se fabrican, elaboran y expenden productos de panadería y pastelería.

ANEXO N° 15:

NORMA SANITARIA QUE ESTABLECEN LOS CRITERIOS FÍSICOQUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS PARA LA FABRICACIÓN, ELABORACIÓN Y EXPENDIO DE PRODUCTOS DE PANIFICACIÓN, GALLETERÍA Y PASTELERÍA.

Las panaderías y pastelerías están obligadas a cumplir y documentar la aplicación de las BPM y de los PHS dispuestos en la presente norma sanitaria, y realizar controles para su verificación por lo menos cada 6 meses. La aplicación de los programas serán supervisados por la autoridad sanitaria competente en la inspección sanitaria.

a) CRITERIOS FÍSICOQUÍMICOS

PRODUCTO	PARÁMETRO	LÍMITES MÁXIMOS PERMISIBLES
Pan de molde (blanco, integral y sus productos tostados)	Humedad	40% - Pan de molde 6% - Pan tostado
	Acidez (expresada en ácido sulfúrico)	0.5% (Base seca)
	Cenizas	4.0% (Base seca)
Pan común o de labranza (francés, baguette, y similares)	Humedad	23% (mín.) – 35% (máx.)
	Acidez (expresada en ácido sulfúrico)	No más del 0.25% calculada sobre la base de 30% de agua
Galletas	Humedad	12%
	Cenizas totales	3%
	Índice de peróxido	5 mg/kg
	Acidez (expresada en ácido láctico)	0.10%
Biscochos y similares con y sin relleno (panetón , chancay, panes de dulce, pan de pasas, pan de camote, pan de papa, tortas, tartas, pasteles y otros similares)	Humedad	40%
	Acidez (expresada en ácido láctico)	0.70%
	Cenizas	3%
Obleas	Humedad	4% (Obleas)
		5% (Obleas rellenas)
		9% (Obleas tipo barquillo)
	Acidez (exp. en ácido oleico)	0.20%
	Índice de peróxido	5 mg/kg

Fuente: R.M. N° 1020-2010/MINSA – Perú

b) CRITERIOS MICROBIOLÓGICAS.

NTS N° 071-MINSA/ DIGESA. Norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano” aprobada mediante Resolución Ministerial N° 591-2008/MINSA.

Productos que no requieren refrigeración, con o sin relleno y/o cobertura (pan, galletas, panes enriquecidos o fortificados, tostadas, bizcochos, panetón, queques, obleas, pre-pizzas, otros).						
Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g	
					m	M
Mohos	2	3	5	2	10 ²	10 ³
<i>Escherichia coli</i> (*)	6	3	5	1	3	20
<i>Staphylococcus aureus</i> (*)	8	3	5	1	10	10 ²
<i>Clostridium perfringens</i> (**)	8	3	5	1	10	10 ²
<i>Salmonella sp.</i> (*)	10	2	5	0	Ausencia/25 g	----
<i>Bacillus cereus</i> (***)	8	3	5	1	10 ²	10 ⁴
(*) Para productos con relleno (**) Adicionalmente para productos con rellenos de carne y/o vegetales (***) Para aquellos elaborados con harina de arroz y/o maíz						
Productos que requieren refrigeración con o sin relleno y/o cobertura (pasteles, tortas, tartas, empanadas, pizzas, otros).						
Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g	
					m	M
Mohos	3	3	5	1	10 ²	10 ³
<i>Escherichia coli</i>	6	3	5	1	10	20
<i>Staphylococcus aureus</i>	8	3	5	1	10	10 ²
<i>Clostridium perfringens</i> (*)	8	3	5	1	10	10 ²
<i>Salmonella sp.</i>	10	2	5	0	Ausencia/25 g	---
<i>Bacillus cereus</i> (**)	8	3	5	1	10 ²	10 ⁴
(*) Para aquellos productos con carne, embutidos y otros derivados cárnicos, y/o vegetales. (**) Para aquellos elaborados con harina de arroz y/o maíz						

Fuente: R.M. N° 1020-2010 /MINSA – Perú.

ANEXO N° 16:

NORMAS MEXICANAS.

NMX-F-516-1992. ALIMENTOS. PRODUCTOS DE PANIFICACIÓN (Pan Blanco, Bolillo y Telera).

En la elaboración de esta Norma participaron los siguientes Organismos:

- ✓ Organización Bimbo.
- ✓ Continental de Alimentos.

La presente Norma se aplica al Pan Blanco, Bolillo y Telera, las especificaciones que se señalan a continuación sólo podrán satisfacerse cuando en la fabricación del producto se utilicen materias primas e ingredientes de buena calidad y se elaboren en locales e instalaciones bajo condiciones higiénicas que aseguren que el producto es apto para el consumo humano.

a) CRITERIOS FÍSICOQUÍMICOS

Se deben cumplir con las siguientes especificaciones:

Especificaciones	Mínimo	Máximo
Humedad en %	15	35
Proteínas (N x 5.7) en %	6	
Grasas en %	1,5	

b) CRITERIOS MICROBIOLÓGICAS.

El producto objeto de esta Norma debe cumplir con las especificaciones microbiológicas anotadas:

Especificaciones	UFC/g Máximo
Cuenta de hongos	50
Cuenta de levaduras	50
<i>E. coli</i>	Negativo
Organismos coliformes	10
Cuenta total	15,000
Cuenta de <i>Staphylococcus aureus</i>	Negativo

Fuente: NMX-F-442-1983

ANEXO N° 17:

TABLAS PERUANAS DE COMPOSICIÓN DE ALIMENTOS 2009.

TABLAS PERUANAS DE COMPOSICIÓN DE ALIMENTOS											
U - TUBÉRCULOS, RAÍCES Y DERIVADOS											
Composición en 100 g de alimentos											
CÓDIGO	Nombre del alimento	Energía <ENERC> kcal	Energía <ENERC> kJ	Agua <WATER> g	Proteínas <PROCNT> g	Grasa total <FAT> g	Carbohidratos totales <CHOCDF> g	Carbohidratos disponibles <CHOAVL> g	Fibra cruda g	Fibra dietaria <FIBTG> g	Cenizas <ASH> g
U 1	Arrocacha o racacha	97	406	75,1	0,7	0,3		22,9	1,1	•	1,0
U 2	Ashipa	178	745	55,3	1,4	0,3	42,7	40,8	0,9	1,9	0,3
U 3	Camote amarillo sin cáscara	116	485	69,9	1,2	0,2	27,6	24,6	1,0	3,0	1,1
U 4	Camote blanco	119	498	68,8	1,7	0,1	28,3	28,3	0,9	•	1,1
U 5	Camote morado sin cáscara	110	460	71,6	1,4	0,3	25,7	25,7	0,9	•	1,0
U 6	Camote, harina de	353	1477	9,9	2,1	0,9	84,3	81,3	1,8	3,0	2,8
U 7	Curao	65	272	82,5	1,6	0,1	14,7	14,7	0,6	•	1,1
U 8	Kashitipa	142	594	63,2	1,6	0,2	33,6	33,6	1,2	•	1,4
U 9	Kuros	98	410	74,5	1,8	0,2	22,6	22,6	1,1	•	0,9
U 10	Llacón	54	226	86,6	0,3	0,3	12,5	12,5	0,5	•	0,3
U 11	Maca (tubérculo seco)	314	1314	15,3	11,8	1,6	66,3	66,3	•	•	5,0
U 12	Maca silvestre	71	297	79,8	3,5	1,0	13,2	13,2	•	•	2,5
U 13	Maca, alfrechillo	330	1381	12,0	10,5	0,6	73,4	73,4	•	•	3,5
U 14	Maca, almidón	350	1464	11,0	6,1	1,2	80,1	80,1	•	•	1,6
U 15	Maca, pasta integral	292	1222	11,1	14,0	1,0	68,4	68,4	•	•	5,5
U 16	Mashua PC	50	209	87,4	1,5	0,7	9,8	9,8	0,9	•	0,6
U 17	Olluco sin cáscara	62	259	83,7	1,1	0,1	14,3	14,3	0,8	•	0,8
U 18	Papa amarilla sin cáscara	103	431	73,2	2,0	0,4	23,3	22,9	0,7	0,4	1,1
U 19	Papa blanca	97	406	74,5	2,1	0,1	22,3	19,9	0,6	2,4	1,0
U 20	Papa chuño negro	333	1393	14,1	4,0	0,2	79,4	79,4	1,9	•	2,3
U 21	Papa color morado deshidratada	324	1356	13,3	8,7	0,2	74,1	74,1	•	•	3,7
U 22	Papa helada amarga	180	753	54,5	1,8	0,6	42,1	42,1	2,0	•	1,0
U 23	Papa huayro con cáscara	70	293	81,0	1,9	0,1	15,9	15,9	1,7	•	1,1
U 24	Papa moraya chuño pelado	323	1351	18,1	1,9	0,5	77,7	77,7	2,1	•	1,8
U 25	Papa seca	322	1347	14,8	8,2	0,7	72,8	72,8	1,8	•	3,5
U 26	Papa, harina de	332	1389	10,9	6,4	0,4	77,1	71,2	2,3	5,9	5,2
U 27	Papas deshidratadas con lejía	319	1335	14,0	8,0	0,3	73,1	73,1	•	•	4,6
U 28	Pituca o taro	102	427	73,7	1,6	0,5	23,2	19,1	0,8	4,1	1,0
U 29	Pituca, harina de	342	1431	9,7	8,1	0,3	78,6	78,6	•	•	3,3
U 30	Radiche	81	339	78,0	1,8	0,1	18,6	18,6	1,4	•	1,5
U 31	Remolacha raíz	43	180	87,6	1,6	0,2	9,6	6,8	1,0	2,8	1,1
U 32	Sachapapa	112	469	72,2	1,8	1,5	23,5	19,4	0,4	4,1	1,0
U 33	Sachapapa, tubérculo	141	590	62,6	2,7	0,1	33,0	33,0	•	•	1,6
U 34	Yuca amarilla fresca sin cáscara	161	674	59,0	0,6	0,2	39,1	37,3	0,9	1,8	1,1
U 35	Yuca asada	183	766	53,7	0,6	0,3	44,4	42,6	1,2	1,8	1,0
U 36	Yuca blanca fresca sin cáscara	162	678	58,9	0,8	0,2	39,3	37,5	1,1	1,8	0,8
U 37	Yuca blanca sancochada	150	628	62,0	0,5	0,2	36,4	34,6	1,0	1,8	0,9

Fuente: Collazos et al (1996).

ANEXO N° 18:

TABLAS PERUANAS DE COMPOSICIÓN DE ALIMENTOS 2017.

TABLAS PERUANAS DE COMPOSICIÓN DE ALIMENTOS 2017										
CÓDIGO	NOMBRE DEL ALIMENTO	Energía <ENERC>	Energía <ENERC>	Agua <WATER>	Proteínas <PROCNT>	Grasa total <FAT>	Carbohidratos totales <CHOCDP>	Carbohidratos disponibles <CHOAVL>	Fibra dietaria <FIBTG>	
		kcal	kJ	g	g	g	g	g	g	
A 36	Maíz, harina de	326	1366	11,9	8,7	6,5	71,2	61,6	9,6	
A 37	Maíz, malcena	365	1529	8,3	0,3	0,1	91,3	90,4	0,9	
A 38	Maíz, morado sin coronta	355	1487	11,4	7,3	3,4	76,2	*	*	
A 39	Maíz, mote de (sancochado)	103	431	74,5	2,6	1,3	21,1	*	*	
A 40	Maíz, pachuco de	349	1459	13,4	7,3	3,9	73,5	*	*	
A 41	Maíz, para mote pelado	349	1461	12,6	5,9	2,1	78,3	*	*	
A 42	Maíz, para mote sin pelar	345	1445	12,8	5,7	1,5	78,7	*	*	
A 43	Maíz, polenta cruda de	324	1358	13,3	8,3	1,2	74,0	72,4	1,6	
A 44	Maíz, tocosh crudo	192	803	52,7	2,6	2,2	41,3	*	*	
A 45	Pan de cebada (serrano)	295	1236	24,4	7,2	0,2	66,2	*	*	
A 46	Pan de labranza	328	1374	17,3	9,6	0,3	71,8	*	*	
A 47	Pan de molde	317	1326	20,8	6,8	2,5	69,2	66,8	2,4	
A 48	Pan bollo o bollitos de queso de Huancavelica	310	1297	30,3	9,5	7,3	51,7	*	*	
A 49	Pan francés fortificado con hierro	277	1161	27,0	8,4	0,2	62,9	60,5	2,4	
A 50	Quinua, afrocho de	351	1467	14,1	10,7	4,5	65,9	*	*	
A 51	Quinua blanca, (Junín)	334	1396	12,8	12,5	6,5	66,0	56,0	10,0	
A 52	Quinua blanca (Puno)	355	1484	11,1	13,3	6,1	67,1	61,2	5,9	
A 53	Quinua cocida	89	372	79,0	2,8	1,3	16,3	*	*	
A 54	Quinua	351	1470	11,5	13,6	5,8	66,6	60,7	5,9	
A 55	Quinua dulce, blanca (Junín)	361	1510	11,1	11,1	7,7	67,4	61,5	5,9	
A 56	Quinua dulce, blanca (Puno)	349	1459	11,2	11,6	5,3	68,9	63,0	5,9	
A 57	Quinua dulce, rosada (Junín)	360	1506	11,0	12,3	7,2	67,1	61,2	5,9	
A 58	Quinua, harina de	337	1408	11,7	12,4	6,0	67,2	57,9	9,3	
A 59	Quinua, hojuelas de	376	1572	13,4	13,9	7,4	63,1	*	*	
A 60	Quinua rosada (Puno)	356	1490	10,2	12,5	6,4	67,6	61,7	5,9	
A 61	Quinua, sémola de	362	1516	12,6	19,5	10,7	53,8	47,9	5,9	
A 62	Sorgo	309	1292	12,2	8,0	4,0	72,8	66,5	6,3	
A 63	Trigo, harina fortificada con hierro de	362	1517	10,8	10,5	2,0	76,3	73,6	2,7	
A 64	Trigo, llunka de	312	1307	16,1	9,1	1,0	71,8	*	*	
A 65	Trigo, harina tostada de (machica)	330	1382	9,0	7,9	1,2	79,9	77,2	2,7	
A 66	Trigo, mote de (sancochado)	154	644	59,0	2,5	0,6	37,0	*	*	
A 67	Trigo para mote pelado cocido	63	265	82,9	1,9	0,1	14,7	*	*	
A 68	Trigo para mote pelado crudo	325	1359	12,5	9,8	0,9	74,6	*	*	
A 69	Trigo, pelado	330	1379	12,6	8,4	1,4	76,1	*	*	
A 70	Trigo resbalado cocido	83	347	77,9	2,8	0,3	18,6	*	*	

Fuente: Collazos et al (1996).

ANEXO N° 19:

19.1 PRUEBAS PRELIMINARES PARA EL PAN FRANCÉS CON SUSTITUCION PARCIAL DE PITUCA BLANCA BAJO LA FORMA DE PURÉ.

Diagrama de bloques para la obtención de puré de pituca (*Colocasia esculenta*).

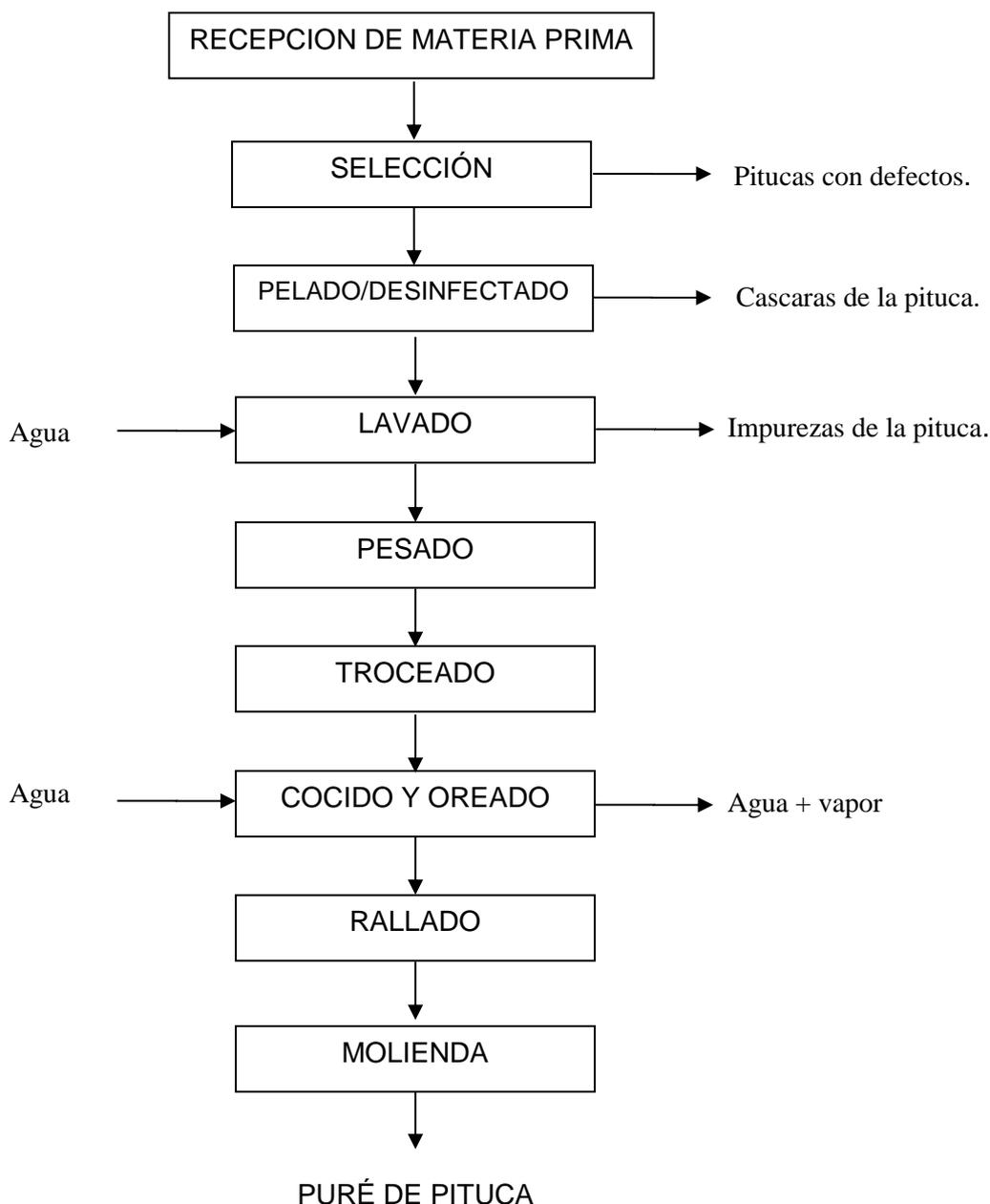


Figura N° A19.1: Diagrama de bloques para la obtención de puré de pituca (*Colocasia esculenta*).

Fuente: elaboración propia

A continuación se describe el proceso:

- a. Recepción de materia prima:** En esta etapa los tubérculos de pituca se obtuvieron en estado fresco, empacados en costal de polietileno de 20 kg en estado maduro.
- b. Selección:** Esta operación se realizó de forma manual y visual, se retiraron los cormos defectuosos de pituca.
- c. Pelado:** Se realizó en forma manual, eliminando la cascara de la pituca, operación realizada utilizando cuchillos de acero inoxidable.
- d. Lavado/Desinfectado:** Se utilizó abundante agua potable y gotas de Clorox para desinfectar, fue necesario el uso de guantes de jebe debido al escozor que produce el oxalato de calcio presente en la pituca, cuando esta es raspada con el cuchillo para desprenderla de las impurezas. Esta etapa es muy importante para el control de higiene y para la obtención de un producto de calidad.
- e. Pesado:** Esta operación se realizó para verificar con cuanto de materia prima se está trabajando y cuanto se pierde en la cascara después del pelado. Para realizar esta operación se utilizó una balanza electrónica.
- f. Troceado:** Para facilitar la cocción las papas de pituca fueron troceadas. Esta operación se realizó utilizando cuchillos de acero inoxidable.
- g. Cocido y oreado:** Para el cocido se utilizó una cocina a gas, el tiempo de cocción fue de 45 min. y a temperatura de ebullición. El oreado se realizó a temperatura ambiente con el fin de que se enfrié la pituca sancochada, para facilitar la siguiente operación.
- h. Rallado:** Esta operación se realizó para obtener partículas de pituca más pequeñas esto con la finalidad de moler con mayor facilidad la pituca cocida. Se utilizó rallador 4 lados de acero inoxidable.
- i. Molienda:** La pituca sancochada y rallada se molió en un molino de Malta Corona con capacidad de 30 Kg/h.
- j. Producto final:** Finalmente se obtuvo el puré de pituca, que presento un color salmón.

19.2 FORMULACIÓN PARA EL PAN FRANCÉS CON SUSTITUCIÓN PARCIAL DE PITUCA BLANCA BAJO LA FORMA DE PURÉ (T1, T2, T3 y T4).

Tabla N° A19.1: Formulación T1

N°	Ingredientes	Gramos (g)	Porcentajes (%)
1	Harina de trigo	900	60.22
2	Puré de pituca	150	10.00
3	Sal	15	1.00
4	Azúcar	25	1.67
5	Mejorador de masa	10	0.67
6	Levadura fresca	15	1.00
7	Manteca	30	2.01
8	Agua (ml)	350	23.42
Total		1,495	100.00

Tabla N° A19.2: Formulación T2

N°	Ingredientes	Gramos (g)	Porcentajes (%)
1	Harina de trigo	850	55.79
2	Puré pituca	228.5	15.00
3	Sal	15	0.98
4	Azúcar	25	1.64
5	Mejorador de masa	10	0.66
6	Levadura fresca	15	0.98
7	Manteca	30	1.97
8	Agua (ml)	350	22.97
Total		1,524	100.00

Tabla N° A19.3: Formulación T3

N°	Ingredientes	Gramos (g)	Porcentajes (%)
1	Harina de trigo	800	51.41
2	Puré pituca	311.2	20.00
3	Sal	15	0.96
4	Azúcar	25	1.61
5	Mejorador de masa	10	0.64
6	Levadura fresca	15	0.96
7	Manteca	30	1.93
8	Agua (ml)	350	22.49
Total		1,556	100.00

Tabla N° A19.4: Formulación T4

N°	Ingredientes	Gramos (g)	Porcentajes (%)
1	Harina de trigo	700	42.79
2	Puré pituca	490.8	30.00
3	Sal	15	0.92
4	Azúcar	25	1.53
5	Mejorador de masa	10	0.61
6	Levadura fresca	15	0.92
7	Manteca	30	1.83
8	Agua (ml)	350	21.40
Total		1,636	100.00

Fuente: Elaboración propia.

19.3 RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN SENSORIAL DEL PAN FRANCÉS CON SUSTITUCION PARCIAL DE PITUCA BLANCA BAJO LA FORMA DE PURÉ.

Para la prueba se elaboró panes tipo francés, con la formulación T1, T2, T3 y T4 (Tabla A19.1, A19.2, A19.3 y tabla A19.4) respectivamente con sustituciones de 10%, 15%, 20% y 30%, ya que los panelistas lo prefirieran; se sustituyeron harina de trigo por puré de pituca blanca (*Colocasia esculenta*).

Se escogió a un grupo de 30 panelistas semientrenados, teniendo como jueces a los estudiantes de la escuela de Formación Profesional de Ingeniería Agroindustrial y al técnico encargado de panificación, a quienes se solicitó evaluar los atributos sensoriales (Apariencia, Olor, Color, Textura, Sabor y Aceptación), se les asignó la Ficha de evaluación sensorial hedónica (Anexo N° 10) con las respectivas muestras.

Los resultados de la evaluación sensorial se detallan en el **anexo N° 11**.

Tabla A19.5: Tratamiento T1 (10% de sustitución de puré de pituca), atributos evaluados: Apariencia, olor, color, textura, sabor y aceptación.

Tratamiento	T1					
Jueces	Apariencia	Olor	Color	Textura	Sabor	Aceptación
1	8	8	7	7	9	8
2	8	9	8	7	8	7
3	8	8	8	7	7	7
4	8	8	8	7	8	8
5	8	8	8	7	7	8
6	8	9	7	7	7	7
7	8	8	8	8	8	8
8	8	8	8	7	8	8
9	8	8	8	8	7	7
10	8	8	8	7	7	8
11	7	9	7	7	7	7
12	8	8	8	7	7	8
13	8	8	8	8	7	7
14	9	9	8	8	7	7
15	8	8	8	7	7	7
16	8	9	8	8	8	8
17	8	9	7	7	8	7
18	8	8	8	7	8	8
19	7	8	7	7	7	8
20	8	8	9	7	7	8
21	7	8	8	8	8	8
22	8	9	7	7	8	8
23	8	8	8	8	8	8
24	8	9	7	8	8	8
25	7	9	8	7	7	8
26	8	9	8	8	7	8
27	7	8	8	7	7	7
28	8	8	7	8	7	8
29	8	8	8	7	8	7
30	8	9	8	7	7	7
TOTAL	236	251	233	220	224	228
PROMEDIOS	7.9	8.4	7.8	7.3	7.5	7.6

Tabla A19.6: Tratamiento T2 (15% de sustitución de puré de pituca), atributos evaluados: Apariencia, olor, color, textura, sabor y aceptación.

Tratamiento	T2					
Jueces	Apariencia	Olor	Color	Textura	Sabor	Aceptación
1	8	8	8	8	8	9
2	8	9	8	8	8	8
3	8	8	7	8	8	8
4	7	9	8	8	7	8
5	8	7	7	8	7	8
6	8	8	7	8	9	8
7	8	9	7	8	8	8
8	8	8	8	9	8	8
9	7	9	8	8	8	8
10	8	9	7	7	8	8
11	8	8	8	8	7	8
12	8	9	8	9	8	8
13	8	8	8	8	7	8
14	8	7	7	8	6	8
15	7	9	8	8	8	8
16	7	8	7	7	7	7
17	8	8	8	8	8	8
18	8	8	7	9	8	8
19	7	8	8	8	7	8
20	8	9	7	8	7	8
21	8	8	8	8	8	8
22	8	8	8	8	9	8
23	8	8	9	9	8	8
24	8	8	8	8	8	8
25	8	8	8	8	8	8
26	8	9	8	8	7	8
27	8	9	7	8	7	8
28	8	8	7	8	9	8
29	8	8	7	8	8	8
30	8	8	8	8	8	8
TOTAL	235	248	229	242	232	240
PROMEDIOS	7.8	8.3	7.6	8.1	7.7	8.0

Tabla A19.7: Tratamiento T3 (20% de sustitución de puré de pituca), atributos evaluados: Apariencia, olor, color, textura, sabor y aceptación.

Tratamiento	T3					
Jueces	Apariencia	Olor	Color	Textura	Sabor	Aceptación
1	8	8	8	8	9	8
2	8	8	7	8	7	7
3	8	8	7	8	8	9
4	8	8	8	8	7	7
5	8	8	7	9	8	7
6	8	8	8	8	8	8
7	7	8	7	8	7	8
8	8	9	9	9	9	9
9	8	8	8	8	8	8
10	7	8	8	8	7	8
11	7	8	7	8	7	8
12	8	8	7	8	8	8
13	8	9	7	8	8	8
14	8	8	7	8	7	9
15	7	9	8	8	7	9
16	8	8	8	8	8	8
17	8	9	7	9	8	8
18	8	8	9	9	9	9
19	8	8	8	9	8	8
20	8	8	8	8	7	7
21	8	8	7	8	8	9
22	8	8	7	8	7	9
23	8	9	8	9	9	9
24	8	8	8	8	8	8
25	8	9	8	9	7	8
26	7	8	7	8	8	8
27	8	8	8	8	8	8
28	8	8	7	8	7	8
29	8	9	8	9	9	9
30	8	9	8	8	8	8
TOTAL	235	248	229	248	234	245
PROMEDIOS	7.8	8.3	7.6	8.3	7.8	8.2

Tabla A19.8: Tratamiento T4 (30% de sustitución de puré de pituca), atributos evaluados: Apariencia, olor, color, textura, sabor y aceptación.

Tratamiento	T4					
Jueces	Apariencia	Olor	Color	Textura	Sabor	Aceptación
1	9	8	8	8	8	8
2	8	8	8	9	8	8
3	8	8	8	9	8	8
4	8	8	7	8	8	8
5	8	8	7	8	8	8
6	8	8	8	8	9	8
7	8	8	7	9	8	9
8	8	8	9	8	7	8
9	7	9	8	8	8	8
10	7	8	7	8	7	7
11	8	8	7	9	8	8
12	7	9	8	8	9	8
13	7	8	8	8	7	8
14	8	8	7	8	7	8
15	8	8	8	8	8	8
16	7	8	7	8	8	8
17	8	8	7	8	7	8
18	8	8	7	8	8	8
19	7	8	7	8	8	8
20	8	8	7	9	9	8
21	8	8	8	8	9	8
22	8	9	7	8	8	8
23	9	8	8	9	8	9
24	7	8	8	8	8	8
25	6	8	8	9	7	8
26	8	8	7	8	8	8
27	7	8	7	8	7	8
28	6	8	7	8	8	8
29	8	9	8	9	9	8
30	7	8	7	8	7	8
TOTAL	229	244	225	248	237	241
PROMEDIOS	7.6	8.1	7.5	8.3	7.9	8.0

Tabla N° A19.9: Promedio total de la prueba de análisis sensorial con respecto a los atributos evaluados del pan francés.

TRATAMIENTOS	Características del pan francés					
	Apariencia	Olor	Color	Textura	Sabor	Aceptación
T1	7.9	8.4	7.8	7.3	7.5	7.6
T2	7.8	8.3	7.6	8.1	7.7	8.0
T3	7.8	8.3	7.6	8.3	7.8	8.2
T4	7.6	8.1	7.6	8.3	8.0	8.3

19.4 EVALUACIÓN SENSORIAL:

Se muestran las figuras de los productos evaluados:

Testigo



Figura N° A19.2: Pan francés con 100% de harina de trigo.



Figura N° A19.3: Pan francés con sustitución parcial de puré de pituca blanca a diferentes sustituciones.

En la evaluación del pan francés con puré de pituca blanca figura A19.3, se observó que a medida que se aumenta el porcentaje de sustitución de la harina de trigo por el puré de pituca el color de la miga del pan francés tiende a mantener el color blanco de la miga, coincidiendo con la muestra testigo (100% harina de trigo).

Tabla N° A19.10: Caracterización Sensorial del pan francés elaborados con harina de trigo y puré de pituca blanca.

Caracterización del pan	Pan Testigo	T1	T2	T3	T4
Olor	Trigo tostado	Trigo tostado	Trigo tostado	Trigo tostado	Trigo tostado
Color	Blanco	Blanco opaco	Blanco opaco	Blanco cremoso	Blanco cremoso
Textura	Suave	Suave	Suave	Muy suave	Muy Suave
Sabor	Semisalado	Semisalado	Semisalado	Semisalado	Semisalado
Aceptación	Si	Si	Si	Si	Si

Fuente: Elaboración propia

Pan Testigo: Pan francés con 100% de harina de trigo.

T1: Pan francés con 10% de puré de pituca blanca y 90% de harina de trigo

T2: Pan francés con 15% de puré de pituca blanca y 85% de harina de trigo.

T3: Pan francés con 20% de puré de pituca blanca y 80% de harina de trigo.

T4 30%: Pan francés con 30% de puré de pituca blanca y 70% de harina de trigo.

Según la tabla A19.10 en cuanto respecta a la mejor caracterización Sensorial se optó por escoger el pan con 30% de sustitución con puré de pituca (T4), ya que presento una textura muy suave de color blanco cremoso, y en cuanto respecta al olor no demostró la presencia del puré de pituca blanca que son características de exclusión con lo que respecta a la calidad del pan francés. Por otro lado cabe mencionar que durante la mezcla de la harina de trigo con puré de pituca blanca, presento una buena textura no pegajosa con fácil amasado, lo que facilito la elaboración del pan francés.

19.5 EVALUACIÓN ESTADÍSTICA.

Los resultados de la evaluación sensorial se sometieron a evaluación estadística para establecer si había diferencias entre los atributos evaluados a través del análisis de varianza, y luego establecer el producto con mejores aptitudes a través de la prueba de Duncan.

19.5.1 Análisis de varianza para la apariencia del pan francés

Los resultados del análisis de varianza en cuanto respecta a la apariencia del pan francés con puré de pituca blanca, se indican en la tabla A19.11:

Tabla N° A19.11: Análisis de varianza para la apariencia del pan francés con sustitución parcial de puré de pituca blanca.

Fuente de variación	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	Fc	Ft	Signif. 5%
Tratamientos	3	1.02500000	0.34166667	1.51	2.71	(n.s.)
Jueces	29	9.04166667	0.31178161	1.38	1.59	(n.s.)
Error exp.	87	19.72500000	0.22672414			
Total correg.	119	29.79166667				

$R^2 = 33.79\%$; $C.V = 6.11\%$

Con lo que respecta a la apariencia del pan francés, el valor de F calculado para las muestras es de 1.51 siendo este menor al valor de F tabular que es de 2.71, de donde se puede afirmar que no existe diferencia estadística significativa entre las muestras a un 95% de confianza. Por otro lado el F calculado para los jueces (bloques) es de 1.38 menor al valor de F tabulado que es de 1.59; llegando también a la conclusión que para un nivel de confianza de 95% no existe diferencia significativa entre los jueces.

Para este análisis no es necesario realizar la prueba post-test (comparaciones múltiples Duncan), para encontrar la mejor aceptación que ha tenido la sustitución ya que no existe diferencia significativa.

19.5.2 Prueba del rango múltiple de Duncan para la apariencia del pan francés.

La prueba del rango múltiple de Duncan para la apariencia del pan francés entre las medias de los tratamientos, se muestra en la tabla A19.12:

Tabla N° A19.12: Prueba del rango múltiple de Duncan para la apariencia del pan francés.

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.			
Duncan Agrupamiento	Media	N	TRATAMIENTO
A	7.8667	30	T1
A	7.8333	30	T2
A	7.8333	30	T3
A	7.6333	30	T4

De la tabla N° A19.12, se puede afirmar que durante la evaluación los jueces no lograron identificar las diferencias con respecto a la apariencia del pan francés entre las cuatro muestras que se les dio y por consiguiente calificaron a las muestras asignadas como “gusta mucho”, pero el que obtuvo mayor media según el rango múltiple de Duncan es el tratamiento T1 (10%) el cual es considerado como la muestra que presenta mayor calificación respecto a la apariencia del pan francés.

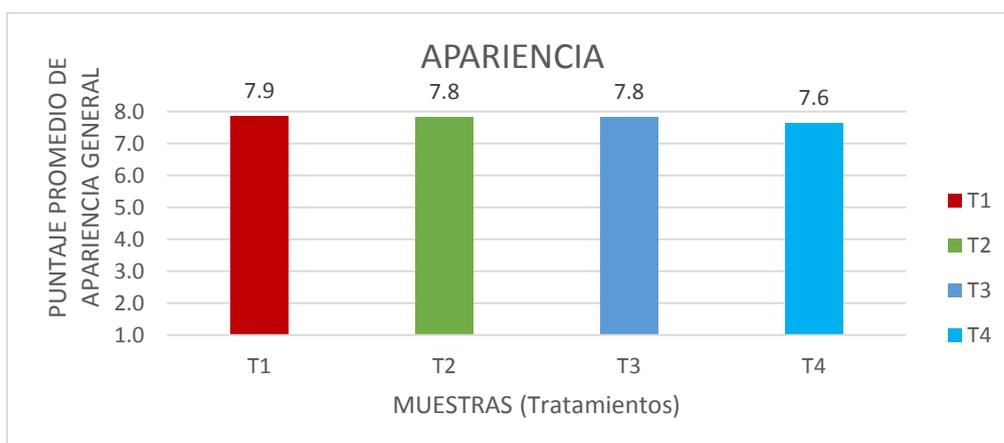


Figura N° A19.4: Diferencia de características sensoriales del atributo de Apariencia del pan francés con puré de pituca blanca.

Como se puede apreciar en la figura N° A19.4 las muestras (T1, T2, T3 y T4) no presentan diferencias significativas.

Según Sahuja G, 1995, en su trabajo de investigación “Elaboración de fideos con harina precocida de pituca”, cuyos mejores resultados de apariencia no mostraron diferencia significativas entre los porcentajes de sustitución de 10, 15, 20, 25 y 30%.

19.5.3 Análisis de varianza para el olor del pan francés

Los resultados del análisis de varianza en cuanto respecta al olor del pan francés con puré de pituca blanca, se indican en la tabla A19.13:

Tabla N° A19.13: Análisis de varianza para el olor del pan francés con sustitución parcial de puré de pituca blanca.

Fuente de variación	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	Fc	Ft	Signif. 5%
Tratamientos	3	0.82500000	0.27500000	1.14	2.71	(n.s.)
Jueces	29	5.24166667	0.18074713	0.75	1.59	(n.s.)
Error exp.	87	20.92500000	0.24051724			
Total correg.	119	26.99166667				

$R^2 = 22.47\%$; C.V = 5.94%

Con lo que respecta al olor del pan francés, el valor de F calculado para las muestras es de 1.14 siendo este menor al valor de F tabular que es de 2.71, de donde se puede afirmar que no existe diferencia estadística significativa entre las muestras a un 95% de confianza. Por otro lado el F calculado para los jueces (bloques) es de 0.75 menor al valor de F tabulado que es de 1.59; llegando también a la conclusión que para un nivel de confianza de 95% no existe diferencia significativa entre los jueces.

Para este análisis no es necesario realizar la prueba post-test (comparaciones múltiples Duncan), para encontrar la mejor aceptación que ha tenido la sustitución ya que no existe diferencia significativa.

19.5.4 Prueba del rango múltiple de Duncan para olor del pan francés.

La prueba del rango múltiple de Duncan para el olor del pan francés entre las medias de los tratamientos, se muestra en la tabla A19.14:

Tabla N° A19.14: Prueba del rango múltiple de Duncan para el olor del pan francés.

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.			
Duncan Agrupamiento	Media	N	TRATAMIENTO
A	8.3667	30	T1
A	8.2667	30	T2
A	8.2667	30	T3
A	8.1333	30	T4

De la tabla N° A19.14, se puede afirmar que durante la evaluación de las cuatro muestras se obtuvieron una calificación sin mucha diferencia de media, ya que los jueces evaluaron y no encontraron muchas diferencias con respecto al olor del pan francés y por consiguiente calificaron a las muestras asignadas como “gusta mucho”, pero el que obtuvo mayor media según el rango múltiple de Duncan es el tratamiento T1 (10%) el cual estaría considerado como la muestra que presenta mayor calificación respecto al olor del pan francés.

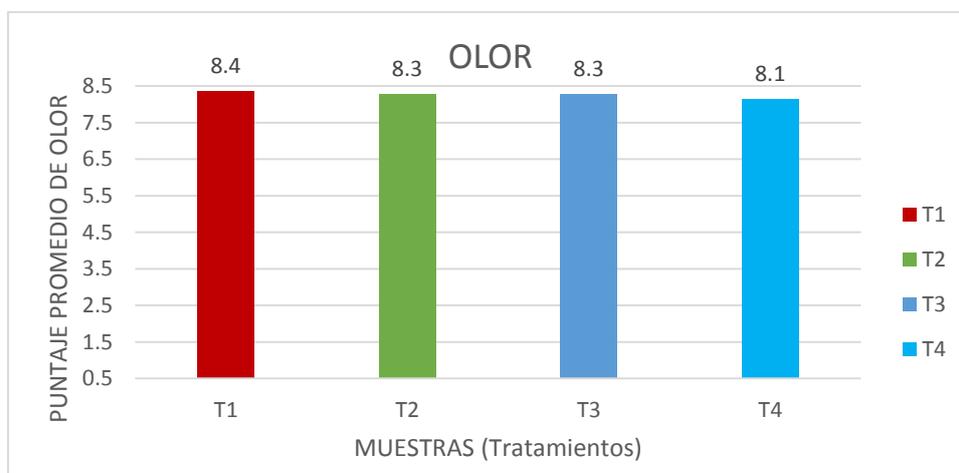


Figura N° A19.5: Diferencia de características sensoriales del atributo de Olor del pan francés con puré de pituca.

Como se puede apreciar en la figura N° A19.5 las muestras (T1, T2, T3 y T4) no presentan mucha diferencia significativa.

Según Saha G, 1995, en su trabajo de investigación “Elaboración de fideos con harina precocida de pituca”, cuyos mejores resultados respecto al olor no mostraron diferencia significativas entre los porcentajes de sustitución de 10, 15, 20, 25 y 30%.

19.5.5 Análisis de varianza para el color del pan francés.

Los resultados del análisis de varianza en cuanto respecta al color del pan francés con puré de pituca blanca, se indican en la tabla A19.15:

Tabla N° A19.15: Análisis de varianza para el color del pan francés con sustitución parcial de puré de pituca blanca.

Fuente de variación	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	Fc	Ft	Signif. 5%
Tratamientos	3	0.40000000	0.13333333	0.48	2.71	(n.s.)
Jueces	29	12.16666667	0.41954023	1.51	1.59	(n.s.)
Error Exp.	87	24.10000000	0.27701149			
Total correg.	119	36.66666667				

$R^2 = 34.27\%$; C.V = 6.87%

Respecto al color, el valor de F calculado para las muestras es de 0.48 siendo este menor al valor de F tabular que es de 2.71, de donde se puede afirmar que no existe diferencia estadística significativa entre las muestras a un 95% de confianza. Por otro lado el F calculado para los jueces (bloques) es de 1.51 menor al valor de F tabulado que es de 1.59; llegando también a la conclusión que para un nivel de confianza de 95% no existe diferencia significativa entre los jueces.

Para este análisis no es necesario realizar la prueba post-test (comparaciones múltiples Duncan), para encontrar la mejor aceptación que ha tenido la sustitución ya que no existe diferencia significativa.

19.5.6 Prueba del rango múltiple de Duncan para el color del pan francés

La prueba del rango múltiple de Duncan para el color del pan francés entre las medias de los tratamientos, se muestra en la tabla A19.16:

Tabla N° A19.16: Prueba del rango múltiple de Duncan para el color del pan francés.

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.			
Duncan Agrupamiento	Media	N	TRATAMIENTO
A	7.7667	30	T1
A	7.6333	30	T2
A	7.6333	30	T3
A	7.6333	30	T4

De la tabla N° A19.16, prueba de comparaciones múltiples, se puede afirmar que durante la evaluación de las cuatro muestras se obtuvieron una calificación sin diferencia de media, ya que los jueces evaluaron y no encontraron diferencias con respecto al color del pan francés y por consiguiente calificaron a las muestras asignadas como “gusta mucho”, pero el que obtiene mayor media según el rango múltiple de Duncan es el tratamiento T1 (10%) el cual estaría considerado como la muestra que presenta mayor calificación respecto al color del pan francés.

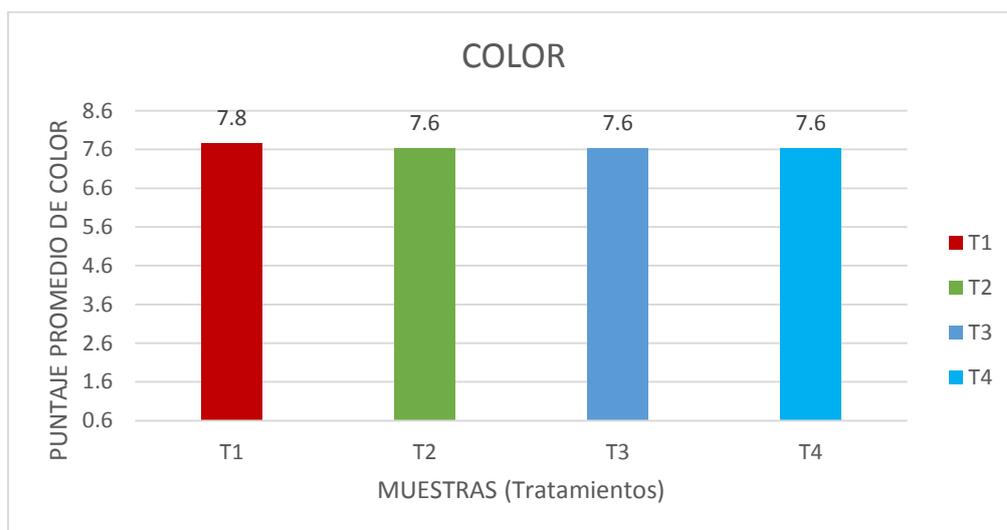


Figura N° A19.6: Diferencia de características sensoriales del atributo de Color del pan francés con puré de pituca.

Como podemos observar la figura N° A19.6 el tratamiento T1 (10% de sustitución) alcanza el mayor calificación (gusta mucho), mientras las sustituciones 15, 20 y 30% son iguales y no son muy diferentes.

Según Sahuja G, 1995, en su trabajo de investigación “Elaboración de fideos con harina precocida de pituca”, cuyos mejores resultados respecto al color no mostraron diferencia significativas entre los porcentajes de sustitución de 10, 15, 20, 25 y 30%.

19.5.7 Análisis de varianza para la textura del pan francés

Los resultados del análisis de varianza en cuanto respecta a la textura del pan francés con puré de pituca blanca, se indican en la tabla A19.17:

Tabla N° A19.17: Análisis de varianza para la textura del pan francés con sustitución parcial de puré de pituca blanca.

Fuente de variación	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	Fc	Ft	Signif. 5%
Tratamientos	3	17.70000000	5.90000000	28.84	2.71	**
Jueces	29	6.46666667	0.22298851	1.09	1.59	(n.s.)
Error exp.	87	17.80000000	0.20459770			
Total correg.	119	41.96666667				

$R^2 = 57.58\%$; $C.V = 5.67\%$

Con lo que respecta a la textura, el valor de F calculado para las muestras es de 28.84 siendo este mayor al valor de F tabular que es de 2.71, de donde se puede afirmar que existe diferencia estadística altamente significativa entre las muestras a un 95% de confianza. Esto nos obliga a realizar la prueba de rango múltiple de Duncan, y así obtener conclusiones verdaderas para tomar una decisión adecuada sobre la textura del pan francés. Mientras el F calculado para los jueces (bloques) es de 1.09 menor al valor de F tabulado que es de 1.59; llegando a la conclusión que para un nivel de confianza de 95% no existe diferencia significativa entre los jueces.

19.5.8 Prueba del rango múltiple de Duncan para textura del pan francés.

La prueba del rango múltiple de Duncan para la textura del pan francés entre las medias de los tratamientos, se muestra en la tabla A19.18:

Tabla N° A19.18: Prueba del rango múltiple de Duncan para textura del pan francés.

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.			
Duncan Agrupamiento	Media	N	TRATAMIENTO
A	8.2667	30	T3
A	8.2667	30	T4
A	8.0667	30	T2
B	7.3333	30	T1

De la tabla N° A19.18 prueba de comparaciones múltiples de Duncan, se puede afirmar, que el tratamiento T3 (20%) y T4 (30%) son iguales, superan estadísticamente a los demás tratamientos a un nivel de confianza de 95%, esto quiere decir, que el pan francés sustituido con 20 y 30% de puré de pituca blanca son considerados como los dos mejores tratamientos respecto a la textura del pan francés.

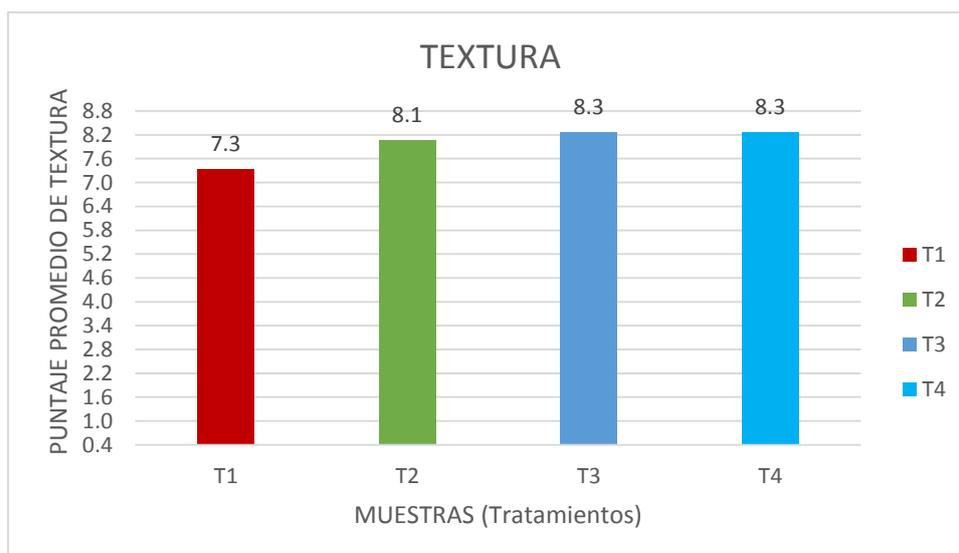


Figura N° A19.7: Diferencia de características sensoriales del atributo de Textura del pan francés con puré de pituca.

Como podemos observar la figura N° A19.7, las muestras T3 y T4 (20 y 30% de sustitución) presentan la mejor calificación (gusta mucho) con respecto al atributo textura del pan francés.

Según Saha G, 1995, en su trabajo de investigación “Elaboración de fideos con harina precocida de pituca”, cuyos mejores resultados de textura se obtuvo con la sustitución de 20%. En caso del pan francés con puré de pituca se obtuvo la mejor textura con sustitución de 30% de puré de pituca blanca.

19.5.9 Análisis de varianza para el sabor del pan francés.

Los resultados del análisis de varianza en cuanto respecta al sabor del pan francés con puré de pituca blanca, se indican en la tabla A19.19:

Tabla N° A19.19: Análisis de varianza para el sabor del pan francés con sustitución parcial de puré de pituca blanca.

Fuente de variación	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	Fc	Ft	Signif. 5%
Tratamientos	3	4.89166667	1.63055556	5.00	2.71	**
Jueces	29	18.74166667	0.64626437	1.98	1.59	**
Error exp.	87	28.35833333	0.32595785			
Total correg.	119	51.99166667				

$R^2 = 45.45\%$; $C.V = 7.36\%$

Con lo que respecta al sabor del pan francés, el valor de F calculado para las muestras es de 5.00 siendo este mayor al valor de F tabular que es de 2.71, de donde se puede afirmar que existe diferencia estadística altamente significativa entre las muestras a un 95% de confianza. También el F calculado para los jueces (bloques) es de 1.98 mayor al valor de F tabulado que es de 1.59; llegando a la conclusión que para un nivel de confianza de 95% existe diferencia estadística altamente significativa entre los jueces. Para ello es necesario realizar la prueba post-test (comparaciones múltiples Duncan), para encontrar el mejor sabor que ha tenido la sustitución.

19.5.10 Prueba del rango múltiple de Duncan para sabor del pan francés.

La prueba del rango múltiple de Duncan para el sabor del pan francés entre las medias de los tratamientos, se muestra en la tabla A19.20:

Tabla N° A19.20: Prueba del rango múltiple de Duncan para sabor del pan francés.

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.				
Duncan Agrupamiento	Media	N	TRATAMIENTO	
	A	8.0333	30	T4
	A	7.8000	30	T3
B	A	7.7333	30	T2
B				
B		7.4667	30	T1

De la tabla N° A19.20, prueba de comparaciones múltiples de Duncan, se puede afirmar, que el tratamiento T4 (30% de sustitución) supera estadísticamente a los demás tratamientos a un nivel de confianza de 95%, esto quiere decir, que el pan francés sustituido con 30% de puré de pituca blanca es considerado como el mejor tratamiento con respecto al sabor del pan francés.

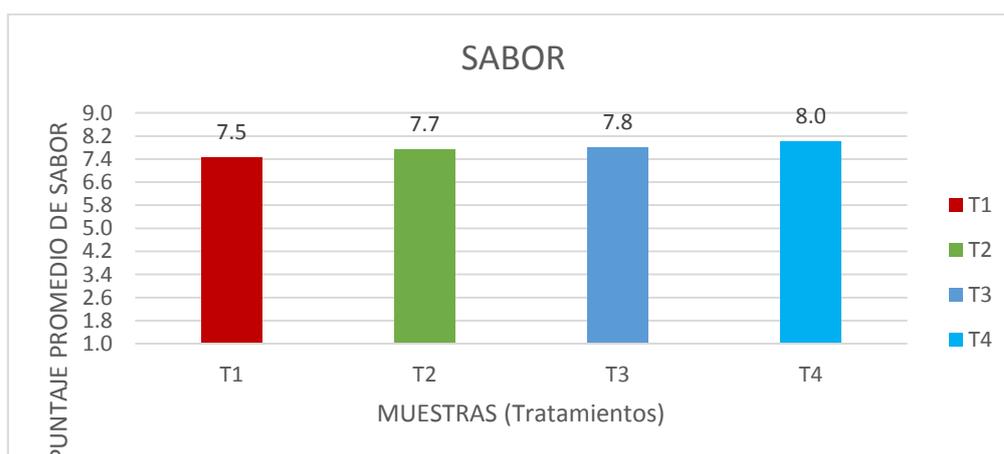


Figura A19.8: Diferencia de características sensoriales del atributo de Sabor del pan francés con puré de pituca.

Como se puede apreciar en la figura N° A19.8 la muestra T4 pan francés elaborado con la sustitución 30% presenta el mejor sabor (gusta mucho), seguidamente esta la muestra T3, T2 y T1 (20, 15 y 10% de sustitución con puré de pituca blanca).

Según Sahuja G, 1995, en su trabajo de investigación “Elaboración de fideos con harina precocida de pituca”, cuyos mejores resultados de sabor se obtuvo con la sustitución de 20% de harina de pituca pre cosida.

19.5.11 Análisis de varianza para la aceptación del pan francés.

Los resultados del análisis de varianza en cuanto respecta a la aceptación del pan francés con puré de pituca blanca, se indican en la tabla A19.21:

Tabla N° A19.21: Análisis de varianza para la aceptación del pan francés con sustitución parcial de puré de pituca blanca.

Fuente de variación	DF	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	Fc	Ft	Signif. 5%
Tratamientos	3	7.75833333	2.58611111	11.25	2.71	**
Jueces	29	7.24166667	0.24971264	1.09	1.59	(n.s.)
Error exp.	87	19.99166667	0.22978927			
Total correg.	119	34.99166667				

$$R^2 = 42.86\%; C.V = 5.98\%$$

Como se puede apreciar, en cuanto se refiere a la aceptación del pan francés sustituido con puré de pituca blanca, mediante el análisis de varianza, Fc es de 11.25 siendo este mayor al valor de Ft que es de 2.71, de donde se puede afirmar que existe diferencia estadística altamente significativa entre las muestras a un 5% de error. Esto nos obliga a realizar la prueba de rango múltiple de Duncan, y así obtener conclusiones verdaderas para tomar una decisión adecuada sobre la aceptación del pan francés. Mientras el F calculado para los jueces (bloques) es de 1.09 menor al valor de F tabulado que es de 1.59; llegando a la conclusión que para un nivel de confianza de 95% no existe diferencia significativa entre los jueces.

19.5.12 Prueba del rango múltiple de Duncan para la aceptación del pan francés.

La prueba del rango múltiple de Duncan para la aceptación del pan francés entre las medias de los tratamientos, se muestra en la tabla A19.22:

Tabla N° A19.22: Prueba del rango múltiple de Duncan para la aceptación del pan francés.

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes.				
Duncan Agrupamiento		Media	N	TRATAMIENTO
	A	8.2667	30	T4
B	A	8.1667	30	T3
B		8.0000	30	T2
	C	7.6000	30	T1

De la tabla N° A19.22 se puede afirmar, que el tratamiento T4 (30% de sustitución) supera estadísticamente a los demás tratamientos a un nivel de confianza de 95%, seguidamente está el tratamiento, T3 (20%), T2 (15%) y T1 (10%), esto quiere decir que el pan francés sustituido con 30% de puré de pituca blanca presenta la mejor aceptación del pan francés.

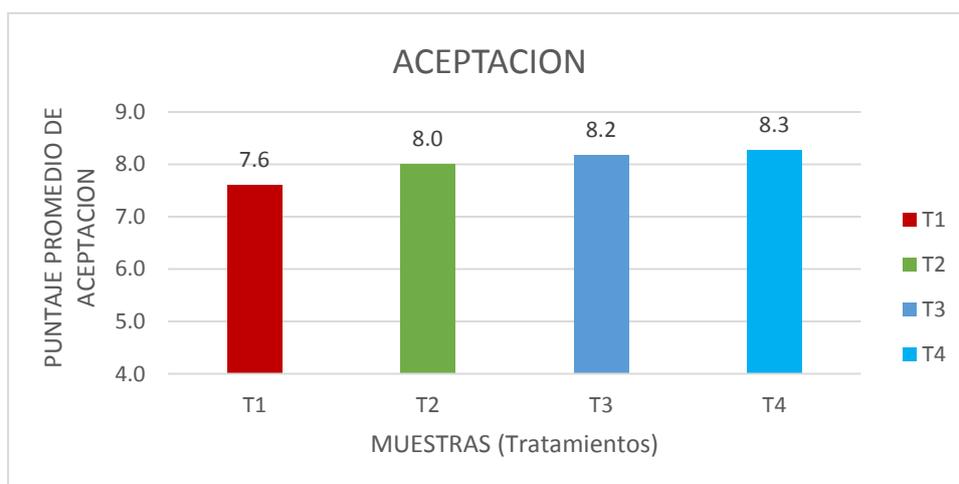


Figura N° A19.9: Diferencia de características sensoriales del atributo de Aceptación del pan francés con puré de pituca.

Como se puede apreciar en la figura N° A19.9 la muestra T4 que tiene 30% de sustitución presenta la mejor aceptación (gusta mucho), seguidamente T3 (20%), T2 (15%) y T1 (10%).

Según Sahuja G, 1995, en su trabajo de investigación “Elaboración de fideos con harina precocida de pituca”, cuyos mejores resultados de mayor aceptación entre los panelistas fue la muestra de fideos con sustitución (20%) de harina precocida de pituca blanca. Los

porcentajes de sustitución de harina pre cosida de pituca blanca para dicha investigación fueron de 10, 15, 20, 25 y 30%.

19.6 Obtención de los mejores atributos del pan francés a diferentes sustituciones con puré de pituca blanca según Análisis de varianza y prueba de Duncan.

En base los resultados estadísticos de la experiencia afirmamos que la muestra con 30% de puré es la que fue mejor preferida. Dijeron que tiene un buen sabor olor, color, mejor aceptabilidad. En el cual se obtuvieron mejores resultados, se perdió el sabor amargo, se mejoró el color de la miga y se obtuvo una sustitución de 30% de puré de pituca blanca.

Al hacer las comparaciones respectivas de 10% de harina y el 30% en puré, en ello los panelistas manifestaron que la muestra con puré tuvo mejor preferencia con lo planteado en el trabajo de investigación.

Según el análisis de varianza en el análisis estadístico los atributos de Apariencia, Olor y Color del pan francés sustituido con puré de pituca blanca no presentó diferencia estadística significativa, ya que todas las muestras (Tratamientos) presentaron una similitud al pan francés con 100% de harina de trigo “testigo”, frente a ello los panelistas no supieron diferenciar. Al realizar la prueba de pos-test (comparación múltiple de Duncan) de manera simultánea para estos atributos de Apariencia, Olor y color del pan francés se halló el mejor resultado T1 (10% de sustitución de puré de pituca blanca) con una mínima diferencia con respecto a los otros tratamientos estudiados.

Por otro lado con respecto a los atributos de textura y sabor del pan francés sustituido con puré de pituca blanca se encontró diferencia altamente significativa para los tratamientos, por lo cual se realizó de manera obligatoria la prueba de pos-test (comparaciones múltiples de Duncan) en el cual se encontró el mejor resultado con respecto a los atributos de textura y sabor, en el que T3 (20% de sustitución con puré de pituca blanca) presenta la mejor textura y el T4 (30% de sustitución con puré de pituca blanca) presenta el mejor sabor.

Según Sahuja, G. (1995) El fideo con sustitución de mayor preferencia entre los panelistas fue la muestra de fideos con sustitución (20%) de harina precocida de pituca (*Colocasia esculenta*). Frente a ello el resultado obtenido en el pan francés fue mucho mayor, llegando a sustituir 30% con puré de pituca blanca y obteniendo mejores aceptaciones por los panelistas.

19.7 Diagrama de flujo definitivo

EL diagrama de flujo definitivo es el que se muestra en la Figura N° A19.10:

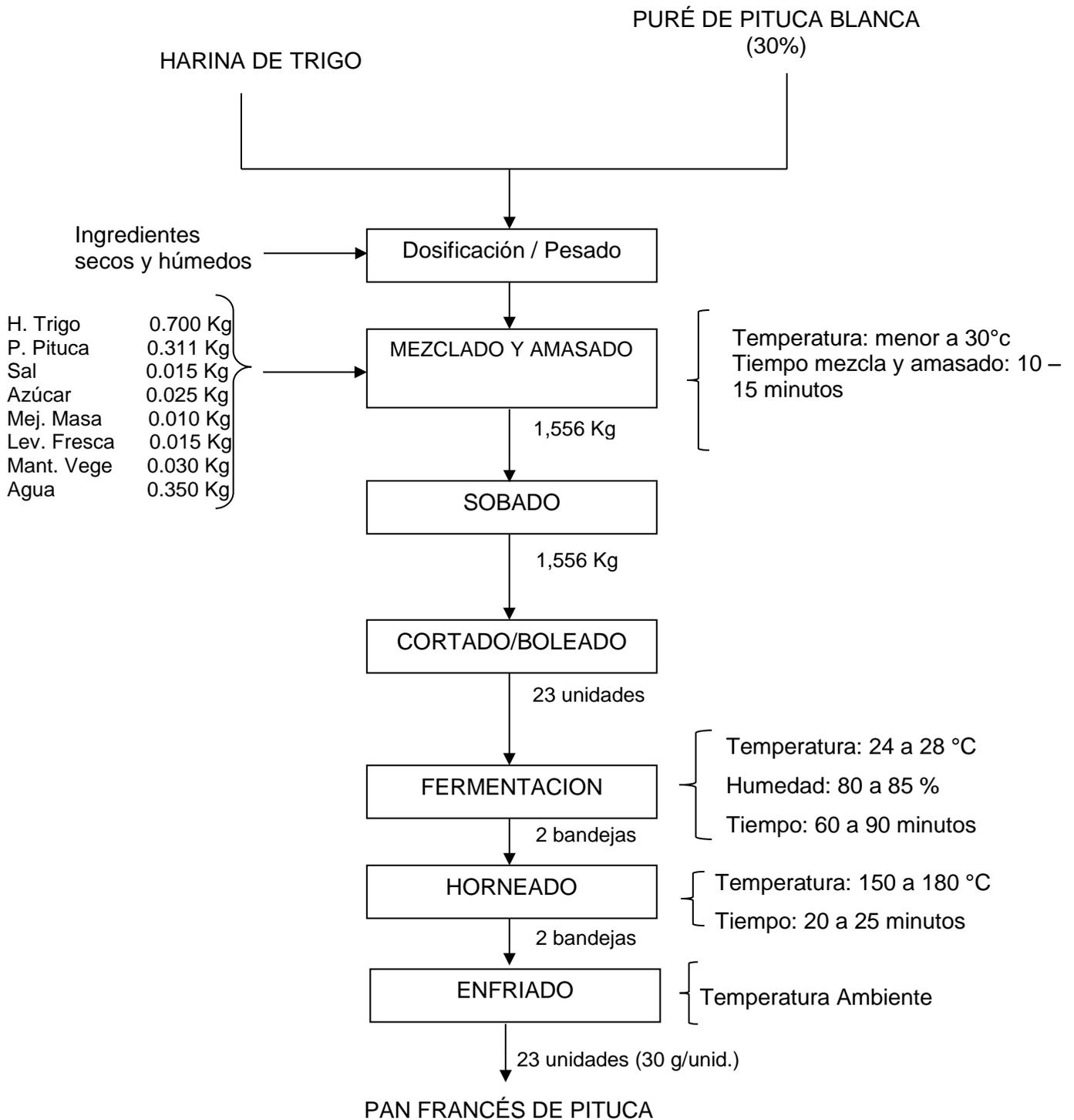


Figura N° A19.10: Diagrama de bloques Cuantitativo para el proceso de elaboración del pan francés con sustitución de puré de pituca blanca.

Fuente: Elaboración propia.

19.8 Análisis del producto final.

Una vez obtenido el pan francés con la mejor aceptación, se le practicó el análisis fisicoquímico; como también al pan francés tradicional (sin ningún tipo de sustitución) con 100% de harina de trigo, para su comparación y respectiva discusión. A continuación se detallan dichos análisis:

19.8.1 Análisis fisicoquímico del producto final.

El análisis Fisicoquímico se realizó a dos tipos de pan francés, al pan francés seleccionado como óptimo “T4” y al pan francés tradicional “testigo” (sin ningún tipo de sustitución) con 100% de harina de trigo, de esta manera se verifico la diferencia que existe entre estos panes y también se consideró para la diferenciación al pan francés obtenido con sustitución de 10% de harina de pituca blanca, lo cual se muestran en la siguiente tabla A19.23.

Tabla N° A19.23: Composición fisicoquímica del pan francés con (30%) de puré de pituca blanca Vs 100% de harina de trigo y 10% de sustitución con harina de pituca blanca.

MUESTRA COMPOSICIÓN	Pan francés tradicional (sin sustitución)	Pan francés Con harina de pituca (10% de sustitución)	Pan francés con puré de pituca (30% de sustitución)
Calorías (Kcal)	330,85	331,02	307,7
Humedad (%)	20,50	20,05	24,8
Proteína (%) N x 6.25	8,60	9,32	11,37
Grasa (%)	3,73	3,70	2,5
Carbohidratos (%)	65,72	65,11	59,93
Fibra (%)	0,6	0,63	0,56
Ceniza (%)	1,45	1,82	1,5

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla **A19.23**, se observa los resultados del análisis fisicoquímico de los tres tipos de pan francés uno con formulación tradicional (ULTRAMIX receta de cocina peruana y del mundo), otra con harina de pituca blanca (10% de sustitución) y una tercera el pan francés con puré de pituca blanca (30% de sustitución “T4”), tomada para someterla a una comparación nutricional con los panes franceses anteriores; donde se puede observar, el pan francés con puré de pituca blanca supera a los demás en cuanto respecta al contenido de proteína y humedad, en tanto el pan francés con 10% de sustitución con harina de pituca blanca contiene mayor porcentaje de calorías, carbohidratos y ceniza.

Delgado (1990: 20), reemplazó la harina de trigo por harina de cebada hasta un 20%; aunque no se obtuvo alto nivel proteico (9%), pero si mejoró el contenido de minerales. Otro estudio, realizado por Escobedo (1995), utilizó la harina pre cocida de papa en panificación con un 16% de sustitución obteniendo un 8,5 % de proteínas, mientras que Cárdenas (1991: 50) llegó a sustituir hasta el 30% en el producto final de camote rallado crudo con cáscara en la elaboración del pan, mejorando el nivel proteico (15%) y aceptabilidad general. Frente a ello después del camote se podría decir que se obtuvo 11,37% de proteína con una sustitución de puré de pituca blanca de 30%.