

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO

FACULTAD DE INGENIERÍA PESQUERA Y DE ALIMENTOS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA PESQUERA



**ELABORACIÓN DE GALLETAS A BASE DE PULPA
DE POTA “*Dosidicus gigas*” Y DOS TIPOS DE
HARINA**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO PESQUERO**

ENRIQUE HECTOR BENITO ESPINOZA

Callao, abril del 2019

PERÚ



.....

Mg. Walter Alvites Ruesta
Asesor



.....

Ing. Ramiro Guevara Pérez
Co-asesor



.....

Enrique Hector Benito Espinoza
Tesista



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO
PROFESIONAL DE INGENIERO PESQUERO

A los veintinueve días del mes de abril del dos mil diecinueve, siendo las 14:00 horas se reunió el JURADO DE EXPOSICIÓN, de la Facultad de Ingeniería Pesquera y de Alimentos, conformado por los siguientes docentes de la Universidad Nacional del Callao:

Mg. ARNULFO ANTONIO MARILUZ FERNÁNDEZ :PRESIDENTE

Mg. DOMINGO JAVIER NIETO FREIRE :SECRETARIO


Ing. CARLOS HUMBERTO PONTE ESCUDERO :VOCAL

Con el fin de dar a la exposición a cargo del Bachiller en Ingeniería Pesquera **ENRIQUE HECTOR BENITO ESPINOZA**, quien ha cumplido con los requisitos para optar el Título Profesional de Ingeniero Pesquero, al sustentar la tesis titulada: "**ELABORACIÓN DE GALLETAS A BASE DE PULPA DE POTA "Dosidicus gigas" Y DOS TIPOS DE HARINA**".

Con el quórum reglamentario de ley y de conformidad con lo establecido por el Reglamento de grados y Títulos vigente, se dio inicio a la exposición. Luego de las preguntas formuladas y efectuadas las deliberaciones propias del Jurado examinador, llegaron al siguiente acuerdo:

Por **UNANIMIDAD** con el calificativo de **MUY BUENO** al Expositor Bachiller **ENRIQUE HECTOR BENITO ESPINOZA**.

Siendo las 15:15 horas del día veintinueve del mes de abril del dos mil diecinueve.


.....
Mg. Arnulfo Antonio Mariluz Fernández
Presidente


.....
Mg. Domingo Javier Nieto Freire


.....
Ing. Carlos Humberto Ponte Escudero

DEDICATORIA

A mis padres, la señora Tormenta Clorinda Espinoza Villegas y el señor Eugenio Pablo Benito Villegas que en medio de la necesidad me enseñaron a buscar una sonrisa, entre las carencias me enseñaron a levantarme y luchar por un futuro mejor.

A dios, por darme una familia unidad y colocar a las personas indicadas en mi camino.

AGRADECIMIENTO

Deseo manifestar mi profundo agradecimiento a mi asesor principal, el Mg. Walter Alvites Ruesta, Decano de la Facultad de Ingeniería Pesquera y de Alimentos, por el apoyo, la orientación y la paciencia brindada para la conclusión de la tesis.

A mi coasesor, el Ing. Ramiro Guevara Pérez, Director del Centro de Producción Pesquera y Prestación de Servicios, por la participación activa en la etapa experimental y la conceptualización de la realización de la tesis.

A la Ing. Carmen Mabel Luna Chavez, Directora del Instituto de Investigación de Especialización en Agroindustrias de la Universidad Nacional del Callao, por brindarme las facilidades de la utilización del módulo de panadería.

Además, agradecer a Tonny Erick Dominguez Jaramillo y a Odalis Gloria Pichihua Palomino, por su apoyo, su perseverancia, su amistad y su entrega desinteresada para el desarrollo de esta tesis.

ÍNDICE

I.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	19
	1.1 Determinación del problema	19
	1.2 Formulación del problema	20
	1.3 Objetivos de investigación	20
	1.3.1 Objetivo general	20
	1.3.2 Objetivos específicos	20
	1.4 Justificación	21
	1.4.1 Legal	21
	1.4.2 Teórica	21
	1.5 Importancia	22
II.	MARCO TEÓRICO	23
	2.1 Antecedentes del estudio	23
	2.2 Marco teórico	27
	2.2.1 Estudio del recurso	27
	2.2.2 Taxonomía	28
	2.2.3 Características morfológicas	29
	2.2.4 Características sensoriales	32
	2.2.5 Composición fisicoquímica	32
	2.2.6 Proteínas musculares	35
	2.2.7 Propiedades funcionales de las proteínas miofibrilares	42
	2.2.8 Valor nutricional	51
	2.2.9 Partes comestibles del calamar gigante	52
	2.2.10 Aspectos generales del trigo	54
	2.2.11 Composición química del trigo	55
	2.2.12 Propiedades funcionales de las proteínas del trigo	57
	2.2.13 Aspectos generales de la harina de trigo	64
	2.2.14 Índices panaderos de la harina de trigo	66

2.2.15 Aspectos generales del salvado de trigo	69
2.2.16 Composición química del salvado de trigo	69
2.2.17 Obtención del salvado de trigo	70
2.2.18 Aspectos generales del germen de trigo	71
2.2.19 Composición química del germinado de trigo	71
2.2.20 Cambios químicos por efecto del malteo	72
2.2.21 Aspectos generales de las galletas	73
2.2.22 Tipos de galletas	73
2.2.23 Requisitos generales de las galletas	74
2.2.24 Función de los ingredientes en la elaboración de galletas	75
2.2.25 Etapas del proceso para la elaboración de galletas	79
2.3 Definición de términos	84
III. VARIABLES E HIPÓTESIS	86
3.1 Variables de la investigación	86
3.1.1 Variable Independiente	86
3.1.2 Variable Dependiente	86
3.1.3 Diagrama Factorial 4x3x3	86
3.2 Operacionalización de variables	87
3.2.1 Variable independiente	87
3.2.2 Variable dependiente	88
3.3 Hipótesis general	88
IV. METODOLOGÍA	89
4.1 Tipo de investigación	89
4.2 Diseño de la investigación	89
4.2.1 Materiales	90
4.2.2 Métodos	93
4.3 Población y muestra	142
4.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	143

4.5 Plan de análisis estadísticos de datos	145
V. RESULTADOS	146
5.1 Resultados de las pruebas experimentales	146
5.1.1 Resultado de la prueba experimental N°1	146
5.1.2 Resultado de la prueba experimental N°2	147
5.1.3 Resultado de la prueba experimental N°3	148
5.1.4 Resultado de la prueba experimental N°4	149
5.1.5 Resultado de la prueba experimental N°5	150
5.2 Resultados de los análisis químico proximal	152
5.3 Resultados de los análisis microbiológicos	156
5.4 Resultados de las pruebas de aceptabilidad	157
5.5 Resultados de los análisis estadísticos	162
VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	168
6.1 Contrastación de hipótesis con los resultados	168
6.2 Contrastación de resultados con otros autores	169
VII. CONCLUSIONES	171
VIII. RECOMENDACIONES	173
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	174
ANEXOS	
Anexo N°1 Matriz de consistencia	187
Anexo N°2 Método de índice de calidad para pota almacenada en hielo	188
Anexo N°3 Resultados de la evaluación sensorial de la pota	189
Anexo N°4 Pesos y tallas promedios de la materia prima	189
Anexo N°5 Número de galletas producidas en todas las pruebas experimentales	190
Anexo N°6 Resultado del análisis proteico de la pasta de pota	191
Anexo N°7 Resultados de los análisis fisicoquímicos	192

Anexo N°8 Resultados de los análisis microbiológicos	193
Anexo N°9 Cantidad de ingredientes por galleta (10 g)	195
Anexo N°10 Aporte proteico de ingredientes por galleta (10 g)	196
Anexo N°11 Resultados de la frecuencia de la calificación para las 5 pruebas de aceptabilidad	197
Anexo N°12 Resultados de los análisis estadísticos descriptivos de las 4 formulaciones	205
Anexo N°13 Resultados de los análisis estadísticos de las formulaciones III y III ^I	210
Anexo N°14 Resultados de la frecuencia de calificación para las características de la formulación III	213
Anexo N°15 Resultados de los análisis estadísticos descriptivos de las características de la formulación III	220
Anexo N°16 Costo de la galleta a base de pulpa de papa y dos tipos de harina	225
Anexo N°17 Fotografías de las pruebas experimentales y degustaciones	226

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N°1 Composición fisicoquímica del manto de pota	51
Tabla N°2 Composición química porcentual en base húmeda del grano de trigo	55
Tabla N°3 Composición química de las partes del grano de trigo	56
Tabla N°4 Composición química de harina de trigo en grados de extracción comercial	65
Tabla N°5 Rango de contenido de maltosa (mg)	67
Tabla N°6 Rangos de velocidad de la actividad enzimática	68
Tabla N°7 Composición química del endospermo, germen y salvado de trigo	70
Tabla N°8 Parámetros fisicoquímicos de las galletas	74
Tabla N°9 Criterios microbiológicos de productos de panificación, galletería y pastelería	75
Tabla N°10 Diagrama Factorial	86
Tabla N°11 Variable independiente	87
Tabla N°12 Variable dependiente	88
Tabla N°13 Formulación I	94
Tabla N°14 Etapa de pesado (Formulación I)	96
Tabla N°15 Etapa de lavado II (Formulación I)	96
Tabla N°16 Etapa de cuterizado (Formulación I)	97
Tabla N°17 Formulación II	100
Tabla N°18 Etapa de pesado (formulación II)	102
Tabla N°19 Etapa de lavado II (formulación II)	102
Tabla N°20 Etapa de cuterizado (formulación II)	103
Tabla N°21 Formulación III	106
Tabla N°22 Etapa de pesado (formulación III)	108

Tabla N°23 Etapa de lavado II (formulación III)	108
Tabla N°24 Etapa de cuterizado (formulación II)	109
Tabla N°25 Formulación IV	112
Tabla N°26 Etapa de pesado (formulación IV)	114
Tabla N°27 Etapa de lavado II (formulación IV)	114
Tabla N°28 Etapa de cuterizado (formulación IV)	115
Tabla N°29 Formulación III'	118
Tabla N°30 Etapa de pesado (formulación III')	120
Tabla N°31 Etapa de lavado II (formulación III')	120
Tabla N°32 Etapa de cuterizado (formulación III')	121
Tabla N°33 Niveles de escala de aceptabilidad	125
Tabla N°34 Tamaño de la muestra	137
Tabla N°35 Resumen de las pruebas experimentales efectuadas	141
Tabla N°36 Formulación que presenta el mayor nivel de aceptabilidad	146
Tabla N°37 Contenido proteico de la pasta de pota	147
Tabla N°38 Composición química proximal de las galletas a base de pulpa de pota y dos tipos de harina	147
Tabla N°39 Porcentajes de valores diarios (%VD) en base a una dieta de 2000 Kcal	148
Tabla N°40 Valores de fuerza máxima y tiempo alcanzado en el ensayo de máxima penetración	150
Tabla N°41 Resultados de los análisis microbiológicos	151
Tabla N°42 Resultados de las cinco pruebas de aceptabilidad	152
Tabla N°43 Resultados de las características que presenta las galletas de la formulación III	155
Tabla N°44 Análisis de varianzas de las formulaciones: I, II, III y IV	158

Tabla N°45 Subconjuntos homogéneos: HSD TUKEY (formulaciones: I, II, III y IV)	159
Tabla N°46 Análisis de varianzas de la formulación III y III ^I	161
Tabla N°47 Prueba de homogeneidad de Varianzas de la formulación III y III ^I	161
Tabla N°48 Matriz de consistencia	182
Tabla N°49 Método de índice de calidad para pota almacenada en hielo	183
Tabla N°50 Resultado sensorial de la pota	184
Tabla N°51 Pesos y tallas de la materia prima	184
Tabla N°52 Número de galletas producidas en todas las pruebas experimentales	189
Tabla N°53 Cantidad de pasta de pota por galleta (10 g)	148
Tabla N°54 Cantidad de harina de germen de trigo por galleta (10 g)	148
Tabla N°55 Cantidad de harina de salvado de trigo por galleta (10 g)	489
Tabla N°56 Cantidad de harina blanca por galleta (10 g)	489
Tabla N°57 Cantidad de ingredientes complementarios por galleta (10 g)	456
Tabla N°58 Cantidad de proteínas por pieza de masa cruda	789
Tabla N°59 Cantidad de proteínas por galleta	894
Tabla N°60 Variación de la cantidad de proteínas por galleta durante el horneado	457
Tabla N°61 Tabla de frecuencia de la formulación I	194
Tabla N°62 Tabla de frecuencia de la formulación II	194
Tabla N°63 Tabla de frecuencia de la formulación III	195
Tabla N°64 Tabla de frecuencia de la formulación IV	195
Tabla N°65 Tabla de frecuencia de la formulación III ^I	196
Tabla N°66 Análisis descriptivo estadístico de las formulaciones: I, II, III y IV	202

Tabla N°67 Evaluación de las medias de las formulaciones: I, II, III y IV	203
Tabla N°68 Prueba de homogeneidad de varianzas de las formulaciones: I, II, III y IV	204
Tabla N°69 Pruebas sólidas de Igualdad de medias de las formulaciones: I, II, III y IV	204
Tabla N°70 Comparaciones múltiples: HSD TUKEY (formulaciones: I, II, III y IV)	205
Tabla N°71 Análisis descriptivo estadístico de la formulación III y III ^I	207
Tabla N°72 Evaluación de las medias de la formulación III y III ^I	208
Tabla N°73 Pruebas sólidas de Igualdad de medias de la formulación III y III ^I	209
Tabla N°74 Tabla de frecuencia del color (formulación III)	210
Tabla N°75 Tabla de frecuencia del olor (formulación III)	210
Tabla N°76 Tabla de frecuencia del sabor (formulación III)	210
Tabla N°77 Tabla de frecuencia de la textura (formulación III)	211
Tabla N°78 Tabla de frecuencia de la apariencia general (formulación III)	211
Tabla N°79 Análisis descriptivo estadístico de las características de la formulación III	217
Tabla N°80 Evaluación de las medias de las características de la formulación III	218
Tabla N°81 Prueba de homogeneidad de varianzas de las características de la formulación III	219
Tabla N°82 Análisis de varianzas de las características de la formulación III	219
Tabla N°83 Pruebas sólidas de Igualdad de medias de las características de la formulación III	219
Tabla N°84 Comparaciones múltiples: HSD TUKEY (características)	220
Tabla N°85 Subconjuntos homogéneos: HSD TUKEY (características)	222
Tabla N°86 Costos de la galleta	225

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica N°1 Curvas de textura de las galletas elaboradas en base a las formulaciones: I, II, III, IV	149
Gráfica N°2 Gráfica de medias de las formulaciones: I, II, III, IV	154
Gráfica N°3 Gráfica de las medias de las características (formulación III)	156
Gráfica N°4 Gráfica de frecuencias de la formulación I	197
Gráfica N°5 Gráfica de frecuencias de la formulación II	198
Gráfica N°6 Gráfica de frecuencias de la formulación III	199
Gráfica N°7 Gráfica de frecuencias de la formulación IV	200
Gráfica N°8 Gráfica de frecuencias de la formulación III'	201
Gráfica N°9 Diagrama de las cajas de las formulaciones: I, II, III, IV	206
Gráfica N°10 Gráfica de frecuencias del color (formulación III)	212
Gráfica N°11 Gráfica de frecuencias del olor (formulación III)	213
Gráfica N°12 Gráfica de frecuencias del sabor (formulación III)	214
Gráfica N°13 Gráfica de frecuencias de la textura (formulación III)	215
Gráfica N°14 Gráfica de frecuencias de la A.G.(formulación III)	216

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N°1 Estructura del manto: Túnica y fibra muscular	31
Figura N°2 Interacción de la cabeza globular (miosina) y el filamento de actina	37
Figura N°3 Porciones comestibles del calamar gigante	53
Figura N°4 Corte transversal del manto de calamar gigante	54
Figura N°5 Representación esquemática de gliadinas y glutelinas de trigo y red viscoelástica presente en la masa de panificación	58
Figura N°6 Esquema de las partes que constituyen el grano de trigo	69
Figura N°7 Ficha de Escala Hedónica	127
Figura N°8 Recepción de materia prima	223
Figura N°9 Lavado	223
Figura N°10 Pesado	224
Figura N°11 Pelado y lavado	224
Figura N°12 Cortado	225
Figura N°13 Lavado I	225
Figura N°14 Pesado	226
Figura N°15 Lavado II	226
Figura N°16 Cuterizado	227
Figura N°17 Pesado	227
Figura N°18 Almacenado	228
Figura N°19 Medición de la temperatura del cooler con contenido de P.P	228
Figura N°20 Pesado de ingredientes según la formulación	229
Figura N°21 Batido I	229
Figura N°22 Batido II	230

Figura N°23 Mezclado	230
Figura N°24 Laminado	231
Figura N°25 Cortado	231
Figura N°26 Horneado	232
Figura N°27 Enfriado	232
Figura N°28 Embolsado	233
Figura N°29 Encajado	233
Figura N°30 Degustación N°1	234
Figura N°31 Degustación N°2	234
Figura N°32 Degustación N°3	235
Figura N°33 Degustación N°4	235

RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo la elaboración de galletas a base de la pulpa de papa y dos tipos de harina. Se utilizó la pasta de papa, la harina de germen de trigo, la harina de salvado de trigo y demás ingredientes a diferentes porcentajes, con la finalidad de encontrar una formulación de mayor nivel de aceptabilidad y calidad.

La elaboración del producto se efectuó en el Laboratorio de Procesos Pesqueros (Chucuito-Callao) y en el Módulo de panadería del Instituto de Investigación de Especialización en Agroindustria de la Universidad Nacional del Callao. Para elaborar las galletas se utilizó en total 960 g de pasta de papa, 2220 g de harina de germen de trigo, 1320 g de harina de salvado de trigo y otros ingredientes. Las piezas de masa fueron sometidas a una temperatura de 140°C por un tiempo de 15 min. El estudio consistió en la evaluación de 4 formulaciones (I, II, III y IV), las cuales se fueron eliminando según los puntajes obtenidos por los 15 panelistas entrenados. Estas fueron sometidas a pruebas de aceptabilidad, siendo la muestra basada en la formulación III, la que mejor resultado mostró. Una porción de una galleta (10 g), en base a dicha formulación presentó 1,93 g (19,32%) de grasa, 5,58 g (55,84%) de carbohidratos, 1,57 g (15,73%) de proteínas, 0,07 g (0,76%) de fibra cruda, 0,30 g (3,04%) de cenizas, 5,31% de humedad y una fuerza de penetración de 45,97 N, la carga microbiana se reportó por debajo del límite establecido por la NTP 206.001:2016 Panadería, Pastelería y Galletería, Galletas-Requisitos, cubre el 3,14% del requerimiento proteico diario y brinda 46,32 Kcal de energía (en base a una dieta diaria de 2000 Kcal recomendada por la Guía y Regulación de Alimentos del FDA).

Las pruebas de aceptabilidad realizadas al producto final, fueron corroboradas mediante el desarrollo de las pruebas de comparaciones múltiples (Tukey), para la evaluación de los puntajes de las muestras obtenidas en base a las 4 formulaciones.

ABSTRACT

The objective of this study was to make cookies based on pulp from pots and types of flour. It consists of pota squash, wheat germ flour, wheat bran flour and ingredients at different percentages, in order to find a better response.

The elaboration of the product was carried out in the Fisheries Processes Laboratory (Chucuito-Callao) and in the Bakery Module of the Research Institute of Specialization in Agribusiness of the National University of Callao. To make cookies, a total of 960 g of pota paste, 2220 g of wheat germ flour, 1320 g of wheat bran flour and other ingredients have been included. The dough pieces were subjected to a temperature of 140 ° C for a time of 15 min. The study consisted in the evaluation of 4 formulations (I, II, III and IV), which were eliminated according to the scores of the 15 trained panelists. These were the tests of acceptability, being the sample based on the wording III, which better result. A portion of a cookie (10 g), based on said word, presented 1.93 g (19.32%) of fat, 5.58 g (55.84%) of carbohydrates, 1.57 g (15, 73% protein, 0.07 g (0.76%) raw fiber, 0.30 g (3.04%) ash, 5.31% moisture and a penetration force of 45.97 N, the Microbial load is reported below the limit established by NTP 206.001: 2016 Bakery, Pastry and Biscuit, Cookies-Requirements, covers 3.14% of the daily protein requirement and provides 46.32 Kcal of energy (based on a daily diet) of 2000 Kcal recommended by the Food Guide and Regulation of the FDA).

The acceptability tests performed on the final product were corroborated by the development of multiple comparison tests (Tukey), for the evaluation of the sample scores in the 4 formulations.

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Determinación del problema

La pota, es un recurso hidrobiológico abundante en nuestro litoral, esta contiene un gran porcentaje de proteínas de alto valor nutritivo y bajos niveles de grasas. Las características mencionadas lo convierte en un recurso hidrobiológico de gran importancia para cubrir gran parte de los requerimientos nutricionales diarios, que nuestro organismo demanda, sin embargo nuestra industria se limita generalmente a ofrecer al mercado productos congelados o refrigerados, generándose pocas alternativas atractivas para una mayor demanda.

En la actualidad, la industria galletera hace uso excesivo de compuestos químicos y azúcares para la elaboración de sus productos, siendo los niños los que generan mayor consumo de este producto. El elevado uso de estos ingredientes producen enfermedades como caries, obesidad, diabetes y cuadros de incremento del índice glucémico.

Por otro lado, la mayoría de personas están expuestas al riesgo de presentar una subnutrición, debido a que el organismo tiene una gran capacidad para adaptarse a dietas carentes de nutrientes. La subnutrición se manifiesta por la reducción de la actividad física y el consumo excesivo de productos elaborados a base de harinas refinadas, los cuales generan un desbalance nutricional siendo perjudicial para la salud humana.

(FAO,2017) menciona que el nivel proteico que presentan las galletas elaboradas a base de harinas vegetales (harina de trigo, harina de salvado de trigo, harina de germen de trigo, etc) actualmente es baja. Sin embargo las galletas son uno de los principales productos

complementarios, en el cual se pueden mejorar el aporte energético y el valor nutritivo.

Si esta situación persiste el nivel de desnutrición seguirá perenne principalmente en los infantes de nuestro país, ocasionando un bajo nivel de rendimiento académico, baja tasa de crecimiento y deficiencias notables en la calidad de vida.

Por tal motivo se elaboraron galletas a base de pulpa de pota "*Dosidicus gigas*" y dos tipos de harina, con la cual se pueden lograr mejoras en la ingesta de proteínas, azúcares, ácidos grasos y fibras, es un producto listo para el consumo, que se ingiere como una comida ligera, elaborada con ingredientes de origen animal y vegetal.

1.2 Formulación del problema

¿Con que formulación de la masa, temperatura y tiempo de horneado se obtendrán galletas a base de pulpa de pota y dos tipos de harina; de calidad y aceptabilidad?

1.3 Objetivos de la investigación

1.3.1 Objetivo general

Elaborar galletas a base de pulpa de pota y dos tipos de harina.

1.3.2 Objetivos específicos

- Determinar la formulación de la masa
- Determinar la temperatura y tiempo de horneado
- Evaluar la calidad del producto final.
- Determinar el nivel de aceptabilidad del producto final.

1.4 Justificación

1.4.1 Legal

Directiva N°011-2013-OSG; para la presentación del proyecto de tesis e informe de tesis en la titulación de estudiantes de pregrado de la Universidad Nacional del Callao (Aprobado con resolución N°759-2013-R del 21 de agosto del 2003)

Base de la Nueva Ley Universitaria N°30220

Reglamento General de la Universidad Nacional del Callao

1.4.2 Teórica

La presente tesis está justificada, en base a que los resultados obtenidos, servirán como modelo de innovación para la generación de nuevos productos en base a recursos hidrobiológicos, como es el caso de la pota, que ofrece limitadas alternativas en sus distintas presentaciones.

En la búsqueda de alternativas para la elaboración de nuevos productos que presenten valor agregado, sean rentables y satisfagan las necesidades del mercado. Se aprovechó las características físicas, químicas y funcionales de la carne de pota, de modo que se pudo realizar una pasta, con características similares a las masas que se elaboran en la panificación.

La realización del estudio generará una alternativa de reformulación en las futuras recetas de productos de panificación, teniendo originalmente como materia prima a las harinas de trigo. Sin embargo las proteínas provenientes del trigo tienen un bajo valor biológico. Por ello se hace necesario la inclusión de la pota y la manera de hacerlo fue a través de un proceso que la transforme en

un bien comercial, nutricional, de calidad y sensorialmente aceptable, como es el caso de la elaboración de las galletas a base de este recurso hidrobiológico.

1.5 Importancia

La importancia del desarrollo de la tesis, está basada en originar un sustento científico en la generación de nuevas tecnológicas, que impliquen el uso de recursos hidrobiológicos en la industria panificadora, originando así una nueva propuesta con un valor agregado a nivel nutricional para dicha industria, de igual manera otorgará variedad y alternativas para un mayor consumo de la papa y por último servirá de base para posteriores investigaciones y nuevas propuestas ligadas al tema, convirtiéndose en una nueva fuente de consulta.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes del estudio

(MORA,1985) en **Galletas enriquecidas con proteínas de pescado para la alimentación de niños en el Ecuador**, menciona que utilizó la carne de tiburón “el tinto” (*Isurus oxyrinchus*), “martillo” (*Shyrna spp*) y “azul” (*Prionace glauca*) cocida y molida como materia prima, la cocción de la carne de tiburón se realizó en un autoclave con una temperatura de 100°C y sometida a presión atmosférica. Para la elaboración de galletas enriquecidas, las formulaciones fueron desarrolladas de recetas originalmente producidas a nivel de laboratorio. Siendo adaptadas a los parámetros específicos de la maquinaria utilizada, con la finalidad de que la masa conserve sus propiedades reológicas. Alcanzando así galletas enriquecidas, con un alto nivel de proteínas, un bajo contenido de grasas, el cual le otorga un débil olor a pescado y un lento proceso de oxidación.

(DE LAS CASAS,1991) en el **Estudio técnico de elaboración de galletas utilizando marine beef**, manifiesta que utilizó una harina de pescado ya elaborada como es el Marine Beef a base de sardina, esta contiene aminoácidos de alto valor nutricional, como es el caso de la Lisina y también una capacidad de rehidratación, el cual en estado húmedo presenta un rendimiento de hasta 5 veces su peso original, otorgándole una textura similar a la carne molida de res, está en estado seco no presenta olor ni sabor a pescado, logrando sustituir hasta en un 30% de harina de trigo preparada con una temperatura de horneado de 150°C, por el Marine Beef rehidratado, obteniendo una galleta de mayor valor biológico y sin ninguna variación significativa en el aspecto físico-organoléptico.

(JIMÉNEZ,2000) en la **Evaluación nutricional de galletas enriquecidas con diferentes niveles de harina de pescado**, señala que utilizó harina de pescado, presentando una combinación granular con fibras musculares de pescado, para la elaboración de las galletas enriquecidas. En relación con las pruebas experimentales, se observó los niveles de inclusión de harina de pescado de 3% y 5%, respectivamente, en el proceso de elaboración se trabajó con una temperatura de horneado de 205°C por un lapso de tiempo de ocho minutos. Obteniendo galletas enriquecidas con valores similares de Razón Proteínica Neta (RPN), entre los tratamientos y la prueba control, la cual tenía como única fuente de proteína de origen animal, a la leche entera deshidratada, de igual forma se obtuvo que las galletas enriquecidas con 3% de harina de pescado en su formulación, presentó resultados similares en sabor y textura con respecto a la prueba control.

(GEWERC,2006) en el **Desarrollo de una galleta tipo snack, en base a algas comestibles, con enfoque al mercado asiático**, estipula que utilizó harina de huiro (*Macrosystis pyrifera*) como materia prima, la cual es un alga parda comestible. Dicha alga destaca por su alto valor nutritivo y su escaso contenido en grasas. Con relación a las pruebas experimentales, se observó que el porcentaje idóneo de la harina de huiro (*Macrosystis pyrifera*), para la formulación de la galleta fue de un 16%, cabe resaltar que el proceso de horneado fue realizado en una estufa de calor envolvente y se utilizaron rejillas metálicas para la colocación de las galletas, teniendo así una cocción más uniforme, siendo sometida a una temperatura de 170°C por un tiempo de 15 minutos. Obteniendo galletas tipo snack, de calidad con un tiempo de vida útil de 12 semanas a una temperatura de almacenamiento de 20°C.

(LÓPEZ,2007) en la **Elaboración de galletas de trigo fortificadas con harina, aislado y concentrado de *Lupinus mutabilis***, indica que utilizó el tarwi (*Lupinus mutabilis*) como materia prima, debido a que presenta un alto contenido proteico, mejora las propiedades de extensibilidad, adhesividad y dureza, pero a la vez es poco usado por la presencia de alcaloides que le otorga un sabor amargo. En el proceso de elaboración de las galletas de trigo fortificadas, se realizó un lavado previo con agua a los granos de tarwi (*Lupinus mutabilis*), con la finalidad de eliminar los alcaloides que le otorgaban ese sabor amargo, posteriormente se hornearon las galletas durante 15 minutos con una temperatura de 175°C – 180°C. Posteriormente las galletas fortificadas con harina de *Lupinus mutabilis*, concentrado proteico de *Lupinus mutabilis*, y aislado proteico de *Lupinus mutabilis* presentaron altos contenidos proteicos en comparación con la harina de trigo, una correlación positiva entre la textura y extensibilidad, determinando así las propiedades reológicas que presentan dicho producto.

(DELGADO, 2013) en la **Elaboración de galletas enriquecidas con barrilete negro “*Euthynnus lineatus*”: Caracterización química, instrumental y sensorial**, manifiesta que empleó como materia prima, carne de barrilete negro, como alternativa a las escasas investigaciones que se realizaron con dicho túnido, debido a las características sensoriales poco atractivas, como es el caso de su coloración roja (alto contenido de hierro), olor y aromas fuertes. Con respecto al proceso de elaboración de las galletas, la masa fue sometida a una temperatura de horneado de 180°C por un tiempo de 30 minutos. Se obtuvieron galletas enriquecidas con un valor promedio de proteínas de 13,94 g/100 g y un contenido de lípidos de 16,34 g/100 g. Los atributos sensoriales generados por el panel fueron: color café, duro en la boca, duro al tacto, dulce, olor y aroma a pescado. La evaluación sensorial fue realizada por

seis jueces, esta evaluación generó 42 atributos sensoriales para las galletas.

(RODRIGUEZ, 2014) en el **Efecto de la sustitución de harina de trigo por una proporción de la mezcla harina de cáscara de papa: harina de papa “*Solanum tuberosum pps*” sobre el color, textura, fibra y aceptabilidad general en galletas dulces**, expone que utilizó una mezcla de harina de cáscara de papa y harina de papa (*Solanum tuberosum*) como materia prima, debido a que la papa es una fuente de proteínas de alto valor biológico, las cuales son altamente solubles y disponibles para su posterior asimilación con la levadura. Con respecto al proceso de elaboración de las galletas dulces, se realizó un tratamiento de secado por separado. La cáscara de papa fue expuesta a una temperatura de 40°C por un día y la pulpa de papa a una temperatura de 40°C por dos días, mediante el uso de un secador eléctrico, posteriormente se hornearon las galletas durante 10 minutos con una temperatura de 120°C. Se obtuvieron galletas dulces, con un porcentaje de sustitución de harina de trigo de 25%, presentando una proporción de harina de cáscara de papa y harina de papa de 30:70 respectivamente, consiguiendo una galleta dulce con una coloración marrón atrayente, dureza media y aceptabilidad general.

2.2 Marco teórico

2.2.1 Estudio del recurso

El calamar gigante está clasificado dentro del grupo de los moluscos, el cual cuenta con una diversidad morfológica bastante amplia, ya que está conformado por animales que viven en los bentos (sustrato) como los caracoles, almejas y también los organismos que viven en el necton (columna de agua) como los calamares (BOYLE Y RODHOUSE,2005)

Se localizan en diferentes ambientes, desde fuentes hidrotermales hasta zonas someras y desde latitudes polares hasta el Ecuador. También son depredadores carnívoros, cazan en la columna de agua y en el sustrato; en particular los calamares los han denominado como las criaturas más voraces del océano (BARNES *et al*,2001).

La pesca del calamar gigante, se realiza en los países como México, Perú y Chile, que en su mayoría exportan el producto hacia países asiáticos y una mínima parte se queda en sus respectivos territorios (BLASKOVIC *et al*,2008)

(IMARPE,2018) manifiesta que la captura total del calamar gigante refleja dos periodos de alta abundancia, de1991 a 1995 y de 1999 a 2014, con una captura máxima de 559 mil toneladas en el 2008. En el primer periodo, la flota industrial registró el 83,1% de la captura total, mientras que en el segundo periodo solo fue del 14,4%. Entre 1991 y 1995 trabajaron de 31 a 77 barcos/mes y entre 1999 y 2011 de 5 a 48 barcos/mes. Los mayores valores de la captura por unidad de esfuerzo (CPUE) corresponden a otoño-invierno, salvo en el año 2001 cuando los valores fueron mayores en verano. La

flota industrial calamarera operó entre las 20 y 200 millas de la costa en el periodo de 1991-2010 y de 80 a 200 millas a partir de diciembre del 2010. De acuerdo a la distribución del recurso, la flota se desplazó a lo largo de la costa peruana, llegando eventualmente a pescar en aguas adyacentes. Las mayores concentraciones de pota se ubicaron desde la frontera norte.

(PRODUCE,2018) estableció que la cuota de captura para el recurso calamar gigante o pota "*Dosidicus gigas*" en el año 2018 fuera de 609,000 toneladas, comprendida dentro de los niveles sostenibles de bajo riesgo, conforme a la evaluación de factores biológicos, pesqueros y/o ambientales.

2.2.2 Taxonomía

Reino: Animalia

Phylum: Mollusca

Clase: Cephalopoda

Subclase: Coleoidea

Orden: Teuthida

Suborden: Oegopsida

Familia: Ommastrephidae

Subfamilia: Ommastrephinae

Género: *Dosidicus*

Especie: *Dosidicus gigas* (D' Orbigny, 1835)

Nombres comunes:

Calamar gigante (México, Perú)

Jibia (Chile, Perú)

Pota (Perú)

Calamar Rojo (Chile)

2.2.3 Características morfológicas

La pota posee una cabeza relativamente grande al igual que su cerebro. En esta sección se encuentran 8 tentáculos cortos y 2 de mayor longitud con los que atrapan a sus presas y las aproxima a los otros tentáculos y a su boca, la cual presenta un par de dientes que se asemejan al pico de un perico. Su cuerpo es esférico con dos aletas laterales ubicadas en el extremo terminal del manto, empleadas para la dirección en su desplazamiento. El manto representa la mayor parte del organismo y su función es proporcionar protección a la cavidad interna en la cual se alojan las vísceras, el sistema locomotor (sifón) y el sistema nervioso central (MAZA,2001).

El tejido muscular en el manto, aleta y tentáculos están conformados por fibras ordenadas de manera circular y radial una encima de la otra, envueltas por tejido conectivo que aportan firmeza y elasticidad (MAZA,2001).

Entre las proteínas constituyentes del músculo de pota, las proteínas miofibrilares se encuentran entre un 75 – 85%, las cuales son bastantes solubles en soluciones de alta fuerza iónica. Otras proteínas importantes son las sarcoplásmicas que se encuentran entre un 10 – 15% y que a diferencia de las miofibrilares presentan una alta solubilidad en soluciones acuosas de baja fuerza iónica. Sin embargo, el contenido proteico está ligado a las variaciones estacionales y a las propias diferencias entre hembras y machos. Así también debemos recordar que la pota presenta alta actividad proteolítica (SOLARI,2012).

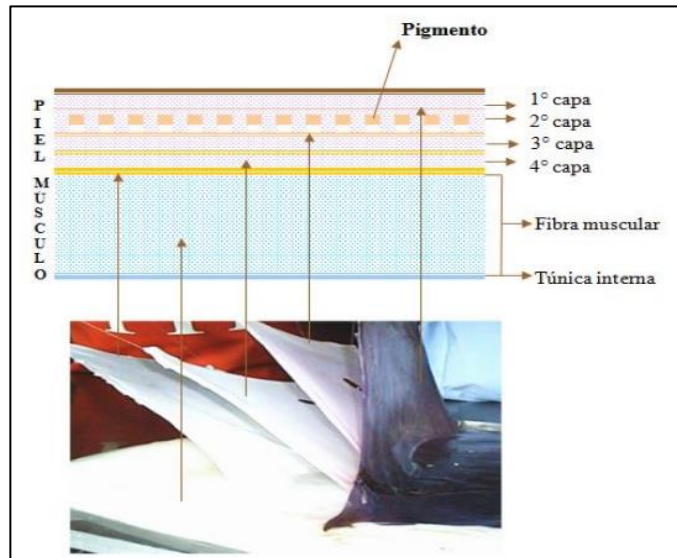
El tejido conectivo de la pota está formado por aproximadamente 14% de paramiosina y colágeno. La distribución de esta última proteína en el cuerpo de la pota no es la misma, sino que varía de acuerdo a la función que cumple en la región anatómica, proporcionando elasticidad, elongación y capacidad de encogimiento (SOLARI,2012).

La piel que cubre el músculo del manto de la pota está conformada por 4 capas Las dos primeras capas del lado externo contienen entre ellas los pigmentos celulares (cromatóforos), los cuales contienen melamina, presentando una coloración rojo oscuro o algunas veces color café. Por su constitución, las primeras dos capas deben removerse del músculo en la operación del pelado usual antes de su almacenamiento para evitar el rompimiento de los cromatóforos y el manchado de color rosado de la carne(véase figura N°1) (MAZA,2005).

(OTWELL,1979) mencionan que si la materia prima es almacenada en hielo y con piel, después de varios días las membranas de las células pigmentadas se destruyen, debido a procesos autolíticos, causando un enrojecimiento de la carne. Los cambios post-mortem en el color de los pigmentos y el manejo inadecuado de la temperatura pueden causar un severo oscurecimiento de la piel.

La tercera y cuarta capa están compuestas por tejido conectivo en forma de filamentos delgados. Estas deben ser separadas del músculo antes de la cocción debido a que sufren un excesivo encogimiento de las fibras de colágeno por la temperatura, principalmente en la cuarta capa (MAZA,2005).

FIGURA N°1
ESTRUCTURA DEL MANTO: TÚNICA Y FIBRA MUSCULAR



Fuente: Maza, 2005

La túnica visceral o túnica interna es la parte del manto más sensible al calor. Un incremento de temperatura sobre la fibra muscular causa la coagulación de las proteínas sarcoplásmicas, la desintegración del sarcoplasma y el encogimiento de las fibras musculares (KUGINO,1994)

El conocimiento de las características morfológicas es de gran importancia, debido a que se trabajó con una parte específica del recurso pota, el manto, dicha parte es muy sensible a cualquier cambio fisicoquímico u organoléptico, por ello se debe conocer sus características para evitar cualquier alteración en su composición, siendo esta la mayor parte de su organismo. (KUGINO, 1994)

2.2.4 Características sensoriales

Muchos estudios afirman que los aminoácidos como la glicina, alanina, arginina y prolina están relacionados al sabor de la pota (KONOSU,1979).

(ROSAS *et al*,2010) manifiesta que el contenido total de aminoácidos encontrados en el músculo de la pota cocida y del efluente producido fue de 190,15 y 55,3 + 49 mg/100ml. Según el autor en mención, los aminoácidos relacionados al sabor son: serina, glicina, arginina, alanina, leucina y lisina, los cuales se encuentran presentes en el músculo como en el efluente y representan aproximadamente el 60% del contenido total de aminoácidos presentes y de los cuales el 20,5% corresponde a la glicina y alanina que son las que imparten el sabor dulce.

La arginina ha sido relacionada con el sabor amargo que presenta la pota. Este aminoácido aumenta en 3,5% cuando el músculo sin previo lavado con salmuera, sufre algún tipo de cocción (ROSAS *et al*,2010).

2.2.5 Composición fisicoquímica

La composición fisicoquímica del manto y tentáculos de la pota es similar a la que presentan los peces magros. La carne contiene 75 – 84 % de agua, 13 – 22 % de proteína cruda, 0,1 – 2,7 % de lípidos y 0,9 – 1,9 % de minerales, así como los compuestos nitrogenados no proteicos que representan alrededor del 37% de total de compuestos nitrogenados incluida la proteína. Esta fracción está compuesta principalmente de óxido de trimetilamina (OTMA), 300 – 1300

mg/ 100 g, otras aminas, aminoácidos libres y sobre todo octopina en concentraciones de 450 – 1110 mg/ 100 g, además de glicina, alanina, betaínas y nucleótidos. (SIKORSKI,1986).

El manto posee una abundante fracción nitrogenada no proteica, la cual se define como los compuestos nitrogenados que no forman estructura en el organismo y poseen bajo peso molecular. Dicha fracción es de gran importancia en el control de calidad, en ella hay sustancias solubles como las bases volátiles y trimetilamina, usadas como indicadores de calidad, además de bases orgánicas, nucleótidos y aminoácidos libres que se encargan de impartir el sabor y el aroma (PARIONA, 2011).

(SOLARI et al,2008) menciona que en la pota, el compuesto sobresaliente dentro de la fracción nitrogenada no proteica (NNP) es el amonio, compuesto de osmorregulación como el cloruro de amonio (NH_4Cl). Se sabe que la presencia de este es proporcional al tamaño del espécimen.

(PARIONA, 2011) menciona que el cloruro de amonio(NH_4Cl) está relacionado con las funciones fisiológicas y metabólicas de la pota y también sirve como osmoregulador que permite controlar la densidad de su cuerpo, además de realizar eficazmente su nado y flotación.

Bajo condiciones de estrés, estos animales poseen un mecanismo activo de conversión de cloruro de amonio (no tóxico) a amoniaco (tóxico), que es usado como un mecanismo de defensa, esta conversión requiere de unos

iones de cloruro con un pH menor a 6,7, el cual determina un mayor grado de acidez en el músculo de este cefalópodo, en comparación de otras especies marinas (SOLARI et al, 2008). Otro componente de la fracción nitrogenada no proteica (NNP) son los aminoácidos libres, donde el manto posee todos los aminoácidos esenciales y de manera general resalta la prolina, arginina, histidina y metionina (YAMANAKA *et al*, 1995).

Los lípidos del manto son principalmente fosfolípidos y contienen alrededor de 4 % de colesterol. La composición de ácidos grasos ha sido encontrada muy similar a la de los tejidos de peces magros (SIKORSKI,1986).

En cuatro especies de calamar se encontraron de 21% a 33,1% de ácidos grasos saturados, de 8% a 12,2% de ácidos grasos monenólicos y de 57,8% a 70,7% de ácidos grasos polienólicos, mientras que el contenido de ácidos grasos de cadena ramificada no excedió de 0,3% del total de grasas que contiene el músculo del manto (SIKORSKI,1986).

(PARIONA,2011) manifiesta que en el manto, la fracción lipídica oscila entre 0,5 % y 1,8%, a nivel energético no es significativo pero en lo nutricional resalta la presencia de ácidos grasos poliinsaturados de cadena larga. El Docosahexaenoico (DHA) y Eicosapentanoco (EPA) con 16,7 y 46,9 mg/g lípido respectivamente que pertenece a la fracción conocida como ácidos grasos trans-poliinsaturados.

La información disponible sobre el contenido de minerales y vitaminas en el manto de la pota es muy limitada. Esto como

resultado de la gran influencia de factores estacionales y biológicos, así como el manejo post-captura, de tal forma que cualquier estimación deberá ser considerada como una estimación fiable del contenido de estos compuestos en las porciones comestibles de la pota. El ácido ascórbico, la tiamina, riboflavina, niacina, piridoxina, ácido fólico, vitamina B12 y ácido pantoténico, son las vitaminas frecuentemente encontradas en los ácidos grasos de esta especie. Mientras que los minerales que se han encontrado en concentraciones de mg/100 g son fósforo, potasio, calcio y magnesio (SIKORSKI,1986).

2.2.6 Proteínas musculares

Basándonos en sus características físicas, específicamente la de solubilidad, las proteínas del músculo son divididas en tres grupos: proteínas sarcoplasmáticas, miofibrilares y las del estroma. Antes de detallar sobre las proteínas miofibrilares que son de importancia en este estudio, se realizará una breve descripción de las proteínas sarcoplasmáticas y del estroma.

- Proteína Sarcoplasmática

La mayoría de las proteínas sarcoplasmáticas presentan una estructura globular con una alta densidad de cadenas laterales polares, expuestas y cargadas. Dichas proteínas también realizan la función de enzimas metabólicas, las cuales son solubles en soluciones salinas (fuerza iónica $\mu = 0 - 0,2$) (XIONG,2004).

En la industria alimentaria, específicamente en el procesamiento de pastas, las proteínas sarcoplasmáticas son

en gran parte eliminadas por el proceso de lavado convencional, debido a que dichas proteínas son solubles en el agua y si no son totalmente eliminadas afectarían negativamente a las proteínas miofibrilares gelificantes y por ello a la gelificación de la pasta de papa (LANIER *et al*,2005).

(LANIER *et al*,2005) informan que las proteínas sarcoplasmáticas no interfieren con la gelificación de las proteínas miofibrilares. Algunas enzimas metabólicas como ciertas endopeptidasas termoestables catalizan la división de las uniones peptídicas de las proteínas, esto presentaría un efecto negativo en la gelificación de las proteínas miofibrilares, debido a su habilidad para separar y por lo tanto debilitar las estructuras proteicas.

(CHOI *et al*,2005) manifiestan que la transglutaminasa (TGasa) promueve el entrecruzamiento de proteínas, específicamente permite que la lisina y glutamina reestructuren sus enlaces obteniendo propiedades de texturas más fuertes.

- Proteínas del estroma

Las proteínas del estroma constituyen del 10% - 20% de las proteínas del tejido muscular, son insolubles en agua y en soluciones salinas. Están constituidas fundamentalmente por proteínas del tejido conectivo tales como: colágeno (glicina, prolina e hidroxiprolina), reticulina y elastina (BARROSO,1996).

El colágeno es el principal constituyente del tejido conectivo y juega un papel muy importante, este presenta una baja capacidad de retención de agua, cuando esta proteína es

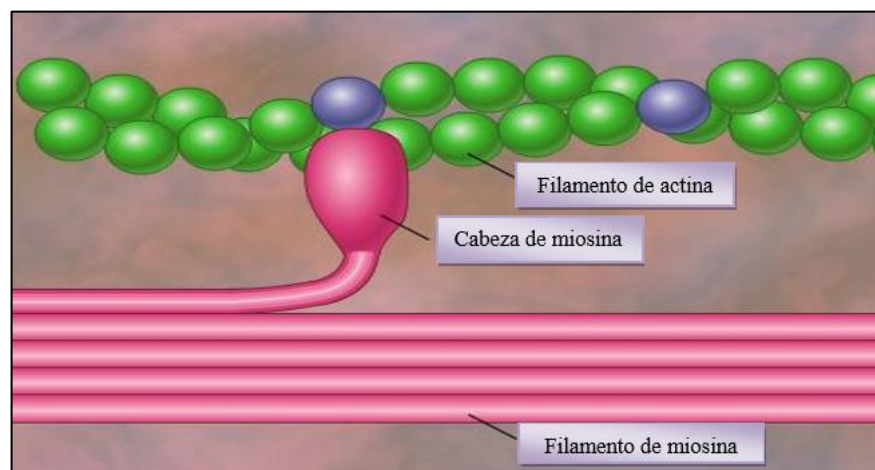
calentada puede convertirse en una masa amorfa, conocida como gelatina, la cual interfiere de alguna manera en la gelificación de las proteínas miofibrilares (LANIER *et al*,2005).

- Proteínas miofibrilares

Las proteínas miofibrilares conforman la más abundante fracción de proteínas dentro del músculo de la pata, estas son solubles en soluciones salinas de baja concentración con presencia de alta fuerza iónica $\mu=0,5$, debido a su estructura y contenido la hacen responsable de las características funcionales (XIONG,2004).

Los dos constituyentes preponderantes e interactuantes en las miofibrillas son la miosina y la actina.(véase figura N°2)

FIGURA N°2
INTERACCIÓN DE LA CABEZA GLOBULAR Y EL FILAMENTO DE ACTINA



Fuente: Van Putte *et al*, 2010

Cada miofibrilla consta de múltiples miofilamentos, que son hebras delgadas o gruesas compuestas químicamente de dos proteínas especiales, actina y miosina. Los miofilamentos de una miofibrilla no abarcan toda la extensión de la fibra

muscular sino que se dividen en compartimentos llamados sarcómeros, siendo estos la unidad anatómica funcional del músculo estriado (XIONG,2004).

(LANIER *et al*,2005) mencionan que la agrupación de miofilamentos delgados o de actina, forman las bandas transversales claras de una miofibrilla y la agrupación de las segundas o de miosina, las bandas oscuras. Las primeras se conocen también como bandas I y las segundas como bandas A. Las bandas I y A en conjunto se denominan sarcómero. Además de la actina, los miofilamentos delgados tienen otras dos moléculas de proteína que son tropomiosina y troponina, las cuales intervienen en la regulación de las contracciones musculares.

Los sarcómeros están separados por zonas angostas de material denso que se llaman líneas Z. Los filamentos delgados se fijan en las líneas Z y se proyectan en ambas direcciones (XIONG,2004).

Además de actina, los miofilamentos delgados contienen otros dos tipos de proteínas así como sitios receptores de miosina. Los filamentos de miosina poseen unas pequeñas proyecciones denominadas puentes, las que al interactuar con los filamentos de actina producen un contracción muscular (XIONG,2004).

- Miosina
Proteína que forma los miofilamentos gruesos, la cual comprende aproximadamente el 45% del total de proteínas miofibrilares, esta proteína es difícil de obtener debido a que

se desnaturaliza fácilmente y forma agregados irreversibles (dímeros), los cuales por su peso molecular se sedimentan en la solución o medio donde se encuentre (FOEGEDING *et al*,2010).

La miosina está compuesta de 2 cadenas pesadas idénticas y 4 cadenas livianas. La molécula está compuesta de dos cabezas de forma globular, las cuales son hidrofóbicas, unidas a una larga cadena helicoidal de doble hebra. Cada cabeza se une a dos diferentes cadenas ligeras (FOEGEDING *et al*,2010).

La estructura α -helicoidal ininterrumpida de la cola de la miosina, es favorecida por la ausencia de prolina en intervalos de más de 1000 residuos y por la abundancia de leucina, alanina y glutamato (FOEGEDING *et al*, 2010).

La porción globular de la miosina tiene actividad ATPasa (enzima), es decir hidroliza el ATP para formar ADP y P_i (la cual libera energía para la contracción muscular) y se combina con la actina cuando hay ausencia de ATP (dos de las cadenas ligeras son idénticas, una en cada cabeza). Las otras dos cadenas ligeras no son idénticas pero son requeridas para la actividad ATPasa y para la unión de la miosina a la actina, formando la actomiosina (LANIER *et al*,2005).

- Actina

Proteína que forma los filamentos delgados, la cual comprende el 20% de las proteínas miofibrilares, cuando dichos filamentos se agrupan, forman las bandas

transversales de una miofibrilla o también conocidas como bandas I (TSUCHIYA *et al*,1977).

Por otro lado cumple la función de enzima, la cual hidroliza el ATP, siendo esta la molécula que mantiene su integridad estructural. Dicha proteína es la que establece más interacciones con otras proteínas de cuantas se conocen, lo que le permite desempeñar diversas funciones a nivel celular (TSUCHIYA *et al*,1977).

Su monómero es la G-actina bruta (Forma globular), la cual en un medio de sales neutras, se polimeriza y forma la F-actina (Forma fibrosa) (FOEGEDING *et al*, 2010).

Cuando existe suficiente Ca^{+2} en el músculo ($>10.5 \text{ M}$) las formas de F-actina se ponen en contacto con las cabezas unidas a los filamentos gruesos, produciéndose una rápida hidrólisis del ATP que da como resultado la contracción muscular (TSUCHIYA *et al*,1977).

- Actomiosina

La actomiosina es la unión principal de la actina y miosina en el músculo, esta unión se da en la etapa post mortem debido a que se agota el ATP durante su metabolismo.

Cuando la actina y la miosina se concentran con soluciones salinas, se forma la actomiosina en dicha solución, mostrando una alta viscosidad, de igual manera se forma el complejo en ausencia de ATP (LANIER *et al*, 2005).

(LANIER *et al*,2005), mencionan que el rigor mortis constituye la fase inicial en la transformación del músculo en

carne. Consiste simplemente en la unión irreversible de miosina y actina para formar actomiosina. Esta unión puede ir acompañada o no de contracción muscular, pero se manifiesta en la rigidez cadavérica que la caracteriza.

Por la acción de la enzima ATPasa de la miosina disminuye el nivel de ATP, liberando simultáneamente fosfato inorgánico, que estimula la conversión del glucógeno en ácido láctico. La síntesis de ATP por glicólisis anaeróbica no permite mantener el nivel de ATP y llegando a descender hasta casi desaparecer, produciéndose la inextensibilidad característica del rigor mortis, formándose la actomiosina (LANIER *et al*,2005).

La baja disponibilidad de ATP también incrementa la dificultad para mantener la integridad estructural de las proteínas, al mismo tiempo que el bajo pH causado por la acumulación de ácido láctico, favorece su desnaturalización, la cual frecuentemente está acompañada por la pérdida de la capacidad para retener agua y la aproximación del pH al punto isoeléctrico de las proteínas miofibrilares. Ambos fenómenos causan exudación (TSUCHIYA *et al*,1977).

En la formación de la pasta de pota, la actomiosina se convierte en el componente proteico predominante, sus propiedades ayudarán en gran medida para la determinación de las propiedades de gelificación de la pasta, cuando a esta se le induce a un tipo de método de cocción (LANIER *et al*, 2005).

2.2.7 Propiedades funcionales de las proteínas miofibrilares

a) Capacidad de retención de agua (CRA)

La pérdida de calidad durante la conservación del manto, se debe fundamentalmente a la desnaturalización de las proteínas miofibrilares, dicha desnaturalización conlleva a la disminución de la capacidad de retención de agua (CRA), siendo este un indicador muy sensible de los cambios en la estructura de dichas proteínas (HULTIN,1993).

Las proteínas miofibrilares de la pota difieren de las proteínas del pescado y mamíferos al ser más solubles en agua, menos susceptibles a la congelación y más propensas a la desnaturalización térmica. Tienen características térmicas diferentes, debido a la presencia de la miosina. Se ha reportado que ésta altera considerablemente las características de textura en los productos gelificados, a partir de proteínas musculares provenientes de especies marinas. Por lo tanto el contenido de miosina podría relacionarse al menos parcialmente con el comportamiento térmico, observado en las proteínas miofibrilares de invertebrados marinos, debido a los cambios fisicoquímicos (PAREDI, 2002).

La capacidad de retención de agua (CRA) se define como la capacidad que tiene la carne de la pota para retener el agua libre durante los procesos de: corte y coterizado. Dicha retención de agua se produce a nivel de las cadenas de actina-miosina. La mayor parte de los músculos post-rigor contienen más de un 70% de agua, dependiendo principalmente del contenido lipídico y de la madurez fisiológica del músculo (PAREDI,2002).

Muchas de las propiedades físicas de la carne como el color, la textura y la firmeza, dependen en parte de la capacidad de retención de agua. La capacidad de retención de agua (CRA) es particularmente importante en productos picados, en los cuales se ha perdido la integridad de la fibra muscular y por lo tanto, no existe una retención física del agua libre (HULTIN, 1993).

En el tejido muscular muerto, el ATP de las células se degrada de manera rápida, debido a reacciones bioquímicas. En consecuencia se reduce el valor del pH, las proteínas musculares (actina y miosina) se contraen (rigor mortis) y pierden su capacidad de fijar el agua (FLORES,1984).

En estos aspectos, el agua ligada es afectada por la capacidad de retención de agua (CRA), incluyendo tanto el agua de constitución (fuertemente ligada a grupos específicos de la molécula, ubicada en regiones intersticiales o espacio pequeños), como el agua de interfase próxima a las proteínas y por último el agua inmovilizada (ubicada en la superficie de las proteínas, fijada a sus cargas) (FLORES,1984).

Las miofibrillas beneficia la capacidad de retención de agua (CRA), debido a que entre los filamentos gruesos (miosina) y delgados (actina), se encuentra el agua inmovilizada, mantenida o atrapada, puesto que en ellos se hallan pequeños poros que realizan una acción capilar, teniendo en cuenta además que las miofibrillas ocupan aproximadamente el 70% - 75% del volumen total de la masa molecular (HULTIN,1993).

Los enlaces de fosfato del ATP, controlan la estructura de la actomiosina, esto conlleva a la capacidad que tiene la actomiosina

en retener el agua en su matriz y de igual manera retenerla contra la fuerza gravitacional. La retención del agua ayuda a mejorar la textura, ya que las propiedades funcionales de las proteínas dependen de la interacción proteína-agua (HULTIN,1993).

Debido a la propiedad que presenta la actomiosina de retener el agua inmovilizada, si aplicamos una fuerza sobre el sistema, parte de dicha agua se liberaría, originando el llamado drip loss o pérdida por goteo generando un volumen de agua. La medición de dicha pérdida será un indicador de las propiedades para ligar agua de las proteínas. La capacidad de retención de agua (CRA) está estrechamente relacionado con el punto isoeléctrico de la actomiosina, puesto que la citada proteína presenta aminoácidos unidos mediante enlaces peptídicos como parte de su estructura, estos aminoácidos presentan cargas en distintas condiciones, como es el aumento o disminución del pH, cuando el pH está considerado alto (>6) o por debajo del punto isoeléctrico (aprox. 5) de la actomiosina. El número de cargas libres de los aminoácidos aumenta o en otros casos los aminoácidos se están ionizando, generando un incremento de la capacidad de retención de agua (CRA), por otro lado cuando el pH está cerca al punto isoeléctrico, hay una disminución de aminoácidos con cargas libres por ende hay pérdida de la capacidad de retención de agua (CRA) (HAMM,1986).

Desde otra perspectiva, el incremento de la capacidad de retención de agua (CRA) se debe a la acción de enzimas proteasas y también por cambios en la función de permeabilidad de las membranas. La variación de los factores químicos en el medio (pH, temperatura y tiempo) generaron una redistribución iónica, la cual originó la sustitución de algunos iones, teniendo

como consecuencia el debilitamiento de las fuerzas que aproximan o compactan las cadenas peptídicas (HAMM, 1986).

b) Capacidad Emulsionante

La capacidad de las proteínas de ligar grasas es necesario para el desarrollo de muchas aplicaciones en la industria alimentaria. (HILARIUS,1987).

El papel de las proteínas en las emulsiones, es la de formar una monocapa interfacial entre la fase polar y la apolar, cambiando su conformación y orientando a sus grupos de acuerdo a la fase expuesta (HILARIUS,1987).

Las proteínas solubilizadas y el agua forman una sola matriz, la cual encapsula a los glóbulos de grasa, formando una emulsión. La grasa forma la fase discontinua y el agua en conjunto con las proteínas solubilizadas la fase continua (ESCALANTE,1990).

Con la finalidad de formar una emulsión estable, es necesario que las proteínas se encuentren disueltas o solubilizadas, lo que se consigue a través de la acción del corte de las cuchillas del cúter. La duración del paso del músculo por el cúter debe ser suficiente, pues la estabilidad de la pasta aumenta según el grado del picado, existiendo mayores posibilidades de formar una envoltura proteica en torno a los glóbulos de grasa dispersos, generando una fina estructura en panal continuo, estando en condiciones de captar la cantidad de agua precisa (ESCALANTE,1990).

La capacidad emulsionante de la carne de pata, es de 410 g aceite/g de carne o expresado de otra manera 2,81 g aceite/g

proteína, lo cual indica una alta capacidad de emulsificación y podría ser un recurso interesante para el desarrollo de masas, embutidos, patés y productos similares (ABUGOCH *et al*,2000).

c) Capacidad de Gelificación

Un gel de proteína, es una estructura de red cohesiva, comprendida por cadenas entrecruzadas, capaces de inmovilizar una gran cantidad de agua (BADUI,2006).

El proceso de formación de gel, es decir, la gelificación, ocurre en los alimentos hechos a partir del músculo como resultado del desdoblamiento y posterior asociación de sus proteínas miofibrilares, generalmente en presencia de sal y algunas veces también de fosfatos (XIONG,2004).

Los tres tipos de proteínas musculares son capaces de formar un gel, sin embargo, en la práctica los tejidos sarcoplasmáticos y conectivos solo desempeñan un pequeño papel en el proceso de la gelificación en alimentos hecho a base del músculo. Por el contrario, las proteínas miofibrilares, son proteínas muy importantes debido a su capacidad gelificante, presentan una función vital en las propiedades de textura, deseables en los alimentos elaborados a partir del músculo (XIONG,2004).

En específico, la miosina (pre rigor) o actomiosina (post rigor), representan la mayor capacidad en la formación de gel (ASGHAR *et al*,1985).

La capacidad de formación de gel es mayor para la miosina intacta, seguida por la porción de la cola de la molécula y finalmente por las cabezas globulares. La miosina ha demostrado

poseer exclusivamente la capacidad de formación de gel con respecto a otras proteínas (VISESSANGUAN *et al*,2000).

La molécula de actina, por su parte, no es capaz de formar una red tridimensional al ser sometida a un tratamiento térmico (VISESSANGUAN *et al*,2000).

La actina en presencia de la miosina generan un efecto sinérgico y de complementación, teniendo la relación miosina-actina la cual es esencial para el desarrollo de un gel rígido (LAN *et al*,1995).

(XIONG,2004) hace referencia a que la gelificación en los productos hechos a partir del tejido muscular, los cuales son sometidos al calentamiento generan un proceso con tres etapas secuenciales. Al despliegue inicial (desnaturalización) de las moléculas proteicas individuales le sigue su agregación, principalmente a través de interacciones hidrofóbicas. En la última etapa, pequeños oligómeros o agregados proteicos se entrecruzan para formar finas hebras que finalmente dan lugar a una red viscoelástica continua.

La gelificación inducida por procesos donde hay una elevación de temperatura, como es el caso del horneado, genera una reacción fisicoquímica compleja que incluye cambios estructurales y funcionales de las proteínas miofibrilares. La formación de las redes miofibrilares están estructuradas en tres etapas: disociación, desnaturalización térmica y agregación (XIONG, 2004).

- **Disociación**

La disociación de las proteínas es la primera etapa del proceso de gelificación. Esta consiste en la solubilización parcial de las proteínas, mediante la adición de cloruro de sodio y la interacción de residuos ácidos y básicos de los aminoácidos. Produciéndose así la ruptura de los enlaces iónicos entre las proteínas miofibrilares y de esta forma incrementan su afinidad por el agua y se disuelven (NIWA,1992).

La solubilización de la proteína miofibrilar con cloruro de sodio forma una pasta viscosa (sol) que debe realizarse a bajas temperaturas para evitar los fenómenos de desnaturalización (ÁLVAREZ,1993).

De este modo, la transformación de sol a gel involucra la hidratación de la proteína a través de un efecto de solubilización con cloruro de sodio durante el triturado, lo cual incrementa la capacidad de fijación de agua de la proteína miofibrilar, mediante el incremento de cargas negativas para atraer moléculas de agua y por la cual se mejora la fijación de agua (CHUNG,1991).

- **Desnaturalización térmica**

La desnaturalización, es una secuencia de procesos en los cuales el arreglo de las cadenas de polipéptidos dentro de la molécula es alterado, originando un arreglo desordenado de las proteínas nativas (ZIEGLER,1984).

Durante el calentamiento, las proteínas experimentan procesos de desnaturalización y agregación que causan disminución de la solubilidad. La miosina sufre una serie de reacciones de

desnaturalización durante el calentamiento, lo cual originan cambios estructurales, característicos de las regiones de la cabeza y cola de la molécula de miosina (SAMEJIMA *et al.*, 1981).

En consecuencia, la porción de la cabeza y la cola tienen funciones sobre la agregación y la capacidad de formación de la red tridimensional (gel) respectivamente, a altas temperaturas (SAMEJIMA *et al.*, 1981).

Cuando la proteína solubilizada es calentada, pierde su estructura original y empieza a desdoblarse con un incremento en la hidrofobicidad superficial y una disminución en los grupos reactivos totales (TOTOSAUS, 1996).

Esto demuestra que los residuos hidrofóbicos y los grupos sulfhidrilo (-SH) emergen a la superficie molecular como resultado del desdoblamiento, el cual tiende a incrementar la interacción hidrofóbica y las uniones disulfuro entre las moléculas de proteína, de forma que permiten el inicio de la tercera etapa, es decir, la agregación o formación de la red tridimensional (ZIEGLER, 1984).

- Agregación

En esta etapa del proceso de la gelificación a una mayor temperatura, las moléculas de proteína son desnaturalizadas por el calentamiento provocando un desdoblamiento y un inicio de interacción de forma ordenada entre sí, a través de diferentes tipos de enlaces como son los puentes de hidrógeno, enlaces iónicos, puentes disulfuro (-S-S-) y las interacciones hidrofóbicas (ZIEGLER, 1984).

Con el fin de desarrollar una matriz de gel firme con un alto grado de elasticidad, el paso del desdoblamiento debe ocurrir primero, la etapa de agregación debe entonces proceder lentamente, permitiendo a las moléculas de proteína desnaturalizadas orientarse e interactuar en los puntos específicos, formando una red tridimensional ordenada con un infinito número de enlaces interpeptídicos que retienen gran cantidad de agua (ZIEGLER,1990).

Las interacciones demasiado rápidas en el estado desnaturalizado conducen a un coágulo irreversible debido a las asociaciones en forma desordenada con los agregados insolubles y de gran tamaño (CHUNG,1991).

La red tridimensional formada durante la gelificación térmica estabiliza el agua, física y químicamente dentro de la estructura del gel. Es por ello que los geles son capaces de mantener grandes cantidades de agua dentro de la red, en cambio los coágulos no son geles y son incapaces de retener grandes cantidades de agua (CHUNG,1991).

2.2.8 Valor nutricional

La pota es un recurso importante para la industria alimentaria, debido a que contiene un gran porcentaje de proteínas de alto valor nutritivo, los estudios referidos a este tema se encuentran sintetizados en la tabla N°1

**TABLA N°1
COMPOSICIÓN QUÍMICA PROMEDIO DEL MANTO DE POTA**

Componente	Collazos (2009)	Rosas (2007)	Ibarra (2006)	Ordoñez (2004)	Maza (2002)	Abugoch (1999)
Humedad (%)	81,1	83,78	85,32	80,36	82,4	82,28
Proteína (%)	16	14,3	11,5	17,45	16,2	15,32
Grasa (%)	1,1	0,93	0,48	0,68	0,71	0,87
Ceniza (%)	1,7	1,13	0,92	1,44	1,41	1,31
Carbohidrato (%)	3,1	-	1,86	0,07	-	-
NNP (%)	-	0,86	-	-	-	0,27

Fuente: Pariona, 2011

(ABUGOCH *et al*,2000) analizaron las capacidades emulsionantes de la carne de calamar almacenada durante 6 meses a – 25°C, con la finalidad de determinar las variaciones del análisis químico proximal (AQP), obteniendo 2,82 g lípidos/ g proteína, una retención de agua de 3,64 g agua/ g proteína con una gelificación nula, lo cual fue atribuido al tiempo de almacenamiento. También buscaron condiciones óptimas para la separación y diferenciación de las proteínas miofibrilares y sarcoplásmicas con un amortiguador fosfato (pH= 7,5 y fuerza iónica I= 0,05), de lo cual deducen que las proteínas de sección corporal del calamar, poseen una buena capacidad de emulsión y de retención de agua, por lo que consideran como buena materia prima para la elaboración de alimentos, después de un periodo de congelación prolongado (seis meses) para la elaboración de geles y masas.

(MARTÍNEZ *et al*,2000) realizaron un análisis químico proximal (AQP) del calamar gigante, después de un proceso de secado a

temperatura ambiente con luz solar y posteriormente en un cuarto especial, encontrando en el análisis bromatológico general, 15,75% de proteínas. Concluyen que los niveles proteicos se mantienen elevados después de diferentes procesos de secado.

Es importante reconocer las características proximales de los alimentos, específicamente de los moluscos comerciales, entre los cuales destacan los pulpos y calamares, ya que presentaron mayor contenido de proteínas y menor contenido en grasas, lo que hace importante para contribuir en el requerimiento proteico y calórico en el hombre, por ello son recomendados como una alternativa alimentaria con presencia de altos valores nutricionales (ABUGOCH *et al*,2000).

(ROSA *et al*,2005) realizaron una comparación bioquímica (proteínas, lípidos, glicógeno, colesterol, aminoácidos y ácidos grasos) entre el calmar gigante y 14 especies de cefalópodos con diferentes estrategias de vida (bentónicas, noctobentónicas, bentopelágicas y pelágicas) y distintos hábitats (nerítico, demersal, oceánico y mar profundo). En donde la concentración de proteínas fue mayor a 60%, los lípidos menor a 10% y los aminoácidos entre 30%-40%, los cuales permanecieron similares entre las especies.

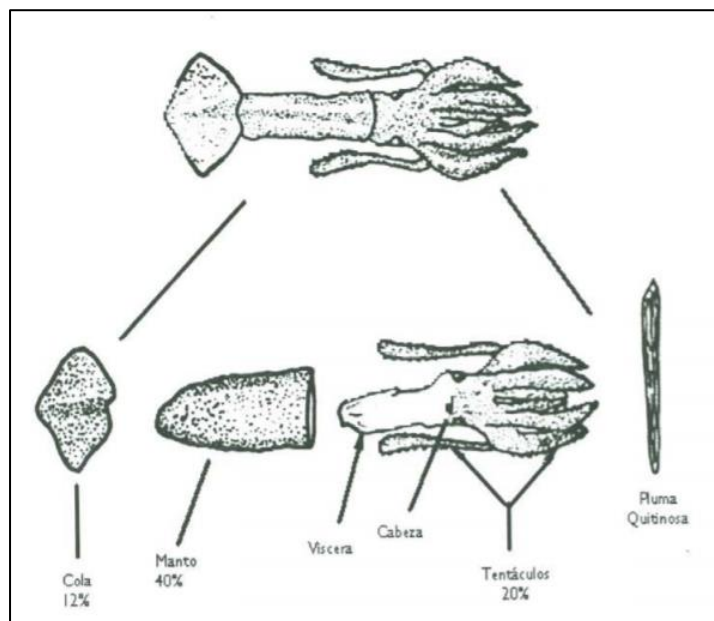
(CARECHE *et al*, 2006) realizaron un estudio demostrando que la pota es un organismo con el cual se pueden elaborar diferentes productos con valor agregado, como la producción de pastas a base de la pulpa de dicha especie.

2.2.9 Partes comestibles del calamar gigante

La proporción comestible del cuerpo del calamar gigante es excepcionalmente alta, porque tiene de 60% a 80% del peso total,

dependiendo de la especie, tamaño y de la madurez sexual. La figura N°3 muestra las partes comestibles del calamar gigante (SIKORSKI y KOLAKOWSKI, 2000).

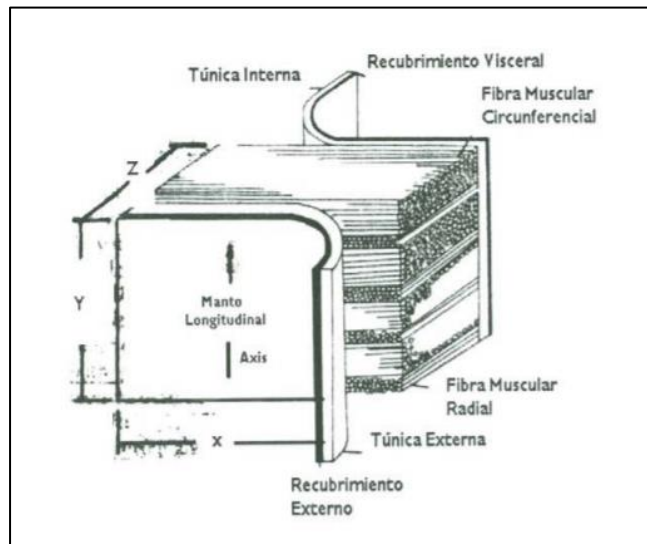
FIGURA N°3
PORCIONES COMESTIBLES DEL CALAMAR GIGANTE



Fuente: Sikorski y Kolodziejska, 1986

Los músculos del manto difieren en estructura de los peces y mamíferos. El manto está formado por una capa de fibras musculares que hacen el 98% del grosor del mismo. El cual consta de bandas gruesas de fibras (0,1 – 0,2 mm) que corren circunferencialmente y se encuentran entre dos hojas delgadas de fibras radiales. Las capas de fibras musculares están cubiertas por cuatro hojas de tejido conectivo (la túnica interna, el revestimiento visceral sobre el lado de la cavidad del cuerpo, la túnica externa y el recubrimiento externo bajo la piel). La figura N°4 muestra un corte transversal del músculo de calamar (OTWELL, 1979).

FIGURA N°4
CORTE TRANSVERSAL DEL MANTO DE CALAMAR



Fuente: Otwell y Hamann, 1979

2.2.10 Aspectos generales del trigo

(QUAGLIA,1991) menciona que el trigo pertenece a la familia de las gramíneas y al género *Triticum*, de los cuales dos de estas presentan interés desde el punto de vista de la panificación industrial, el *Triticum vulgare* destinada para la fabricación de pan, tortas, galletas o productos similares y el *Triticum durum* empleada fundamentalmente como sémola para pastas alimenticias.

El trigo ha constituido durante la historia de la humanidad el principal alimento de la dieta humana, esto gracias a su poder nutritivo concentrado en poco volumen, su fácil cultivo, reproducción, conservación y sus propiedades alimentarias que favorecen el tránsito intestinal y evita la fijación del colesterol (QUAGLIA,1991).

2.2.11 Composición química del trigo

(QUAGLIA, 1991) manifiesta que el contenido de humedad del trigo es muy variable, esto dependerá del clima y la región donde se ha cultivado, determinándose valores mínimos y máximos en su composición química (véase tabla N°2).

TABLA N°2
COMPOSICIÓN QUÍMICA PORCENTUAL EN BASE HÚMEDA DEL GRANO DE TRIGO

Componentes	Mínimo	Máximo
Proteínas (N x 5,7)	7	18
Cenizas	1,5	2
Lípidos	1,5	2
Humedad	8	18
Almidón	60	68
Pentosas	6,2	8
Sacarosa	0,2	0,6
Maltosa	0,6	4,3
Celulosa	1,9	5

Fuente: Quaglia, 1991

Mediante la mezcla del trigo es posible para el fabricante de harinas producir cualquier nivel proteico en un rango de 8% - 13%. El significado de este nivel proteico debe ser mirado con precaución, debido a que es importante la forma de calcularlo (QUAGLIA,1991).

(MANLEY,1989) manifiesta que la cantidad de nitrógeno contenido en las proteínas que se encuentran en el endospermo es de 17,5%, por tanto, multiplicando el valor del nitrógeno determinado por el método de Kjeldahl (factor 5,7), otorgará como resultado el peso de la proteína total, de igual forma propuso la cifra de 5,6 para la harina, pero el factor generalmente usado es 5,7. Por otro lado, el principal problema es la proteína del salvado que no forma gluten, presentando un contenido de nitrógeno más bajo. Debido a todo esto, cuando se trata de un valor de proteína es preferible contrastar

el método utilizado y que sea empleado el factor 5,7 para convertir el nitrógeno elemental en proteína.

(QUAGLIA,1991) explica que los carbohidratos, celulosa y hemicelulosa están casi ausentes en la parte central del endospermo, mientras que el almidón no aparece en los tejidos externos. Las proteínas se encuentran en elevada proporción en la zona comprendida entre el tegumento seminal y la capa de aleurona. El contenido en lípidos es elevado en la parte del germen, llegando al 15% y un poco más débil en las cubiertas externas (7% – 8%) (véase tabla N°3).

**TABLA N°3
COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LAS PARTES DEL GRANO DE TRIGO (PORCENTAJE
SOBRE MATERIA SECA)**

Parte del grano (%)	Proteína	Minerales	Lípidos	Celulosa	Hemicelulosa	Almidón
Pericarpio (4%)	7-8	3-5	1	25-30	35-43	0
Tegumento (1%)	15-20	10-15	3-5	30-35	25-30	0
Epidermis nuclear (7-9%)	30-35	6-15	7-8	6	30-35	10
Germen (3%)	35-40	5-6	15	1	20	20
Endospermo (82-85%)	8-13	0,35-0,60	1	0,3	0,5-3	70-85
Grano entero (100%)	10-14	1,6-2,1	1,5-2,5	2-3	5-8	60-70

Fuente: Callejo, 2002

(MANLEY,1989) señala que entre los componentes proteicos del trigo, la gluteína y la gliadina tienen gran importancia, debido que en contacto con el agua se juntan para formar el gluten, el cual representa la sustancia que confiere extensibilidad y elasticidad a la masa.

El trigo está encerrado en una cubierta exterior llamado salvado que constituye cerca del 15% de todo el grano, con un elevado nivel de

vitamina B y alrededor de 50% de los elementos minerales presentes en el grano, el cual consta principalmente de celulosa (FOX,1999).

2.2.12 Propiedades funcionales de las proteínas del trigo

(FARIDI,1990) menciona que las propiedades funcionales de las proteínas del trigo, son aquellas características fisicoquímicas y bioquímicas que permiten contribuir a que los alimentos exhiban peculiaridades deseables. En un alimento suele ser evidente las propiedades que presenta una proteína. Las propiedades funcionales de las proteínas se pueden clasificar en tres grandes grupos:

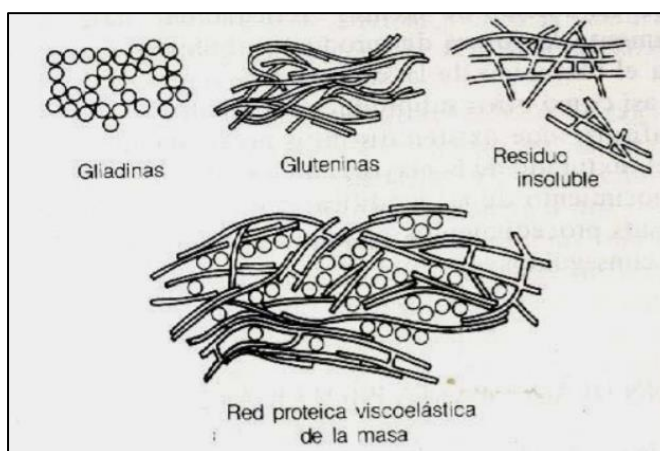
- Propiedades de hidratación (dependientes de las interacciones proteína-agua).
- Propiedades relacionadas con las interacciones proteína-proteína.
- Propiedades de superficie (dependientes de las interacciones proteína-lípido).

Al primer grupo pertenecen las capacidades como: la absorción, retención de agua, la humectabilidad, el hinchamiento, la adhesión, la dispersibilidad, la solubilidad y la viscosidad a las que con frecuencia se hace referencia con el término de propiedades hidrodinámicas. Las características del segundo grupo participan en procesos tales como: la precipitación, la formación de geles y varias otras estructuras poliméricas (masas y fibras proteicas). El tercer grupo está relacionado fundamentalmente con la tensión superficial, la emulsificación y las características espumantes de las proteínas. Dentro de las proteínas que presentan algunas de estas propiedades se encuentran las pertenecientes al trigo y las leguminosas (KINISELLA,1979).

La propiedad más importante de las gliadinas y gluteninas son la de formar gluten, la masa está constituida por este complejo de proteínas. El gluten está formado por tres fracciones de solubilidad distinta: las gliadinas solubles en alcohol, las gluteninas solubles en soluciones de ácidos débiles diluidos y las gluteninas insolubles o residuos de proteínas que son moléculas asimétricas, específicamente no globulares compactas (véase figura N°5). En cuanto a su conformación se refiere, las gliadinas y las gluteninas dependen de los enlaces covalentes y no covalentes. Cuando el enlace covalente de la cadena de disulfuro se rompe, se presentan cambios en la viscoelasticidad (FARIDI,1990).

FIGURA N°5

REPRESENTACIÓN ESQUEMÁTICA DE GLIADINAS Y GLUTELINAS DE TRIGO Y LA RED VISCOELÁSTICA PRESENTE EN LA MASA DE PANIFICACIÓN



Fuente: Utsumi,1996

a) Gliadina

Son glucoproteínas pertenecientes al grupo de las prolaminas, debido a que contienen una gran cantidad de aminoácidos, específicamente la glutamina y prolina, además poseen un nivel bajo de aminoácidos cargados (SHEWRY *et al*,1997).

Son clasificadas en α -gliadina, β -gliadina, γ -gliadina debido a que están formadas por cadenas de aminoácidos, los cuales por lo general presentan carga eléctrica, esto conlleva a que en un campo eléctrico las fuerzas del campo se oponen, generando una migración de partículas, la migración también dependerá del pH del medio y la resistencia que opondría la viscosidad de este (SHEWRY *et al*, 1997).

Las α -gliadinas poseen seis residuos de cisteínas igualmente ubicados como en las γ -gliadinas que forman tres enlaces disulfuro también intramoleculares. Sin embargo, estos seis residuos de cisteína presentan grupos tioles (-SH), que al oxidarse forman puentes disulfuros, generando soporte en la estructura secundaria de la α -gliadinas, debido a ello las gliadinas desempeñan un papel importante, el cual consta de retener el plegado de la estructura de las gliadinas y determinan la naturaleza de las interacciones no covalentes con la red de gluteninas (WRIGLEY *et al*, 1998).

(HOSENEY, 1994) propone que las gliadinas son las responsables de la cohesividad de las masas.

b) Glutenina

Son proteínas pertenecientes al grupo de las prolaminas. Las gluteninas forman estructuras unidas y estables por medio de puentes disulfuro e interacciones no covalentes como puentes de hidrogeno, entre otros polímeros y con las gliadinas (BELTON,2005).

Cuando los puentes disulfuros de la glutenina interactúan con un gel reductor, el grupo tiol(-SH) empieza a ganar electrones, provocando una reacción de reducción, esto conlleva a que las

gluteninas se puedan diferenciar en dos tipos según su peso molecular: Gluteninas de alto peso molecular (HMW-GS) con un rango de peso entre 70,000 – 90,000 Da y gluteninas de bajo peso molecular (LMW-GS) con un rango de peso entre 20,000 – 45,000 Da (SHEWRY *et al*,1997).

Las gluteninas de bajo peso molecular (LMW- GS) componen el 40% de las proteínas de reserva en el endospermo del grano de trigo, es tratado como un grupo complejo debido a que posee la habilidad de formar puentes disulfuro, los cuales permiten su incorporación dentro de los polímero de gluteninas. Las gluteninas de bajo peso molecular (LMW- GS) contienen entre siete y ocho residuos de cisteínas, de los cuales seis residuos están en una posición homóloga a las gliadinas y que favorecen la interacción intramolecular a través de puentes disulfuro (WIESER, 2007).

Los residuos de cisteínas adicionales no son capaces de formar puentes disulfuro intramoleculares, siendo la causa más probable un impedimento estérico, esto conlleva a que los residuos restantes establezcan puentes disulfuro intermoleculares entre ellas y con gluteninas de alto peso molecular (HMW-GS) formando agregados proteicos (POGNA *et al*,1994).

(TATHAM *et al*,1987) propusieron que la estructura de las gluteninas de bajo peso molecular (LMW- GS), presenten un dominio N-terminal en el cual se encuentran distribuidas irregularmente estructuras secundarias de giro- β , mientras que en el dominio C-terminal (región final de la cadena de aminoácidos) predomina la estructura α -hélice. En general, las gluteninas de bajo peso molecular (LMW- GS) se relacionan con la resistencia y la extensibilidad de la masa e incluso algunas formas alélicas

causan mayores efectos sobre las propiedades de la masa que las gluteninas de alto peso molecular (HMW-GS).

Las subunidades de gluteninas de alto peso molecular (HMW-GS) presentan fuertes similitudes estructurales entre ellas, pero también diferencias entre sus características (WIESER, 2007).

Una de éstas características es el comportamiento en la polimerización y se relaciona al número de grupos tiol(-SH) La estructura de las gluteninas de alto peso molecular (HMW-GS) presentan un dominio N-terminal, el cual en su estructura contiene cuatro residuos de cisteínas (WIESER, 2007).

Las subunidades de gluteninas de alto peso molecular se encuentran como moléculas alargadas, las cuales poseen una estructura β -espiral en la región central, mientras que los dominios N- y C-terminal poseen una estructura similar a las proteínas globulares, presentando α -hélices y una estructura desordenada. En los dominios terminales se encuentran la mayoría de los residuos de cisteínas que proveen de los sitios para la formación de puentes disulfuro intermoleculares. La estructura β -espiral de la región central presenta elasticidad intrínseca y aunque no se conoce en detalle su contribución a las propiedades del polímero, se sabe que en ausencia del agua se organiza en giro- β (WANG *et al*, 2016).

c) Gluten

El gluten se encuentra integrado por proteínas (gliadina y glutenina) localizadas en el endospermo del grano, durante el desarrollo del proceso del amasado se produce la ruptura de

estas proteínas y su posterior hidratación, llevando a la formación de una red tridimensional continua en el cual se encuentra embebido el almidón (KASARDA, 1999).

Debido a la formación de enlaces covalentes y no covalentes, entre los polipéptidos de gran peso molecular (glutenina), se produce la formación de una masa que contiene una matriz elástica y extensible. El gluten es una mezcla compleja y estructurada de proteínas que varían en su proporción, estructura y propiedades, teniendo como principal componente a las subunidades de gluteninas, las cuales están presentes en forma de polímeros. La importancia de estos polímeros en la propiedad viscoelástica del gluten ha sido valorado durante muchos años, aunque su tamaño, complejidad y baja solubilidad limita un estudio detallado. Por otro lado, hay evidencia de que la formación de puentes disulfuro intermoleculares, permiten estabilizar las gluteninas de alto y bajo peso molecular (KASARDA, 1999).

Los puentes disulfuro son considerados enlaces esenciales para la viscoelasticidad del gluten. Sin embargo, entre las proteínas del gluten se supone que hay gran cantidad de puentes de hidrógeno, debido a la alta proporción de glutamina y prolina. Otro aporte importante son las interacciones hidrofóbicas, ya que aproximadamente el 35% de los aminoácidos poseen cadenas laterales de naturaleza apolar (HOSENEY, 1994).

Las gluteninas alto peso molecular representan una columna vertebral, estas se encuentran unidas entre si mediante puentes disulfuro. Esta sirve de base para que se unan a ella las subunidades de bajo peso molecular, mediante puentes disulfuro

formando puntos de ramificación. Las gliadinas son consideradas tradicionalmente por contribuir a la viscosidad del gluten, estas interactúan con los polímeros de gluteninas mediante enlaces no covalentes. Los puentes de hidrogeno son los enlaces que probablemente interactúan entre las amidas de los residuos de glutamina, presentes en el dominio central de las de alto peso molecular. Estas interacciones son muy importantes porque contribuyen a la viscoelasticidad de la masa (BELTON,2005).

(BELTON,2005) propuso un modelo para explicar la elasticidad del gluten. Él describió al gluten formado por una estructura de bucles y colas, en los bucles existen interacciones polímero-solvente y en las colas existen interacciones polímero-polímero. En este modelo las proteínas del gluten están estabilizadas por interacciones no covalentes entre moléculas paralelas. Las gluteninas de alto peso molecular (HMW-GS) inicialmente presentan una conformación en forma de bucle, posteriormente son estiradas durante la extensión del gluten formando polímeros alineados, en los cuales hay formaciones de estructuras hoja plegada β en altas proporciones. Debido a ello, tales polímeros son altamente resistentes a la extensión. El estiramiento de los polímeros produce inicialmente la deformación de los bucles y posteriormente el de las colas, a la vez que se rompen las interacciones no covalentes (WELLNER *et al*,2005).

Durante la extensión, los puentes disulfuro se rompen y se restablecen, derivando en una red alineada en dirección a la extensión. Sin embargo puede producirse la restauración del equilibrio de bucles y colas espontáneamente que resulta en la relajación de la estructura del polímero. Estos modelos

estructurales se relaciona con la viscoelasticidad del gluten y con la estabilidad de los polímeros (WELLNER *et al*, 2005).

(SHEWRY *et al*,2003) menciona que el número y el patrón de puentes disulfuro en los polímeros de gluteninas del trigo, afectan la fuerza de la masa. Por lo tanto, reafirman que las estructuras hoja plegada β y los puentes disulfuro contribuyen a la estabilización de los polímeros.

En síntesis, la calidad de una harina permite desarrollar un gluten con buenas propiedades viscoelásticas, el cual va a depender del tipo y la cantidad de gluteninas y gliadinas que poseen la capacidad de formar enlaces intermoleculares mediante puentes disulfuro. En consecuencia, promover un mayor grado de entrecruzamiento en la red polimérica podría traducirse en mejores características reológicas de las masas (BELTON,2005).

2.2.13 Aspectos generales de la harina de trigo

La harina es el polvo fino que se obtiene de cereales secos, molidos y de otros alimentos ricos en almidón. Aunque la más usada es la harina de trigo, también se hace harina de centeno, cebada, avena, maíz o de arroz (MONTROYA,2010).

En Europa suele aplicarse el término harina para referirse a la harina de trigo y se refiere indistintamente tanto a la refinada como a la integral, por la importancia que tiene como materia prima del pan, siendo esta un pilar de alimentación en la cultura europea (MONTROYA, 2010).

El uso de la harina de trigo en el pan es gracias al gluten, que surge al mezclarla con agua. El gluten es una proteína compleja que le otorga al pan su elasticidad y consistencia. La harina debe ser suave al tacto, de color natural, sin sabores extraños o rancios, sin moho. Esta debe presentar una apariencia uniforme sin puntos negros, libres de insectos vivos o muertos, cuerpos extraños y olores anormales (OCHOA, 2003).

Cuando la harina se obtiene con un rendimiento de molienda elevado, significa que presenta un alto contenido de proteínas, lípidos, calcio, fósforo, hierro, vitaminas B₁ y B₂ y en menor proporción los glúcidos, por lo tanto, la cantidad de calorías es menor, caso adverso cuando es menor el grado de extracción disminuyen las cantidades de los nutrientes de harina (QUAGLIA, 1991).

La composición química de la harina es variable ya que está sujeta a los tipos de molturación, al tipo de trigo y al grado de extracción de la harina, la cual industrialmente son de 72% y 85% (véase tabla N4°) (KENT,1962).

**TABLA N°4
COMPOSICIÓN QUÍMICA DE HARINA DE TRIGO EN GRADOS DE EXTRACCIÓN
COMERCIAL**

Componentes	Grado de extracción			
	72%		85%	
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
Humedad	13	15,5	13	14
Almidón	65	70	65	69
Proteínas	8	13	9	13,5
Fibra	Indicios	0,20	0,40	0,90
Grasa	0,80	1,50	1,60	2
Azúcar	1,5	2	1,50	2
Cenizas	0,30	0,60	0,70	0,90

Fuente: Kent, 1962

2.2.14 Índices panaderos de la harina de trigo

- Grasa

Las grasas tienen propiedades antiaglutinantes y funciones de textura de forma que las galletas resultan menos dura de lo que serían sin ellas. Durante el amasado hay una competencia por la superficie de la harina, entre la fase acuosa y la grasa. El agua o disolución azucarada interacciona con la proteína de la harina para crear el gluten que forma una red cohesiva y extensible. Cuando algo de grasa cubre la harina, la estructura es interrumpida y en cuanto a las propiedades comestibles después del procesamiento, resulta menos áspera más fragmentable y con mayor tendencia a deshacerse en la boca (MANLEY,1989).

Si el nivel de grasa es alto, la función lubricante en la masa es tan pronunciada que se necesita muy poca agua para conseguir la consistencia deseada, se forma poco gluten y el hinchamiento del almidón y la gelificación se reducen, resultando una textura muy blanda (MANLEY,1989).

Aunque es menos importante para la fabricación de galletas, también se debe tener presente el modo de acción. Los estudios sobre el desarrollo de la estructura celular del pan durante la preparación de la masa, las grasas impiden la difusión del gas a través de las paredes celulares durante la etapa crítica entre los 38°C – 58°C, cuando la masa se pone más blanda y antes de hincharse los granos de almidón extraen el agua del gluten haciéndole más fuerte y elástico. Como no son miscibles con el agua, se presenta un problema para su incorporación a la masa y hay que prestar atención a las técnicas de dispersión (MANLEY,1989).

Por esta particularidad resulta crítico la cantidad de sólidos, el tamaño de los cristales (la plasticidad de la grasa) y se presta atención a la temperatura y condiciones de los tratamientos, si se quiere conseguir el efecto deseado. Todas las grasas se descomponen con el tiempo dando lugar a sabores desagradables. Estas alteraciones se conocen con el nombre de enranciamiento y surgen por oxidación y saponificación. Se han de tomar precauciones para reducir estos efectos, pero las alteraciones de las grasas son secundarias solamente después de la pérdida de la cualidad crujiente, debido a la absorción de humedad al ir envejeciendo las galletas (MANLEY,1989).

- Índice de maltosa

Consiste en la capacidad de producción de gases que tiene la masa y la cantidad de azúcares existentes en la harina (CALAVERAS, 2004). La tabla N°5 nos muestra los rangos de contenido de maltosa en la harina.

**TABLA N°5
RANGO DE CONTENIDO DE MALTOSA (mg)**

Maltosa (mg)	
> a 2,6	Excesivo
de 2,3 a 2,6	Elevado
de 1,7 a 2,3	Normal- Correcto
de 1,3 a 1,7	Limitado
de 1,05 a 1,5	Bajo
< a 1	Muy bajo

Fuente: Calaveras, 2004

- Inversión del azúcar

Los azúcares son ópticamente activos, la disolución del azúcar tiene la propiedad de girar el plano de polarización de la luz polarizada. La cantidad de rotación varía según el azúcar de que se trate, su concentración, temperatura y la longitud del tubo

utilizado. El sentido de la rotación también varía con el tipo de azúcar. Una disolución de sacarosa produce la desviación del plano a la derecha (dirección positiva) y cuando se hidroliza la sacarosa, con ácidos o con enzimas, la rotación cambia hacia la izquierda (dirección negativa). Esto ocurre porque la mezcla producida de los dos azúcares, dextrosa y levulosa (fructosa) presentan rotación resultante a la izquierda. Esta es la razón porque la hidrólisis de la sacarosa se llama inversión y la mezcla resultante de monoazúcares se llama azúcar invertido (MANLEY, 1989).

El azúcar invertido se caracteriza por su alto poder endulzante, que sería hasta un 30% mayor que el que posee el azúcar común o sacarosa, por eso en donde más se emplea, es en productos de confitería y panificación (CALAVERAS,2004).

- Índice de caída

Es la determinación de la actividad enzimática (α -amilasa) de las harinas (CALAVERAS, 2004). La tabla N°6 muestra los rangos de velocidad de la actividad enzimática.

TABLA N°6
RANGOS DE VELOCIDAD DE LA ACTIVIDAD ENZIMÁTICA

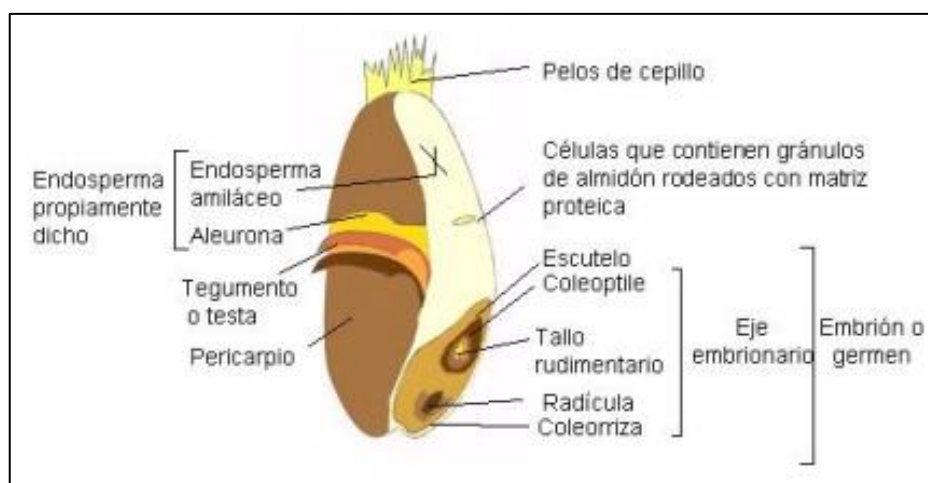
Rangos de la actividad enzimática (s)	
< a 230	Excesivo
de 230 a 340	Elevado
de 340 a 390	Normal- Correcto
de 390 a 450	Limitado
de 450 a 500	Bajo
> a 500	Muy bajo

Fuente: Calaveras, 2004

2.2.15 Aspectos generales del salvado de trigo

(FOX,1999) señalan que el salvado es la cubierta exterior del grano de trigo, el cual consiste en varias capas diferentes y constituyen cerca del 15% del total del grano. En la figura N°6 se puede distinguir el endospermo, el germen y el salvado de trigo, el cual está conformado por: epidermis, hipodermis, capas cruzadas, capa tubular y tejido nuclear.

FIGURA N°6
ESQUEMA DE LAS PARTES QUE CONSTITUYEN EL GRANO DE TRIGO



Fuente: http://members.tripod.com/lucrecia_alvarez/grano%20de%20trigo.htm
Consultado el 02 de enero del 2019. 10:05 pm

2.2.16 Composición química del salvado de trigo

(QUAGLIA,1991) expone que el trigo es una excelente fuente de tiamina, riboflavina, niacina, piridoxina y zinc, pero debido a los procesos de la molienda se pierde gran parte de estos, los mismos que se encuentran en su mayoría en el salvado de trigo.

(MANLEY,1989) indica que la primera clasificación de la harina se basa en la cantidad del salvado. El salvado contiene el mayor porcentaje de sustancia mineral con 6,3% en comparación con el endospermo (0,7%) y el germen (4,5%) (véase tabla N°7)

TABLA N°7
COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL ENDOSPERMO, GERMEN Y SALVADO DE TRIGO

Componentes	Endospermo (%)	Germen (%)	Salvado (%)
Humedad	14	11,7	13,2
Proteínas	9,6	28,5	14,4
Grasa	1,4	10,4	4,7
Ceniza	0,7	4,5	6,3
Carbohidratos	74,3	44,9	61,4
Almidón	72	14	8,6
Hemicelulosa	1,8	6,8	26,2
Azúcares	1,1	16,2	4,6
Celulosa	0,2	7,5	21,4
Carbohidratos totales	74,1	44,5	60,8
Suma de fracciones	99,8	99,6	99,4

Fuente: Manley, 1989

El salvado de trigo presenta altos niveles de fibra insoluble, también contiene altos niveles de ácido fítico (inositol hexafosfato) y ligninas. Estos fitoquímicos han demostrado inhibir el crecimiento *in vitro* del cáncer mamario, especialmente en la fase promocional y cuando es agregado a una dieta alta de grasas (PEÑA, 1999).

2.2.17 Obtención del salvado de trigo

El salvado de trigo se obtiene a través de la molturación que consiste en la reducción del grano a polvo o a menudos trozos, de esta manera se obtiene dicha harina (HOSENEY, 1991).

La molienda es un proceso mecánico destinado a la separación del salvado, el endospermo y el germen. Lo primero es acondicionar el grano a una humedad óptima (15%), dejando que las capas de salvado exteriores se humedezcan ayudando a la separación del salvado interior del exterior. La humedad que se añadió se va con el salvado de trigo y no afecta el contenido de humedad que presenta

endospermo. En algunos casos el salvado se seca antes de volverse a mezclar con las fuentes procedentes del sistema de molienda, lo que lleva a un tamaño uniforme al final del proceso (MANLEY,1989).

2.2.18 Aspectos generales del germen de trigo

El trigo en su periodo de germinación mejora la calidad alimenticia y su valor nutricional, generando un aumento en el contenido de ácido ascórbico y existiendo una alta concentración de un número de vitaminas (VALDEZ,1995).

(SAVINO,2003) menciona que los granos de cereales son alimentos concentrados debido a su bajo contenido de agua, su riqueza en glúcidos (almidón) y proteínas, no pueden consumirse crudos necesitan pasar por un tratamiento (pre-digestión) para facilitar su asimilación en el organismo. Por otro lado los germinados están predigeridos y se asimilan muy bien.

El gusto del producto final proviene de las reacciones entre azúcares y aminoácidos que forman compuestos melanoidinos, productos coloreados y aromáticos incluso durante la primera fase de secado. (VALDEZ,1995) .

2.2.19 Composición química del germinado de trigo

(GELINEAU,2002) expone que los granos recién germinados presentan gran cantidad de clorofila, vitaminas, minerales, oligoelementos, ácidos grasos poliinsaturados, ácido fólico y otras sustancias. Entre las vitaminas pueden citarse A, B₁, B₆, B₁₂ (difícil de encontrar en los vegetales), C, E, ácido fólico, pantoténico, además de colina. También poseen calcio, cobre, zinc, yodo y potasio, junto con los aminoácidos esenciales. Los germinados elevan su valor nutritivo, parecido al de las frutas y verduras por su

contenido en agua, vitaminas, minerales y enzimas, presentando un buen balance de aminoácidos y clorofila, estimulando los procesos digestivos.

2.2.20 Cambios químicos por efecto del malteo

Durante el malteo se presentan cambios sustanciales en las cantidades y en la disposición de los componentes del grano de trigo. El contenido de almidón permanece constante durante el remojo y empieza a caer durante la germinación en un 5% – 10 % debido a la formación de carbohidratos simples de material estructural de las raíces por el aumento sustancial de las enzimas. Al iniciar el proceso hay una disminución de la concentración de sacarosa para luego aumentar durante el secado. La glucosa, fructuosa, maltosa y otros oligosacáridos complejos aumentan sustancialmente 25% en los posteriores días de germinación. (CALLEJO,2002).

(GARCIA,2002) manifiesta que la digestibilidad y la calidad proteínica se refleja en un incremento en los niveles de algunos aminoácidos limitantes. Un 10% de las reservas proteicas son movilizadas durante el crecimiento e incorporadas en el desarrollo del embrión. Los aminoácidos presentes en el grano disminuyen ligeramente como resultado de materiales lixiviados en el agua, por otro lado las endopeptidasas, peptidohidrolasas, carboxipeptidasas y aminopeptidasas hidrolizan las proteínas a polipéptidos y los péptidos hasta aminoácidos como la aspargina, alanina, leucina, lisina, prolina, valina, histidina, triptofano y glutamina.

2.2.21 Aspectos generales de las galletas

Según INACAL (Norma Técnica Peruana 206.001:2016)

Las galletas son productos de consistencia más o menos dura y crocante, de forma variable, obtenidas por el cocimiento de masa preparada con harina con o sin leudantes, leches, féculas, sal, huevos, agua potable, azúcar, mantequilla, grasas comestibles, saborizantes, colorantes, conservadores y otros ingredientes permitidos debidamente autorizados.

Estos productos son aceptados por la población tanto infantil como adulta, siendo consumidos preferentemente entre las comidas, pero muchas veces también reemplazando la comida habitual de media tarde. Sus ingredientes son principalmente harina, azúcar, grasas y en algunos casos leche y huevos. Esta composición química declarada hace suponer que estos productos constituirían una buena fuente calórica para el hombre y en especial para el niño (MURO,2008).

2.2.22 Tipos de galletas

Según INACAL (Norma Técnica Peruana 206.001:2016)

Las galletas se clasifican:

a) Por su sabor:

- Saladas, dulces y de sabores especiales.

b) Por su presentación:

- Simples: Cuando el producto se presenta sin ningún agregado posterior luego del cocido.
- Rellenas: Cuando entre dos galletas se coloca un relleno apropiado.
- Revestidas: Cuando exteriormente presentan un revestimiento o baño apropiado. Pueden ser simples y rellenas.

c) Por su forma de comercialización

- Galletas Envasadas: Son las que se comercializan en paquetes sellados de pequeña cantidad.
- Galletas a Granel: Son las que se comercializan generalmente en cajas de cartón, hojalata o tecnopor.

2.2.23 Requisitos generales de las galletas

Según INACAL (Norma Técnica Peruana 206.001:2016)

Establece los requisitos generales para las galletas, las cuales son:

- Deben fabricarse a partir de materias primas sanas y limpias, exentas de impurezas de toda especie y en perfecto estado de conservación.
- Será permitido el uso de colorantes naturales y artificiales autorizados para este tipo de productos.

a) Requisitos fisicoquímicos:

Según INACAL (Norma Técnica Peruana 206.001:2016)

Para galletas, contempla los requisitos fisicoquímicos que se indican en la tabla N°8.

**TABLA N°8
PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS DE LAS GALLETAS**

Parámetros	Galleta
Humedad	Máximo 12%

Fuente: INACAL, NTP 206.001:2016

Está autorizado el uso de los siguientes aditivos en las dosis máximas permitidas de acuerdo con las prácticas correctas de fabricación:

- Emulsionantes y/o estabilizantes (2% máx.) tales como lecitina, etc.
- Espesantes (2% máx.) tales como clara de huevo, etc.

- Conservadores, tales como ácido propiónico y sus sales de calcio y sodio, y ácido sórbico y sus sales salinas, etc.

b) Requisitos microbiológicos:

Según INACAL (Norma Técnica Peruana 206.001:2016)

Para galletas, contempla los requisitos microbiológicos que se indican en la tabla N°9.

**TABLA N°9
CRITERIOS MICROBIOLÓGICOS DE PRODUCTOS DE PANIFICACIÓN, GALLETERÍA
Y PASTELERÍA**

Agente microbiano	Categoría	Clase	N	c	Límite por g		Método de ensayo
					m	M	
Mohos	2	3	5	2	10 ²	10 ²	ISO 21527-2 AOAC 2014.05 FDA/BAM AACC 42-50.01
<i>Escherichia coli</i> (*)	6	3	5	1	3	20	BAM7FDA
<i>Staphylococcus Aureus</i> (*)	8	3	5	1	10	10 ²	ISO 6888 BAM/FDA
<i>Salmonella sp.</i> (*)	10	2	5	0	Ausencia/ 25 g.	-----	ISO 6579 BAM/FDA
<i>Bacillus cereus</i> (***)	8	3	5	1	10 ²	10 ²	ISO 7932 BAM/FDA
(*) Para productos con relleno (***) Para aquellos elaborados con arroz, maíz y sus derivados							

Fuente: NTP 206.001:2016

2.2.24 Función de los ingredientes en la elaboración de galletas

a) Harina de trigo

Una galleta con buenas cualidades necesita una harina absolutamente blanca y que sea más fina que las utilizadas en panificación, además que cuente con gluten relativamente débil y fácil de estirar (para galletas dulces). Es posible cambiar la naturaleza del gluten de una buena harina adicionando agentes reductores o enzimas hidrolizantes para debilitar el gluten (MANLEY,1989).

La harina galletera debe tener un gluten blando, poco tenaz y muy extensible, la masa no debe contraerse ni amigarse después de laminada, si la harina resulta demasiado fuerte, provoca contracción de la masa dando piezas compactas y reducidas (SMITH,1972).

(QUAGLIA,1991) menciona que las harinas galleteras se obtienen de trigos flojos de bajo contenido proteico. De acuerdo al contenido proteico de las harinas galleteras se tiene la siguiente clasificación:

- Galletas dulces: harinas débiles entre 7% y 8%
- Galletas fermentadas: harinas medianas entre 8% y 9%
- Galletas esponjosas: harinas fuertes entre 8,5 % y 10 %

(FOX,1999) Señalan que entre otras características la harina galletera deberá tener como máximo una humedad de hasta 15% y con un contenido de cenizas de alrededor de 0,4%.

b) Grasa

Las grasas son ingredientes fundamentales que influyen en la calidad de las galletas, mejorando la textura y considerando que un exceso de grasa puede ser perjudicial debido a la rancidez (MANLEY,1989).

(QUAGLIA, 1991) manifiesta que la grasa conjuntamente con el azúcar, es el ingrediente que interviene en mayor proporción después de la harina, enriqueciendo y mejorando el valor nutritivo del producto, tiene un efecto ablandador sobre la masa produciendo una galleta de contextura blanda y suave al paladar. Entre las grasas más empleadas en galletería se tiene la mantequilla, la manteca vegetal, la margarina y las grasas

vegetales hidrogenadas, está última ampliamente difundida por su bajo costo y buenas características.

c) Azúcar

El azúcar aumenta el valor nutritivo del producto y tiene un efecto ablandador cuando se emplea conjuntamente con la grasa impartándole sabor (QUAGLIA,1991).

(MANLEY,1989) señala que el azúcar tiene un efecto suavizante y causa la reacción de Maillard, que al interactuar con algunos aminoácidos de la proteína a temperaturas altas dan una apariencia de caramelización, esta reacción es importante para la obtención de tonos tostados en la superficie de las galletas. El tamaño de los cristales de azúcar es muy importante para la expansión de la galleta. El azúcar granulado causa una mayor expansión de la galleta, sin embargo, el azúcar fino o el azúcar muy tosco no son capaces de provocar la expansión deseada, es por ello que el azúcar rubia no promueve la expansión como lo hace el azúcar de granulometría regular y fina, dando como resultado un cremado eficaz.

d) Leche

Es utilizada para dar un sabor delicado a la masa, mejorar la textura, el color, la absorción de agua y las propiedades de expansión en los productos horneados (SMITH,1972).

Es de preferencia en polvo por su estabilidad, sin embargo se puede usar la leche entera si es que se desea mantener el sabor de la grasa, la cual ejerce un efecto de acortamiento en la masa, reflejándose como un debilitamiento o ruptura de cualquier estructura de gluten que pueda estar presente (SMITH,1972).

e) Agua

Se le considera como material de unión que imparte tenacidad a la estructura de la masa, interviene directamente en la formación del gluten, actúa como un catalizador el cual permite que se produzcan cambios en otros ingredientes, ayudando a producir una textura rígida después de la cocción (SMITH,1972).

f) Sal

Este ingrediente se utiliza por su capacidad de dar sabor, por su propiedad de potenciar los sabores, reforzar el gluten y producir masas menos adherentes. Su concentración ideal es alrededor de 1% - 1,5% del peso de la harina, para galletas dulces se usa cerca de 1,1% o menos, mientras que las saladas desde 1,1% - 1,5% sin demostrar un sabor salino en el producto. Con un 2%, la acción de las enzimas es insignificante (SMITH,1972).

g) Enzimas

El uso de enzimas es importante para degradar almidones y producir azúcares usados en la fermentación (galletas saladas), actualmente se está descubriendo la importancia de las enzimas proteolíticas. La efectividad de la pulpa de pota debido a su contenido de proteínas y enzimas, facilita la degradación del almidón modificando la resistencia del gluten en la masa (SMITH, 1972).

2.2.25 Etapas del proceso para la elaboración de galletas

Actualmente existen diferentes formulaciones y metodologías usadas en la elaboración de galletas, las cuales se diferencian en el porcentaje de los ingredientes utilizados y diversidad de los mismos, así como en la variación en el procesamiento de acuerdo a la maquinaria, al criterio del panificador y el tipo de galleta deseada.

La elaboración de galletas sigue cuatro pasos y se diferencian en el orden que se agrega la materia prima e ingredientes (MANLEY,1989).

a) Mezclado

El término mezclado cubre una serie de operaciones, la mezcla de ingredientes para formar una masa uniforme, la dispersión y la disolución de sólido en líquido, la manipulación de la masa que estimula el desarrollo del gluten, la elevación de la temperatura y el esponjamiento de la masa disminuyendo su densidad (MANLEY,1989).

(SMITH,1972) indica que existen tres formas de realizar el mezclado de los ingredientes:

- Cremado

Consiste en mezclar algunos ingredientes con grasa, esto con la finalidad de obtener una crema, posteriormente continuar con la adición de la harina que se puede realizar en dos o tres etapas (SMITH,1972).

En el cremado de dos etapas, se mezcla todos los ingredientes incluyendo el agua con excepción de la harina y el agente químico (bicarbonato de sodio) por un periodo de 4 a 10 minutos. De acuerdo al tipo y velocidad de mezclado, se agrega la harina y el bicarbonato de sodio continuando con el

mezclado hasta lograr la consistencia deseada (SMITH,1972).

En el cremado de tres etapas, la primera etapa consiste en mezclar la grasa, el jarabe, la cocoa, etc. Hasta obtener una crema suave, luego se prosigue agregando emulsificante con agua. En la segunda etapa se adiciona la sal, saborizante y el resto del agua y mezclándose para mantener la crema. Finalmente en la tercera etapa se le agrega la harina y el bicarbonato de sodio (SMITH,1972).

- Mezclado “todo en uno”

Los ingredientes son mezclados en una sola etapa, una parte del agua se usa para disolver los agentes químicos, saborizantes y colorantes, luego se continua con el mezclado hasta obtener una masa satisfactoria (SMITH,1972).

- Amasado

Este mezclado consta de dos etapas, en la primera etapa se mezcla la grasa, azúcar, jarabes, harina y ácidos hasta obtener una masa corta. En esta etapa la harina es cubierta por una crema evitando la formación del gluten. En la segunda etapa se agrega el agua, leche, agentes alcalinos, sal, etc, que se mezclan hasta formar una masa homogénea (SMITH,1972).

b) Moldeado de la masa

(MANLEY,1989) menciona que con el estiramiento de la masa se consigue desarrollar el gluten, a partir de las proteínas hidratadas de la harina y originar una expulsión del aire.

c) Horneado

Es una etapa muy corta, la cual puede durar 15 minutos dependiendo el tipo de galleta. Durante la cocción se producen variaciones importantes como una gran disminución de la densidad del producto, acompañada por el desarrollo de una textura abierta y porosa, disminución del nivel de humedad de 1% a 4% y cambio de color en la superficie. Además, se origina el derretimiento de la grasa y la formación del gas que ocasiona la expansión y aumento del tamaño de las galletas. También se produce una gelatinización del almidón, coagulación de las proteínas, liberación de gases de los componentes químicos esponjosos, expansión de las burbujas que genera un aumento de la presión de vapor del agua, la ruptura de algunas burbujas, pérdida de vapor de agua en la superficie y emigración de la humedad a la superficie. Se produce la gelatinización del almidón a una temperatura de 54°C, la cual origina el aumento de la absorción de agua en la galleta. Las proteínas se coagulan y adquieren una mayor consistencia a una temperatura mayor a 62,7°C. La coagulación es total a una temperatura de 73,8°C y las proteínas se hacen más extensible. Finalmente, a los 150°C se forman compuestos melanoides que le dan color a la corteza y también una melanización de los azúcares (MANLEY,1989).

Los productos ricos en grasas y azúcares presentan una menor cantidad de agua, es decir la proteína está imperfectamente hidratada para formar gluten, entonces la estructura de la masa se rodea de una matriz azucarada, la cual no coagula completamente al incrementar la temperatura. La cocción produce la expansión de la longitud y el espesor de la galleta. La expansión debe ser controlada durante el proceso, los factores que favorecen la expansión son: la partícula gruesa de harina,

partícula fina de azúcar, masa blanda a medida que sube la temperatura, escaso amasado previo al reposo, bandeja engrasada, temperatura baja en la entrada del horno y alto pH de la masa. Mientras los factores que atenúan la expansión son: un poder superior de absorción de agua por la harina, una proporción de azúcar gruesa, masas frías y temperaturas superiores a la entrada del horno y aumento en el tiempo de amasado. El factor de esparcimiento está relacionado directamente con la disponibilidad y movimiento del agua durante el horneado, una formación rápida de la corteza trae consigo una disminución en el índice de extensibilidad (MANLEY,1989).

d) Enfriamiento

Es necesario para las galletas ricas en azúcar ya que son muy blandas y plásticas cuando salen del horno y vuelven rígidas al enfriarse. Existe pérdida de humedad al enfriar las galletas, lo que es beneficioso para su calidad y duración en buen estado. El cuarteamiento a través de la parte central de la galleta es el resultado de tensiones que se producen al enfriarse la galleta y son debidas a las alteraciones dimensionales asociadas con el equilibrio de humedad dentro de la galleta, eso se puede eliminar si la cocción es lenta y el enfriamiento gradual (MANLEY,1989).

e) Calidad del producto final

(MOYANO,2002) indica que es evidente el uso de materias primas que no tengan una calidad aceptable y presenten malas condiciones sanitarias, acelerando los cambios fisicoquímicos y la pérdida de calidad del producto final.

(FENNEMA,1993) señala que las galletas son higroscópicas y se reblandecen cuando absorben humedad, estas deben estar

protegidas de la luz de alta intensidad y si es posible del oxígeno atmosférico, el cual puede inducir al enranciamiento produciendo sabores desagradables por lo que estos productos deben estar adecuadamente empacados.

Las galletas están expuestas a la oxidación de lípidos (rancidez oxidativa) por incorporación de oxígeno sobre los ácidos grasos. Esta reacción se caracteriza por el desarrollo de peróxidos y sus derivados como aldehídos y cetonas de bajo peso molecular, los cuales afectan la calidad de las galletas generando cambios en la textura, olores y sabores desagradables (FENNEMA,1993).

2.3 Definición de términos básicos

- a) Actina: Es una proteína fibrosa, constituyente del más delgado de los dos tipos de filamento, contenida en la fibra muscular.
- b) Agua ligada: Es aquella porción de agua no congelada que se encuentra dentro de las moléculas del alimento congelado.
- c) Azúcar invertido: Es la combinación de glucosa y fructuosa, mediante una hidrólisis ácida o inversión enzimática.
- d) Cuter: Es un equipo que sirve para cortar y mezclar las materias primas e ingredientes generando una pasta o sus derivados.
- e) Elasticidad: Es la propiedad que presenta un cuerpo sólido o gel para recuperar total o parcialmente su forma inicial.
- f) Emulsificante: Es una sustancia que ayuda en la mezcla de dos sustancias que normalmente son poco miscibles o difíciles de mezclar.
- g) Escala hedónica: Es una herramienta que se utiliza para valorar el grado de satisfacción general de un producto, en las pruebas de aceptabilidad.
- h) Extensibilidad: Es la propiedad que presenta una masa, la cual se extiende hasta que alcance su límite elástico.
- i) Gel: Es una estructura de red cohesiva, comprendida por cadenas entrecruzadas, capaces de inmovilizar una gran cantidad de agua.
- j) Gliadina: Es una glucoproteína presente en el trigo, formada por cadenas de aminoácidos, en las cuales están contenidas la glutamina y prolina.
- k) Glutenina: Es una proteína que pertenece al grupo de las prolaminas, la cual está contenida en el trigo, junto con la gliadina para formar el gluten.
- l) Gluten: Es una mezcla de proteínas (gliadina y glutenina) de bajo valor nutricional, está presente la facultad de aglutinar o unir diversos ingredientes de panificación.

- m) Manto: Es la parte superior del cuerpo de la pata, donde se ubica sus aletas, porción cefálica y ojos.
- n) Molienda: Es la operación que consiste en la reducción y separación de las partes anatómicas del grano de maíz, para la obtención de harina fina, salvado grueso, salvado fino y desechos de molienda.
- o) Miosina: Es una proteína fibrosa que forma parte de los filamentos e interactúa con la actina en la contracción muscular.
- p) Proteína miofibrilar: Es aquella proteína estructural constituida por miofibrillas, compuestas por actina y miosina.
- q) Laminado: Es el proceso por el cual se estira la masa hasta lograr un espesor requerido.
- r) Solubilidad: Es la capacidad con la que cuenta una sustancia para disolverse en otra.
- s) Termómetro: Es un instrumento usado para la toma de variación de la temperatura.

III. VARIABLES E HIPÓTESIS

3.1 Variables de la investigación

3.1.1 Variable independiente

- a) Formulación de la masa
- b) Temperatura de horneado
- c) Tiempo de horneado

3.1.2 Variable dependiente

- a) Calidad
- b) Nivel de aceptabilidad

3.1.3 Diagrama Factorial: 4x3x3

TABLA N°10

DIAGRAMA FACTORIAL

FORMULACIONES		PP=10,3%, HST=20,8%, HGT=26,9%	PP=12,5%, HST=12,4%, HGT=33,1%	PP=14,4%, HST=15,8%, HGT= 27,8%	PP=16,1%, HST=18,2%, HGT= 23,7%
TIEMPO	T°	130°C, 140°C, 150°C	130°C, 140°C, 150°C	130°C, 140°C, 150°C	130°C, 140°C, 150°C
	15 min	PP=10,3%, HST=20,8%, HGT=26,9%; 130°C, 140°C, 150°C	PP= 12,5%, HST=12,4%, HGT=33,1%; 130°C, 140°C, 150°C	PP= 14,4%, HST=15,8%, HGT= 27,8%; 130°C, 140°C, 150°C	PP=16,1%, HST=18,2%, HGT= 23,7%; 130°C, 140°C, 150°C
	20 min	PP=10,3%, HST=20,8%, HGT=26,9%; 130°C, 140°C, 150°C	PP=12,5%, HST=12,4%, HGT=33,1%; 130°C, 140°C, 150°C	PP= 14,4%, HST=15,8%, HGT= 27,8%; 130°C, 140°C, 150°C	PP=16,1%, HST=18,2%, HGT= 23,7%; 130°C, 140°C, 150°C
	30 min	PP=10,3%, HST=20,8%, HGT= 26,9%; 130°C, 140°C, 150°C	PP=12,5%, HST=12,4%, HGT=33,1%; 130°C, 140°C, 150°C	PP=14,4%, HST=15,8%, HGT= 27,8%; 130°C, 140°C, 150°C	PP=16,1%, HST=18,2%, HGT= 23,7%; 130°C, 140°C, 150°C

Fuente: Elaboración propia

PP= Pasta de pota, HST= Harina de salvado de trigo, HGT= Harina de germen de trigo.

3.2 Operacionalización de variables

3.2.1 Variable independiente

**TABLA N°11
VARIABLE INDEPENDIENTE**

Variable	Definición	Operacionalización
Formulación de la masa (g)	Cantidad de ingredientes para la elaboración de la galleta	Medido mediante una balanza electrónica, cada uno de los ingredientes con sus determinadas proporciones durante el proceso de la formulación.
Temperatura de horneado(°C)	Es la temperatura a la cual es sometida las piezas de masa, para su cocción mediante el calor emitido por el horno.	Medido mediante un termómetro electrónico incorporado en el horno.
Tiempo de horneado(min)	Es el tiempo del proceso desde que las piezas de masa ingresan al horno, hasta la obtención del producto	Medido mediante un cronómetro

Fuente: Elaboración propia

3.2.2 Variable dependiente

**TABLA N°12
VARIABLE DEPENDIENTE**

Variable	Definición	Operacionalización
Calidad	Es la cualidad que tiene un producto, teniendo en cuenta sus aspectos: técnicos, fisicoquímicos, microbiológicos y valor nutritivo.	Se realiza pruebas físicas, químicas y biológicas para determinar su calidad
Nivel de aceptabilidad	El grado de aceptación que tiene el producto por los consumidores.	Medido a partir de un test de preferencia o prueba hedónica.

Fuente: Elaboración propia

3.3 Hipótesis general

Con una formulación de la masa de 14,4% de pasta de pota, 15,8% harina de salvado de trigo, 27,8% harina de germen de trigo, 6,4% de harina blanca, 8,3% de manteca vegetal, 16% de azúcar rubia, 4,1% de agua, 3,4% de leche en polvo, 0,2% de sal, 0,4% de esencia de vainilla y 3,2% de yema de huevo con una temperatura de 140°C y un tiempo de 15 minutos de horneado obtendremos galletas a base de pulpa de pota; de calidad y aceptabilidad.

IV. METODOLOGÍA

4.1 Tipo de investigación

Se realizó una investigación experimental

4.2 Diseño de investigación

Diseño experimental puro, sin pre-prueba, con post-prueba y con un grupo control

R₁	G₁	X₁	O₁
R₂	G₂	X₂	O₂
R₃	G₃	X₃	O₃
R₄	G₄	X₄	O₄
R₅	G₅	---	O₅

Donde:

R: Asignación al azar o aleatorización

G: Grupos

X₁: PP=10,3%, HGT=26,9%, HST=20,8%, HB=6,4%, Manteca vegetal= 8,3%, Azúcar rubia=16%, Agua=4,1%, Leche en polvo=3,4%, Sal= 0,2%, Esencia de vainilla=0,4%, Yema de huevo=3,2%; 150°C; 20 minutos.

X₂: PP=12,5%, HGT=33,1%, HST=12,4%, HB=6,4%, Manteca vegetal= 8,3%, Azúcar rubia=16%, Agua=4,1%, Leche en polvo=3,4%, Sal= 0,2%, Esencia de vainilla=0,4%, Yema de huevo=3,2% ; 150°C; 15 minutos.

X₃: PP=14,4%, HGT=27,8%, HST=15,8%, HB=6,4%, Manteca vegetal= 8,3%, Azúcar rubia=16%, Agua=4,1%, Leche en

polvo=3,4%, Sal= 0,2%, Esencia de vainilla=0,4%, Yema de huevo=3,2%; 140°C; 15 minutos.

X₄: PP=16,1%, HGT=23,7%, HST=18,2%, HB=6,4%, Manteca vegetal= 8,3%, Azúcar rubia=16%, Agua=4,1%, Leche en polvo=3,4%, Sal= 0,2%, Esencia de vainilla=0,4%, Yema de huevo=3,2%; 140°C; 15 minutos.

---: Prueba control

O= Una medición a las condiciones experimentales de cada grupo (prueba, cuestionario, etc.)

PP = pasta de pota, HGT= Harina de germen de trigo, HST= Harina de salvado de trigo.

4.2.1 Materiales

a) Ingredientes

- Manto de pota, adquirido en el Terminal Pesquero de Ventanilla.
- Harina de germen de trigo
- Harina de salvado de trigo
- Harina Blanca preparada
- Manteca vegetal
- Azúcar rubia
- Agua potable
- Leche entera en polvo instantánea
- Sal de mesa, con yodo y flúor
- Esencia de vainilla blanca
- Yema de huevo

b) Materiales

- Rodillo de madera
- Bandejas de acero inoxidable para horno
- Moldes de metal de formas geométricas o siluetas de animales.
- Cuchillo de acero inoxidable.

- Bolsas herméticas para conservar alimentos de 17,5x20 cm
- Cajas de cartón de 40x20x20 cm
- Cajas de plástico organizadoras de 50x35x30 cm
- Rociadores o aspersores de plástico de 500 ml
- Paños Scotch brite.
- Matraces Kjeldahl de 500 ml
- Matraces Erlenmayer de 250 ml
- Matraz de bola de fondo de 600 ml
- Unidad de condensación para el matraz
- Pipetas graduadas estériles con tapón de algodón de 1 ml
- Pipetas Pasteur de 1ml
- Pipeta bacteriológicas de 1 ml
- Propipeta automática de 10 ml
- Papel filtro Whatman
- Pizeta de 500 ml
- Placas Petri de cristal de 100 x15 mm
- Vasos para homogenizar de 1L
- Tubos capilares con extremos de 2 mm de diámetro
- Portaobjetos de vidrio de 5 x 7,5 cm
- Asa de inoculación con alambre de nicrom
- Frascos con tapa rosca de 25 ml
- Recipientes con tapón de rosca para las muestras de 250 ml
- Crisoles de porcelana
- Medios de cultivo y Diluyentes
 - Agar verde brillante (Medio 16)
 - Agar bismuto sulfito (Medio 8)
 - Agar peptona tamponada con 0,22% de Tergitol (Medio 23)
 - Agar triple azúcar hierro (TSI) inclinado (Medio 118)
 - Agar lisina hierro inclinado (LIA) (Medio 59)
 - Agar eosina azul de metileno (Medio 36)

- Agar MacConkey (Medio 60)
- Agar eosina azul de metileno de Levine (Medio 36)
- Agar triple azúcar hierro (Medio 118)
- Caldo triptona (Caldo triptófano, Medio 126)
- Cloruro sódico en solución acuosa al 0,85%
- Caldo lactosa bilis (2%) verde brillante (Medio 17)
- Caldo lauril sulfato triptosa (Medio 55), volúmenes de 10 ml en tubos de 150 x 15 mm.
- Caldo lactosado con 1% de Tergitol 7 (Medio 52).
- Caldo selenito verde brillante (Medio 113).
- Caldo telurito manitol glicina (Medio 110) para enriquecimiento, distribuido en volúmenes de 19 ml en tubos de ensayo de 20 x 200 mm.
- Agar oxietraciclina gentamicina extracto de levadura glucosa (Medio 79).
- Agar sangre de caballo (Medio 45) .
- Caldo infusión cerebro corazón (Medio 14) repartido en volúmenes de 5 ml por tubo.
- Caldos de peptona azúcar Medio 84) en tubos con 5 ml , con los siguientes azúcares: lactosa, glucosa, sacarosa y maltosa.
- Agua peptonada al 2% (Medio 87).

c) Equipos

- Balanza electrónica, marca: Verkon, capacidad: 30 kg
- Balanza gramera, marca: Suminco, capacidad: 3 kg
- Texturómetro, marca: Scout, capacidad máxima: 1000 N (Tracción / Compresión)
- Termómetro digital, marca: Boeco, rango de medición: -50°C a 300°C
- Unidad de digestión y destilación Kjeldahl, marca: Velp

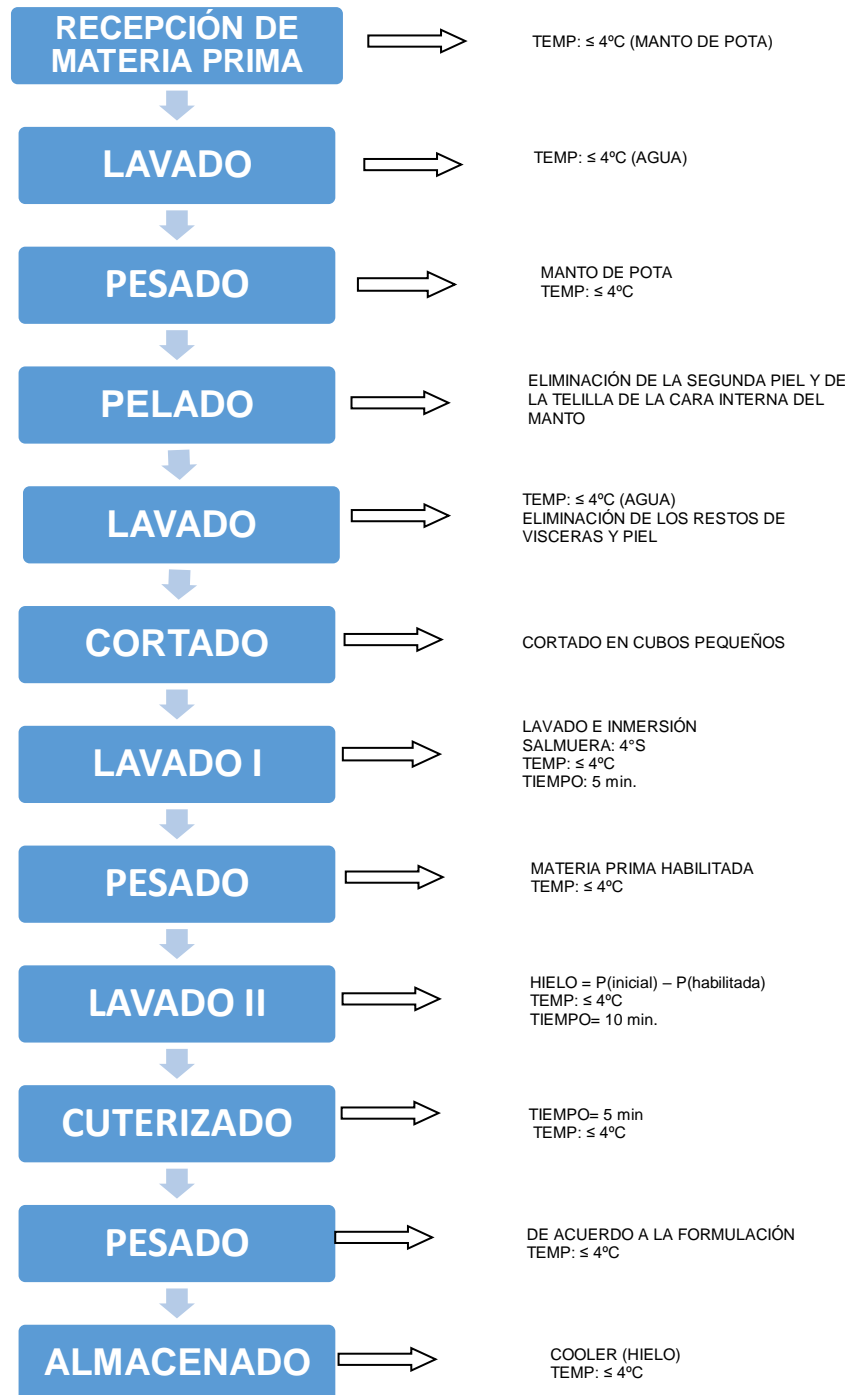
- Aparato de extracción Soxhlet, marca: Buchi
 - Desecador, marca: Brand
 - Cooler, marca: Basa, capacidad: 20 L
 - Contador de colonias, marca: Boeco
- d) Maquina
- Cúter
 - Lavadora
 - Horno rotativo, marca: Nova – Max 600
 - Batidora, marca: Nova, capacidad: 15 L
 - Mufla, marca: Thermo Scientific, rango de temperatura: 100°C a 1000°C.

4.2.2 Métodos

El trabajo de investigación se llevó a cabo en el Laboratorio de Procesos Pesqueros (Chucuito-Callao) y en el módulo de panadería del Instituto de Investigación de Especialización en Agroindustria de la Universidad Nacional del Callao.

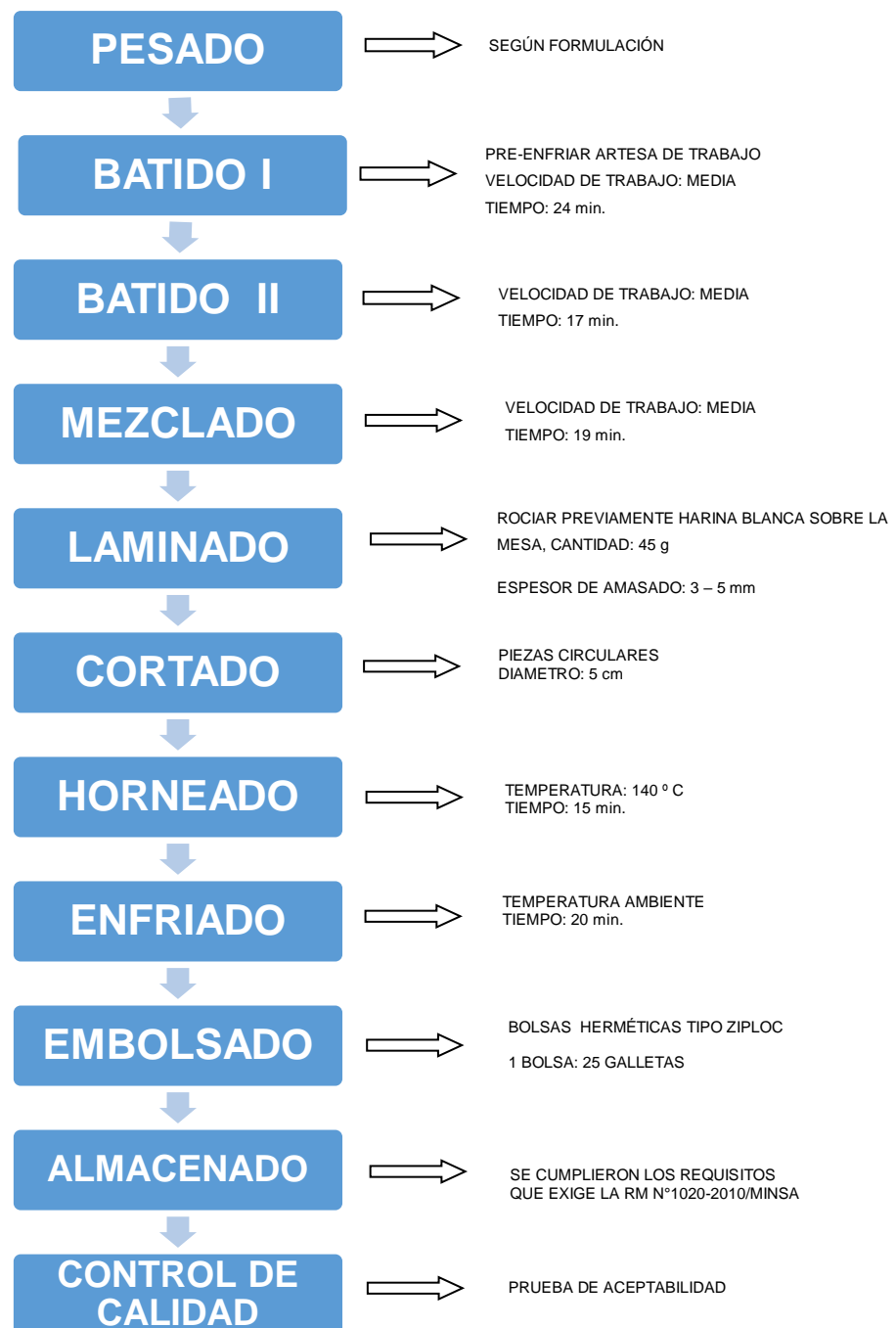
- a) Elaboración de galletas a base de pulpa de papa "*Dosidicus gigas*" y dos tipos de harina

- Diagrama cualitativo de la pasta de pota “*Dosidicus gigas*”



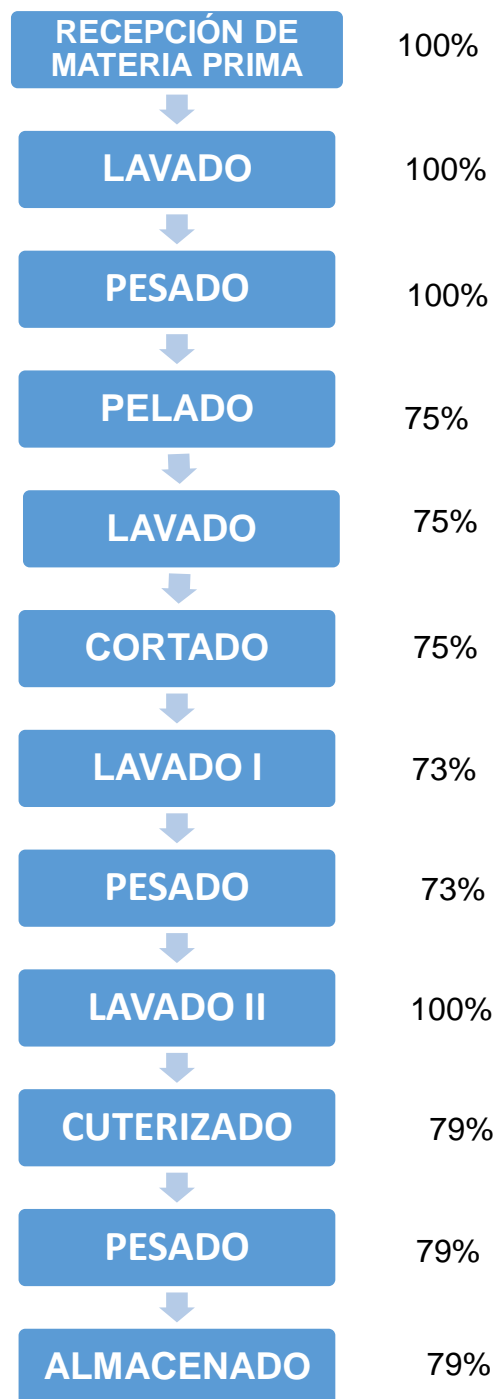
Fuente: Elaboración propia

- Diagrama cualitativo de las galletas a base de pulpa de papa "*Dosidicus gigas*" y dos tipos de harina



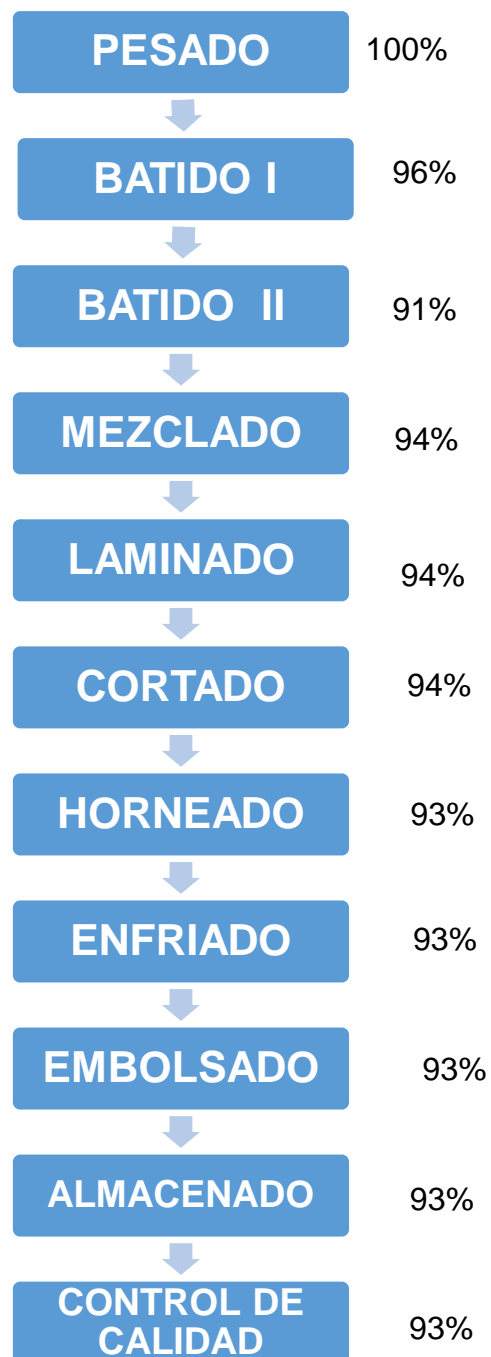
Fuente: Elaboración propia

- Diagrama cuantitativo de la pasta de papa “*Dosidicus gigas*”



Fuente: Elaboración propia

- Diagrama cuantitativo de las galletas a base de pulpa de papa "*Dosidicus gigas*" y dos tipos de harina



Fuente: Elaboración propia

- **Formulación**

La formulación tuvo como base la elaboración de galletas dulces de la American Association of Cereal Chemists (A.A.C.C,1997). Esta menciona que las cantidades de ingredientes complementarios estén en base a la cantidad de harina blanca utilizada.

Con el fin de optimizar dicha formulación, se reemplazó cierto porcentaje de harina blanca por: pasta de papa, harina de germen de trigo y harina de salvado de trigo, siendo la suma de estos y demás ingredientes utilizados la de 1,558 kg (100%)

**TABLA N°13
FORMULACIÓN I**

Ingredientes	Formulación I	
	Porcentaje (%)	Peso (g)
Pasta de pota	10,3	160
Harina de Germen de trigo	26,9	420
Harina de Salvado de trigo	20,8	320
Harina blanca	6,4	100
Manteca vegetal	8,3	130
Azúcar rubia	16	250
Agua potable	4,1	64 ml
Leche en polvo	3,4	54
Sal	0,2	4
Esencia de vainilla	0,4	6 ml
Yema de huevo	3,2	50

Fuente: Elaboración propia

Prueba Experimental N°1

- Etapas del proceso de la pasta de pota
 - a) **Recepción de materia prima.-** La materia prima con la cual se trabajó fue el manto, su recepción consistió en la verificación de la temperatura siendo esta menor a 4°C y su evaluación sensorial fue realizada mediante el método de índice de calidad para pota almacenada en hielo. El manto obtuvo una calificación de 0 puntos para la textura de su músculo, 1 punto para su olor y 1 punto para su color. Lo que indicó que la materia prima fue de un nivel de calidad bueno. (véase anexo N°2 y N°3).
 - b) **Lavado.-** Consistió en lavar el manto con abundante agua (temperatura no mayor a 4°C) con el fin de retirar los restos de hielo, que se encuentran en su interior y superficie.
 - c) **Pesado.-** Se pesó el manto obteniendo un valor de 4,42 kg y se midió su longitud obteniendo como resultado 58 cm (véase anexo N°4).
 - d) **Pelado.-** Se procedió a retirar manualmente con la ayuda de un cuchillo, la segunda piel del manto y la telilla de la cara interna de este.
 - e) **Lavado.-** Consistió en lavar el manto pelado con abundante agua (temperatura no mayor a 4°C), eliminando así los restos de vísceras o piel que hayan quedado.

f) **Cortado.-** Se procedió a cortar el manto pelado en cubos pequeños, esto se realizó usando un cuchillo y un tablero.

g) **Lavado I.-** Consistió en sumergir los cubos pequeños, para ello se requirió un recipiente con salmuera a 2°S de concentración, con un volumen de 8 litros de agua y 42,24 g de sal durante un tiempo de 5 minutos, con la finalidad de eliminar los compuestos hidrosolubles causantes del sabor amoniacal del músculo de la pota.

h) **Pesado .-** Se pesó la materia prima habilitada, obteniendo un peso de 3,31 kg (véase la tabla N°14).

TABLA N°14
ETAPA DE PESADO (FORMULACIÓN I)

Materia prima	Restos (2 ^{da} piel, telilla, pluma, labio, etc)	Materia prima habilitada
4,42 kg	1,10 kg	3,31 kg

Fuente: Elaboración propia

i) **Lavado II.-** Consistió en verter y lavar los cubos pequeños con una cantidad de hielo, igual a la diferencia entre la materia prima y la materia prima habilitada a una temperatura no mayor a 4°C, por un lapso de tiempo de 5 min en la lavadora (véase tabla N°15).

TABLA N°15
ETAPA DE LAVADO II (FORMULACIÓN I)

Materia prima	Materia prima habilitada	Hielo
4,42 kg	3,31 kg	1,10 kg

Fuente: Elaboración propia

j) Cuterizado.- Se procedió a colocar y cuterizar los cubos lavados por un tiempo de 5 minutos y una temperatura no mayor de 4°C (véase tabla N°16).

TABLA N°16
ETAPA DE CUTERIZADO (Formulación I)

Cuterizado	Pérdida mecánica	Pasta
4,42 kg	0,92 kg	3,49 kg

Fuente: Elaboración propia

k) Pesado.- Se procedió a pesar la pasta obtenida dentro de bolsas herméticas tipo ziploc por 450 g c/u, mediante una balanza electrónica.

l) Almacenado.- Se procedió almacenar las bolsas de pasta pesada en un cooler, en el cual se le agregaron capas de hielo intercaladamente, esto ayudó a mantener la temperatura requerida para que la masa no tenga ningún tipo de cambio organoléptico.

- Etapas del proceso de las galletas

m) Pesado.- Se procedió a pesar los ingredientes según la formulación I (véase tabla N°13,pág 94) mediante una balanza gramera.

n) Batido I.- Consistió en batir la manteca vegetal, el azúcar y la leche en polvo por un tiempo de 10 minutos, posteriormente se añadió 50 g de yema de huevo y se terminó de batir por un tiempo de 9 minutos, utilizando una batidora eléctrica a baja velocidad.

- o) Batido II.-** La crema obtenida en la etapa anterior se añadió la pasta de papa, el agua y la sal continuando con el batido a velocidad media, durante 17 minutos.
- p) Mezclado.-** La emulsión obtenida en la etapa anterior fue mezclada con la harina de germen de trigo, la harina de salvado de trigo y la harina blanca por un lapso de 9 minutos, luego se añadió 6 ml de esencia de vainilla y fueron mezclados por un lapso de 5 minutos a una velocidad media.
- q) Laminado.-** La masa resultante de la etapa anterior fue laminada sobre una mesa de trabajo mediante un rodillo de madera, previamente se roció harina blanca en la mesa de trabajo y en el rodillo (aproximadamente 45 g), con ello se evitó una mayor adherencia de la masa en el rodillo y en la mesa de trabajo. La masa fue estirada a todas las direcciones con el fin de eliminar la tensión y uniformizarla, obteniendo una masa con un espesor de 3 a 5 mm de intervalo.
- r) Cortado.-** La masa laminada fue cortada en piezas circulares de 5 cm de diámetro, mediante un molde de metal, dichas piezas fueron colocadas en bandejas de acero para el proceso del horneado, por el contrario la trama de masa sobrante o recortes fueron nuevamente adicionados al proceso del laminado.

- s) **Horneado.-** Las piezas circulares colocadas en las bandejas de acero, fueron colocadas en el interior del horno, a una temperatura de 150°C por un lapso de 20 minutos.

- t) **Enfriado.-** Las galletas que se obtuvieron fueron enfriadas a temperatura ambiente por un lapso no menor a 15 minutos, con lo cual se facilitó el proceso de embolsado.

- u) **Embolsado.-** Las galletas fueron empacadas en bolsas herméticas tipo ziploc, en cada bolsa se colocaron 25 galletas, las cuales posteriormente fueron introducidos en una caja de cartón.

- v) **Almacenado.-** Este proceso se llevó a cabo cumpliendo los requisitos que exige la Norma Sanitaria para la Fabricación, Elaboración y Expendio de Productos de Panificación, Galletería y Pastelería RM N°1020-2010/MINSA. Las cajas de galletas fueron colocadas en un ambiente seco, limpio y fuera del alcance de los rayos solares, controlando los parámetros de almacenamiento los cuales son: el porcentaje de humedad (<12%) y la temperatura del ambiente (20°C a 25°C).

**TABLA N°17
FORMULACIÓN II**

Ingredientes	Formulación II	
	Porcentaje (%)	Peso (g)
Pasta de pota	12,5	180
Harina de Germen de trigo	33,1	520
Harina de Salvado de trigo	12,4	200
Harina blanca	6,4	100
Manteca vegetal	8,3	130
Azúcar rubia	16	250
Agua potable	4,1	64 ml
Leche en polvo	3,4	54
Sal	0,2	4
Esencia de vainilla	0,4	6
Yema de huevo	3,2	50

Fuente: Elaboración propia

Prueba Experimental N°2

- Etapas del proceso de la pasta de pota
 - a) **Recepción de materia prima.-** La materia prima con la cual se trabajó fue el manto, su recepción consistió en la verificación de la temperatura siendo esta menor a 4°C y su evaluación sensorial fue realizada mediante el método de índice de calidad para pota almacenada en hielo. El manto obtuvo una calificación de 1 punto para la textura de su músculo, 1 punto para su olor y 1 punto para su color. Lo que indicó que la materia prima fue de un nivel de calidad bueno (véase anexo N°2 y N°3).
 - b) **Lavado.-** Consistió en lavar el manto con abundante agua (Temperatura no mayor a 4 °C), con el fin de retirar los restos de hielo que se encuentran en su interior y superficie.
 - c) **Pesado.-** Se pesó el manto obteniendo un valor de 3,90 kg y se midió su longitud obteniendo como resultado 55 cm (véase anexo N°4).
 - d) **Pelado.-** Se procedió a retirar manualmente con la ayuda de un cuchillo, la segunda piel del manto y la telilla de la cara interna de este.
 - e) **Lavado.-** Consistió en lavar el manto pelado con abundante agua (temperatura no mayor a 4°C), eliminando así los restos de vísceras o piel que hayan quedado.

- f) **Cortado.-** Se procedió a cortar el manto pelado en cubos pequeños, esto se realizó usando un cuchillo y un tablero.
- g) **Lavado I.-** Consistió en sumergir los cubos pequeños, para ello se requirió un recipiente con salmuera a 4°S de concentración, con un volumen de 8 litros de agua y 84,8 g de sal durante un tiempo de 5 minutos, con la finalidad de eliminar los compuestos hidrosolubles causantes del sabor amoniacal del músculo de la pota.
- h) **Pesado.-** Se pesó la materia prima habilitada, obteniendo un peso de 2,92 kg (véase la tabla N°18).

TABLA N°18
ETAPA DE PESADO (FORMULACIÓN II)

Materia prima	Restos (2 ^{da} piel, telilla, pluma, labio, etc)	Materia prima habilitada
3,90 kg	0,97 kg	2,92 kg

Fuente: Elaboración propia

- i) **Lavado II.-** Consistió en verter y lavar los cubos pequeños con una cantidad de hielo, igual a la diferencia entre la materia prima y la materia prima habilitada a una temperatura no mayor a 4°C, por un lapso de tiempo de 10 min en la lavadora (véase tabla N°19).

TABLA N°19
ETAPA DE LAVADO II (FORMULACIÓN II)

Materia prima	Materia prima habilitada	Hielo
3,90 kg	2,92 kg	0,97 kg

Fuente: Elaboración propia

- j) Cuterizado.-** Se procedió a colocar y cuterizar los cubos lavados por un tiempo de 5 minutos y una temperatura no mayor de 4°C (véase tabla N°20).

TABLA N°20
ETAPA DE CUTERIZADO (FORMULACIÓN II)

Cuterizado	Pérdida mecánica	Pasta
3,90 kg	0,819 kg	3,08 kg

Fuente: Elaboración propia

- k) Pesado.-** Se procedió a pesar la pasta obtenida dentro de bolsas herméticas tipo ziploc por 450 g c/u, mediante una balanza electrónica.
- l) Almacenado.-** Se procedió almacenar las bolsas de pasta pesada en un cooler, en el cual se le agregaron capas de hielo intercaladamente, esto ayudó a mantener la temperatura requerida para que la masa no tenga ningún tipo de cambio organoléptico.
- Etapas del proceso de las galletas
 - m) Pesado.-** Se procedió a pesar los ingredientes según la formulación II (véase tabla N°17, pág 100) mediante una balanza gramera.
 - n) Batido I.-** Consistió en batir la manteca vegetal, el azúcar, el agua y la leche en polvo por un tiempo de 15 minutos, posteriormente se añadió 50 g de yema de huevo y se terminó de batir por un tiempo de 9 minutos, utilizando una batidora eléctrica a media velocidad. Antes del inicio de esta etapa se pre-

enfrió la artesa, agregando cubos de hielo por un tiempo de 15 minutos.

- o) Batido II.-** La crema obtenida en la etapa anterior se añadió la pasta de pota y la sal continuando con el batido a velocidad media, durante 11 minutos.
- p) Mezclado.-** La emulsión obtenida en la etapa anterior fue mezclada con la harina de germen de trigo, la harina de salvado de trigo y la harina blanca por un lapso de 9 minutos, luego se añadió 6 ml de esencia de vainilla y fueron mezclados por un lapso de 5 minutos a una velocidad media.
- q) Laminado.-** La masa resultante de la etapa anterior fue laminada sobre una mesa de trabajo mediante un rodillo de madera, previamente se roció harina blanca en la mesa de trabajo y en el rodillo (aproximadamente 45 g), con ello se evitó una mayor adherencia de la masa en el rodillo y en la mesa de trabajo. La masa fue estirada a todas las direcciones con el fin de eliminar la tensión y uniformizarla, obteniendo una masa con un espesor de 3 a 5 mm de intervalo.
- r) Cortado.-** La masa laminada fue cortada en piezas circulares de 5 cm de diámetro, mediante un molde de metal, dichas piezas fueron colocadas en bandejas de acero para el proceso del horneado, por el contrario la trama de masa sobrante o recortes

fueron nuevamente adicionados al proceso del laminado.

- s) **Horneado.**- Las piezas circulares colocadas en las bandejas de acero, fueron colocadas en el interior del horno, a una temperatura de 150°C por un lapso de 15 minutos.
- t) **Enfriado.**- Las galletas que se obtuvieron fueron enfriadas a temperatura ambiente por un lapso no menor a 15 minutos, con lo cual se facilitó el proceso de embolsado.
- u) **Embolsado.**- Las galletas fueron empacadas en bolsas herméticas tipo ziploc, en cada bolsa se colocaron 25 galletas, las cuales posteriormente fueron introducidos en una caja de cartón.
- v) **Almacenado.**- Este proceso se llevó a cabo cumpliendo los requisitos que exige la Norma Sanitaria para la Fabricación, Elaboración y Expendio de Productos de Panificación, Galletería y Pastelería RM N°1020-2010/MINSA. Las cajas de galletas fueron colocadas en un ambiente seco, limpio y fuera del alcance de los rayos solares, controlando los parámetros de almacenamiento los cuales son: el porcentaje de humedad (<12%) y la temperatura del ambiente (20°C a 25°C).

**TABLA N°21
FORMULACIÓN III**

Ingredientes	Formulación III	
	Porcentaje (%)	Peso (g)
Pasta de pota	14,4	200
Harina de Germen de trigo	27,8	450
Harina de Salvado de trigo	15,8	250
Harina blanca	6,4	100
Manteca vegetal	8,3	130
Azúcar rubia	16	250
Agua potable	4,1	64 ml
Leche en polvo	3,4	54
Sal	0,2	4
Esencia de vainilla	0,4	6
Yema de huevo	3,2	50

Fuente: Elaboración propia

Prueba Experimental N°3

- Etapas del proceso de la pasta de pota
 - a) Recepción de materia prima.-** La materia prima con la cual se trabajó fue el manto, su recepción consistió en la verificación de la temperatura siendo esta menor a 4°C y su evaluación sensorial fue realizada mediante el método de índice de calidad para pota almacenada en hielo. El manto obtuvo una calificación de 1 punto para la textura de su músculo, 1 punto para su olor y 1 punto para su color. Lo que indicó que la materia prima fue de un nivel de calidad bueno. (véase anexo N°2 y N°3).
 - b) Lavado.-** Consistió en lavar el manto con abundante agua (temperatura no mayor a 4°C) con el fin de retirar los restos de hielo, que se encuentran en su interior y superficie.
 - c) Pesado.-** Se pesó el manto obteniendo un valor de 4,24 kg y se midió su longitud obteniendo como resultado 58 cm (véase anexo N°4).
 - d) Pelado.-** Se procedió a retirar manualmente con la ayuda de un cuchillo, la segunda piel del manto y la telilla de la cara interna de este.
 - e) Lavado.-** Consistió en lavar el manto pelado con abundante agua (temperatura no mayor a 4°C), eliminando así los restos de vísceras o piel que hayan quedado.

f) Cortado.- Se procedió a cortar el manto pelado en cubos pequeños, esto se realizó usando un cuchillo y un tablero.

g) Lavado I.- Consistió en sumergir los cubos pequeños, para ello se requirió un recipiente con salmuera a 4°S de concentración, con un volumen de 8 litros de agua y 84,8 g de sal durante un tiempo de 5 minutos, con la finalidad de eliminar los compuestos hidrosolubles causantes del sabor amoniacal del músculo de la pota.

h) Pesado.- Se pesó la materia prima habilitada, obteniendo un peso de 3,18 kg (véase la tabla N°22).

TABLA N°22
ETAPA DE PESADO (FORMULACIÓN III)

Materia prima	Restos (2 ^{da} piel, telilla, pluma, labio, etc)	Materia prima habilitada
4,24 kg	1,06 kg	3,18 kg

Fuente: Elaboración propia

i) Lavado II.- Consistió en verter y lavar los cubos pequeños con una cantidad de hielo, igual a la diferencia entre la materia prima y la materia prima habilitada a una temperatura no mayor a 4°C, por un lapso de tiempo de 10 min en la lavadora (véase tabla N°23).

TABLA N°23
ETAPA DE LAVADO II (FORMULACIÓN III)

Materia prima	Materia prima habilitada	Hielo
4,24 kg	3,18 kg	1,06 kg

Fuente: Elaboración propia

j) Cuterizado.- Se procedió a colocar y cuterizar los cubos lavados por un tiempo de 5 minutos y una temperatura no mayor de 4°C (véase tabla N°24).

TABLA N°24
ETAPA DE CUTERIZADO (FORMULACIÓN III)

Cuterizado	Perdida mecánica	Pasta
4,24 kg	0,89 kg	3,349 kg

Fuente: Elaboración propia

k) Pesado.- Se procedió a pesar la pasta obtenida dentro de bolsas herméticas tipo ziploc por 450 g c/u, mediante una balanza electrónica.

l) Almacenado.- Se procedió almacenar las bolsas de pasta pesada en un cooler, en el cual se le agregaron capas de hielo intercaladamente, esto ayudó a mantener la temperatura requerida para que la masa no tenga ningún tipo de cambio organoléptico.

- Etapas del proceso de las galletas

m) Pesado.- Se procedió a pesar los ingredientes según la formulación III (véase tabla N°21, pág 106) mediante una balanza gramera.

n) Batido I.- Consistió en batir la manteca vegetal, el azúcar y el agua por un tiempo de 24 minutos, utilizando una batidora eléctrica a media velocidad. Antes del inicio de esta etapa se pre- enfrió la artesa, agregando cubos de hielo por un tiempo de 15 minutos.

- o) Batido II.-** La crema obtenida en la etapa anterior se añadió la pasta de pota y la sal continuando con el batido a velocidad media, durante 17 minutos.
- p) Mezclado.-** La emulsión obtenida en la etapa anterior fue mezclada con la harina de germen de trigo, la harina de salvado de trigo, la harina blanca y la leche en polvo por un lapso de 10 minutos, luego se añadió 50 g de yema de huevo y fueron mezclados por un lapso de 9 minutos, finalmente se añadió 6 ml de esencia de vainilla, mezclándose por un lapso de 5 minutos a una velocidad media.
- q) Laminado.-** La masa resultante de la etapa anterior fue laminada sobre una mesa de trabajo mediante un rodillo de madera, previamente se roció harina blanca en la mesa de trabajo y en el rodillo (aproximadamente 45 g), con ello se evitó una mayor adherencia de la masa en el rodillo y en la mesa de trabajo. La masa fue estirada a todas las direcciones con el fin de eliminar la tensión y uniformizarla, obteniendo una masa con un espesor de 3 a 5 mm de intervalo.
- r) Cortado.-** La masa laminada fue cortada en piezas circulares de 5 cm de diámetro, mediante un molde de metal, dichas piezas fueron colocadas en bandejas de acero para el proceso del horneado, por el contrario la trama de masa sobrante o recortes fueron nuevamente adicionados al proceso del laminado.

- s) **Horneado.-** Las piezas circulares colocadas en las bandejas de acero, fueron colocadas en el interior del horno, a una temperatura de 140°C por un lapso de 15 minutos.

- t) **Enfriado.-** Las galletas que se obtuvieron fueron enfriadas a temperatura ambiente por un lapso no menor a 15 minutos, con lo cual se facilitó el proceso de embolsado.

- u) **Embolsado.-** Las galletas fueron empacadas en bolsas herméticas tipo ziploc, en cada bolsa se colocaron 25 galletas, las cuales posteriormente fueron introducidos en una caja de cartón.

- v) **Almacenado.-** Este proceso se llevó a cabo cumpliendo los requisitos que exige la Norma Sanitaria para la Fabricación, Elaboración y Expendio de Productos de Panificación, Galletería y Pastelería RM N°1020-2010/MINSA. Las cajas de galletas fueron colocadas en un ambiente seco, limpio y fuera del alcance de los rayos solares, controlando los parámetros de almacenamiento los cuales son: el porcentaje de humedad (<12%) y la temperatura del ambiente (20°C a 25°C).

**TABLA N°25
FORMULACIÓN IV**

Ingredientes	Formulación IV	
	Porcentaje (%)	Peso (g)
Pasta de pota	16,1	220
Harina de Germen de trigo	23,7	380
Harina de Salvado de trigo	18,2	300
Harina blanca	6,4	100
Manteca vegetal	8,3	130
Azúcar rubia	16	250
Agua potable	4,1	64 ml
Leche en polvo	3,4	54
Sal	0,2	4
Esencia de vainilla	0,4	6
Yema de huevo	3,2	50

Fuente: Elaboración propia

Prueba Experimental N°4

- Etapas del proceso de la pasta de pota
 - a) Recepción de materia prima.-** La materia prima con la cual se trabajó fue el manto, su recepción consistió en la verificación de la temperatura siendo esta menor a 4°C y su evaluación sensorial fue realizada mediante el método de índice de calidad para pota almacenada en hielo. El manto obtuvo una calificación de 1 punto para la textura de su músculo, 1 punto para su olor y 0 puntos para su color. Lo que indicó que la materia prima fue de un nivel de calidad bueno. (véase anexo N°2 y N°3).
 - b) Lavado.-** Consistió en lavar el manto con abundante agua (temperatura no mayor a 4°C) con el fin de retirar los restos de hielo, que se encuentran en su interior y superficie.
 - c) Pesado.-** Se pesó el manto obteniendo un valor de 3,70 kg y se midió su longitud obteniendo como resultado 58 cm (véase anexo N°4).
 - d) Pelado.-** Se procedió a retirar manualmente con la ayuda de un cuchillo, la segunda piel del manto y la telilla de la cara interna de este.
 - e) Lavado.-** Consistió en lavar el manto pelado con abundante agua (temperatura no mayor a 4°C), eliminando así los restos de vísceras o piel que hayan quedado.

f) Cortado.- Se procedió a cortar el manto pelado en cubos pequeños, esto se realizó usando un cuchillo y un tablero.

g) Lavado I.- Consistió en sumergir los cubos pequeños, para ello se requirió un recipiente con salmuera a 4°S de concentración, con un volumen de 8 litros de agua y 84,8 g de sal durante un tiempo de 5 minutos, con la finalidad de eliminar los compuestos hidrosolubles causantes del sabor amoniacal del músculo de la pota.

h) Pesado.- Se pesó la materia prima habilitada, obteniendo un valor final de 2,77 kg con respecto al peso de los cubos pequeños(véase tabla N°26).

TABLA N°26
ETAPA DE PESADO (FORMULACIÓN IV)

Materia prima	Restos (2 ^{da} piel, telilla, pluma, labio, etc)	Materia prima habilitada
3,70 kg	0,92 kg	2,77 kg

Fuente: Elaboración propia

i) Lavado II.- Consistió en verter y lavar los cubos pequeños con una cantidad de hielo, igual a la diferencia entre la materia prima y la materia prima habilitada a una temperatura no mayor a 4°C, por un lapso de tiempo de 10 min en la lavadora (véase tabla N°27).

TABLA N°27
ETAPA DE LAVADO II (FORMULACIÓN IV)

Materia prima	Materia prima habilitada	Hielo
3,700 kg.	2,775 kg.	0,925 kg.

Fuente: Elaboración propia

j) Cuterizado.- Se procedió a colocar y cuterizar los cubos lavados por un tiempo de 5 minutos y una temperatura no mayor de 4°C (véase tabla N°28).

**TABLA N°28
ETAPA DE CUTERIZADO (FORMULACIÓN IV)**

Cuterizado	Perdida mecánica	Pasta
3,70 kg	0,77 kg	2,92 kg

Fuente: Elaboración propia

k) Pesado.- Se procedió a pesar la pasta obtenida dentro de bolsas herméticas tipo ziploc por 450 g c/u, mediante una balanza electrónica.

l) Almacenado.- Se procedió almacenar las bolsas de pasta pesada en un cooler, en el cual se le agregaron capas de hielo intercaladamente, esto ayudó a mantener la temperatura requerida para que la masa no tenga ningún tipo de cambio organoléptico.

- Etapas del proceso de las galletas

m) Pesado.- Se procedió a pesar los ingredientes según la formulación IV (véase tabla N°25,pág 112) mediante una balanza gramera.

n) Batido I.- Consistió en batir la manteca vegetal, el azúcar y el agua por un tiempo de 24 minutos, utilizando una batidora eléctrica a media velocidad. Antes del inicio de esta etapa se pre- enfrió la artesa, agregando cubos de hielo por un tiempo de 15 minutos.

- o) Batido II.-** La crema obtenida en la etapa anterior se añadió la pasta de pota y la sal continuando con el batido a velocidad media, durante 17 minutos.
- p) Mezclado.-** La emulsión obtenida en la etapa anterior fue mezclada con la harina de germen de trigo, la harina de salvado de trigo, la harina blanca y la leche en polvo por un lapso de 10 minutos, luego se añadió 50 g de yema de huevo y fueron mezclados por un lapso de 9 minutos, finalmente se añadió 6 ml de esencia de vainilla, mezclándose por un lapso de 5 minutos a una velocidad media.
- q) Laminado.-** La masa resultante de la etapa anterior fue laminada sobre una mesa de trabajo mediante un rodillo de madera, previamente se roció harina blanca en la mesa de trabajo y en el rodillo (aproximadamente 65 g), con ello se evitó una mayor adherencia de la masa en el rodillo y en la mesa de trabajo. La masa fue estirada a todas las direcciones con el fin de eliminar la tensión y uniformizarla, obteniendo una masa con un espesor de 3 a 5 mm de intervalo.
- r) Cortado.-** La masa laminada fue cortada en piezas circulares de 5 cm de diámetro, mediante un molde de metal, dichas piezas fueron colocadas con mucho cuidado en las bandejas de acero, para el proceso del horneado, debido a que presentaron una excesiva adherencia y poca consistencia, las masas sobrantes o recortes fueron nuevamente adicionados al proceso del laminado.

- s) Horneado.-** Las piezas circulares colocadas en las bandejas de acero, fueron colocadas en el interior del horno, a una temperatura de 140°C por un lapso de 15 minutos.
- t) Enfriado.-** Las galletas que se obtuvieron fueron enfriadas a temperatura ambiente por un lapso no menor a 15 minutos, con lo cual se facilitó el proceso de embolsado.
- u) Embolsado.-** Las galletas fueron empacadas en bolsas herméticas tipo ziploc, en cada bolsa se colocaron 25 galletas, las cuales posteriormente fueron introducidos en una caja de cartón.
- v) Almacenado.-** Este proceso se llevó a cabo cumpliendo los requisitos que exige la Norma Sanitaria para la Fabricación, Elaboración y Expendio de Productos de Panificación, Galletería y Pastelería RM N°1020-2010/MINSA. Las cajas de galletas fueron colocadas en un ambiente seco, limpio y fuera del alcance de los rayos solares, controlando los parámetros de almacenamiento los cuales son: el porcentaje de humedad (<12%) y la temperatura del ambiente (20°C a 25°C).

**TABLA N°29
FORMULACIÓN III'**

Ingredientes	Formulación III'	
	Porcentaje (%)	Peso (g)
Pasta de pota	14,4	200
Harina de Germen de trigo	27,8	450
Harina de Salvado de trigo	15,8	250
Harina blanca	6,4	100
Manteca vegetal	8,3	130
Azúcar rubia	16	250
Agua potable	4,1	64 ml
Leche en polvo	3,4	54
Sal	0,2	4
Esencia de vainilla	0,4	6
Yema de huevo	3,2	50

Fuente: Elaboración propia

Prueba Experimental N°5

- Etapas del proceso de la pasta de pota
 - a) Recepción de materia prima.-** La materia prima con la cual se trabajó fue el manto, su recepción consistió en la verificación de la temperatura siendo esta menor a 4°C y su evaluación sensorial fue realizada mediante el método de índice de calidad para pota almacenada en hielo. El manto obtuvo una calificación de 1 punto para la textura de su músculo, 0 puntos para su olor y 0 puntos para su color. Lo que indicó que la materia prima fue de un nivel de calidad bueno. (véase anexo N°2 y N°3).
 - b) Lavado.-** Consistió en lavar el manto con abundante agua (temperatura no mayor a 4°C) con el fin de retirar los restos de hielo, que se encuentran en su interior y superficie.
 - c) Pesado.-** Se pesó el manto obteniendo un valor de 4,19 kg y se midió su longitud obteniendo como resultado 58 cm (véase anexo N°4).
 - d) Pelado.-** Se procedió a retirar manualmente con la ayuda de un cuchillo, la segunda piel del manto y la telilla de la cara interna de este.
 - e) Lavado.-** Consistió en lavar el manto pelado con abundante agua (temperatura no mayor a 4°C), eliminando así los restos de vísceras o piel que hayan quedado.

f) Cortado.- Se procedió a cortar el manto pelado en cubos pequeños, esto se realizó usando un cuchillo y un tablero.

g) Lavado I.- Consistió en sumergir los cubos pequeños, para ello se requirió un recipiente con salmuera a 4°S de concentración, con un volumen de 8 litros de agua y 84,8 g de sal durante un tiempo de 5 minutos, con la finalidad de eliminar los compuestos hidrosolubles causantes del sabor amoniacal del músculo de la pota.

h) Pesado.- Se pesó la materia prima habilitada, obteniendo un peso de 3,14 kg (véase la tabla N°30).

**TABLA N°30
ETAPA DE PESADO (FORMULACIÓN III')**

Materia prima	Restos (2 ^{da} piel, telilla, pluma, labio, etc)	Materia prima habilitada
4,19 kg	1,04 kg	3,14 kg

Fuente: Elaboración propia

i) Lavado II.- Consistió en verter y lavar los cubos pequeños con una cantidad de hielo, igual a la diferencia entre la materia prima y la materia prima habilitada a una temperatura no mayor a 4°C, por un lapso de tiempo de 10 min en la lavadora (véase tabla N°31).

**TABLA N°31
ETAPA DE LAVADO II (FORMULACIÓN III')**

Materia prima	Materia prima habilitada	Hielo
4,19 kg	3,14 kg	1,04 kg

Fuente: Elaboración propia

j) Cuterizado.- Se procedió a colocar y cuterizar los cubos lavados por un tiempo de 5 minutos y una temperatura no mayor de 4°C (véase tabla N°32).

**TABLA N°32
ETAPA DE CUTERIZADO (FORMULACIÓN III')**

Cuterizado	Perdida mecánica	Pasta
4,19 kg	0,87 kg	3,31 kg

Fuente: Elaboración propia

k) Pesado.- Se procedió a pesar la pasta obtenida dentro de bolsas herméticas tipo ziploc por 450 g c/u, mediante una balanza electrónica.

l) Almacenado.- Se procedió almacenar las bolsas de pasta pesada en un cooler, en el cual se le agregaron capas de hielo intercaladamente, esto ayudó a mantener la temperatura requerida para que la masa no tenga ningún tipo de cambio organoléptico.

- Etapas del proceso de las galletas

El método empleado en la elaboración de galletas dulces fue el cremado, el cual comprendió las siguientes operaciones

m) Pesado.- Se procedió a pesar los ingredientes según la formulación III' (véase tabla N°29, pág 118) mediante una balanza gramera.

n) Batido I.- Consistió en batir la manteca vegetal, el azúcar y el agua por un tiempo de 24 minutos, utilizando una batidora eléctrica a media velocidad. Antes del inicio de esta etapa se pre- enfrió la artesa, agregando cubos de hielo por un tiempo de 15 minutos.

- o) Batido II.-** La crema obtenida en la etapa anterior se añadió la pasta de pota y la sal continuando con el batido a velocidad media, durante 17 minutos.
- p) Mezclado.-** La emulsión obtenida en la etapa anterior fue mezclada con la harina de germen de trigo, la harina de salvado de trigo, la harina blanca y la leche en polvo por un lapso de 10 minutos, luego se añadió 50 g de yema de huevo y fueron mezclados por un lapso de 9 minutos, finalmente se añadió 6 ml de esencia de vainilla, mezclándose por un lapso de 5 minutos a una velocidad media.
- q) Laminado.-** La masa resultante de la etapa anterior fue laminada sobre una mesa de trabajo mediante un rodillo de madera, previamente se roció harina blanca en la mesa de trabajo y en el rodillo (aproximadamente 45 g), con ello se evitó una mayor adherencia de la masa en el rodillo y en la mesa de trabajo. La masa fue estirada a todas las direcciones con el fin de eliminar la tensión y uniformizarla, obteniendo una masa con un espesor de 3 a 5 mm de intervalo.
- r) Cortado.-** La masa laminada fue cortada en piezas circulares de 5 cm de diámetro, mediante un molde de metal, dichas piezas fueron colocadas en bandejas de acero para el proceso del horneado, por el contrario la trama de masa sobrante o recortes fueron nuevamente adicionados al proceso del laminado.

- s) **Horneado.-** Las piezas circulares colocadas en las bandejas de acero, fueron colocadas en el interior del horno, a una temperatura de 140°C por un lapso de 15 minutos.

- t) **Enfriado.-** Las galletas que se obtuvieron fueron enfriadas a temperatura ambiente por un lapso no menor a 15 minutos, con lo cual se facilitó el proceso de embolsado.

- u) **Embolsado.-** Las galletas fueron empacadas en bolsas herméticas tipo ziploc, en cada bolsa se colocaron 25 galletas, las cuales posteriormente fueron introducidos en una caja de cartón.

- v) **Almacenado.-** Este proceso se llevó a cabo cumpliendo los requisitos que exige la Norma Sanitaria para la Fabricación, Elaboración y Expendio de Productos de Panificación, Galletería y Pastelería RM N°1020-2010/MINSA. Las cajas de galletas fueron colocadas en un ambiente seco, limpio y fuera del alcance de los rayos solares, controlando los parámetros de almacenamiento los cuales son: el porcentaje de humedad (<12%) y la temperatura del ambiente (20°C a 25°C).

b) Análisis sensorial

- Materia prima

La evaluación del manto de pota se realizó según los parámetros de textura, olor y color establecidos por el método de índice de calidad para pota almacenada en hielo (véase anexo N°2).

- Prueba de aceptabilidad al producto final

Para la determinación del nivel de aceptabilidad de las galletas a base de pulpa de pota y dos tipos de harina, se utilizó como herramienta de calificación la ficha de escala hedónica, la cual ayudó de forma directa a la calificación de las muestras obtenidas en cada prueba experimental.

La ficha de escala hedónica está elaborada en función a las características particulares que debe contener una galleta de aceptabilidad general. Como es el caso del color, olor, sabor, textura y apariencia general.

La forma de evaluación fue por puntaje, de acuerdo con el valor que representa cada nivel de la escala (véase tabla N°33), esto para cada característica particular.

TABLA N°33
NIVELES DE ESCALA DE ACEPTABILIDAD

Escala	Puntaje
Me gusta muchísimo	9 punt.
Me gusta mucho	8 punt.
Me gusta moderadamente	7 punt.
Me gusta un poco	6 punt.
Me es indiferente	5 punt.
Me desagrada un poco	4 punt.
Me desagrada moderadamente	3 punt.
Me desagrada mucho	2 punt.
Me desagrada muchísimo	1 punt.

Fuente: Elaboración propia

Para la realización de dicha evaluación las muestras obtenidas en cada prueba experimental, fueron sometidas a degustación por 15 panelistas entrenados, a fin de obtener la muestra que presente la mayor aceptabilidad y observar cualquier cambio posible en su aspecto organoléptico.

En la primera evaluación de aceptabilidad, a los 15 panelistas entrenados se les entregó una galleta elaborada en base a la formulación I, un vaso con agua, un bolígrafo y una ficha de escala hedónica a cada uno.

En la segunda evaluación de aceptabilidad, a los 15 panelistas entrenados se les entregó una galleta elaborada en base a la formulación II, un vaso con agua, un bolígrafo y una ficha de escala hedónica a cada uno.

En la tercera evaluación de aceptabilidad, a los 15 panelistas entrenados se les entregó una galleta elaborada en base a la formulación III, un vaso con agua, un bolígrafo y una ficha de escala hedónica a cada uno.

En la cuarta evaluación de aceptabilidad, a los 15 panelistas entrenados se les entregó una galleta elaborada en base a la formulación IV, un vaso con agua, un bolígrafo y una ficha de escala hedónica a cada uno.

En la quinta evaluación de aceptabilidad, a los 15 panelistas entrenados se les entregó nuevamente una galleta elaborada en base a la formulación III, un vaso con agua, un bolígrafo y una ficha de escala hedónica a cada uno. Con la finalidad de ratificar el puntaje obtenido en la tercera evaluación de aceptabilidad u observar algún cambio organoléptico en la muestra.

**FIGURA N°7
FICHA DE ESCALA HEDÓNICA**

FICHA DE ESCALA HEDÓNICA

Nombre: Fecha:

Muestra:

En la charola frente a usted, se encuentra una muestra de galleta, muestra, la cual tendrá que calificarla por cada característica (Color, Olor, Sabor, Textura y Apariencia general) mediante un aspa (X) marque donde crea conveniente.

Escala		Características				
		Color	Olor	Sabor	Textura	Apariencia General
9 punt.	Me gusta muchísimo					
8 punt.	Me gusta mucho					
7 punt.	Me gusta moderadamente					
6 punt.	Me gusta un poco					
5 punt.	Me es indiferente					
4 punt.	Me desagrada un poco					
3 punt.	Me desagrada moderadamente					
2 punt.	Me desagrada mucho					
1 punt.	Me desagrada muchísimo					

Fuente: Mackey A, 1984

c) Pruebas Fisicoquímicas del producto final

- Determinación de la textura

Para determinar los parámetros de textura de manera instrumental se utilizó un texturómetro, con el cual se realizó la prueba de quiebre, esta corresponde a una prueba de flexión, evaluándose la fuerza máxima (N) necesaria para producir un quiebre total de la estructura de la galleta, así poder evaluar la dureza y fracturabilidad de la misma.

- Determinación de humedad

Se calculó el porcentaje de pérdida de agua en peso, debido a su eliminación por calentamiento bajo condiciones normalizadas, según el método de la NTP 206.011:2016 BIZCOCHOS, GALLETAS, PASTAS Y FIDEOS: Determinación de humedad.

- Determinación de la Energía total

Se determinó por cálculo

- Determinación de proteínas

Se determinó por cuantificación del nitrógeno orgánico total, mediante el principio de Kjeldahl, siendo el porcentaje de nitrógeno multiplicado por el factor 6,25 con él se determinó el contenido de proteína total.

Según las referencias del método de FAO Food and Nutrition Paper, Volumen 14/7 pág 221-223, 1986.

- Determinación de grasa total

Se determinó por el método de extracción de Soxhlet con éter, según las referencias del método de la NTP

206.017:2016 GALLETAS. Determinación del porcentaje de Grasa

- Determinación de carbohidratos totales
Se determinó por cálculo

- Determinación de fibra cruda
Se determinó realizando hidrólisis ácida y alcalina. Según el método de FAO Food and Nutrition Paper, Volumen 14/7 pág 212, 1986.

- Determinación de cenizas
Se determinó el contenido de cenizas mediante la calcinación de la muestra. Según el método AOAC 935.39, ítem b, c 32, 19 th. Ed 2012 Baked products.

d) Análisis microbiológico del producto final

- Determinación de *Salmonella sp.* (ICMSF,2000)
 - I. Enriquecimiento selectivo
 1. Se pipeteó 1 ml del cultivo de preenriquecimiento en 10 ml de caldo selenito cistina. Se incubó en baños de agua a 43°C durante 24 horas.
 2. Se pasó 1 ml del cultivo de preenriquecimiento a 10 ml de caldo tetracionato verde brillante y se incubó a 43°C durante 24 horas.

 - II. Siembra en placa en medios de agar selectivo
 1. Se pasó una asa de 5 mm de cada uno de los dos medios de enriquecimiento selectivo, en la superficie de una placa de cada uno de los tres medios de agar selectivo señalados, extendiéndolos de tal manera que se obtengan colonias aisladas.

2. Se incubó las placas de agar verde brillante durante 24 horas a 35°C - 37°C. Las colonias típicas de *Salmonella* son incolora, rosa, fucsia o traslúcidas a opacas, con el medio que las rodea de color rosa a rojo.
 3. Se incubó las placas de agar sulfito de bismuto a 35°C - 37°C durante 48 horas. Las colonias típicas de *Salmonella* en agar sulfito de bismuto aparecen marrones, grises a negro a veces con un brillo metálico. El medio que rodeó las colonias fueron marrones al principio, cambiando a negro según transcurrió el tiempo de incubación. Algunas cepas producen colonias verdes, con el medio que los rodea, poco o nada oscurecido.
 4. Por último se incubó e interpreto las placas.
- Determinación de *Escherichia coli* (ICMSF,2000)
Recuento de coliformes: NMP
Método (Norteamericano)
 - a. Técnica
 1. Se prepararon muestras de galleta mediante los procedimientos recomendados en la sección sobre preparación y dilución de los homogenizadores de alimentos. Para hacer las diluciones se utilizaron los blancos de dilución o frascos diluyentes sobrantes, del método de recuento en placa.
 2. Se pipeteó 1 ml de cada una de las diluciones del homogenizado de las galletas, en tubos de caldo lauril sulfato triptosa, utilizando tres tubos por cada dilución.

3. Se incubó los tubos a 35°C - 37°C durante 48 horas.
4. Pasadas las primeras 24 horas se marcaron los tubos que mostraron producción de gas, los tubos negativos se volvieron a la estufa para su incubación por 24 horas más.
5. Pasadas las 48 horas se anotaron los tubos que mostraron producción de gas.
6. Se eligió la dilución más alta que fueron positivos en formación de gases, los tres tubos y las dos diluciones superiores más próximas. Estos resultados correspondieron en la tabla del NMP para series de tres tubos a un NMP de 400.
7. En el caso de que no se hubiesen encontrado ninguna disolución que presentara los tres tubos positivos, se seleccionarían las tres diluciones más altas con algún tubo positivo y los resultados anotarían como 1:100= 2, 1:1000= 1 y 1:10000= 1. Este resultado corresponde en la tabla del NMP a 200.
8. Se confirmaron que los tubos de caldo lauril sulfato triptosa, seleccionados en el paso 6 como positivos de organismos coliformes, transfiriendo un asa de cada tubo a otro tubo de caldo lactosa bilis (2%) verde brillante o de agar de Endo. Se incubó los tubos de confirmación durante 24 – 48 horas a 35°C – 37°C y se observó la producción de gas. La formación de gas confirmó la presencia de organismos coliformes. Se observó los medios sólidos de confirmación para ver si existen colonias típicas de coliformes después de 24 – 48 horas de

incubación a 35°C – 37°C. La formación en el agar eosina azul de metileno de colonias negras o bien de colonias mucoides de color rosa-naranja, confirmó la presencia de organismos coliformes. De modo semejante, en agar de Endo las colonias de coliformes son rojas y están rodeadas también de halos rojos.

9. Se anotaron el número de tubos confirmados como positivos de organismos coliformes en cada dilución.
 10. La obtención del NMP se procedió de la siguiente manera. Se observó en cada una de las tres diluciones seleccionadas el número de tubos en los que se confirmó la presencia de coliformes. Se busco en la tabla del NMP y se anotó el NMP que corresponde al número de tubos positivos en cada dilución.
- Determinación de *Staphylococcus aureus* (ICMSF,2000) Método 5 (Técnica del NMP con caldo telurito manitol glicina)
 - I.Técnica
 1. Se prepararon las muestras siguiendo los procedimientos de preparación y diluciones de los homogeneizadores de alimentos.
 2. Se pipeteó volúmenes de 1 ml de cada una de las tres primeras diluciones decimales (10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3}) en tubos de caldo telurito manitol glicina (3 tubos de dilución). Esto con el fin de impedir el acceso del oxígeno a cada tubo de agar fundido al 2% de modo que se forme una capa de 2 -3 cm encima del caldo.

3. Se incubó los tubos durante 24 – 48 horas a 35°C – 37°C. La presencia de *S. aureus* se pone en manifiesto por la aparición de un precipitado negro o por ennegrecimiento del medio.
4. Utilizando pipetas Pasteur estériles se tomaron algunas gotas del fondo de cada tubo y se extendieron sobre la superficie de placas Petri independientes conteniendo agar leche sal.
5. Las colonias de estafilococos coagulasa positivos en agar leche sal, se caracterizaron por ser lisas y redondeadas con bordes enteros, pudiendo estar o no rodeadas por una zona opaca o por un área de aclaramiento. Se logró seleccionar de cada placa algunas de las colonias sospechosas (3 placas de dilución) y someterlas a un número significativo, (no menor a cinco) si el recuento es elevado a la prueba de la coagulasa.
6. Se calculó el NMP de *S. aureus* presentes en la galleta, teniendo en cuenta el número de placas de cada dilución que contienen estafilococos coagulasa positivos.

Producción de Coagulasa

II. Técnica

1. Se pasaron las colonias elegidas de estafilococos coagulasa positivos a tubos de caldo infusión cerebro corazón y se incubó durante 20 – 24 horas a 35°C – 37°C.

2. Se paso 0,1 ml de los cultivos del apartado 1 a los tubos de 10 x 75 mm, conteniendo 0,3 ml de plasma de conejo e incubar a 35°C – 37°C.
3. Se examinaron los tubos a las 4 horas, con el fin de detectar la presencia de coágulos, en el caso de que no se pudo observar los tubos se mantuvieron a temperatura ambiente y se volvieron a leer después de 24 horas. La aparición de un coagulo bien diferenciado es indicativa de la actividad de la coagulasa.

Prueba de la producción de nucleasa termoestable

III.Técnica

1. Se prepararon los portaobjetos extendiéndose sobre su superficie 3 ml de agar azul de toluidina DNA fundido.
2. Una vez solidificado el medio, es este se hizo pocitos de 2 mm de diámetro (10 – 12 pocitos por cada portaobjetos), utilizando un tubo capilar estéril y se eliminó por aspiración los tapones del medio.
3. Empleando pipetas Pasteur o tubos capilares, se añadieron a cada pocito unos 10 µl de los cultivos en caldo, utilizados en la prueba de la coagulasa previamente calentados (15 minutos en baño de agua).
4. Se incubaron los portaobjetos en una cámara húmeda durante 4 horas a 35°C -37°C. La reacción positiva se manifestó por la aparición de un halo rosa brillante que se extendió al menos 1 mm desde el borde del pocito.

- Determinación de recuento de mohos y levaduras (ICMSF,2000)

Método de recuento de levaduras y mohos por siembra en placa.

I.Técnica

1. Se preparó la muestra de galleta mediante los procedimientos de preparación y diluciones de los homogeneizadores de alimentos, se procuró que la operación se haga en el menor tiempo posible para evitar el crecimiento o la muerte de los microorganismos suspendidos en el diluyente.
2. Se pipeteó en placas Petri, alícuotas de 1 ml en diluciones de 10^{-1} , 10^{-2} , 10^{-3} , 10^{-4} y 10^{-5} , utilizando dos placas por cada dilución. Se propuso esta serie de diluciones para los casos en que no se conozca el número aproximado de unidades formadoras de colonias, presentes en la muestra. Por supuesto las diluciones que han de prepararse y sembrarse siempre serán en función del recuento esperado.
3. Se vertió en placas Petri 10 - 15 ml del agar oxitetraciclina, gentamicina y extracto de levadura glucosa fundido y templado a 44°C - 46°C .
4. Se mezcló el inóculo con el agar, balanceando la placa Petri de izquierda a derecha cinco veces, rotándola en el sentido de las agujas del reloj otras cinco veces, realizando otras cinco veces el movimiento de vaivén en sentido perpendicular al primero y rotándola. Finalmente cinco veces en sentido contrario a las agujas del reloj.

5. Se invirtió las placas cuando se haya solidificado el agar en incubarlas a 20°C - 24°C durante 3 - 5 días.
6. Mediante el contador de colonias y el dispositivo de recuento con registro automático, se contaron las colonias en aquellas placas que contengan entre 30 y 300, llevando a cabo un examen microscópico cuando sea necesario para la identificación de las colonias de levaduras.
7. Se calculó el número de levaduras y mohos por gramo de galleta.

4.3 Población y Muestra

a) Población:

La población está determinada por 90 paquetes de galletas, los cuales proceden de 5 pruebas experimentales, obteniéndose 18 paquetes de galletas en cada prueba experimental y cada paquete contiene 25 galletas.

b) Muestra:

El tamaño de la muestra se determinó según la NTP 205.047:1981(revisada el 2016) Bizcochos, Galletas, Pastas y Fideos. Toma de muestras (véase tabla N°34).

Tabla N°34
TAMAÑO DE MUESTRA

Número de unidades por lote o prueba experimental	Número de unidades de muestreo a seleccionar
Hasta 500 unidades	10
501 – 1200 unidades	20
1201 – 10000 unidades	32
Más de 10000 unidades	50

Fuente: NTP 205.047:1981(Revisada el 2016)

Cabe mencionar que la selección de unidades de muestreo se realizó en forma aleatoria, donde todos los paquetes de galletas pertenecientes a la población pueden formar parte de la muestra.

- De la prueba experimental N°1 se tomaron 10 paquetes, los cuales equivalen a 250 galletas, con la finalidad de determinar el nivel de aceptabilidad entre los panelistas entrenados.

- De la prueba experimental N°2 se tomaron 10 paquetes, los cuales equivalen a 250 galletas, con la finalidad de determinar el nivel de aceptabilidad entre los panelistas entrenados.
- De la prueba experimental N°3 se tomaron 10 paquetes, los cuales equivalen a 250 galletas, para determinar el nivel de aceptabilidad entre los panelistas entrenados y realizar los análisis fisicoquímicos y microbiológicos.
- De la prueba experimental N°4 se tomaron 10 paquetes, los cuales equivalen a 250 galletas, con la finalidad de determinar el nivel de aceptabilidad entre los panelistas entrenados.
- De la prueba experimental N°5 se tomaron 10 paquetes, los cuales equivalen a 250 galletas, con la finalidad de determinar el nivel de aceptabilidad entre los panelistas entrenados.

4.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Se realizó un diseño experimental de todo el estudio tomando como base:

a) Normas técnicas

- Norma Técnica Peruana 206.001:2016 PANADERÍA, PASTELERÍA Y GALLETERÍA, GALLETAS. Requisitos.
- Norma Técnica Peruana 206.011:1981 (revisada el 2016) BIZCOCHOS, GALLETAS, PASTAS Y FIDEOS. Determinación de humedad.
- Norma Técnica Peruana 206.017:1981 GALLETAS. Determinación del porcentaje de grasa.

- Norma Técnica Peruana 205.047:1981 (revisada el 2016) BIZCOCHOS, GALLETAS, PASTAS Y FIDEOS. Toma de muestras.

b) Normas Sanitarias

- Norma Sanitaria para la fabricación, Elaboración y Expendio de Productos de Panificación, Galletería y Pastelería RM N°1020-2010/MINSA.

c) Análisis

- Análisis Fisicoquímico
 - Determinación de energía total
 - Determinación de grasa total
 - Determinación de carbohidratos totales
 - Determinación de proteínas
 - Determinación de fibra cruda
 - Determinación de cenizas
 - Determinación de humedad
 - Determinación de la textura
- Análisis Microbiológicos
 - Determinación de *Salmonella sp.*
 - Determinación de *Escherichia coli*
 - Determinación de *Staphylococcus aureus*,
 - Determinación de numeración de mohos y levaduras
- Análisis Sensorial
 - Materia prima
 - Producto final

4.5 Plan de análisis estadísticos de datos

Los datos obtenidos en cada prueba de aceptabilidad fueron procesados en el programa SPSS-Statistics, con la finalidad de analizar su varianza (ANOVA) de un factor, con un nivel de significancia de 0,05%, de las respectivas formulaciones (I, II, III y IV). Posteriormente los resultados fueron analizados y se determinó que existía diferencia significativas entre las muestras experimentales. Se realizó las pruebas de comparaciones múltiples (Tukey) para determinar cuál de las muestras experimentales presentaban dicha diferencia.

V. RESULTADOS

5.1 Resultados de las pruebas experimentales

Se realizó 5 pruebas experimentales, en las cuatro primeras pruebas se elaboraron las galletas a base de las formulaciones I,II,III y IV respectivamente, con la finalidad de conseguir la mejor formulación de la masa, temperatura y tiempo de horneado para la obtención de las galletas a base de pulpa de papa y dos tipos de harina de calidad y aceptabilidad. La Formulación III fue la que cumplió todos los objetivos mencionados y se realizó una quinta y última prueba, repitiendo e imitando todos los procesos y cambios realizados en dicha formulación, con el fin de evaluar algún cambio organoléptico (véase tabla N°35).

**TABLA N°35
RESUMEN DE LAS PRUEBAS EXPERIMENTALES REALIZADAS**

Variable Independiente	Prueba Experimental N°1	Prueba Experimental N°2	Prueba Experimental N°3	Prueba Experimental N°4	Prueba Experimental N°5
Formulación de la masa	I	II	III	IV	III'
Temperatura de Horneado	150°C	150°C	140°C	140°C	140°C
Tiempo de Horneado	20 min	15 min	15 min	15 min	15 min

Fuente: Elaboración propia

5.1.1 Resultado de la prueba experimental N°1

Las galletas elaboradas en base a la formulación I presentaron una textura dura, un olor a papa y residuos de cristales de azúcar, encontrados mayormente en el interior y ocasionalmente en la superficie del producto.

La textura dura que presentó la galleta es debido a que la manteca vegetal junto al azúcar no se pudieron homogenizar completamente. Por consiguiente con el ingreso de las harinas

limitaron el desarrollo de la formación del gluten, debido a ello la masa no presentó las propiedades necesarias que el gluten brinda.

El olor ligero a pota, se debe a que durante el proceso de horneado la proteína solubilizada de la pota, pierde su estructura original y comienza a desdoblarse para su posterior gelificación, generando una pérdida de humedad y un aumento del vapor de agua. Por lo que presuntamente hay una disminución de los compuestos nitrogenados no proteicos, quedando como resultado trazas de dichos compuestos, los cuales en su mayoría son cloruro de amonio (NH_4Cl), nitrógeno básico volátil total (NBVT) y aminoácidos libres (metionina, arginina), estos últimos son los que presuntamente generan el olor a dicho recurso.

5.1.2 Resultado de la prueba experimental N°2

Las galletas elaboradas en base a la formulación II presentaron un mejoramiento en su textura, siendo levemente dura en el centro y firme a su alrededor. Por otro lado los residuos de cristales de azúcar desaparecieron, tanto en el interior como en la superficie. Sin embargo aún se percibe un ligero olor a pota.

La textura de carácter heterogénea que presentó la galleta en esta prueba, es debido a que se optó por añadir el agua en la etapa del batido I, aumentar el tiempo y pre-enfriar la artesa de trabajo. Esto ayudó al mejoramiento de la textura de la crema, debido a la incorporación de agua al diluir el azúcar en su totalidad, generó una mejor integración con la manteca vegetal, una mayor captación de aire y que la manteca vegetal no pierda su plasticidad. En la etapa del batido II se agregó la pasta de pota, esta complementó la formación de la emulsión, ya que

presentó proteínas solubilizadas que se adhirieron con el azúcar, la manteca vegetal y el agua diluida. Esto ayudó a que el gluten pueda desarrollarse, logrando que la masa adquiriera las propiedades necesarias.

El olor a pota disminuyó en esta prueba experimental, sin embargo aún se percibe un ligero olor a dicho recurso hidrobiológico. Durante esta prueba se aumentó el grado salinométrico del lavado I y el tiempo en el lavado II, con la finalidad de eliminar las proteínas hidrosolubles casi en su totalidad. En el proceso del horneado hay una migración de la humedad a la superficie de la galleta, debido al aumento de la presión del vapor de agua, esto conllevó presuntamente a la liberación de los gases de los compuestos químicos, sin embargo los aminoácidos libres que generan el olor en particular, presuntamente no fueron liberados completamente a la atmósfera del horno.

5.1.3 Resultado de la prueba experimental N°3

Las galletas elaboradas en base a la formulación III presentaron una textura firme y homogénea en toda su superficie, con respecto al olor se notó un mejoramiento en comparación a la prueba experimental anterior. Debido a que esta prueba fue la que obtuvo el mayor nivel de aceptación por parte de los panelistas entrenados, se realizó una quinta prueba experimental usando la misma formulación con la finalidad de corroborar la aceptación obtenida y observar algún cambio organoléptico.

La textura firme que presentó la galleta se llegó a conseguir con el cambio de la etapa de dosificación de las yemas de huevo, las yemas en un principio eran añadidas en el batido I y debido al

cambio que se realizó con el adicionamiento del agua, se optó por añadir dichas yemas en la etapa del mezclado, la adición de las yemas en dicha etapa ayudó a que las harinas absorben una mayor cantidad de agua con respecto a las pruebas anteriores, esto generó que se desarrolle el gluten mucho antes, formando una mejor integración con la emulsión obtenida del batido II, porque el agua usada en la etapa del batido I fue diluida con el azúcar. Con el cambio del adicionamiento de los ingredientes, generó que la galleta presentara una textura firme y crujiente.

El olor a pota disminuyó considerablemente con respecto a las otras pruebas experimentales, esta disminución se logró debido al cambio de la etapa de adición de la leche en polvo, este ingrediente en primera instancia se adicionaba en la etapa del batido I, sin embargo al cambiar la etapa del adicionamiento del agua, la leche en polvo no se pudo diluir completamente, debido a ello la leche en polvo fue adicionada en la etapa del mezclado, generando un posible efecto potenciador en la etapa del horneado sobre la mayoría de los sabores y siendo parte de los ingredientes que ocasionaron la reacción de Maillard, atenuando el olor que desprendieron las proteínas de la pasta de pota, dicha reacción generó el pardeamiento no enzimático en las galletas, atribuyendo el color que presentó esta prueba experimental.

5.1.4 Resultado de la prueba experimental N°4

Las galletas elaboradas en base a la formulación IV presentaron una textura blanda en toda la superficie de estas. En relación al olor se evidenció que no varió significativamente con respecto a la prueba experimental N°3.

La textura blanda que presentó la galleta en esta prueba se debe que la cantidad de pasta de pota fue mayor que las pruebas experimentales anteriores. Se observó que en las etapas del batido II, mezclado, laminado y cortado, la emulsión y la masa presentaron características particulares que no se habían observado en las pruebas anteriores. En el batido II se formó una emulsión con una plasticidad excesiva, en la etapa del mezclado la masa llegó a obtener una apariencia y consistencia grasosa, en la etapa del laminado se optó por aumentar la cantidad de harina blanca que se rociaba sobre la mesa y el rodillo para evitar que la masa no se adhiriera constantemente y en la etapa del cortado se dificultó el traslado de las piezas circulares hacia las bandejas de acero, debido a su excesiva adherencia y poca consistencia que tenían después de ser cortadas. Todas estas características particulares generaron variaciones en la parte final del proceso del horneado. Las galletas no adoptaron una textura firme y homogénea en toda la superficie, debido al aumento de la pasta de pota, la cual afectó la textura del producto final.

5.1.5 Resultado de la prueba experimental N°5

Las galletas obtenidas en esta prueba experimental presentaron características semejantes a la prueba experimental N°3, la cual estuvo basada en la formulación III, debido a ello y contrastando con las pruebas de aceptabilidad y las pruebas estadísticas, no hubo diferencias significativas en su aspecto organoléptico. (véase tabla N°36).

TABLA N°36
FORMULACIÓN QUE PRESENTA EL MAYOR NIVEL DE ACEPTABILIDAD

Ingredientes	Formulación III	
	Porcentaje (%)	Peso (g)
Pasta de pota	14,4	200
Harina de Germen de trigo	27,8	450
Harina de Salvado de trigo	15,8	250
Harina blanca	6,4	100
Manteca vegetal	8,3	130
Azúcar rubia	16	250
Agua potable	4,1	64 ml
Leche en polvo	3,4	54
Sal	0,2	4
Esencia de vainilla	0,4	6
Yema de huevo	3,2	50

Fuente: Elaboración propia

5.2 Resultados de los análisis fisicoquímicos del producto final

En la tabla N°37 se presenta el contenido proteico de la pasta de pota en una muestra de 450 g (véase anexo N°8).

**TABLA N°37
CONTENIDO PROTEICO DE LA PASTA DE POTA**

Componentes	Resultados
Proteína(%) (F:6.25)	15.03

Fuente: Elaboración propia

En la tabla N°38 se presentan los valores de la composición química proximal para una muestra de 100 g basada en la Formulación III, la cual obtuvo el mayor puntaje de las pruebas de aceptabilidad (véase anexo N°9).

**TABLA N°38
COMPOSICIÓN QUÍMICA PROXIMAL DE LAS GALLETAS A BASE DE PULPA DE POTA Y DOS TIPOS DE HARINA**

Componentes	Resultados	
	(g)	(%)
Energía(Kcal/100gr)	460,16 Kcal	-
Grasa	19,32	19,32
Carbohidratos	55,84	55,84
Proteína(%) (F:6.25)	15,73	15,73
Humedad	5,31	5,31
Ceniza	3,04	3,04
Fibra cruda	0,76	0,76

Fuente: Elaboración propia

Se observa que el porcentaje de humedad (5,31%) se encuentra dentro de los límites establecidos por la NTP 206.001:2016 Panadería, Pastelería y Galletería, Galletas. Requisitos. Los valores de los componentes nutricionales que presentó la muestra basada en la Formulación III, fueron llevados a porcentajes de Valores Diarios (%VD), en base a una dieta de 2000 Kcal y una cantidad de porción de una galleta (10 g) (véase tabla N°39).

TABLA N°39

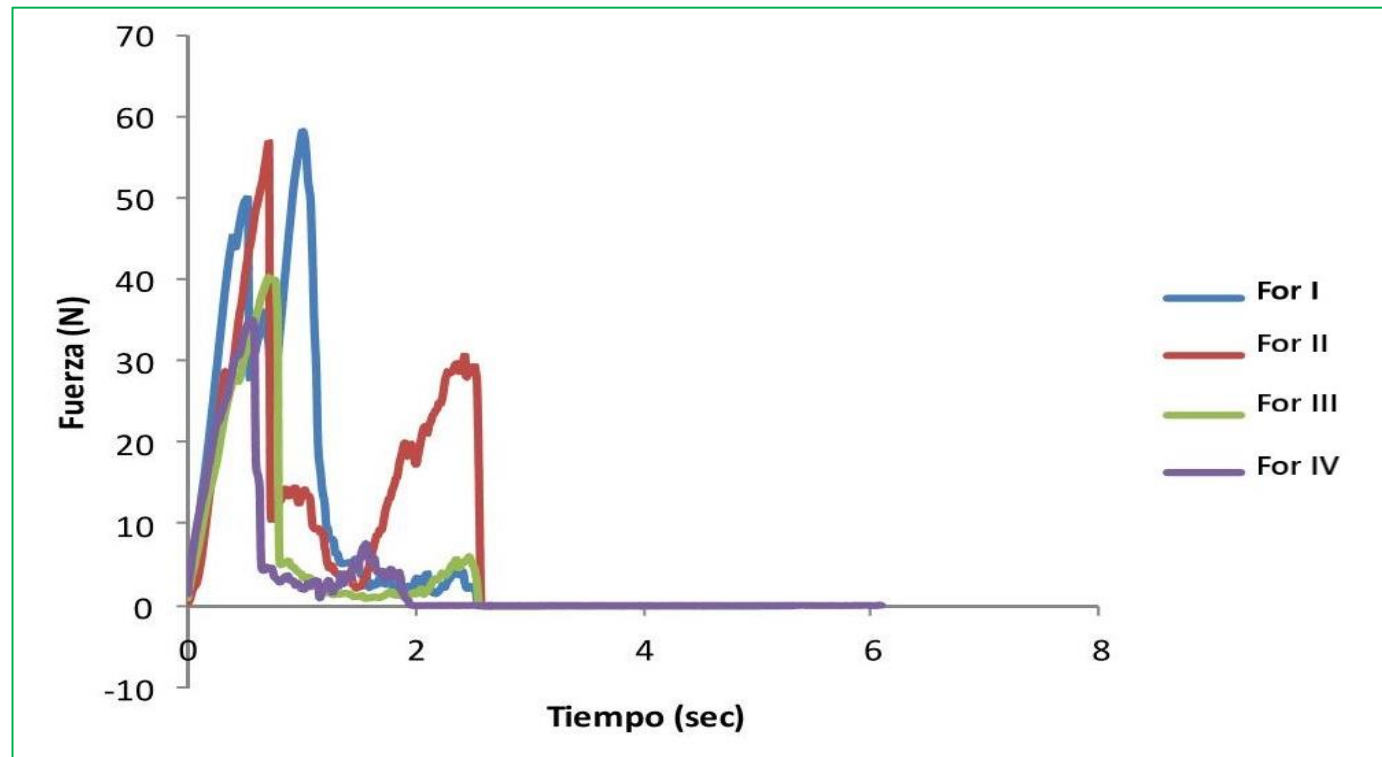
PORCENTAJES DE VALORES DIARIOS (%VD) EN BASE A UNA DIETA DE 2000 Kcal

Componentes	Formulación III	
	Cantidad por galleta (10 g)	% VD
Energía	46,32 Kcal	-
Grasa	1,932 g	2,76%
Carbohidratos	5,584 g	6,20%
Proteína	1,573 g	3,14%
Fibra cruda	0,076	0,30%

Fuente: Elaboración propia

En la gráfica N°1 se muestran los valores de la fuerza máxima de penetración, esta se interpretó como la fuerza empleada cuando el panelista entrenado dio el primer bocado de galleta. Se observan cuatro graficas de diferentes colores, estas representan las curvas de textura de las galletas elaboradas en base a las 4 formulaciones, que se realizaron en la presente investigación. La fuerza necesaria para fracturar la galleta en la boca del consumidor, está representada por valores en unidades Newton, estos valores disminuyen conforme se va aumentando los porcentajes de pasta de pota en las formulaciones.

GRÁFICA N°1
CURVAS DE TEXTURA DE LAS GALLETAS ELABORADAS EN BASE A LAS FORMULACIONES: I, II, III y IV



Fuente: Elaboración propia

La tabla N°40 muestra el comportamiento de la fracturabilidad en las galletas a base de pulpa de papa y dos tipos de harina, se puede observar que los valores se contrastaron con los resultados de las pruebas de aceptabilidad, lo cual confirma que las galletas elaboradas en base a la formulación III, presentaron la mejor textura, con una fuerza de penetración de 45,97 N y un tiempo de fracturabilidad de 0,74 segundos.

TABLA N°40
VALORES DE FUERZA MÁXIMA Y TIEMPO ALCANZADO EN EL ENSAYO DE MÁXIMA PENETRACIÓN

Formulación	Fuerza (Newton)	Tiempo (segundos)
Formulación I	60,83 ± 12,13	0,612 ± 0,168
Formulación II	57,19 ± 4,87	0,605 ± 0,107
Formulación III	45,97 ± 3,67	0,743 ± 0,150
Formulación IV	35,10 ± 2,78	0,784 ± 0,131

Fuente: Elaboración propia (programa: MetroTest)

5.3 Resultados de los análisis microbiológicos del producto final

En la tabla N°41 se presentan los siguientes recuentos microbiológicos (véase anexo N°10).

**TABLA N°41
RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS**

Agente Microbiano	Formulación III	Límite por g según NTP 206.001.2016	
		m	M
Mohos y Levaduras	<10 UFC/g	10 ²	10 ³
<i>Escherichia Coli</i>	<3 NMP/g	3	20
<i>Staphylococcus aureus</i>	<3 NMP/g	10	10 ²
<i>Salmonella sp.</i>	Ausencia	Ausencia/25 g	-

Fuente: Elaboración propia

Como se observa los análisis se realizaron para descartar los microorganismos comúnmente presentes en las galletas, los criterios microbiológicos fueron establecidos en base a la NTP 206.001:2016 Panadería, Pastelería y Galletería, Galletas. Requisitos.

El proceso de elaboración de las galletas fueron realizados en condiciones inocuas y respetando las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM), según menciona y exige la Norma Sanitaria para la fabricación, Elaboración y Expendio de Productos de Panificación, Galletería y Pastelería RM N°1020-2010/MINSA, todas estas medidas se ven reflejadas en los recuentos microbiológicos, los cuales estuvieron por debajo de los límites establecidos por la NTP 206.001:2016 Panadería, Pastelería y Galletería, Galletas. Requisitos.

5.4 Resultados de las pruebas de aceptabilidad

Las pruebas de aceptabilidad se dieron a través de la evaluación por parte de los panelistas entrenados, los cuales degustaron las muestras de galletas elaboradas en base a las formulaciones I,II,III y IV. Los datos obtenidos fueron procesados en el programa estadístico SPSS. Se realizaron 5 pruebas de aceptabilidad con la participación de 15 panelistas entrenados por cada prueba de aceptabilidad (véase tabla N°42).

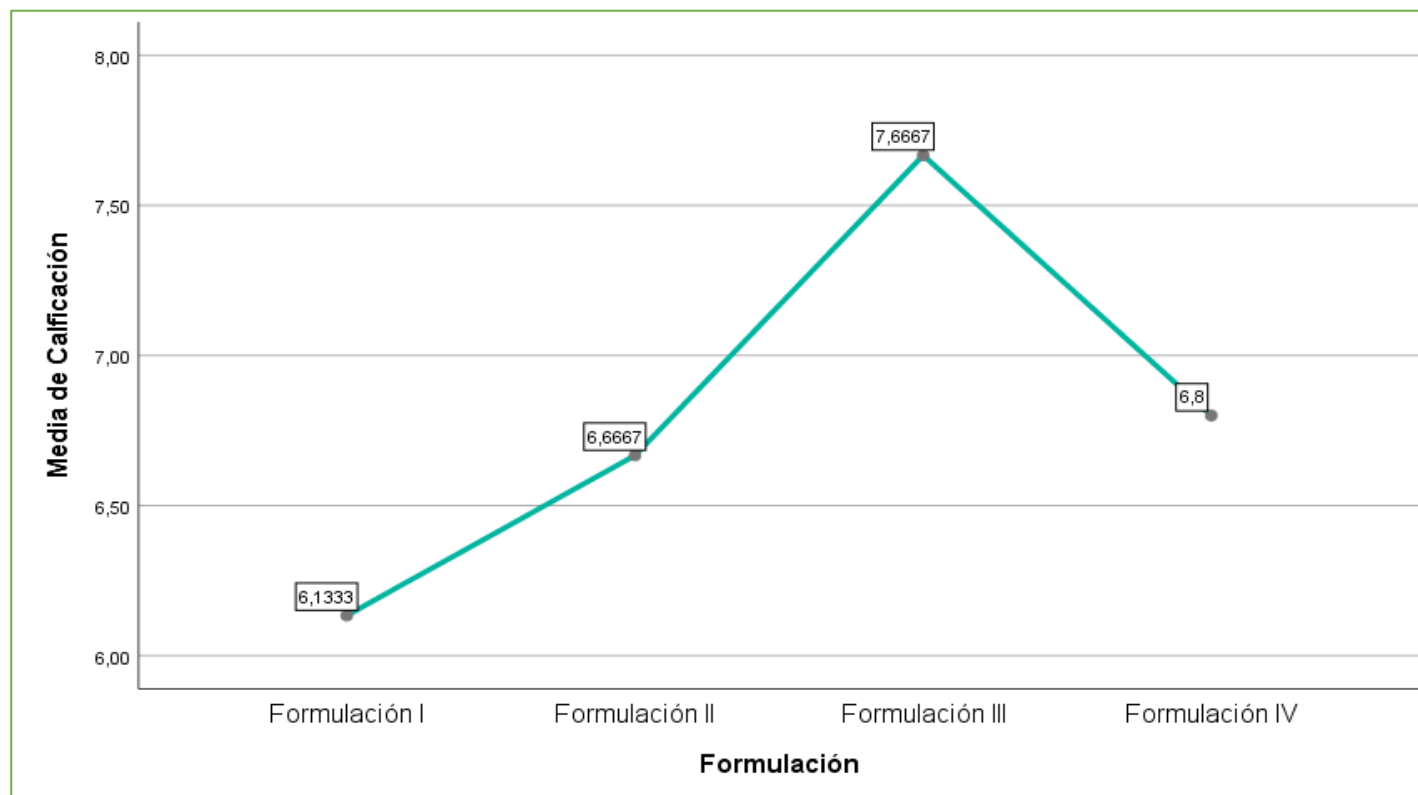
**TABLA N°42
RESULTADOS DE LAS 5 PRUEBAS DE ACEPTABILIDAD**

Panelista	Formulación I	Formulación II	Formulación III	Formulación IV	Formulación III'
1	6	5	8	7	8
2	5	6	8	7	7
3	6	7	8	6	7
4	5	7	8	7	8
5	6	7	8	7	7
6	6	6	7	7	7
7	6	6	8	6	7
8	7	7	8	7	8
9	7	7	7	7	8
10	6	7	7	7	7
11	7	7	7	7	8
12	6	8	9	7	8
13	7	8	7	8	8
14	6	6	7	6	7
15	6	6	8	6	8
Media	6.13	6.66	7.66	6.80	7.53

Fuente: Elaboración propia

Una vez procesado los datos mencionados en el cuadro anterior, se observa en la gráfica N°2 que la media muestra una tendencia de mayor aceptabilidad en la formulación III (7,6) seguida de la formulación IV (6,8), formulación II (6,6) y formulación I (6,1).

GRÁFICA N°2
GRAFICA DE MEDIAS DE LAS FORMULACIONES: I, II, III y IV



Fuente: Elaboración propia

Debido que la muestra elaborada en base a la formulación III, fue la que reunió las mejores características sensoriales y se realizaron comparaciones estadísticas para determinar cuál de las 5 características: color, olor, sabor, textura y apariencia general fue la de mayor calificación (véase tabla N°43).

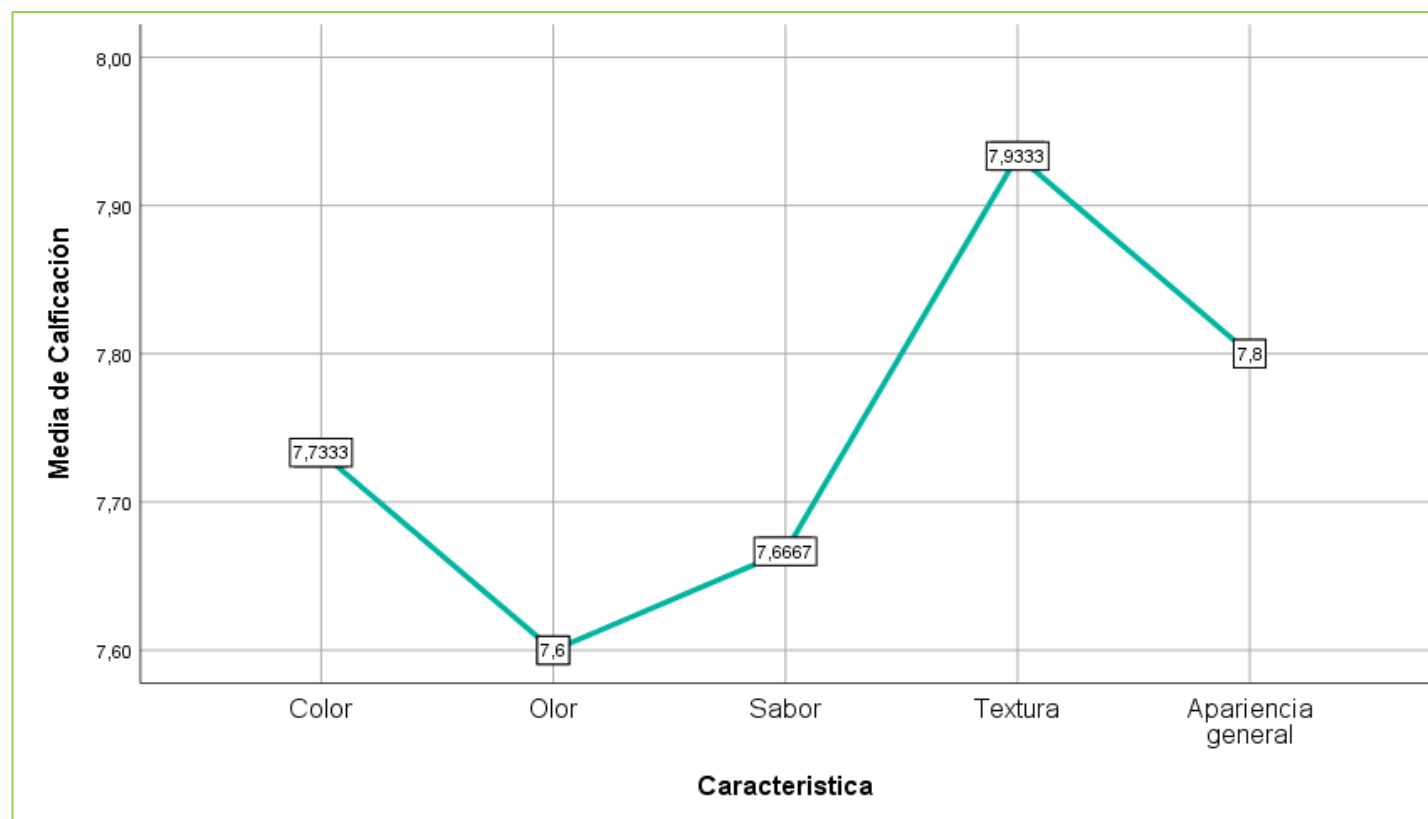
**TABLA N°43
RESULTADOS DE LAS CARACTERÍSTICAS QUE PRESENTA LAS GALLETAS DE LA
FORMULACIÓN III**

Panelista	Características				
	Color	Olor	Sabor	Textura	Apariencia general
1	8	8	8	8	8
2	8	8	8	8	8
3	9	7	7	8	9
4	8	8	8	8	8
5	8	8	8	8	8
6	7	8	7	7	7
7	8	8	7	8	8
8	8	7	8	8	8
9	8	8	7	7	7
10	7	7	7	8	8
11	7	7	7	8	8
12	8	8	9	9	9
13	7	7	8	8	7
14	7	7	8	8	7
15	8	8	8	8	7
Media	7.73	7.60	7.66	7.93	7.80

Fuente: Elaboración propia

En el gráfico N°3 se puede observar que las características de la muestra elaborada en base a la formulación III, presentaron una media por encima de 7, equivalente a "Me gusta moderadamente". Se interpreta que hay una tendencia en forma descendente en la textura (7,93), apariencia general (7,80), color (7,73), sabor (7,66) y olor (7,60).

GRÁFICA N°3
GRAFICA DE MEDIAS DE LAS CARACTERÍSTICAS (FORMULACIÓN III)



Fuente: Elaboración propia

5.5 Resultados de los análisis estadísticos

Los análisis estadísticos se desarrollaron mediante el programa SPSS-Statistics, para el procesamiento, análisis e interpretación de los datos obtenidos.

Se evaluó a 15 panelistas entrenados en 5 pruebas de aceptabilidad, cuatro pruebas para evaluar cada muestra elaborada en base a cada formulación y una quinta prueba para ratificar el puntaje logrado por la muestra elaborada en base a la formulación de mayor nivel de aceptabilidad y a la vez observar algún cambio en su aspecto organoléptico.

Para el desarrollo de los datos se planteó 2 hipótesis estadísticas, las cuales consistieron en:

H₀ = No existe diferencia significativa entre las diferentes formulaciones de galletas a base de pulpa de papa y dos tipos de harina

H₁ = Existe diferencia significativa entre las diferentes formulaciones de galletas a base de pulpa de papa y dos tipos de harina

Para el desarrollo de dicho análisis, los datos obtenidos en las 4 primeras pruebas de aceptabilidad, fueron reordenados por cada prueba experimental y por la frecuencia que los panelistas calificaban en cada formulación, seguidamente se desarrolló los análisis estadísticos descriptivos, con la finalidad de hallar la media, la mediana, la moda, la desviación estándar, la varianza, el rango, los límites del intervalo de confianza para la media al 95%, el máximo o mínimo puntaje y la suma de las puntuaciones de dichas formulaciones (véase anexo N°11)

Una vez obtenido los datos, se procedió al análisis de las varianzas de las formulaciones. En el tabla N°44 se puede observar que el nivel de significación (sig) entre grupos, dicho de otra manera entre formulaciones, presentó un valor menor a 0,05, ello conlleva a que las formulaciones presentan diferencia entre sus medias y se puede afirmar que existe una diferencia significativa entre ellas.

TABLA N°44
ANÁLISIS DE VARIANZAS DE LAS FORMULACIONES: I, II, III y IV

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	18,83	3	6,061	13,686	0
Dentro de grupos	24,80	56	0,443		
Total	42,98	59			

Fuente: Elaboración propia

Debido a que las formulaciones presentaron diferencias significativas, implicó que la H_0 fuera rechazada y la H_1 fuera aceptada.

La aceptación de la H_1 implicó que las medias poblacionales de las formulaciones comparadas, no sean iguales, pero dicho análisis no especifica en concreto entre que formulaciones existen las diferencias. Para poder corroborar esto, se procedió a utilizar las pruebas de comparaciones múltiples, específicamente la de Tukey, ello nos permitió realizar las comparaciones entre cada formulación, permitiendo controlar la tasa de error al efectuar varios contrastes y utilizando las mismas medias. (véase anexo N°12).

La tabla N°45 ofrece una clasificación de las formulaciones, basada en el grado de parecido existente entre sus medias. Así, en el subconjunto 1 están incluidos la formulación I y la formulación II, cuyas medias no

difieren significativamente; en el subconjunto 2 están incluidos la formulación II y la formulación IV, cuyas medias tampoco difieren significativamente y por último en el subconjunto 3 se encuentra la formulación III, dicha formulación difiere significativamente de las formulaciones I, II y IV, debido a que su media se encuentra en un subconjunto unitario y que obviamente no difiere de sí misma ($\text{sig}=1$). Esto conlleva a que la formulación III presentó una media significativamente diferente al resto de las formulaciones y fue la de mayor aceptabilidad.

TABLA N°45
SUB CONJUNTOS HOMOGÉNEOS: HSD TUKEY (FORMULACIONES: I, II, III y IV)

Formulación	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
Formulación I	15	6,1333		
Formulación II	15	6,6667	6,6667	
Formulación IV	15		6,8000	
Formulación III	15			7,6667
Sig.		0,137	0,947	1
Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.				
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 15,000.				

Fuente: Elaboración propia

Teniendo a la formulación III como la de mayor aceptabilidad en las 4 primeras pruebas, se procedió a realizar una quinta prueba experimental, repitiendo el mismo procedimiento de la tercera prueba experimental.

Se obtuvo una formulación III^l, a esta también se le realizó una prueba de aceptabilidad, la cual fue evaluada por los 15 panelistas entrenados (véase tabla N°42, pág 152).

Para el desarrollo de los datos se planteó 2 hipótesis estadísticas, las cuales consistieron en:

H₂= No existe diferencia significativa entre las formulaciones III y III^l de galletas a base de pulpa de pota y dos tipos de harina.

H₃= Existe diferencia significativa entre las formulaciones III y III^l de galletas a base de pulpa de pota y dos tipos de harina.

Para el desarrollo de dicho análisis, los datos obtenidos en la quinta prueba de aceptabilidad, fueron reordenados por la frecuencia de los puntajes que los panelistas otorgaron a la muestra elaborada en base a la formulación III^l, seguidamente se desarrolló los análisis estadísticos descriptivos, con la finalidad de hallar la media, la mediana, la moda, la desviación estándar, la varianza, el rango, los límites del intervalo de confianza para la media al 95%, el máximo o mínimo puntaje y la suma de las puntuaciones de dicha formulación (véase anexo N°13)

Una vez obtenido estos datos, se procedió al análisis de las varianzas de las formulaciones. En el tabla N°46 se puede observar que el nivel de significación(sig) entre grupos, dicho de otra manera entre las formulaciones III y III^l, presentó un valor mayor a 0,05, ello conlleva a que las formulaciones no presentaron diferencia entre sus medias y se puede afirmar que no existe diferencia significativa entre ellas.

TABLA N°46
ANÁLISIS DE VARIANZAS DE LA FORMULACIÓN III Y III'

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	0,133	1	0,133	0,412	0,526
Dentro de grupos	9,067	28	0,324		
Total	9,200	29			

Fuente: Elaboración propia

Para corroborar el resultado anterior, los datos obtenidos fueron sometidos a un prueba de homogeneidad de varianzas, esta nos permitió contrastar la igualdad o no igualdad de varianzas poblacionales, como se puede observar el nivel de significancia para cada ítem de esta prueba fue mayor a 0,05, por lo cual se acepta que si existe una igualdad de varianzas (véase tabla N°47).

TABLA N°47
PRUEBA DE HOMOGENEIDAD DE VARIANZAS DE LA FORMULACIÓN III Y III'

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Calificación	Se basa en la media	0,245	1	28	0,624
	Se basa en la mediana	0	1	28	1
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	0	1	28	1
	Se basa en la media recortada	0,397	1	28	0,534

Fuente: Elaboración propia

Debido a que las formulaciones no presentan diferencia significativa entre ellas, implicó que la H_3 fuera rechazada y la H_2 fuera aceptada.

Lo interpretado anteriormente, nos lleva a que entre la formulación III y III¹, no se observa una diferencia significativa entre las comparaciones estadísticas realizadas y tampoco entre las características particulares de las galletas elaboradas en base a las formulaciones III y III¹.

VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

6.1 Contratación de hipótesis con los resultados

- Los resultados obtenidos a través de la evaluación de aceptabilidad y posteriormente complementada con los análisis fisicoquímicos y microbiológicos, reafirmaron que la hipótesis planteada en la presente investigación, la cual se denominó como formulación III y presentó una temperatura de 140°C y un tiempo de 15 minutos de horneado, posee el mayor nivel de aceptabilidad y calidad en comparación con las formulaciones I , II y IV.
- Los análisis químicos detallaron que una porción de galleta (10 g), elaborada en base a la formulación III, cubre el 3,14% del requerimiento proteico diario y brinda 46,32% Kcal de energía, en base a una dieta diaria de 2000 Kcal recomendada por la Guía y Regulación de Alimentos del FDA, con ello se ratifica que el producto final presentó un alto valor nutricional y energético.
- Los resultados microbiológicos de la muestra elaborada en base a la formulación III, arrojaron valores por debajo de los límites establecidos por la NTP 206.001:2016 Panadería, Pastelería y Galletería, lo que corroboró que el proceso de la elaboración del producto fue realizado en condiciones sanitarias adecuadas.
- Los resultados de los análisis estadísticos obtenidos, corroboraron que la formulación III es significativamente diferente a las formulaciones I,II y IV.

6.2 Contrastación de resultados con otros autores similares

- Delgado, en la Elaboración de galletas enriquecidas con barrilete negro "*Euthynnus lineatus*": Caracterización química, instrumental y sensorial, sostuvo que en los análisis de textura, su producto final presentó los siguientes valores: 38,41 N y 74,13 N para el menor y mayor esfuerzo de penetración respectivamente. Con respecto a lo mencionado, al medir de manera instrumental las galletas a base de pulpa de pota y dos tipos de harina, se obtuvieron los siguientes resultados: 35,10 N y 60,83 N para el menor y mayor esfuerzo de penetración respectivamente, debido a que la pasta de pota presenta proteínas solubilizadas, que se adhirieron con el azúcar, la manteca vegetal y el agua diluida, por ello conforme se aumentó la proporción de pasta de pota, la masa adquirió mayor cantidad de humedad y por consiguiente una variación en sus propiedades de textura.
- De las casas, en el Estudio técnico de elaboración de galletas utilizando marine beef, mencionó que al sustituir un porcentaje de harina de trigo por 30 % de marine beef, sus galletas lograron alcanzar un valor proteico de 3,18 g/ 30 g de galleta. En relación a lo anterior, la galleta elaborada en base a la formulación III, logró un valor proteico de 4,71 g/ 30 g de galleta.
- Mora, en Galletas enriquecidas con proteínas de pescado para la alimentación en el Ecuador, hace hincapié en el aumento de temperatura que sufre la masa en el proceso de la elaboración, el rango de dicho parámetro fue de 36°C a 44°C. Debido a ello la masa pasó por una etapa de

enfriamiento y perdió extensibilidad. Teniendo presente lo anterior y sabiendo que la temperatura es uno de los parámetros importantes para la conservación de la pasta de pota, se pre-enfrió la artesa de trabajo antes del inicio de la etapa del batido I, generando una temperatura entre 24°C a 29°C, esto conllevó a que se pueda conservar la mayoría de las proteínas de la pasta de pota.

VII. CONCLUSIONES

- La formulación III, fue la adecuada para la elaboración de galletas a base de pulpa de pota y dos tipos de harina.
- La temperatura y tiempo de horneado adecuado fueron de 140°C y 15 minutos.
- La calidad de las galletas a base de pulpa de pota y dos tipos de harina fue definido a través de las pruebas: fisicoquímicas y microbiológicas, las cuales presentaron un nivel por debajo del límite establecido por la NTP 206.001:2016 Panadería, Pastelería y Galletería, Galletas. Requisitos.
- El resultado de la prueba de aceptabilidad demostró que la muestra elaborada en base a la formulación III, fue la de mayor preferencia y aceptación con respecto a las otras muestras.
- La frecuencia de la escala para la evaluación de la muestra elaborada en base a la formulación III, presentó los siguientes resultados, a 8 personas les gusta mucho, a 6 personas les gusta moderadamente y a 1 persona le gusta muchísimo, superando a las otras muestras.
- La acción colectiva del lavado en salmuera a 4°S por un tiempo de 5 minutos y la adición de la leche en polvo en la etapa del mezclado, tuvieron como finalidad el de eliminar los compuestos hidrosolubles causantes del sabor amoniacal, presentes en el músculo de la pota.

- El uso del hielo, con el propósito de enfriar la artesa antes del inicio de la etapa del batido I, generó que los ingredientes no pierdan con facilidad sus características de textura y al mismo tiempo la disminución de la temperatura, ayudó a que se pueda trabajar con un producto hidrobiológico, como es la pasta de pota.
- Las pruebas de aceptabilidad se hicieron a través de panelistas entrenados, con la finalidad que se pueda generar una opinión de la conducta de un futuro mercado para el producto final, ya que los panelistas presentaron las mismas preferencias que las de un consumidor promedio de este tipo de producto.

VIII. RECOMENDACIONES

- Implementar medidas de preservación y conservación, cuando se trabaje con productos hidrobiológicos, como es el caso de la pota, siendo este un producto altamente perecedero.
- En la elaboración de galletas a base de recursos hidrobiológicos, es necesario usar materias primas e ingredientes de calidad, los cuales generarán un producto final con adecuadas características organolépticas.
- Realizar una buena etapa de lavado con salmuera y una correcta adición de leche en polvo en la etapa del mezclado, para la eliminación de compuestos hidrosolubles y olores característicos de la pota, como materia prima en la panificación.
- Realizar una buena etapa de coterizado, para generar una pasta con buenas características de textura y controlar los parámetros de tiempo y temperatura adecuadamente, en la elaboración de productos de panificación.
- Cumplir con los requisitos de almacenamiento, los cuales implican que el producto final se encuentre dentro de una envoltura de polipropileno correctamente sellada, en un ambiente seco, limpio y fuera del alcance de los rayos solares.
- Es de vital importancia el cumplimiento de las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) durante la elaboración de galletas a base de recursos hidrobiológicos.

IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABUGOCH J., GUARDA M., PEREZ R., (2000). **Caracterización funcional y bioquímica de la carne del manto de jibia “*Dosidicus gigas*”** Compañía editorial continental, S. A. de C. V. México, 380-386 pp.
2. ÁLVAREZ, C. (1993). **Influencia de factores físico-químicos en la formación de geles elaborados con surimi de sardina “*Sardina pilchardus*”**. Tesis Dr. Veterinaria. Universidad Complutense de Madrid. España.
3. ASGHAR, A., SAMEJIMA, K., (1985). **Functionality of muscle protein in gelation mechanism of structured meat products**. Critical Review in Food Science y Nutrition, vol:22, tomo1: 27-10 pp.
4. BADUI, S., (2006). **Química de los Alimentos**. Ed. Pearson México D.F. 730 pp.
5. BARNES, R., CALOW, P., (2001). **The Invertebrates a Synthesis**. Blackwell Science. 3ra. ed, 497 pp.
6. BAZZINO, G. (2008) **Estructura poblacional, movimientos horizontales y migraciones verticales del calamar gigante (*Dosidicus gigas*) en el Golfo de California y en el Océano Pacífico frente a la Península de Baja California**. Tesis de doctorado. CIBNOR. La Paz, Mexico. <http://cybertesis.cibnor.mx:8080/sdx/cibnor/rsimple.xsp?q=Bazzino&base=documents>). Consultado el 02 de enero del 2011 10:25 am.
7. BELTON, P., (2005) **New approaches to study the molecular basis of the mechanical properties of gluten**. **Journal of Cereal Science** Ed:41, Estados Unidos 203–210 pp
8. BLASKOVIC, V., ALEGRE, A., (2008) **Depredación del calamar gigante (*Dosidicus gigas*) sobre los principales**

- recursos pesqueros en el litoral peruano durante el 2007.**
Informe Técnico. IMARPE, Perú, 32 pp.
9. BOYLE, P. y RODHOUSE, J., (2005), **Cephalopods: Ecology and fisheries.** Blackwell Publishing. Vol:2 Estados Unidos. 458 pp
 10. CABELLO, A, VILLARROEL, B.,(2004) **Parámetros de Frescura de Moluscos.** Rev. Científica FCV-LUZ, México, Vol. 14(5): 457-466 pp.
 11. CALAVERAS, J. (2004) **Nuevo tratado de panificación y bollería.** Editorial Mundi-Prensa Libros S.A. España.
 12. CALLEJO, M. (2002) **Industrias de cereales y derivados.** Colección tecnología de alimentos. Editorial Mundi-prensa, España 1ra Edición. 337 pp.
 13. CARECHE, M., (2006) **Mejora del procedimiento de elaboración de un concentrado proteico funcional a partir de músculo de cefalópodos y producto así obtenido para ser utilizado en la elaboración de productos análogos y otros nuevos productos.** Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC). España. Patente ES 2 231 023.
 14. CASTRO, M., SILENCIO, J., (1998) **Composición química de la fauna de acompañamiento del camarón de Veracruz Golfo de México,** Rev. Biol. Trop. 46(2): 249-256 pp.
 15. CHUNG, K. y LEE, C. (1991). **Water binding and ingredient dispersion pattern effects on surimi gel texture.** *Journal of Food Science*, Estados Unidos, Ed: 56(5): 1263-1266 pp
 16. DE LAS CASAS, E., (1991) **Estudio Técnico de Elaboración de Galletas utilizando Marine Beef.** Tesis para optar el título de Ingeniero Pesquero. Universidad Nacional del Callo. Perú.
 17. DELGADO, F., (2013) **Elaboración de galletas enriquecidas con barrilete negro “*Euthynnus lineatus*”:**

- Caracterización química, instrumental y sensorial.**
Revista Universidad y Ciencia Vol.29. Villahermosa, México.
18. DESROSIER, N., (1999) **Elementos de tecnología de alimentos.** Compañía editorial continental, S. A. de C. V. México. Edición: 14 783 pp.
 19. ESCALANTE, R., (1990) **Estudio de elaboración de un producto tipo pate utilizando Músculo desmenuzado de jurel "*Trachurus symmetricus murphyi*"** Tesis para obtener el título de Ing. Pesquero. Universidad Nacional Agraria La Molina. Perú
 20. FAO (1993) **Manual de Técnicas para Laboratorio de Nutrición de Peces y Crustáceos.** Programa Cooperativo Gubernamental, México. Vol. 7
 21. FARIDI, H. (1990) **Dough Rheology and Baked Product Texture.** Editorial American Association Cereal Chemistry. St. Paul M.N, USA 1, 9 pp.
 22. FENNEMA, O., (1993) **Introducción a la ciencia de los alimentos.** Editorial Reverte. Barcelona. España. Tomo II. 917 pp.
 23. FLORES, J. y BERMELL, S., (1984). **Capacidad de gelificación de las proteínas miofibrilares.** Rev. Agroquímico Tecnológico Alimentario, Brasil, Vol:26(3):151-158 pp.
 24. FOEGEDING, E., LANIER, T. y HULTIN, H. (2010). **Características de los tejidos musculares comestibles. En: Química de los alimentos.** Edit. Acribia S.A. Zaragoza, España. p. 1053-1059 pp.
 25. FOX, B y CAMERON, A. (2002) **Ciencia de los alimentos, nutrición y salud.** Editorial Limusa. México. 457 pp. 1999
 26. GARCIA, S.(2002) **Los vegetales en la nutrición humana,** Editorial política. La Habana, Cuba 48pp.

27. GELINEAU, C. (2002) **Los germinados en la alimentación. Manuales de Panificación integral.** Ediciones Obelisco N°12. Argentina.
28. GEWERC, V., (2006) **Desarrollo de una galleta tipo snack, en base a algas comestibles, con enfoque al mercado asiático.** Tesis para optar el título de Ingeniero en Alimentos. Universidad de Chile.
29. GOMEZ, M. y MONTERO, P., (1996) **Ultrastructural and rheological changes during the gelation of giant squid (Dosidicus gigas) muscle.** European Food Research and Technology Vol. 202. 215-22 pp.
30. GÓMEZ, M., C y MONTERO, P., (1997) **Salt, nonmuscle proteins, and hydrocolloids affecting rigidity changes during gelation of giant squid (Dosidicus gigas).** J. Agric. Food Chem. Vol 45: 616-621 pp.
31. HAMM, R. (1986). **Water holding capacity of meat.** Editorial Butterworths, Londres, Inglaterra, pp 321-337,
32. HILARIUS, G (1987) **Elaboración de pate enlatado.** Tesis para obtener el título de Ing. Industrias Alimentarias. UNALM. Perú.
33. HOSENEY, C. (1994) **Principios de Ciencia y Tecnología de los cereales.** Editorial Acribia. Zaragoza, España. 317pp
34. HULTIN. (1993). **Evaluación de la calidad del pescado en El pescado fresco: su calidad y cambios de calidad.** Colección FAO Pesca, pág. 131-154
35. INACAL. **NORMA TECNICA PERUANA 205.037.1975 Harinas. Determinación del contenido de humedad (Revisada el 2016)**
36. INACAL. **NORMA TECNICA PERUANA 205.038.1975 Determinación de cenizas (Revisada el 2016)**

37. INACAL. NORMA TÉCNICA PERUANA 205.047.1981
Bizcochos, galletas, pastas y fideos . Toma de muestras.(Revisada el 2016)
38. INACAL. NORMA TÉCNICA PERUANA 206.011.1981
Bizcochos, galletas, pastas y fideos- Determinación de humedad (Revisada el 2016)
39. INACAL. NORMA TÉCNICA PERUANA 206.001.1981.
Bizcochos, galletas, pastas y fideos (Revisada el 2011)
40. IMARPE (2018) **Boletín N°33(2)**, Perú.
41. JIMÉNEZ, F.(2000) **Evaluación nutricional de galletas enriquecidas con diferentes niveles de harina de pescado**. Tesis para optar el grado de Magister Scientiae. Escuela de Post-Grado Universidad Nacional Agraria La Molina. Perú.
42. KASARDA, D. (1999) **Glutenin Polymers: The in Vitro to in Vivo Transition**. Cereal Food World 44: 566–57 pp
43. KINISELLA E. (1979) **Functional Properties of Soy Proteins**. Journal American Oil Chemistry Society.56(3): 117-119 pp
44. KONOSU, S.(1979) **The taste of fish and shellfish** Food Taste Chemistry. American Chemical Society, Hawaii.
45. KUGINO, M.,(1994) Microstructural and rheological properties of cooked squid mantle. Journal of Food Science, N°59, Vol. 4 , 792 – 796.
46. LAN, Y., NOVAKOFSKI, J.,(1995). **Thermal gelation properties of protein fractions from pork and chicken breast muscle**. Journal of Food Science, 60(4): 742-74 pp
47. LANIER, T., CARVAJAL, P.,(2005). **Surimi Gelation Chemistry. En: Surimi and surimi seafood**. Taylor y Francis Group. USA. p. 437-477

48. LAZO, M.,(2006) **Elaboración de Harina de Pota “*Dosidicus gigas*” precocida para consumo humano.** Tesis para obtener el título de Ingeniero Pesquero. Universidad Nacional Agraria La Molina. Perú.
49. LÓPEZ, H.,(2007) **Elaboración de galletas de trigo fortificadas con harina, aislado y concentrado de *Lupinus mutabilis*.** Tesis para obtener el título de ingeniero agroindustrial. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. México.
50. MACKEY, A. (1984) **Evaluación Sensorial de los Alimentos.** Editorial CIEPE, San Felipe. Venezuela Vol N°2 34, 35 pp
51. MANLEY, D. (1989) **Tecnología de la Industria galletera: Galletas, crackers y otros horneados.** Editorial ACRIBIA. Zaragoza, España 483 pp
52. MARKAIDA U, SOSA-NISHIZAKI O. (2001) **Biología reproductiva del calamar jumbo (*Dosidicus gigas*) en el Golfo de California, 1995-1997.** Revista Oceanic Fish. Vol. 54, pp. 63 - 82.
53. MARTÍNEZ-MONTES, M. (2009). **Nutrición Animal I. Integración del Análisis Proximal.** http://web.archive.org/web/20091026194848/geocities.com/mvz_jmtz/anprox.html. Consultado el 25 de setiembre de 2018, 10:24 am.
54. MARTÍNEZ-VEGA, J.,(2000) **Composición corporal y el proceso de secado del calamar gigante “*Dosidicus gigas*”.** Ciencia y Mar. Venezuela, 35-38 pp.
55. MAZA, S (2001). **Tecnología de Procesamiento de Pota “*Dosidicus gigas*”** ITP. Lima- Perú

56. MAZA, S (2005). **Nuevas alternativas de procesamiento de alimentos congelados a partir de Calamar gigante “*Dosidicus gigas*”** ITP. Lima- Perú
57. MINISTERIO DE SALUD. **Norma Sanitaria para la Fabricación, Elaboración y Expendio de Productos de Panificación, Galletería y Pastelería. RM N°1020-2010/MINSA**
58. MONTOYA J. y ROMAN G.(2010) **Estudio de la incidencia de incorporación de masa de papa de variedad superchola “*Solanum tuberosum*” como sustituto parcial de harina de trigo “*Triticum spp*” en el proceso de elaboración de pan.** Tesis presentada para obtener el título de Ingeniero Agroindustrial. Universidad Técnica del Norte. Ibarra. Ecuador.
59. MORA, Y. (1985) **Galletas enriquecidas con proteínas para la alimentación de niños en el Ecuador.** Boletín Científico y técnico. Instituto Nacional de Pesca. Guayaquil, Ecuador.
60. MORENO, B, GARCIA, L.,(2000) **Microorganismos de los alimentos: Su significado y métodos de enumeración** Zaragoza. Editorial ACRIBIA, Zaragoza, España. Segunda edición. Volumen I, 431pp
61. MOYANO, L. (2002) **Sustitución parcial de la harina de trigo por harina de haba en la elaboración de galletas dulces “*Vicia faba*” y evaluación durante su almacenamiento.** Tesis para obtener el título de ingeniero agroindustrial. Universidad Nacional Agraria La Molina.
62. MURO, L.(2008) **Determinación de los parámetros tecnológicos en la elaboración de galletas con harina de kiwicha “*Amaranthus caudatus*”.** Tesis presentada para obtener el título de Ingeniero Agroindustrial. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann. Tacna.

63. NIWA, E. (1992). **Chemistry of surimi gelation**. En: **Surimi technology**.. (Ed.). Marcel Dekker Inc., Nueva York. EE.UU p. 389-420
64. OCHOA C. (2003) **Las Papas Del Perú: Base De Datos 1947-1997**. Editorial Centro Internacional de la papa. Lima.
65. OTWELL y HAMANN. (1979) **Partial Chacraceization of Aminopeptidase Enzyme in Crude Extract Hepatopáncreas of Jumo Squid “*Dosidicus gigas*”** 53° Congress of Pacific Fisheries Technologists, Astoria, OR.
66. PAREDI Y COL. (2002). **pH and heat treatment effects on foaming of whey protein isolate**. J. Food Sci. 55,1116-1119 pp
67. PARIONA , C (2011) **Desarrollo de indicadores de calidad del manto de *Dosidicus gigas* “pota”**. Tesis para obtener el título de Ing. Alimentario.UNFV. Perú
68. PEÑA, J. (1999) **Salvado de trigo y cáncer de mama: Revistando la hipótesis del estrógeno**. Archivos Latinoamericanos de Nutrición. Vol. 49 N°4.
69. POGNA, N; REDAELLI, A; DACHKEVITCH, A. (1994). **Genetics of wheat quality and its improvement by conventional and biotechnological breeding**. Wheat Production, Properties and Quality. Chapman Hall. London, England, pp 205-224.
70. PRODUCE (2018) **Cuota de captura del calamar gigante o pota. RM N°115-2018-PRODUCE**
71. QUAGLIA, G. (1991) **Ciencia y tecnología de la panificación**. Zaragoza. Editorial ACRIBIA, Zaragoza, España. Segunda edición. 485 pp.
72. RODRIGUEZ, Gracia. (2014) **Efecto de la sustitución de harina de trigo por una proporción de la mezcla harina de cáscara de papa: harina de papa “*Solanum tuberosum*”**

- pps” sobre el color, textura, fibra y aceptabilidad general en galletas dulces.** Tesis para obtener el título de ingeniero en industrias alimentarias. Universidad Privada Antenor Orrego. Perú.
73. ROSA, R., PEREIRA, J.,(2005) **Biochemical composition of cephalopods with different life strategies, with special reference to a giant squid, Architeuthis sp.** Mar. Biol. 146: 739-751.
74. ROSAS-ROMERO, Z. y RAMIREZ-JUAREZ, J.,(2010) **Partial characterization of an effluent produced by cooking of Jumbo squid “*Dosidicus gigas*” mantle muscle.** Bioresource Technology vol. 101 p. 600–605.
75. SALINAS-ZAVALA C., BAZZINO-FERRERI, S.,(2010) **El calamar gigante (*Dosidicus gigas*). Dinámica del ecosistema pelágico frente a Baja California, 1997-2007,** pp 469 – 486.
76. SAMEJIMA, K.; ISHIOROSHI, M. y YASUI, T. (1981). **Relative roles of the head and tail portions of the molecule in heat-induced gelation of myosin.** Journal of Food Science, 46(5): 1412-1418 pp.
77. SAVINO, P (2003) **Nutrición y fibra.** Fascículo 9. Asociación Colombiana de Nutrición Clínica. Colombia.
78. SCHMIDT-HEBBEL, H.; PENNACCHIOTTI, I.; MASSON, L. Y M. A. MELLA. (1990) **Tabla de Composición química de alimentos chilenos.** Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas. Departamento de Ciencia de los Alimentos y Tecnología Química. Santiago de Chile.
79. SHEWRY, P. Y TATHAM, A. (1997). **Disulphide Bonds in Wheat Gluten Proteins.** Journal of Cereal Science 25: 207–220 pp.

80. SIKORSKI y KOLAKOWSKI (2000) **Endogenous enzyme activity and seafood quality: Influence of chilling, freezing and other environmental factors.** Marcel Dekker, Inc New York 451 – 487 pp.
81. SIKORSKI y KOLODZIEJSKA, I. (1986). **The composition and properties of squid meat.** Food Chemistry, 20(3): 213–224 pp.
82. SMITH, W. (1972) **Biscuits, crackers and cookies. Technology, Production and Management.** Applied Science Publisher. Vol 1. Londres.
83. SOLARI, A (2012) **Características del Músculo de Pota “*Dosidicus gigas*”** ITP. Lima- Perú
84. SOLARI, A., MAZA S., (2008) **Reducción de la intensidad del sabor ácido amargo de la pota.** Bol. investigación, ITP, Perú. no.8, p.23-29
85. TATHAM, A y FIELD, S., (1987). **The conformations of wheat gluten proteins.** Journal of Cereal Science 5:203-214 pp.
86. TOTOSAUS, A. (1996). **Funcionalidad de extractos proteicos musculares de cabra y res. Efecto de la temperatura y tiempo de almacenamiento.** Tesis Maestro en Biotecnología. Universidad Autónoma Metropolitana. Iztapalapa. Mexico. 109 p.
87. TSUCHIYA, T; SUZUKI, H. y MATSUMOTO, J. (1977). **Physicochemical and biochemical properties of squid actin.** Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries, 43(10): 1233-1240 pp.
88. UTSUMI S, YASUKI, M. y TOMOHIKO, M. (1996) **Structure-Function Relationships of Soy Proteins.** Research Institute for Food Science. Kyoto University. Kyoto Japón. 257- 289 pp.

89. VALDEZ, J. (1995) **Obtención de una mezcla nutritiva a base de quinua y cebada maltetadas**. Tesis para obtener el título de ingeniero agroindustrial. Universidad Nacional Agraria La Molina.
90. VISESSANGUAN, W.,(2000). **Effects of proteolysis and mechanism of gel weakening in heat-induced gelation of fish myosin**. Journal of Agricultural y Food Chemistry, 48(4): 1024-1032pp.
91. WANG, J, HUANG, Q.,(2016) **Role of N-terminal domain of HMW 1Dx5 in the functional and structural properties of wheat dough**. Food Chemistry 213: 682- 690 pp
92. Wellner, N; Mills, G; Brownsey, R. (2005) **Changes in protein secondary structure during gluten deformation studied by dynamic Fourier transform infrared spectroscopy**. Biomacromolecules 6: 255–261 pp
93. WIESER, H. (2007) **Chemistry of gluten proteins**. Food Microbiology 24 119 – 124 pp
94. WRIGLEY, C.; ANDREWS, J y BEKES, F. (1998). **Protein-protein interactions-essential to dough rheology**. The Keys to Cereal Quality. American Association of Cereal Chemists, USA, pp 18-20.
95. XIONG, Y. (2004). **Muscle proteins: Proteins in food processing**. Yada, R. (Ed.). Woodhead Publishing Limited. Cambridge, Inglaterra. 100-122 pp
96. YAMANAKA, H.; MATSUMO, M (1995) **Studies on components of off-flavor in the muscle of American Jumbo squid**. Nippon Suisan Gakkaishi, vol.61, no 4, p. 612-61
97. ZEIDBERG, L. Y B. H. ROBINSON. (2007) **Expansión de la gama invasiva por el calamar de Humbolt (*Dosidicus gigas*), en el Pacífico norte oriental**. PNAS 104.

98. ZIEGLER, G. Y. ACTON, J. (1984). **Mechanisms of gel by protein of muscle tissue**. Food Technology, 38(5): 77-82 pp
99. ZIEGLER, G. Y. FOEGEDING, E. (1990). **The gelation of proteins**. Advances in Food and Nutrition Research, 34: 203-209 pp.
100. http://members.tripod.com/lucrecia_alvarez/grano%20de%20trigo.htm Consultado el 02 de enero del 2019. 13:05 pm.

ANEXOS

Anexo N°1
Matriz de consistencia

TABLA N°48
MATRIZ DE CONSISTENCIA

Problema	Objetivos	Hipótesis	Tipo de investigación																				
<p>FORMULACION DEL PROBLEMA:</p> <p>¿Con que formulación de la masa, temperatura y tiempo de horneado se obtendrán galletas a base de pulpa y dos tipos de harina; de calidad y aceptabilidad?</p>	<p>OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN:</p> <p>Objetivo general</p> <p>Elaborar galletas a base de pulpa de pota y dos tipos de harina</p> <p>Objetivos específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Determinar la formulación de la masa. • Determinar la temperatura y tiempo de horneado. • Evaluar la calidad del producto final. • Determinar el nivel de aceptabilidad del producto final. 	<p>HIPÓTESIS GENERAL:</p> <p>Con una formulación de la masa de 14,4% de pasta de pota, 15,8% harina de salvado de trigo, 27,8% harina de germen de trigo, 6,4% de harina blanca, 8,3% de manteca vegetal, 16% de azúcar rubia, 4,1% de agua, 3,4% de leche en polvo, 0,2% de sal, 0,4% de esencia de vainilla y 3,2% de yema de huevo con una temperatura de 140°C y un tiempo de 15 minutos de horneado obtendremos galletas a base de pulpa de pota; de calidad y aceptabilidad.</p>	<p>TIPO DE INVESTIGACIÓN</p> <p>Investigación experimental: porque se regirá bajo un modelo; las variables independientes: formulación, temperatura y tiempo de horneado; manipularemos para obtener resultados adecuados para las variables dependientes: calidad y aceptabilidad.</p> <p>DISEÑO DE INVESTIGACIÓN:</p> <table style="margin-left: auto; margin-right: auto;"> <tr> <td>R₁</td> <td>G₁</td> <td>X₁</td> <td>O₁</td> </tr> <tr> <td>R₂</td> <td>G₂</td> <td>X₂</td> <td>O₂</td> </tr> <tr> <td>R₃</td> <td>G₃</td> <td>X₃</td> <td>O₃</td> </tr> <tr> <td>R₄</td> <td>G₄</td> <td>X₄</td> <td>O₄</td> </tr> <tr> <td>R₅</td> <td>G₅</td> <td>-</td> <td>O₅</td> </tr> </table> <p>TIPO DE DISEÑO Diseño experimental puro, sin pre-prueba, con post-prueba y con un grupo control</p>	R ₁	G ₁	X ₁	O ₁	R ₂	G ₂	X ₂	O ₂	R ₃	G ₃	X ₃	O ₃	R ₄	G ₄	X ₄	O ₄	R ₅	G ₅	-	O ₅
R ₁	G ₁	X ₁	O ₁																				
R ₂	G ₂	X ₂	O ₂																				
R ₃	G ₃	X ₃	O ₃																				
R ₄	G ₄	X ₄	O ₄																				
R ₅	G ₅	-	O ₅																				

Anexo N°2

Método de índice de calidad para pota almacenada en hielo

TABLA N°49
MÉTODO DE ÍNDICE DE CALIDAD PARA POTA ALMACENADA EN HIELO

Parámetros		Atributos	Puntos
APARIENCIA	Superficie dorsal y ventral	-Superficie muy brillante, rojo oscuro en el dorso y más clara en la parte ventral	0
		-Superficie aun brillante, dorso gris claro y vientre blanquecino.	1
		-Superficie sin brillo, dorso y parte ventral de color rojo pardo.	2
		-Superficie opaca, dorso y parte ventral morados.	3
	Ojos	-Convexos, claros, translúcidos.	0
		-Ligeramente opacos, algo planos.	1
-Opacos, hundidos		2	
TEXTURA	Músculo (del manto)	-Elástico, flexible.	0
		-Ligeramente blando, resiste la presión dactilar, sin dejar huellas.	1
		Muy blando, huellas de la presión dactilar.	2
	Tentáculos	-Flexibles, turgentes, ventosas con anillos con capacidad de succión.	0
		-Algo flácidos, desprendimiento de anillos de las ventosas, poca succión.	1
		-Flácidos, ventosas sin anillos, total pérdida de succión	2
OLOR	Superficie del manto (abierto)	-Fresco a mar, a algas.	0
		-Neutro a ligero ácido.	1
		-Ácido a ligeramente abombado.	2
		-Amoniacaal, a pútrido.	3
COLOR	Músculo (sin piel)	-Blanco, translúcido, brillante.	0
		-Opaco a amarillento.	1
		-Pigmentado de rosado a morado.	2
Suma de puntos de demérito			14

Fuente: PLÁCIDO – ORDOÑEZ, 2004

Anexo N°3

Resultados de la evaluación sensorial de la pota

TABLA N°50
RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN SENSORIAL DE LA POTA

Pruebas experimentales	Parámetros o atributos del manto de pota		
	Textura	Olor	Color
1	0	1	1
2	1	1	1
3	1	1	1
4	1	1	0
5	1	0	0
Promedio	0,8	0,8	0,6

Fuente: Elaboración propia

Anexo N°4

Pesos y tallas promedio de la materia prima

TABLA N°51
PESOS Y TALLAS PROMEDIO DE LA MATERIA PRIMA

Materia prima	Longitud de manto- LM (cm)	Peso del manto- PM (kg)
1	58	4,420
2	55	3,900
3	57	4,240
4	54,5	3,700
5	56	4,190
TOTAL		20,45
PROMEDIO	56,1	4,09
Desviación Estandar	1,280	0,287

Fuente: Elaboración propia

Anexo N°5

Número de galletas producidas en todas las pruebas experimentales

TABLA N°52
NÚMERO DE GALLETAS PRODUCIDAS EN TODAS LAS PRUEBAS EXPERIMENTALES

Formulaciones	Número de paquete de galletas	Número de galletas	Población
Formulación I	18	435	90 paquetes de galletas
Formulación II	18	432	
Formulación III	18	450	
Formulación IV	18	444	
Formulación III ^I	18	444	

Fuente: Elaboración propia

Anexo N°6

Resultado del análisis proteico a la pasta de pota



INFORME DE ENSAYO FQ N° 180714-014

Emitido en Lima, el 14 de Julio de 2018

Orden de Trabajo	: 53724 . 0718
Numero de Servicio	: 18013302
Nombre del Solicitante	: BENITO ESPINOZA ENRIQUE HECTOR
Dirección de la Empresa	: AV. ESTADOS UNIDOS 223 - URB. HUAQUILLAY - COMAS - LIMA - LIMA
Servicio Solicitado	: Informe de Ensayo Físico Químico.
Producto declarado	: PASTA DE POTA
Cantidad de Muestra	: 01 Bolsa x 450 g
Identificación / marca	: S/M
Presentación	: Envasado
Lugar y fecha de recepción	: Laboratorio Físico-Químico . 12 de Julio de 2018
Características	: Muestra proporcionada por el solicitante en bolsa de polietileno con cierre ziploc.
Condiciones de recepción	: En aparente buen estado a temperatura de congelación.
Muestra de Dirimencia	: No proporcionada por el Cliente
Fecha de inicio de Ensayos	: 12 de Julio de 2018
Fecha de término de Ensayos	: 13 de Julio de 2018

ENSAYOS

DETERMINACIONES	UNIDADES	RESULTADOS
Proteínas Factor: 6.25	%	15,03

DETERMINACIONES	MÉTODO DE ENSAYO
Proteínas	NTP - 201.021. 2002 Carnes y Productos Cármicos. Determinación del Contenido de Proteínas

Observaciones:

- Este Informe de Ensayo tiene una validez de 365 días calendario a partir de la fecha de emisión.

CERTIFICACIONES Y CALIDAD SAC.

 QUIM VILMA SARMIENTO ZAVALA
 JEFE DE DPTO LABORATORIO
 C.Q.P. N° 253

Anexo N°7
Resultados de los análisis fisicoquímicos



INFORME DE ENSAYO FQ N° 180711-005

Emitido en Lima, el 11 de Julio de 2018

Orden de Trabajo	: 53600 . 0718
Numero de Servicio	: 18013154
Nombre del Solicitante	: BENITO ESPINOZA ENRIQUE HECTOR
Dirección de la Empresa	: AV. ESTADOS UNIDOS 223 - URB. HUAQUILLAY - COMAS - LIMA - LIMA
Servicio Solicitado	: Informe de Ensayo Fisico Quimico.
Producto declarado	: GALLETA A BASE DE PASTA DE POTA Y DOS TIPOS DE HARINA
Cantidad de Muestra	: 02 Bolsas x 200 g c/u
Identificación / marca	: FORMULACION IIIC
Presentación	: Envasado
Lugar y fecha de recepción	: Laboratorio Fisico-Quimico . 05 de Julio de 2018
Características	: Muestra proporcionada por el solicitante en bolsa de polietileno con cierre ziploc.
Condiciones de recepción	: En aparente buen estado a temperatura ambiente.
Muestra de Dirimencia	: No proporcionada por el Cliente
Fecha de inicio de Ensayos	: 05 de Julio de 2018
Fecha de término de Ensayos	: 11 de Julio de 2018

ENSAYOS

DETERMINACIONES	UNIDADES	RESULTADOS
Carbohidratos	%	55,84
Ceniza	%	3,04
Energía total	Kcal / 100 g.	460,16
Grasa	%	19,32
Humedad	%	5,31
Proteínas	%	15,73
<small>Factor : 5,25</small>		
Fibra cruda	%	0,76

DETERMINACIONES	MÉTODO DE ENSAYO
Carbohidratos	Cálculo
Ceniza	AOAC 395.39 Item B, C, 32, 19 Th. Ed. 2012. Baked products. Ash
Fibra cruda	FAO Food and Nutrition Paper Vol 14/7 Pág. 212 - 1986
Grasa	NTP - 206.317.1981. Galletas. Determinación del Porcentaje de Grasa
Humedad	NTP 206.311 - 1981 (Revisada el 2011). Bizcochos, Galletas, Pastas y Fideos. Determinación de Humedad
Proteínas	FAO Food and Nutrition Paper Vol 14/7 Pág. 221-223 - 1986
Energía total	Cálculo

Observaciones:

- Este Informe de Ensayo tiene una validez de 365 días calendario a partir de la fecha de emisión.

CERTIFICACIONES Y CALIDAD SAC.


 QUIM WILMA SARMIENTO ZAVALA
 JEFE DE DPTO LABORATORIO
 C.Q.P. N° 253

Anexo N°8

Resultados de los análisis microbiológicos



**LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACION INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE-045**



INFORME DE ENSAYO MB N° 180710-017

Emitido en Lima, el 10 de Julio de 2018

Orden de Trabajo	: 03640 . 0718
Numero de Servicio	: 18013154
Nombre del Solicitante	: BENITO ESPINOZA ENRIQUE HECTOR
Dirección de la Empresa	: AV. ESTADOS UNIDOS 223 - URB. HUAQUILLAY - COMAS - LIMA - LIMA
Servicio Solicitado	: Informe de Ensayo Microbiológico.
Producto declarado	: GALLETA A BASE DE PASTA DE POTA Y DOS TIPOS DE HARINA
Cantidad de Muestra	: 02 Bolsas x 200 g c/u
Identificación / marca	: FORMULACION IIIC
Presentación	: Envasado
Lugar y fecha de recepción	: Laboratorio Microbiológico. 05 de Julio de 2018
Características	: Muestra proporcionada por el solicitante en bolsa de polietileno con cierre ziploc.
Condiciones de recepción	: En aparente buen estado a temperatura ambiente.
Muestra de Dirimencia	: No proporcionada por el Cliente
Fecha de inicio de Ensayos	: 05 de Julio de 2018
Fecha de término de Ensayos	: 10 de Julio de 2018

ENSAYOS


DETERMINACIONES	UNIDADES	RESULTADOS
Detección de Salmonella sp.	En 25 g	Ausencia
Enumeración de Escherichia Coli (NMP)	NMP / g	<3
Enumeración de Staphylococcus Aureus. Coagulasa Positiva	NMP / g	<3
Recuento de Levaduras	UFC / g	* < 10

(*)Recuento estimado.

DETERMINACIONES	MÉTODO DE ENSAYO
Detección de Salmonella sp.	ICMSF Microorganismos de los Alimentos. Parte II: Métodos Recomendados para el Análisis Microbiológico de los Alimentos. Pruebas serológicas para la identificación de salmonelas I-II-III, pág. 169-178. 2da Ed. Reimpresión 2000. VALIDADO
Enumeración de Escherichia Coli (NMP)	ICMSF. 2da Ed. Vol. 1, Pág. 132-134; 138 (M1)-142. Reimpresión 2000. Editorial Acribia.
Enumeración de Staphylococcus Aureus. Coagulasa Positiva	ICMSF. 2da Ed. Vol. 1, Método 5, Pág. 235-238. Reimpresión en el 2000, Editorial Acribia.
Recuento de Levaduras	ICMSF. 2da Ed. Vol. 1, Pág. 166-167. Reimpresión en el 2000, Editorial Acribia.

Observaciones:

- Este Informe de Ensayo tiene una validez de 365 días calendario a partir de la fecha de emisión.

CERTIFICACIONES Y CALIDAD SAC


 Rosario Grados Vázquez
 Jefe Laboratorio Microbiología
 C.B.P. 6421



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACION INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE-045



INFORME DE ENSAYO MB N° 180716-099

Emitido en Lima, el 16 de Julio de 2018

Orden de Trabajo	: 03775 . 0718
Numero de Servicio	: 18013154
Nombre del Solicitante	: BENITO ESPINOZA ENRIQUE HECTOR
Dirección de la Empresa	: AV. ESTADOS UNIDOS 223 - URB. HUAQUILLAY - COMAS - LIMA - LIMA
Servicio Solicitado	: Informe de Ensayo Microbiológico.
Producto declarado	: GALLETA A BASE DE PASTA DE POTA Y DOS TIPOS DE HARINA
Cantidad de Muestra	: 04 Bolsas x 400 g c/u
Identificación / marca	: FORMULACION III C
Presentación	: Envasado
Lugar y fecha de recepción	: Laboratorio Microbiológico. 10 de Julio de 2018
Características	: Muestra proporcionada por el solicitante en bolsa de polietileno con cierre ziploc.
Condiciones de recepción	: En aparente buen estado a temperatura ambiente.
Muestra de Dirimencia	: No proporcionada por el Cliente
Fecha de inicio de Ensayos	: 10 de Julio de 2018
Fecha de término de Ensayos	: 15 de Julio de 2018

ENSAYOS

DETERMINACIONES	UNIDADES	RESULTADOS
Recuento de Mohos	UFC / g	* < 10

(*Recuento estimado).

DETERMINACIONES	MÉTODO DE ENSAYO
Recuento de Mohos	ICMSF. 2da Ed. Vol. 1, Pág. 166-167. Reimpresión en el 2000, Editorial Acribia.

Observaciones:

- Este Informe de Ensayo tiene una validez de 365 días calendario a partir de la fecha de emisión.

CERTIFICACIONES Y CALIDAD SAC

 Rosalio Grados Vásquez
 Jefe Laboratorio Microbiología
 C.B.P. 6421

Anexo N°9

Cantidad de ingredientes por galleta (10 g)

TABLA N°53
CANTIDAD DE PASTA DE POTA POR GALLETA (10 g)

Pasta de pota (g)	Número de galletas
200	150
1,33	1

Fuente: Elaboración propia

TABLA N°54
CANTIDAD DE HARINA DE GERME DE TRIGO POR GALLETA (10 g)

Harina de germen de trigo (g)	Número de galletas
450	150
3	1

Fuente: Elaboración propia

TABLA N°55
CANTIDAD DE SALVADO DE TRIGO POR GALLETA (10 g)

Harina de salvado de trigo (g)	Número de galletas
250	150
1,66	1

Fuente: Elaboración propia

TABLA N°56
CANTIDAD DE HARINA BLANCA POR GALLETA (10 g)

Harina blanca (g)	Número de galletas
100	150
0,66	1

Fuente: Elaboración propia

TABLA N°57
CANTIDAD DE INGREDIENTES COMPLEMENTARIOS POR GALLETA (10 g)

Ingredientes complementarios (g)	Número de galletas
558	150
3,72	1

Fuente: Elaboración propia

Anexo N°10

Aporte proteico de ingredientes por galleta (10 g)

TABLA N°58
CANTIDAD DE PROTEÍNAS POR PIEZA DE MASA CRUDA

Pieza de masa cruda				
Ingredientes	masa cruda		cantidad de proteínas	
	(g)	(%)	(g)	(%)
Pasta de pota	1,33	12,81	0,2004	11,85
Harina de germen	3	28,90	0,7509	44,40
Harina de salvado	1,66	15,99	0,290334	17,16
Harina blanca	0,66	6,35	0,06600	3,90
Complementarios	3,72	35,83	0,383763849	22,69
Total	10,38	100	1,691	100

Fuente: Elaboración propia

TABLA N°59
CANTIDAD DE PROTEÍNAS POR GALLETA

Galleta				
Ingredientes	Galleta		cantidad de proteínas	
	(g)	(%)	(g)	(%)
Pasta de pota	1,24	12,84	0,186372	11,84
Harina de germen	2,79	28,91	0,698337	44,39
Harina de salvado	1,55	16,06	0,27001062	17,16
Harina blanca	0,62	6,42	0,06138	3,90
Complementarios	3,45	35,75	0,35690038	22,68
Total	9,65	100	1,573	100

Fuente: Elaboración propia

TABLA N°60
VARIACIÓN DE LA CANTIDAD DE PROTEÍNAS POR GALLETA DURANTE EL HORNEADO

Cantidad de proteínas						
Ingredientes	Pieza de masa cruda		Galleta		Variación	
	(g)	(%)	(g)	(%)	(g)	(%)
Pasta de pota	0,200	11,85	0,186	11,84	0,014	11,84
Harina de germen	0,750	44,40	0,698	44,39	0,052	44,39
Harina de salvado	0,290	17,16	0,270	17,16	0,020	17,16
Harina blanca	0,066	3,90	0,061	3,90	0,004	3,90
Complementarios	0,383	22,69	0,356	22,68	0,026	22,68
Total	1,691	100	1,573	100	0,118	100

Fuente: Elaboración propia

Anexo N°11
Resultados de la frecuencia de calificación para las 5 pruebas de
aceptabilidad

**TABLA N°61
TABLA DE FRECUENCIA DE LA FORMULACIÓN I**

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Me es indiferente	2	13,3	13,3	13,3
Me gusta un poco	9	60	60	73,3
Me gusta moderadamente	4	26,7	26,7	100
Total	15	100	100	

Fuente: Elaboración propia (SPSS Statistics)

**TABLA N°62
TABLA DE FRECUENCIA DE LA FORMULACIÓN II**

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Me es indiferente	1	6,7	6,7	6,7
Me gusta un poco	5	33,3	33,3	40
Me gusta moderadamente	7	46,7	46,7	86,7
Me gusta mucho	2	13,3	13,3	100
Total	15	100	100	

Fuente: Elaboración propia (SPSS Statistics)

TABLA N°63
TABLA DE FRECUENCIA DE LA FORMULACIÓN III

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Me gusta moderadamente	6	40	40	40
Me gusta mucho	8	53,3	53,3	93,3
Me gusta muchísimo	1	6,7	6,7	100
Total	15	100	100	

Fuente: Elaboración propia (SPSS Statistics)

TABLA N°64
TABLA DE FRECUENCIA DE LA FORMULACIÓN IV

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Me gusta un poco	4	26,7	26,7	26,7
Me gusta moderadamente	10	66,7	66,7	93,3
Me gusta mucho	1	6,7	6,7	100
Total	15	100	100	

Fuente: Elaboración propia (SPSS Statistics)

TABLA N°65
TABLA DE FRECUENCIA DE LA FORMULACIÓN III'

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Me gusta moderadamente	7	46,7	46,7	46,7
Me gusta mucho	8	53,3	53,3	100
Total	15	100	100	

Fuente: Elaboración propia (SPSS Statistics)

GRÁFICA N°4
GRÁFICA DE FRECUENCIAS DE LA FORMULACIÓN I



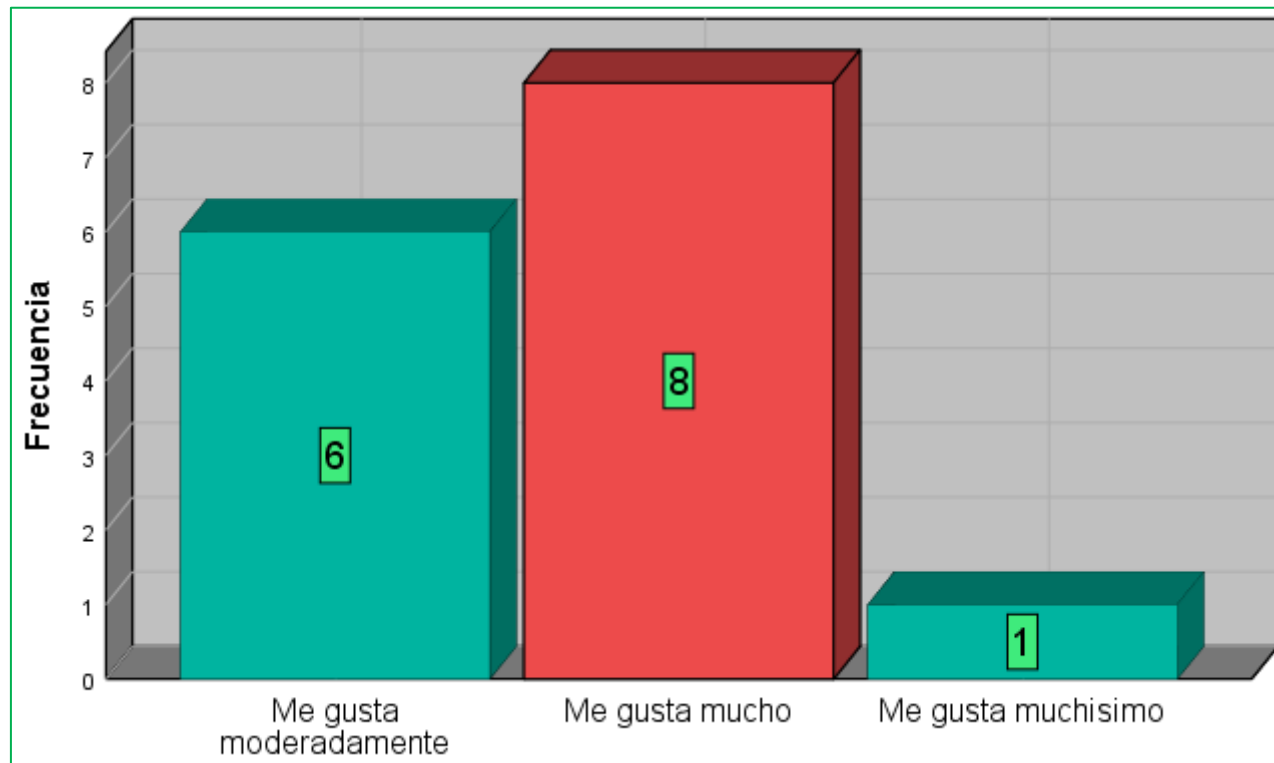
Fuente: Elaboración propia (SPSS Statistics)

GRÁFICA N°5
GRÁFICA DE FRECUENCIAS DE LA FORMULACIÓN II



Fuente: Elaboración propia (SPSS Statistics)

GRÁFICA N°6
GRÁFICA DE FRECUENCIAS DE LA FORMULACIÓN III



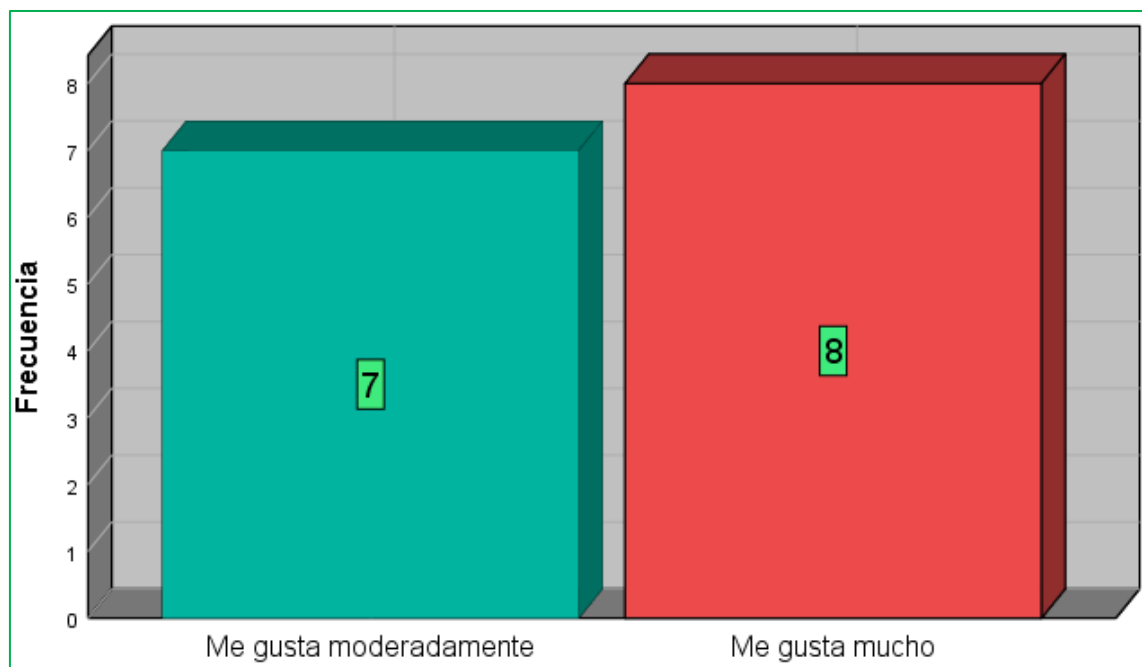
Fuente: Elaboración propia (SPSS Statistics)

GRÁFICA N°7
GRÁFICA DE FRECUENCIAS DE LA FORMULACIÓN IV



Fuente: Elaboración propia (SPSS Statistics)

GRÁFICA N°8
GRÁFICA DE FRECUENCIAS DE LA FORMULACIÓN III'



Fuente: Elaboración propia (SPSS Statistics)

Anexo N°12

Resultados de los análisis estadísticos descriptivos de las 4 formulaciones

TABLA N°66
ANÁLISIS DESCRIPTIVO ESTADÍSTICO DE LAS FORMULACIONES: I, II, III Y IV

		Formulación I	Formulación II	Formulación III	Formulación IV
N	Estadístico	15	15	15	15
Rango	Estadístico	2	3	2	2
Mínimo	Estadístico	5	5	7	6
Máximo	Estadístico	7	8	9	8
Suma	Estadístico	92	100	115	102
Media	Estadístico	6,133	6,667	7,6667	6,8
	Desv. Error	0,1652	0,2108	0,15936	0,14475
Desv. Desviación	Estadístico	0,6399	0,8165	0,61721	0,56061
Varianza	Estadístico	0,410	0,667	0,381	0,314
Asimetría	Estadístico	-0,103	-0,168	0,312	-0,112
	Desv. Error	0,580	0,580	0,580	0,580
Curtosis	Estadístico	-0,127	-0,033	-0,404	0,378
	Desv. Error	1,121	1,121	1,121	1,121

Fuente: Elaboración propia (SPSS Statistics)

TABLA N°67
EVALUACIÓN DE LAS MEDIAS DE LAS FORMULACIONES: I, II, III Y IV

	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo	Varianza entre- componente
					Límite inferior	Límite superior			
Formulación I	15	6,1333	0,63994	0,16523	5,7789	6,4877	5	7	
Formulación II	15	6,6667	0,81650	0,21082	6,2145	7,1188	5	8	
Formulación III	15	7,6667	0,61721	0,15936	7,3249	8,0085	7	9	
Formulación IV	15	6,8000	0,56061	0,14475	6,4895	7,1105	6	8	
Total	60	6,8167	0,85354	0,11019	6,5962	7,0372	5	9	
Modelo	Efectos fijos		0,66548	0,08591	6,6446	6,9888			
	Efectos aleatorios			0,31783	5,8052	7,8282			0,37455

Fuente: Elaboración propia (SPSS Statistics)

TABLA N°68
PRUEBA DE HOMOGENEIDAD DE VARIANZAS DE LAS FORMULACIONES: I, II, III y IV

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Calificación	Se basa en la media	1,190	3	56	0,322
	Se basa en la mediana	0,669	3	56	0,574
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	0,669	3	53,402	0,575
	Se basa en la media recortada	1,096	3	56	0,358

Fuente: Elaboración propia (SPSS Statistics)

TABLA N°69
PRUEBAS SÓLIDAS DE IGUALDAD DE MEDIAS DE LAS FORMULACIONES: I, II, III y IV

	Estadístico ^a	gl1	gl2	Sig.
Welch	14,682	3	30,899	0
Brown-Forsythe	13,686	3	51,318	0

a. F distribuida de forma asintótica

Fuente: Elaboración propia (SPSS Statistics)

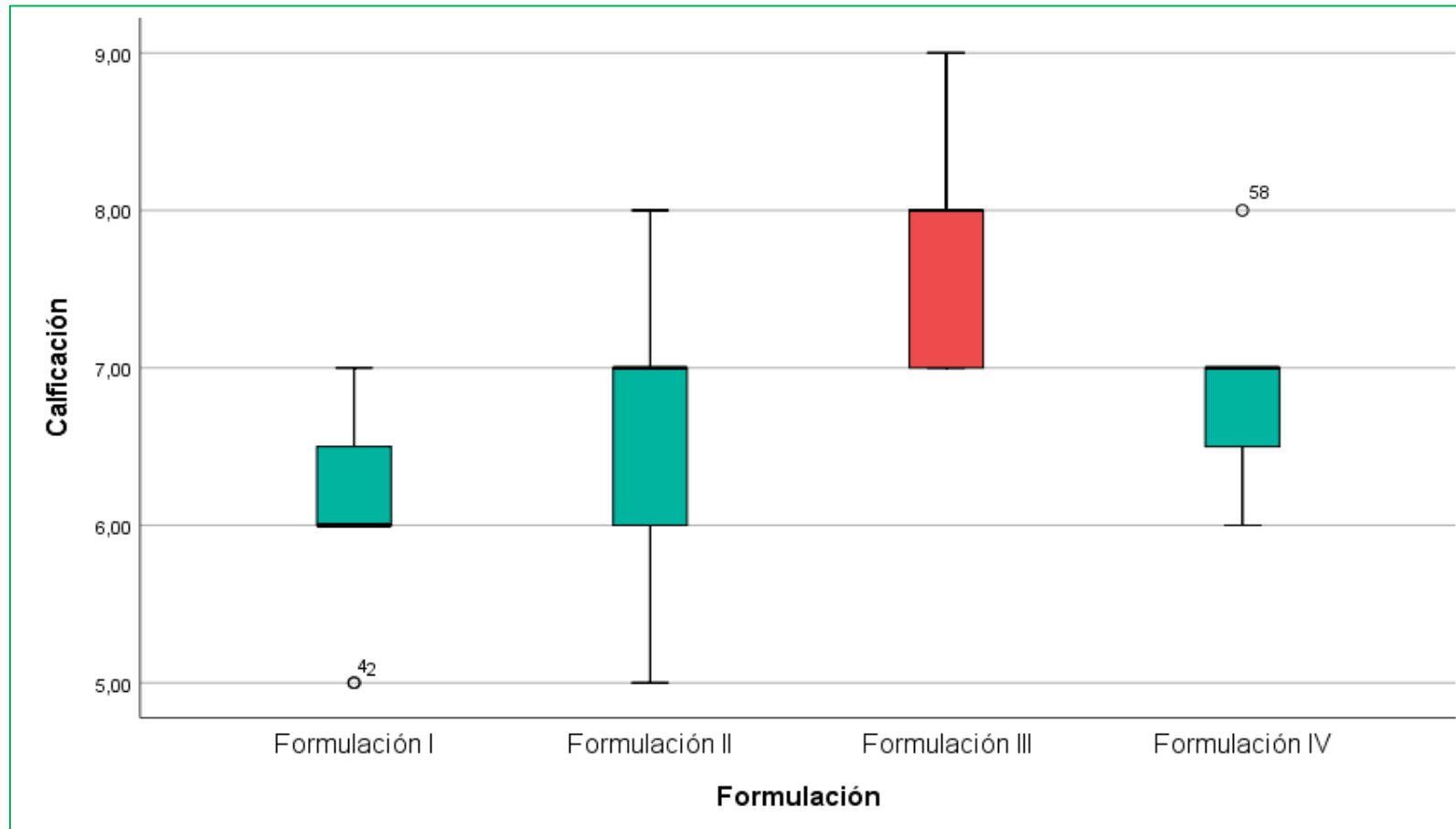
TABLA N°70
COMPARACIONES MÚLTIPLES: HSD TUKEY (FORMULACIONES: I, II, III Y IV)

(I) Formulación	(J) Formulación	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Formulación I	Formulación II	-0,53333	0,24300	0,137	-1,1768	0,1101
	Formulación III	-1,53333*	0,24300	0	-2,1768	-0,8899
	Formulación IV	-0,66667*	0,24300	0,040	-1,3101	-0,0232
Formulación II	Formulación I	0,53333	0,24300	0,137	-0,1101	1,1768
	Formulación III	-1*	0,24300	0,001	-1,6434	-0,3566
	Formulación IV	-0,13333	0,24300	0,947	-0,7768	0,5101
Formulación III	Formulación I	1,53333*	0,24300	0	0,8899	2,1768
	Formulación II	1*	0,24300	0,001	0,3566	1,6434
	Formulación IV	0,86667*	0,24300	0,004	0,2232	1,5101
Formulación IV	Formulación I	0,66667*	0,24300	0,040	0,0232	1,3101
	Formulación II	0,13333	0,24300	0,947	-0,5101	0,7768
	Formulación III	-0,86667*	0,24300	0,004	-1,5101	-0,2232

*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0,05.

Fuente: Elaboración propia (SPSS Statistics)

GRÁFICA N°9
DIAGRAMA DE LAS CAJAS DE LAS FORMULACIONES: I, II, III Y IV



Fuente: Elaboración propia (SPSS Statistics)

Anexo N°13

Resultados de los análisis estadísticos de las formulaciones III y III'

TABLA N°71
ANÁLISIS DESCRIPTIVO ESTADÍSTICO DE LA FORMULACIÓN III Y III'

		Formulación III	Formulación III'
N	Estadístico	15	15
Rango	Estadístico	2	1
Mínimo	Estadístico	7	7
Máximo	Estadístico	9	8
Suma	Estadístico	115	113
Media	Estadístico	7,6667	7,5333
	Desv. Error	0,15936	0,13333
Desv. Desviación	Estadístico	0,61721	0,51640
Varianza	Estadístico	0,381	0,267
Asimetría	Estadístico	0,312	-0,149
	Desv. Error	0,580	0,580
Curtosis	Estadístico	-0,404	-2,308
	Desv. Error	1,121	1,121

Fuente: Elaboración propia (SPSS Statistics)

TABLA N°72
EVALUACIÓN DE LAS MEDIAS DE LA FORMULACIÓN III Y III'

	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo	Varianza entre- componente
					Límite inferior	Límite superior			
Formulación III	15	7,6667	0,61721	0,15936	7,3249	8,0085	7	9	
Formulación III'	15	7,5333	0,51640	0,13333	7,2474	7,8193	7	8	
Total	30	7,6000	0,56324	0,10283	7,3897	7,8103	7	9	
Modelo	Efectos fijos		0,56904	0,10389	7,3872	7,8128			
	Efectos aleatorios			0,10389 ^a	6,2799 ^a	8,9201 ^a			-0,01270

a. Advertencia: la varianza entre componente es negativa. Fue sustituida por 0,0 en el cálculo de esta medida de efectos aleatorios.

Fuente: Elaboración propia (SPSS Statistics)

TABLA N°73
PRUEBAS SÓLIDAS DE IGUALDAD DE MEDIAS DE LA FORMULACIÓN III Y III'

	Estadístico ^a	gl1	gl2	Sig.
Welch	0,412	1	27,154	0,526
Brown-Forsythe	0,412	1	27,154	0,526

a. F distribuida de forma asintótica

Fuente: Elaboración propia (SPSS Statistics)

ANEXO N°14

Resultados de la frecuencia de calificación para las características de la formulación III

TABLA N°74
TABLA DE FRECUENCIA DEL COLOR (FORMULACIÓN III)

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Me gusta moderadamente	5	33,3	33,3	33,3
Me gusta mucho	9	60	60	93,3
Me gusta muchísimo	1	6,7	6,7	100
Total	15	100	100	

Fuente: Elaboración propia (SPSS Statistics)

TABLA N°75
TABLA DE FRECUENCIA DEL OLOR (FORMULACIÓN III)

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Me gusta moderadamente	6	40	40	40
Me gusta mucho	9	60	60	100
Total	15	100	100	

Fuente: Elaboración propia (SPSS Statistics)

TABLA N°76
TABLA DE FRECUENCIA DEL SABOR (FORMULACIÓN III)

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Me gusta moderadamente	6	40	40	40
Me gusta mucho	8	53,3	53,3	93,3
Me gusta muchísimo	1	6,7	6,70	100
Total	15	100	100	

Fuente: Elaboración propia (SPSS Statistics)

TABLA N°77
TABLA DE FRECUENCIA DE LA TEXTURA (FORMULACIÓN III)

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Me gusta moderadamente	2	13,3	13,3	13,3
Me gusta mucho	12	80	80	93,3
Me gusta muchísimo	1	6,7	6,7	100
Total	15	100	100	

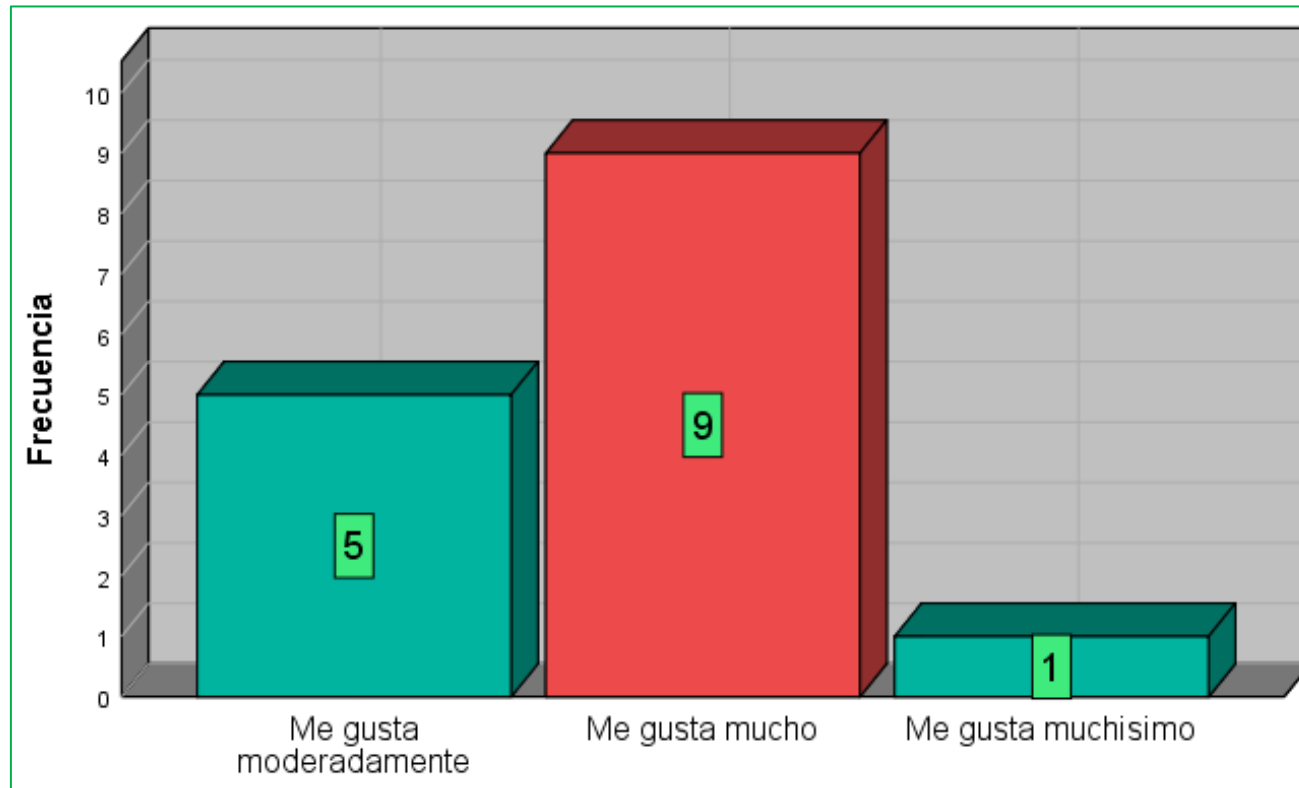
Fuente: Elaboración propia (SPSS Statistics)

TABLA N°78
TABLA DE FRECUENCIA DE LA APARIENCIA GENERAL (FORMULACIÓN III)

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Me gusta moderadamente	5	33,3	33,3	33,3
Me gusta mucho	8	53,3	53,3	86,7
Me gusta muchísimo	2	13,3	13,3	100
Total	15	100	100	

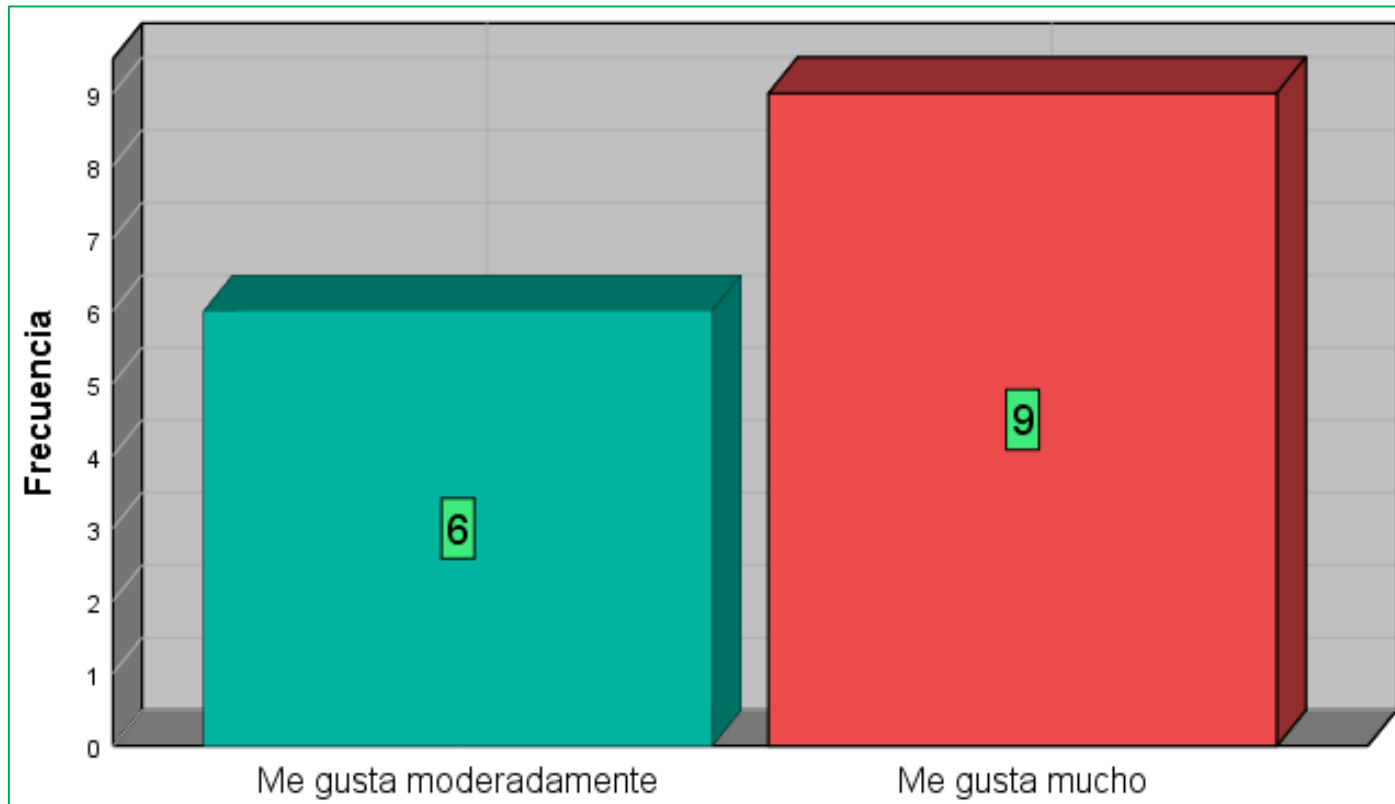
Fuente: Elaboración propia (SPSS Statistics)

GRÁFICA N°10
GRÁFICA DE FRECUENCIAS DEL COLOR (FORMULACIÓN III)



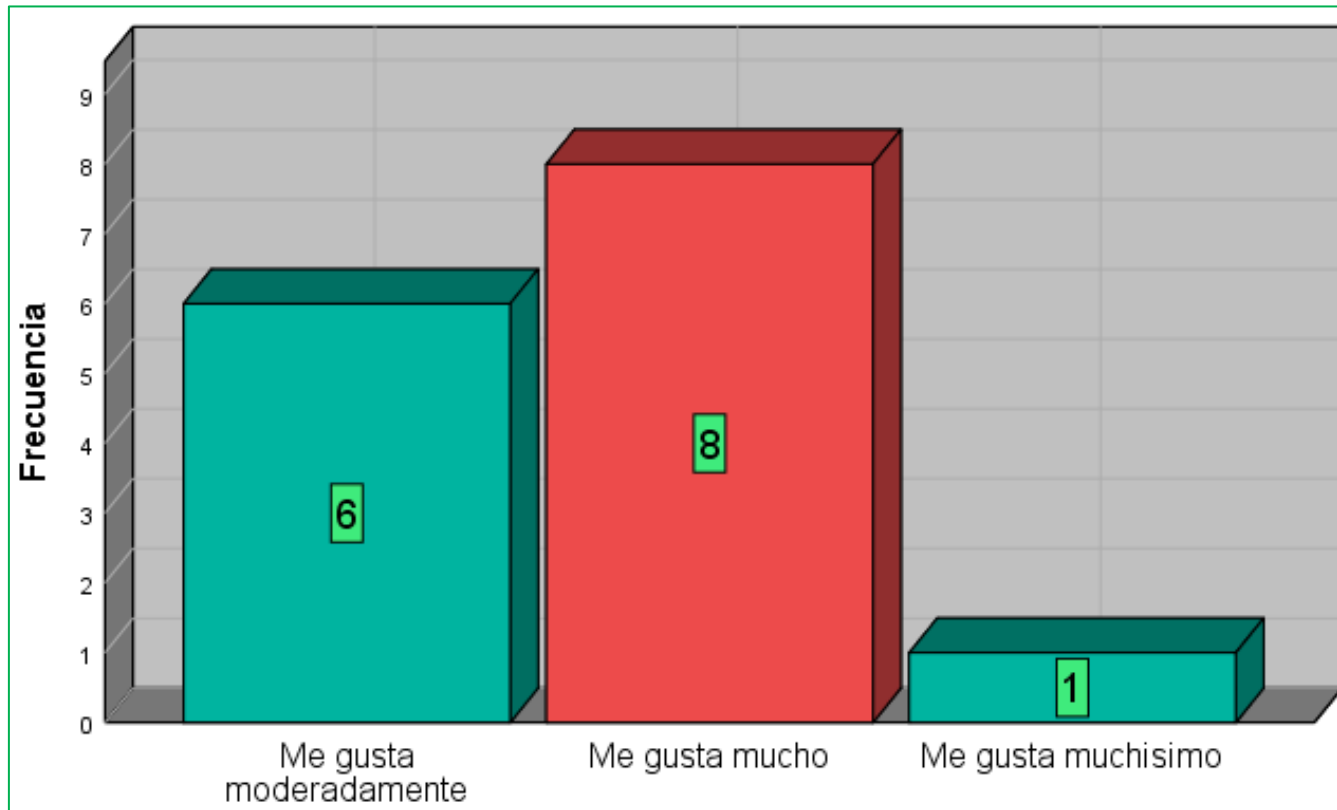
Fuente: Elaboración propia (SPSS Statistics)

GRÁFICA N°11
GRÁFICA DE FRECUENCIAS DEL OLOR (FORMULACIÓN III)



Fuente: Elaboración propia (SPSS Statistics)

GRÁFICA N°12
GRÁFICA DE FRECUENCIAS DEL SABOR (FORMULACIÓN III)



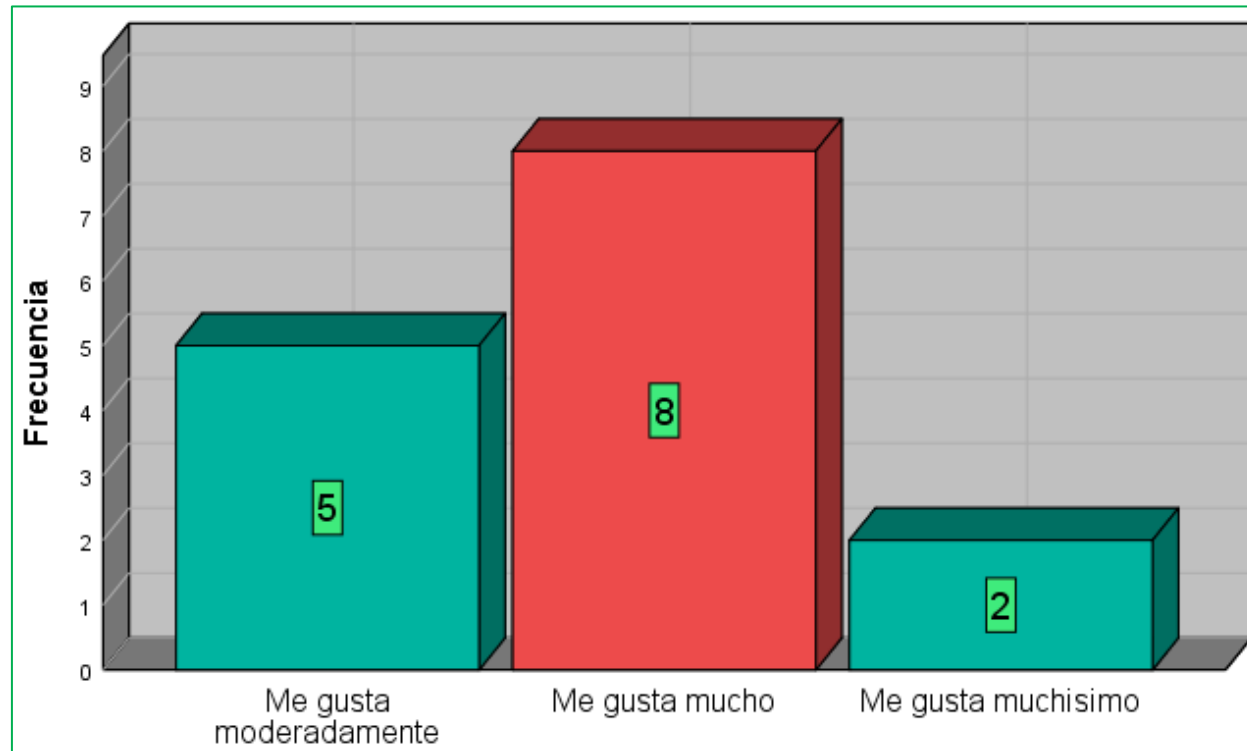
Fuente: Elaboración propia (SPSS Statistics)

GRÁFICA N°13
GRÁFICA DE FRECUENCIAS DEL TEXTURA (FORMULACIÓN III)



Fuente: Elaboración propia (SPSS Statistics)

GRÁFICA N°14
GRÁFICA DE FRECUENCIAS DE LA APARIENCIA GENERAL (FORMULACIÓN III)



Fuente: Elaboración propia (SPSS Statistics)

Anexo N°15

Resultados de los análisis estadísticos descriptivos de las características de la formulación III

TABLA N°79
ANÁLISIS DESCRIPTIVO ESTADÍSTICO DE LAS CARACTERÍSTICA DE LA FORMULACIÓN III

		Color	Olor	Sabor	Textura	Apariencia general
N	Estadístico	15	15	15	15	15
Rango	Estadístico	2	1	2	2	2
Mínimo	Estadístico	7	7	7	7	7
Máximo	Estadístico	9	8	9	9	9
Suma	Estadístico	116	114	115	119	117
Media	Estadístico	7,733	7,600	7,667	7,933	7,800
	Desv. Error	0,1533	0,1309	0,1594	0,1182	0,1746
Desv. Desviación	Estadístico	0,5936	0,5071	0,6172	0,4577	0,6761
Varianza	Estadístico	0,352	0,257	0,381	0,210	0,457
Asimetría	Estadístico	0,091	-0,455	0,312	-0,351	0,256
	Desv. Error	0,580	0,580	0,580	0,580	0,580
Curtosis	Estadístico	-0,171	-2,094	-0,404	3,271	-0,505
	Desv. Error	1,121	1,121	1,121	1,121	1,121

Fuente: Elaboración propia (SPSS Statistics)

TABLA N°80
EVALUACIÓN DE LAS MEDIAS DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LA FORMULACIÓN III

	N	Media	Desv. Desviación	Desv. Error	95% del intervalo de confianza para la media		Mínimo	Máximo	Varianza entre- componente
					Límite inferior	Límite superior			
Color	15	7,7333	0,59362	0,15327	7,4046	8,0621	7	9	
Olor	15	7,6000	0,50709	0,13093	7,3192	7,8808	7	8	
Sabor	15	7,6667	0,61721	0,15936	7,3249	8,0085	7	9	
Textura	15	7,9333	0,45774	0,11819	7,6798	8,1868	7	9	
Apariencia general	15	7,8000	0,67612	0,17457	7,4256	8,1744	7	9	
Total	75	7,7467	0,57171	0,06601	7,6151	7,8782	7	9	
Modelo	Efectos fijos		0,57570	0,06648	7,6141	7,8792			
	Efectos aleatorios			0,06648 ^a	7,5621 ^a	7,9312 ^a			-0,00565

a. Advertencia: la varianza entre componente es negativa. Fue sustituida por 0,0 en el cálculo de esta medida de efectos aleatorios.

Fuente: Elaboración propia (SPSS Statistics)

TABLA N°81
PRUEBA DE HOMOGENEIDAD DE VARIANZAS DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LA FORMULACIÓN III

		Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
Calificación	Se basa en la media	2,215	4	70	0,076
	Se basa en la mediana	0,738	4	70	0,569
	Se basa en la mediana y con gl ajustado	0,738	4	68,470	0,569
	Se basa en la media recortada	2,363	4	70	0,061

Fuente: Elaboración propia (SPSS Statistics)

TABLA N°82
ANÁLISIS DE VARIANZAS DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LA FORMULACIÓN III

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	0,987	4	0,247	0,744	0,565
Dentro de grupos	23,200	70	0,331		
Total	24,187	74			

Fuente: Elaboración propia (SPSS Statistics)

TABLA N°83
PRUEBAS SÓLIDAS DE IGUALDAD DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LA FORMULACIÓN III

	Estadístico ^a	gl1	gl2	Sig.
Welch	0,962	4	34,819	0,441
Brown-Forsythe	0,744	4	65,351	0,565

a. F distribuida de forma asintótica

Fuente: Elaboración propia (SPSS Statistics)

TABLA N°84
COMPARACIONES MÚLTIPLES: HSD TUKEY (CARACTERÍSTICAS)

(I) Característica	(J) Característica	Diferencia de medias (I-J)	Desv. Error	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Color	Olor	0,13333	0,21022	0,969	-0,4553	220
	Sabor	0,06667	0,21022	0,998	-0,5220	0,6553
	Textura	-0,20000	0,21022	0,876	-0,7886	0,3886
	Apariencia general	-0,06667	0,21022	0,998	-0,6553	0,5220
Olor	Color	-0,13333	0,21022	0,969	-0,7220	0,4553
	Sabor	-0,06667	0,21022	0,998	-0,6553	0,5220
	Textura	-0,33333	0,21022	0,511	-0,9220	0,2553
	Apariencia general	-0,20000	0,21022	0,876	-0,7886	0,3886
Sabor	Color	-0,06667	0,21022	0,998	-0,6553	0,5220
	Olor	0,06667	0,21022	0,998	-0,5220	0,6553
	Textura	-0,26667	0,21022	0,711	-0,8553	0,3220
	Apariencia general	-0,13333	0,21022	0,969	-0,7220	0,4553
Textura	Color	0,20000	0,21022	0,876	-0,3886	0,7886
	Olor	0,33333	0,21022	0,511	-0,2553	0,9220
	Sabor	0,26667	0,21022	0,711	-0,3220	0,8553
	Apariencia general	0,13333	0,21022	0,969	-0,4553	0,7220
Apariencia general	Color	0,06667	0,21022	0,998	-0,5220	0,6553
	Olor	0,20000	0,21022	0,876	-0,3886	0,7886
	Sabor	0,13333	0,21022	0,969	-0,4553	0,7220
	Textura	-0,13333	0,21022	0,969	-0,220	0,4553

Fuente: Elaboración propia (SPSS Statistics)

TABLA N°85
SUB CONJUNTOS HOMOGÉNEOS: HSD TUKEY (CARACTERÍSTICAS)

Característica	N	Subconjunto para alfa = 0,05
		1
Olor	15	7,6
Sabor	15	7,6667
Color	15	7,7333
Apariencia general	15	7,8000
Textura	15	7,9333
Sig.		0,511
Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.		
a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 15		

Fuente: Elaboración propia (SPSS Statistics)

Anexo N°16

Costos de la galleta a base de pulpa de papa y dos tipos de harina

TABLA N°86
COSTOS DE LA GALLETA

Ingredientes	Formulación I		Formulación II		Formulación III		Formulación IV		Formulación III'	
	Peso(g)	Soles(s/.)	Peso(g)	Soles(s/.)	Peso(g)	Soles(s/.)	Peso(g)	Soles(s/.)	Peso(g)	Soles(s/.)
Pasta de papa	160	1,50	180	1,70	200	1,85	220	2,10	200	1,85
Harina de Germen de trigo	420	9,70	520	12,00	450	10,40	380	8,80	450	10,40
Harina de Salvado de trigo	320	5,00	200	3,13	250	3,90	300	4,70	250	3,90
Harina Blanca	100	0,60	100	0,60	100	0,60	100	0,60	100	0,60
Manteca vegetal	130	0,50	130	0,50	130	0,50	130	0,50	130	0,50
Azúcar	250	0,70	250	0,70	250	0,70	250	0,70	250	0,70
Agua	64 ml	0,20	64 ml	0,20	64 ml	0,20	64 ml	0,20	64 ml	0,20
Leche en polvo	54	1,60	54	1,60	54	1,60	66	2,00	54	1,60
Sal	4	0,10	4	0,10	4	0,10	4	0,10	4	0,10
Esencia de vainilla	6 ml	0,20	6 ml	0,20	6 ml	0,20	6 ml	0,20	6 ml	0,20
Yema de huevo	50	2,20	50	2,20	50	2,20	50	2,20	50	2,20
Total parcial	1,558 kg	23,20	1,558 kg	22,93	1,558 kg	22,25	1,558 kg	22,10	1,558 kg	22,85
Número de galletas promedio	145		144		150		148		148	
Precio por galleta	S/. 0,16		S/. 0,16		S/. 0,15		S/. 0,15		S/. 0,15	

Fuente: Elaboración propia

Anexo N°17

Fotografías de las pruebas experimentales y de las degustaciones.

ETAPAS DEL PROCESO DE LA PASTA DE POTA

**FIGURA N°8
RECEPCIÓN DE MATERIA PRIMA**



**FIGURA N°9
LAVADO**



**FIGURA N°10
PESADO**



**FIGURA N°11
PELADO Y LAVADO**



**FIGURA N°12
CORTADO**



**FIGURA N°13
LAVADO I**



**FIGURA N°14
PESADO**



**FIGURA N°15
LAVADO II**



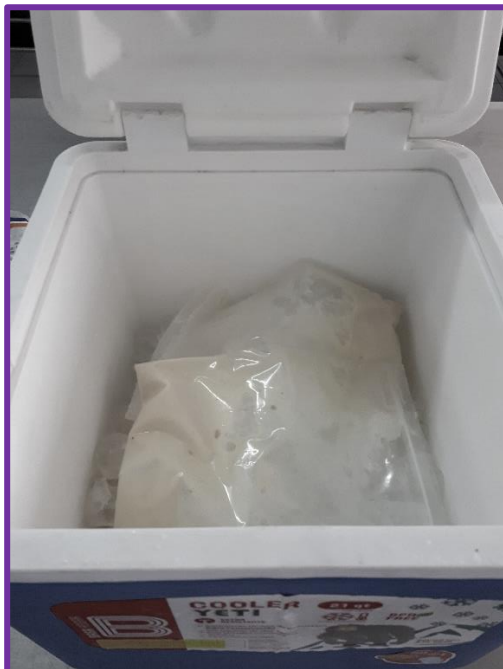
**FIGURA N°16
CUTERIZADO**



**FIGURA N°17
PESADO**



**FIGURA N°18
ALMACENADO**



**FIGURA N°19
MEDICIÓN DE LA TEMPERATURA DEL COOLER CON CONTENIDO DE
PASTA DE POTA**



**ETAPAS DEL PROCESO DE LA ELABORACIÓN DE LAS GALLETAS A
BASE DE PULPA DE POTA Y DOS TIPOS DE HARINA**

**FIGURA N°20
PESADO DE INGREDIENTES SEGÚN INDIQUE LA FORMULACIÓN**



**FIGURA N°21
BATIDO I**



**FIGURA N°22
BATIDO II**



**FIGURA N°23
MEZCLADO**

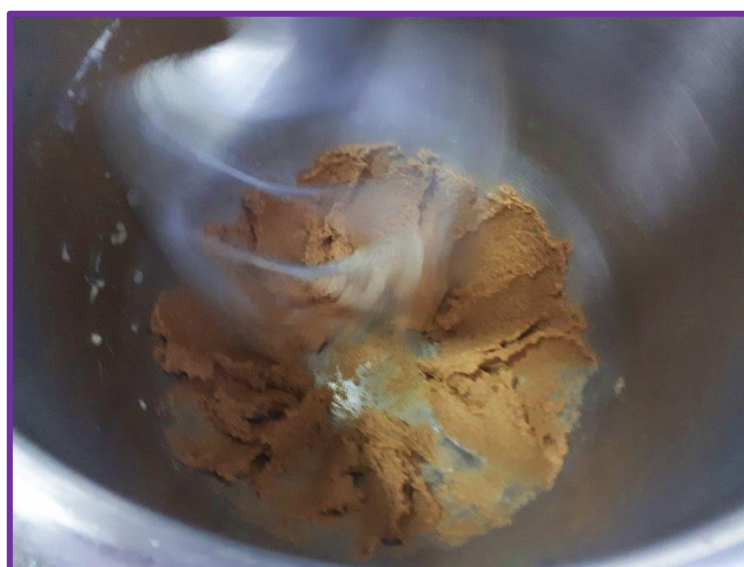


FIGURA N°24
LAMINADO



FIGURA N°25
CORTADO



FIGURA N°26
HORNEADO



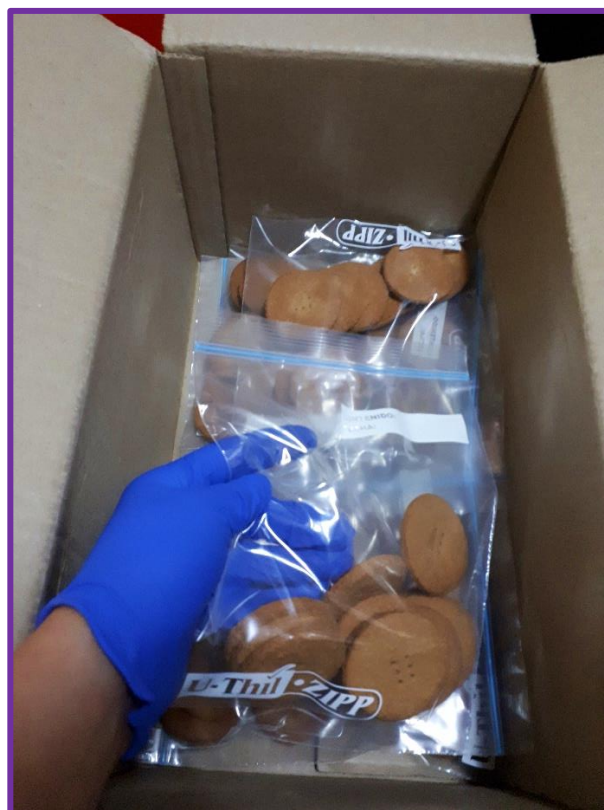
FIGURA N°27
ENFRIADO



**FIGURA N°28
EMBOLSADO**

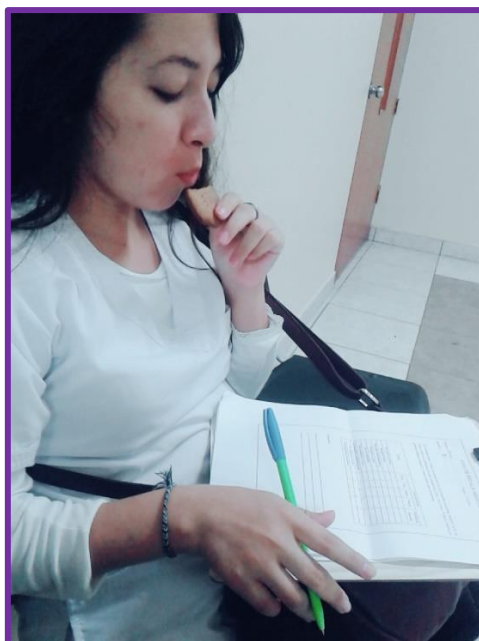


**FIGURA N°29
ENCAJADO**



DEGUSTACIONES

**FIGURA N°30
DEGUSTACIÓN N°1**



**FIGURA N°31
DEGUSTACIÓN N°2**

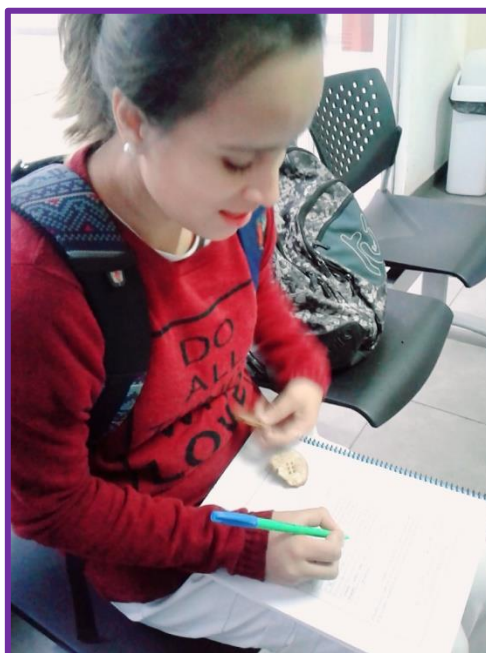


FIGURA N°32
DEGUSTACIÓN N°3



FIGURA N°33
DEGUSTACIÓN N°4

