

UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURÍMAC
FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



TESIS

Aceptabilidad y contenido proteico de “Taparaco” elaborado con sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum aestivum*) por la de tarwi (*Lupinus mutabilis sweet*) sometido a tiempos de reposo

Presentado por:

Edison Guillén García

Para optar el Título de
Ingeniero Agroindustrial

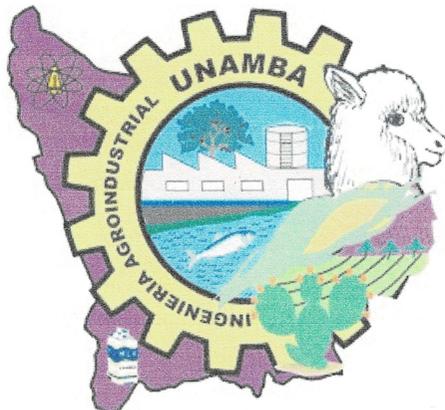
Abancay - Perú

2023



UNIVERSIDAD NACIONAL MICAELA BASTIDAS DE APURÍMAC
FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



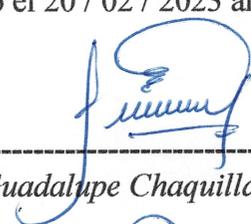
“TESIS”

ACEPTABILIDAD Y CONTENIDO PROTEICO DE “TAPARACO” ELABORADO CON
SUSTITUCIÓN PARCIAL DE HARINA DE TRIGO (*Triticum aestivum*) POR LA DE
TARWI (*Lupinus mutabilis sweet*) SOMETIDO A TIEMPOS DE REPOSO

Presentado por **Edison Guillén García**, para optar el Título de:
INGENIERO AGROINDUSTRIAL

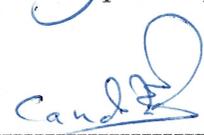
Sustentado y aprobado el 20 / 02 / 2023 ante el jurado evaluador:

Presidente:



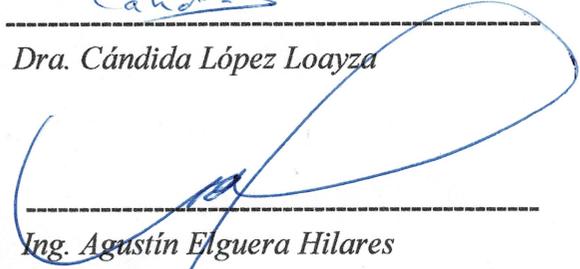
Dra. Guadalupe Chaquilla Quilca

Primer miembro:



Dra. Cándida López Loayza

Segundo miembro:



Ing. Agustín Elguera Hilaes

Asesor:



Ing. Jorge Beltrán Mendoza Cáceres

Agradecimiento

Agradezco a la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac en especial a la Escuela Académico Profesional de Ingeniería Agroindustrial, a sus colaboradores por su apoyo y haberme otorgado las facilidades para desarrollar los requerimientos que conlleva una tesis.

Agradezco sinceramente a mi asesor; el Ingeniero Jorge Beltrán Mendoza Cáceres por su guía y orientación durante la realización del presente trabajo.

Agradezco a mis padres, por su esfuerzo constante y sus continuos consejos los cuales me impulsaron a llevar a cabo el presente trabajo de grado.



Dedicatoria

Para Félix y Basilia quienes son mis padres, por brindar y encaminar un horizonte a mi ser; estando pendientes y por sus consejos, apoyo incondicional y su paciencia interminable, todo lo que voy forjando es mérito suyo.

A mis hermanos Eric, Edson, Brayan, Arturo por sus palabras de aliento, ocurrencias y compañía.

A mis amigos y compañeros de trabajo por su apoyo, recomendaciones y observaciones que han contribuido para alcanzar este objetivo profesional y personal.



Aceptabilidad y contenido proteico de “Taparaco” elaborado con sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum aestivum*) por la de tarwi (*Lupinus mutabilis* sweet) sometido a tiempos de reposo

Línea de Investigación:

Caracterización, desarrollo de procesos e innovación en la agroindustria

Esta publicación está bajo una Licencia de Creative Commons



ÍNDICE

	Pág.
INTRODUCCIÓN	1
RESUMEN	2
ABSTRACT	3
CAPÍTULO I	4
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	4
1.1 Descripción del problema	4
1.2 Enunciado del problema	5
1.2.1 Problema principal	5
1.2.2 Problemas específicos	5
1.2.3 Justificación de la investigación	5
CAPÍTULO II	6
OBJETIVOS E HIPÓTESIS	6
2.1 Objetivos de la investigación	6
2.1.1 Objetivo general	6
2.1.2 Objetivos específicos	6
2.2 Hipótesis de la investigación	6
2.2.1 Hipótesis general	6
2.2.2 Hipótesis específicas	6
CAPÍTULO III	8
MARCO TEÓRICO REFERENCIAL	8
3.1 Antecedentes	8
3.2 Marco teórico	12
3.2.1 Descripción del tarwi	12
3.2.1.1 Cultivo y disponibilidad	13
3.2.1.2 Composición química y valor nutricional del tarwi	14
3.2.2 Leguminosas en panificación	15
3.2.3 Potencialidades agroindustriales del tarwi	17
3.2.4 Materia prima e insumos en panificación	17
3.2.5 Tecnología de panificación	20
3.2.5.1 Método de amasado	20

3.2.5.2	Reposo o fermentación	22
3.2.5.3	Horneado	24
3.2.5.4	Reseña del Taparaco y descripción del proceso de elaboración.....	27
3.2.6	Retrogradación de Almidones	36
3.2.7	Principales alteraciones microbiológicas de los panes	37
3.2.8	Evaluación sensorial	38
3.2.9	Prueba de aceptabilidad	39
CAPÍTULO IV.....		41
METODOLOGÍA.....		41
4.1	Tipo y nivel de investigación.....	41
4.1.1	Tipo de la investigación.....	41
4.1.2	Nivel de la investigación	41
4.1.3	Diseño de la investigación.....	41
4.2	Población y muestra	42
4.2.1	Población	42
4.2.2	Muestra	42
4.2.2.1	Técnicas de muestreo.....	42
4.3	Procedimiento de la investigación.....	43
4.3.1	Etapas de la experimentación	43
4.4	Técnicas e instrumentos.....	44
4.4.1	Técnica de elaboración de Taparaco	44
4.4.2	Técnica para la prueba de aceptabilidad.....	45
4.4.3	Técnicas para determinar la composición proximal	45
4.5	Material de la investigación.....	46
4.5.1	Instrumentos para desarrollar la investigación	46
4.5.2	Reactivos	46
4.5.3	Equipos	46
4.5.4	Instrumental y accesorios de la investigación	47
4.6	Análisis estadístico	47
4.6.1	Análisis de aceptabilidad (método de Friedman)	49
4.6.2	Análisis de resultados del contenido proteico	49
4.6.2.1	Para determinar la existencia de la diferencia mínima significativa del contenido proteico	50



4.6.2.2	Modelo estadístico para evaluar el efecto de la sustitución parcial sobre el contenido proteico	50
4.6.3	Prueba de hipótesis	51
4.6.3.1	Hipótesis sobre aceptabilidad (sabor y textura) en función al porcentaje de ... sustitución.....	51
4.6.3.2	Hipótesis sobre tiempo de reposo de masa (90 y 120 minutos)	52
4.6.3.3	Prueba de hipótesis del contenido proteico de Taparaco.....	53
CAPÍTULO V		56
RESULTADOS Y DISCUSIONES		56
5.1	Análisis de resultados	56
5.1.1	Resultados prueba de aceptabilidad.....	56
5.1.2	Análisis de varianza del contenido proteico	60
5.2	Discusión de resultados	63
CAPÍTULO VI.....		66
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		66
6.1	Conclusiones.....	66
6.2	Recomendaciones	67
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		68
ANEXOS		72



ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1 — Operacionalización de variables	7
Tabla 2 — Composición química de la semilla del tarwi.....	15
Tabla 3 — Esquema del desarrollo experimental.....	41
Tabla 4 — Formulación del Taparaco con sustitución parcial de harina	44
Tabla 5 — Elección de los parámetros del ensayo en función de su objetivo.....	48
Tabla 6 — Resultados prueba de aceptabilidad realizada por el método de Friedman	56
Tabla 7 — Resultados Friedman para textura de Taparaco 90 minutos.....	58
Tabla 8 — Resultados Friedman para textura Taparaco 120 minutos	58
Tabla 9 — Resultados prueba de Friedman sabor 90 minutos	59
Tabla 10 — Resultados prueba de Friedman sabor 120 minutos	60
Tabla 11 — Análisis de varianza del diseño factorial para el contenido proteico	61
Tabla 12 — Resumen del modelo	62
Tabla 13 — Prueba de medias	62
Tabla 14 — Comparaciones en parejas de Tukey	62
Tabla 15 — Datos procesados de sabor a 90 minutos	75
Tabla 16 — Datos procesados de textura a 90 minutos	77
Tabla 17 — Datos obtenidos de sabor a 120 minutos	79
Tabla 18 — Datos procesados de textura a 120 minutos	81



ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 — Granos de tarwi (<i>Lupinus mutabilis</i> sweet).....	13
Figura 2 — Uso recomendado de derivados del tarwi	16
Figura 3 — Referencia de panadería representativa.....	28
Figura 4 — Dimensiones promedio de Taparaco.....	28
Figura 5 — Dosificado de las formulaciones	29
Figura 6 — Masa lista para dividir.....	30
Figura 7 — Bollos de masa	30
Figura 8 — Temperatura de fermentación (a), Bollos en reposo (b)	31
Figura 9 — Moldeado de Taparaco (a), Taparaco plegado (b)	31
Figura 10 — T° de fermentación (a), fermentación de Taparaco (b).....	32
Figura 11 — T° de horneado inicial (a), Taparaco primer horneado (b)	32
Figura 12 — Taparaco desplegado.....	33
Figura 13 — T° horneado final (a), Taparaco completamente horneado (b)	33
Figura 14 — Flujograma de proceso de elaboración de Taparaco.....	35
Figura 15 — Envejecimiento de la miga del pan.	37
Figura 16 — Promedio de aceptabilidad en función al % de Sustitución y tiempo de	57
Figura 17 — Curva de desarrollo de masa; harina 1 rojo; harina 2 verde y harina.....	64
Figura 18 — Proceso de elaboración de harina de tarwi según Álvarez.....	73
Figura 19 — Ficha de calificación para la prueba de ordenamiento	74
Figura 20 — Resultados de ceniza de ambos tratamientos (90 y 120 minutos).....	84
Figura 21 — Resultados de grasa ambos tratamientos (90 y 120 minutos).....	85
Figura 22 — Secado del tarwi	86
Figura 23 — Dosificado de la formulación para el mezclado-amasado	86
Figura 24 — Taparaco recién moldeado	87
Figura 25 — Bollos en reposo.....	87
Figura 26 — Taparaco en fermentación	88
Figura 27 — Estudiantes realizando prueba de aceptabilidad.....	89
Figura 28 — Estudiantes realizando prueba de aceptabilidad.....	89
Figura 29 — Estudiantes realizando prueba aceptabilidad	89
Figura 30 — Análisis de humedad de Taparaco	90

Figura 31 — Análisis de ceniza de Taparaco	90
Figura 32 — Análisis de grasa de Taparaco.....	90
Figura 33 — Resultados de análisis realizados a la harina de tarwi	91
Figura 34 — Resultados tratamiento (T1 = 90 minutos).....	92
Figura 35 — Resultados tratamiento (T2 = 120 minutos).....	92
Figura 36 — Balanza analítica	93
Figura 37 — Estufa para determinar humedad	93
Figura 38 — Mufla para determinar cenizas	94
Figura 39 — Extractor de grasa.....	94



INTRODUCCIÓN

La investigación que se realizó lleva por título “Aceptabilidad y contenido proteico de Taparaco elaborado con sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum aestivum*) por la de tarwi (*Lupinus mutabilis* sweet) sometido a tiempos de reposo”, con el objetivo de desarrollar el Taparaco con formulaciones que provean alto contenido proteico, así como determinados atributos sensoriales generados por la sustitución parcial de harina de trigo por la de tarwi. El Taparaco es un producto de panificación, típico de Abancay, cuyos atributos van desde el aspecto nutricional, funcional y organoléptico.

La investigación se desarrolló en el Taller de Panificación, Laboratorio de Análisis Sensorial así como el de Análisis de Productos Agroindustriales; todos estos equipados para tales operaciones en la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac; se empleó el taller de panificación para la elaboración de Taparaco donde se desarrollaron las diversas pruebas de sustitución de harina de trigo por harina de tarwi para continuar con la siguiente fase de la investigación la cual consistió en realizar las pruebas de aceptabilidad en el laboratorio de análisis sensorial para identificar la formulación que obtenga mayor grado de aceptabilidad en función a los atributos evaluados, además de haberse realizado el análisis proximal de los productos obtenidos bajo las cuatro formulaciones y la muestra control; finalmente, con los datos recopilados se procede a realizar el proceso de análisis estadístico para determinar la influencia de sustituir harina de trigo por la de tarwi; de manera simultánea se evalúa el tiempo de reposo de la masa y como esta interacción (porcentaje de sustitución/tiempo de reposo) provoca efecto sobre la aceptabilidad en los consumidores; a partir de esta información se han planteado las conclusiones de la investigación.

Este estudio ofrece información para estudiantes, público en general acerca de la sustitución parcial de harina en panificación. El capítulo I, expone la realidad problemática para la investigación el capítulo II enmarca los objetivos planteados que se busca lograr en este trabajo el capítulo III recopila antecedentes de la investigación así como brinda la revisión de literatura que aborda lo concerniente al tema en estudio el capítulo IV denota la metodología que permite la concretización de este trabajo aplicando las técnicas estadísticas el capítulo V muestra y analiza los resultados obtenidos y las implicaciones que surgen de la investigación, finalmente el capítulo VI donde se plasma las conclusiones de investigación junto a las recomendaciones que podrían dar pie a nuevos temas para trabajos futuros.



RESUMEN

Se estudió la sustitución parcial de harina de trigo panadera (*Triticum aestivum*) por harina de tarwi (*Lupinus mutabilis* sweet) en la elaboración de Taparaco; evaluándose la aceptabilidad y contenido proteico, el efecto de la interacción del tiempo de reposo de 90 minutos con 4 niveles de sustitución con harina de tarwi (10, 15, 20, 25 %) y un control sin sustitución; tiempo de reposo de 120 minutos con 4 niveles de sustitución con harina de tarwi de (10, 15, 20, 25 %) y un control sin sustitución. Los resultados obtenidos indican que al haber sometido la masa a 90 minutos de reposo y con el nivel de sustitución con harina de tarwi entre 10 - 15 % se logra mayor aceptabilidad en los atributos textura y sabor.

El porcentaje de proteínas en los tratamientos con mayor aceptabilidad (tiempo de reposo y nivel de sustitución) va desde 12,15 y 13,10 % respectivamente, tiempo de reposo a diferentes niveles de sustitución, en base a los datos obtenidos se concluye que la aceptabilidad y el contenido proteico son inversamente proporcionales, es decir a mayor porcentaje de sustitución con harina de tarwi los atributos de textura y sabor muestran valores en tendencia decreciente de aceptabilidad, mientras que el contenido proteico va incrementando directamente proporcional al porcentaje de sustitución.

Palabras clave: aceptabilidad, reposo, sustitución, Taparaco, tarwi.



ABSTRACT

The partial replacement of bakery wheat flour (*Triticum aestivum*) by tarwi flour (*Lupinus mutabilis* sweet) in the elaboration of Taparaco was studied; evaluating the acceptability and protein content, the effect of the interaction of the rest time of 90 minutes with 4 levels of substitution with tarwi flour (10, 15, 20, 25 %) and a control without substitution; rest time of 120 minutes with 4 substitution levels with tarwi flour of (10, 15, 20, 25 %) and a control without substitution. The results obtained indicate that having subjected the dough to 90 minutes of rest and with the substitution level with tarwi, flour between 10 15 % greater acceptability is achieved in the texture and flavor attributes.

The percentage of proteins in the treatments with the highest acceptability (rest time and substitution level) ranges from 12,15 and 13,10 % respectively, rest time at different substitution levels based on the data obtained, it is concluded that the acceptability and the protein content are inversely proportional, that is, the higher the percentage of substitution with tarwi flour, the texture and flavor attributes show values in a decreasing trend of acceptability; while the protein content increases directly proportional to the substitution percentage.

Keywords: acceptability, rest, substitution, Taparaco, tarwi.



CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción del problema

En Apurímac existe una gran variedad de pan tales como (pampa chuta, lata chuta, rejilla, rosca y el famoso pan común, etc.) que gozan de gran preferencia, además de los panes típicos de cada provincia, en Abancay lo es el Taparaco un producto que no denota las características del pan puesto que prácticamente no posee miga por su forma aplanada que le confiere un sabor y textura completamente particular; según reportes del MINAGRI en el Sistema Integrado de Estadística Agraria que indican que la región ha ido incrementado su producción de tarwi de 1463 toneladas en 2016 hasta 2248 toneladas para el 2021, lo que provee una fuente de proteína con alto valor biológico y de fácil acceso razón por la cual nace la idea de orientar este valioso producto y sustituir parcialmente la harina de trigo en la elaboración de Taparaco con el propósito de combatir o frenar la desnutrición en nuestra localidad que según el informe gerencial SIEN 2022-I en Apurímac, lo padece el 16,3 % del sector infantil así como el riesgo de desnutrición crónica que asciende hasta 44,6 %; el problema de investigación recae en la manera de aprovechar la sustitución parcial de harina en un producto de consumo masivo como el Taparaco y porque no emularlo en otros productos, del mismo modo se carece de información sobre su aceptabilidad al ser elaborado con diversos porcentajes de sustitución de harina de trigo por la de tarwi, en base a los atributos de textura y sabor que linda con sus propiedades organolépticas y características resaltantes; así mismo también se desconoce la influencia del tiempo de reposo o fermentación al que se somete la masa para dicho producto, el factor tiempo cuya influencia en el sabor es determinante, esta interacción tiene una connotación nutricional partiendo del incremento del contenido proteico.

La panadería en el Perú presenta dos escalas, la industrial y la artesanal; dentro de estos grupos también difieren por la tecnología que se emplea, del mismo modo la diversidad de los productos de panificación varía por cada región, según la disponibilidad de insumos; así como por temporada en el transcurso del año; además de las diversas maneras de elaborar el pan.



1.2 Enunciado del problema

1.2.1 Problema principal

¿Cuál es la aceptabilidad y contenido proteico de Taparaco elaborado con sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum aestivum*) por harina de tarwi (*Lupinus mutabilis* sweet) sometido a dos tiempos de reposo?

1.2.2 Problemas específicos

- ¿Cuál es la aceptabilidad de Taparaco elaborado con sustitución parcial de harina de trigo por la de tarwi en función de la textura y sabor?
- ¿Cuál es la aceptabilidad de Taparaco elaborado bajo dos tiempos de reposo, de 90 y 120 minutos en función a la textura y sabor?
- ¿Cuál es el contenido proteico de Taparaco elaborado con sustitución parcial de harina de trigo por la de tarwi, cuya masa se somete a dos tiempos de reposo de 90 y 120 minutos?

1.2.3 Justificación de la investigación

La investigación promueve el aprovechamiento de una leguminosa de alto valor nutricional disponible como el tarwi (*Lupinus mutabilis* sweet) para lograr productos de panificación con mayor contenido de proteína y de este modo mejorar la disponibilidad de productos con mayor valor biológico; según el texto “Tablas peruanas de composición de los alimentos 2017” el tarwi posee hasta 49,6 gramos de proteína por cada 100 gramos de harina.

Los resultados obtenidos del estudio permiten enfocar y plantear nuevas formulaciones para panes, sin necesidad de modificar el sistema de producción en la industria panadera y de este modo expandir la frontera tecnológica en la industria de alimentos.

El empresario panificador (artesanal y/o industrial) contará con un respaldo científico y tecnológico para la elaboración de Taparaco con alto contenido proteico relacionado a la aceptabilidad del consumidor en las características de sabor y textura de nuevos productos. Lo cual nos permitirá afrontar la problemática actual de calidad y accesibilidad de alimentos nutritivos.



CAPÍTULO II

OBJETIVOS E HIPÓTESIS

2.1 Objetivos de la investigación

2.1.1 Objetivo general

Conocer la aceptabilidad y contenido proteico de Taparaco elaborado con sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum aestivum*) por harina de tarwi (*Lupinus mutabilis* sweet) sometido a dos tiempos de reposo.

2.1.2 Objetivos específicos

- Determinar la aceptabilidad de Taparaco elaborado con sustitución parcial de harina de trigo por harina de tarwi en función de la textura y sabor.
- Determinar la aceptabilidad en función a la textura y sabor de Taparaco elaborado bajo dos tiempos de reposo de 90 y 120 minutos.
- Determinar el contenido proteico de Taparaco elaborado con sustitución parcial de harina de trigo por la de tarwi, cuya masa se somete a dos tiempos de reposo de 90 y 120 minutos.

2.2 Hipótesis de la investigación

2.2.1 Hipótesis general

La sustitución parcial de harina de trigo por la de tarwi (*Lupinus mutabilis* sweet) así como el tiempo de reposo al que se somete la masa influyen en la aceptabilidad y contenido proteico de Taparaco.

2.2.2 Hipótesis específicas

- La sustitución de harina de trigo por la de tarwi para la elaboración de Taparaco influye en la aceptabilidad en función a los atributos de textura y sabor.
- El tiempo de reposo al que se somete la masa de Taparaco influye en la aceptabilidad en base a los atributos de textura y sabor.



- El contenido proteico de Taparaco es influenciado por el nivel de sustitución de harina de trigo por la de tarwi y el tiempo de reposo al que se somete la masa.

2.3 Operacionalización de variables

La tabla 1 muestra los tipos de variables presentes en la investigación, así como la definición de las mismas lo que nos permite el desarrollo de la tesis al contar con los indicadores y poder lograr los objetivos planteados.

Tabla 1 — Operacionalización de variables

TIPO DE VARIABLE	VARIABLES	DEFINICIÓN DE VARIABLES	INDICADOR	INDICE
Variable Independiente	Porcentaje de sustitución de harina de tarwi	Cantidad de harina de tarwi sucedánea que se sustituye por la harina panadera.	Porcentaje de harina de tarwi en la formulación (10, 15, 20, 25).	%
	Tiempo de reposo de la masa	Se considera dos periodos de tiempo para la etapa de reposo.	Se mide el tiempo en minutos. (90, 120)	<i>minutos</i>
Variable Dependiente	Contenido proteico	Cantidad de proteína total del Taparaco elaborado con sustitución parcial de harina de trigo por la de tarwi.	Contenido de proteína	<i>g/100 g</i>
	Textura	Característica física que denota la resistencia de la estructura del Taparaco.	Aceptabilidad mediante el empleo de una prueba hedónica de 9 puntos, según % de sustitución y tiempo de reposo.	<i>mayor aceptación</i>
	Sabor	Propiedad que denota las peculiaridades de los ingredientes y la confluencia de los mismos en el Taparaco.	Aceptabilidad mediante el empleo de prueba hedónica de 9 puntos, según % de sustitución y tiempo de reposo.	<i>mayor aceptación</i>
Variables Interviniente	Temperatura de horneado	Magnitud que permite determinar el grado de agitación térmica molecular dentro del horno.	Temperatura (145 - 170)	<i>° C</i>
	Presión atmosférica	Magnitud mediante la cual se determina la presión ejercida por la columna de aire según la altitud.	Presión 1036 Pa	<i>Pa</i>
	Humedad relativa	Magnitud mediante la cuál se mide la cantidad de agua en el ambiente.	Humedad Relativa 59	%

CAPÍTULO III

MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

3.1 Antecedentes

El artículo de los investigadores PLUSTEA *et al.* (2022) que evaluaron las propiedades nutricionales, fotoquímicas, reológicas, tecnológicas, sensoriales de la masa y el pan con sustitución de harina a 10, 20 y 30 % en este sentido, la composición próxima, el perfil de ácidos grasos, el contenido total de polifenoles (TPC), la actividad antioxidante (AA) y el contenido de flavonoides (TFC) del altramuz; donde el pan obtenido fue evaluado; quienes a su vez hicieron pruebas sobre sus propiedades reológicas, empleando el Mixolab, estos análisis mostraron un incremento en las condiciones nutricionales del pan añadido con altramuz es decir la mezcla de harinas dotando de mejores valores de proteínas, lípidos, sustancias minerales y un incremento importante de las propiedades funcionales, como TPC, TFC y AA, que arrojaron los valores más elevados en el pan con 30 % de harina de altramuz (76,50 mg GAE/100 g; 8,54 mg QE/100 g; 54,98 %); el volumen del pan de altramuz se vio mermado en relación con el de trigo que osciló entre 0,69-7,37 % su porosidad se muestra entre 6,92-35,26 % la elasticidad entre 63-70 % y H/D entre 3,17-19,05 %. Las características reológicas de la masa con harina de altramuz nos dan a conocer una estabilidad moderada y muestra buena aptitud para el amasado, de manera complementaria se realizó el análisis sensorial para conocer el grado de aceptabilidad del consumidor con respecto a esta variante en el pan, se aplicó una escala hedónica de 5 niveles, el producto con mejores resultados fue el de 10 % de sustitución de harina de altramuz, que ostenta un promedio de 4,73 en preferencia global en referencia con el pan control (4,43). Los atributos en lo nutricional, fotoquímico, sensorial y reológico de las mezclas de harina muestran que el altramuz puede emplearse como un insumo vegetal promisorio en panificación para una economía sostenible. La disminución de algunas propiedades reológicas, como la resistencia de la masa, podría generar inconvenientes tecnológicos durante los procesos de panificación.



Los tesisistas RIVADENEYRA y ZULOAGA (2019) que desarrollaron la investigación cuyo objetivo fue definir el porcentaje a utilizar de harina de tarwi en la realización del pan fortificado, creando panes supliendo harina trigo de 10, 20 y 30 % por harina de tarwi fortificado con hierro hemínico, los que ostentan niveles altos de hierro y proteína, siendo la muestra N° 5 con 20 % de harina de tarwi y 5 % de sangre en polvo la que obtuvo mayor aceptabilidad; en relación a las características microbiológicas del pan elaborado solo con harina de trigo (mohos < 10 UFC/g), cumplen con los valores de acuerdo a la norma sanitaria N° 1020-2010/MINSA; asimismo con respecto a las características fisicoquímicas ostenta una presencia de hierro baja (0,82 mg/kg) y proteína (6 %) frente a las demás muestras. Para la evaluación sensorial se requirió de 30 panelistas no entrenados (escolares niños), los que juzgaron seis atributos de las 9 muestras de pan fortificado: dulce, salado, ácido, amargo, color, aroma, empleando una cartilla que contenía una escala hedónica de 1 a 5 puntos, siendo la muestra del pan N°5 (harina de trigo 80%, harina de tarwi 20%, hierro hemínico 5 %), que alcanzó una mejor aceptabilidad en los atributos de olor, color y aroma, de la misma manera en los análisis fisicoquímico resultó que la muestra de pan N°. 9 a diferencia de las demás muestras, presentan 9,34 % de proteínas y 115,3 mg/kg de hierro, siendo la muestra con el más alto contenido proteico.

En el trabajo de CUEVA (2018) quien evaluó las variaciones al sustituir al 10 %, 15 % y 20 % la harina de trigo por harina de tarwi variedad INIAP - 450 Andino, tanto desamargado como fermentado, sobre características nutricionales del pan. Los porcentajes de sustitución y la condición de proceso del lupino influyeron en la mayoría de los indicadores del pan; se obtuvo que la sustitución disminuyó el porcentaje de carbohidratos de 46,86 a 30,33 del T2 y aumento el contenido de grasa de 4,58 hasta 14,52 del T3, cenizas un ligero incremento, fibra dietética de 3,36 a 10,23 del T3 y proteína a partir de 8,99 hasta un 20,35 del T3. El pan que más agradó a los jueces fue aquel que tenía 20 % de sustitución con harina de tarwi desamargado, además se evidenció que el pan con tarwi presenta menor índice glucémico que el pan blanco.

DELGADO y NEIRA (2016) quienes para su tesis prepararon pan utilizando diferentes cantidades de harina sucedánea 20, 25, y 30 % y una muestra o testigo a base de 100 % compuesta por harina de trigo panadera. La masa fue sometida a pruebas reológicas, como extensibilidad y textura; además también se consideró sus características fisicoquímicas como (humedad, acidez y pH). Se tomó en cuenta el aporte nutricional mediante la



determinación del valor proteico, grasas, hidratos de carbono, fibra, energía y la evaluación de la calidad proteica mediante las pruebas in vivo donde se empleó animales de laboratorio mediante los que se investigó la “Utilización Neta de Proteína (NPU), la Digestibilidad Verdadera (DV)””; del mismo modo se realizó análisis sensoriales. Los resultados muestran que el pan producido con harina de *Lupinus* al 30% logro mayor aceptabilidad, las características reológicas evaluadas, de extensibilidad y textura fue de 32 mm y 2,80 gr/s respectivamente, el producto de control arroja 40 mm y 3,20 gr/s consecuentemente. En función a las características fisicoquímicas del pan experimental de mayor aceptación y el pan control, ostentan valores como contenido de humedad de 20 % y 22 %; en acidez 0,164 % y 0,154 %; el pH 6,48 y 7,50.; mediante análisis proximal se determinó que 22 %, 11 %, 45 %, 3,5 % y 368 kcal para las proteínas, grasas, carbohidratos, fibra y kilocalorías para el pan experimental del mismo, para el pan control los resultados fueron de 10,5 %, 1,8 %, 75,0 %, 3,0 % y 354,6 kcal para proteínas, grasas, carbohidratos, fibra y energía correspondientemente; como resultado de las pruebas biológicas (NPU) se obtuvo 76,90 % y 69,50 % para el grupo panes experimentales y control respectivamente; y el concerniente a la (DV) resulto un 87,80 % y 79,50 % para el grupo en evaluación y control para cada una de las muestras evaluadas.

CERNA (2015) quien se propuso elaborar pan fortificado integral con harina de tarwi (*Lupinus mutabilis*) que logre alto grado de aceptabilidad para realizar la tesis aplico el diseño compuesto central rotacional de 22 que comprendió 4 axiales y 3 centrales; mediante los que obtuvo los modelos que describen las respuestas de las variables independientes (% de harina de tarwi a sustituir desde 3 a 21 % y temperatura de horneado entre 100 a 170 °C) en relación a la variable respuesta, que es la aceptabilidad general. El único modelo con alta significancia para la temperatura de horneado por presentar un coeficiente de determinación R² considerable siendo este 87,5 %, lo que hizo posible la esquematización de la superficie de respuesta, para lo que se empleó el paquete estadístico 7,0; tras la realización de los análisis se obtuvo una aceptabilidad general del pan fortificado integral una calificación de 8,1 cuando se reemplaza entre 8 y 12 % de harina de tarwi y se trabaja con temperaturas entre 130 y 140 °C de horneado por un tiempo de 15 minutos. Además, se comprobó que la harina de trigo puede ser reemplazada hasta un 12 % de peso para lograr aceptabilidad y no alterar de manera drástica las cualidades del pan fortificado integral. La importancia de este estudio coadyuvará a que un fabricante de pan integral tenga el soporte para preparar un producto aceptable y con buen contenido de



proteína. La optimización de este proceso de elaboración del pan integral fortificado con harina de tarwi, luego de generar el modelo matemático se obtiene algunos valores como son: sustitución de harina de tarwi de 8 a 12 %, tiempo de fermentación 86 a 92 minutos, tiempo de cocción u horneado 15 a 18 minutos, harina integral 92 a 88 %, agua sobre la base de las harinas 50 %, manteca sobre la base de las harinas 5 %, levadura sobre la base de las harinas 2 %.

En el trabajo de MATOS y MUÑOZ (2009) donde elaboraron pan empleando tres proporciones de harinas precocidas (10, 20 y 30 %); cuyo producto final fue sometido a evaluación donde se buscaba recabar información acorde al valor proteico, cenizas totales, pruebas microbiológicas y pruebas de aceptabilidad; hallándose que el producto elaborado con un 30 % de proporción de harinas precocidas (*Phaseolus vulgaris* L.) y (*Lupinus mutabilis* s.) resulto con mayor aporte proteico ostentando (27,10 %). En lo que se refiere a ceniza total los valores oscilan desde 2,7 a 3,8 mg/g.; respecto al recuento microbiano para el grupo de hongos y levaduras arrojan valores de (100-115 ufc/g) en lo concerniente a coliformes totales (18-21 ufc/g); las pruebas sensoriales denotan que no existe diferencia significativa en el atributo de olor, pero con el resto de atributos (sabor, color y textura) revelan diferencia significativa. Se obtuvo mayor aceptabilidad con relación a sabor y textura con el pan elaborado con el 30 % de harinas, en cuanto al atributo de color el pan con 20% de proporción tuvo mejor aceptabilidad.

Según lo indica LOPEZ (2007) los derivados de lupinus (harina de lupinus HL, concentrado proteico de lupinus CPL y aislado proteico de lupinus APL) poseen altos valores de proteínas con relación a la harina de trigo. La masa enriquecida con derivados de lupinus donde se adiciono el 30 % de CPL tuvo mayor dureza. Los rangos que mejor se asemejan a la formulación control para textura, extensibilidad y adhesividad fueron hallados en las masas adicionadas con el 12 % de HL y 20 % de CPL, la textura y extensibilidad son propiedades que están correlacionadas. Las galletas que demostraron mejor dureza son las que emplearon un 12 % de HL, mientras que las galletas fortificadas con 20 % de CPL requieren un valor menor de fracturabilidad; el valor porcentual de contenido proteico de las galletas enriquecidas se incrementó en un 30 % para la formulación con 12 % de HL y en un 50 % para aquella que usa 20 % de CPL en contraste con el testigo. La formulación que se proyecta con mejores aptitudes para elaborar galletas es aquella donde se utiliza 12 % de harina de lupinus (HL).



La sustitución parcial busca fortificar y/o enriquecer los productos de panificación; se entiende por alimentos fortificados aquellos alimentos en los cuales la proporción de macro y micronutrientes es superior al natural; partiendo del trabajo de CARRION (1999) donde menciona que dentro de un enfoque nutricional la mejor hogaza en función a los atributos nutricionales y funcionales resulta del elaborado con harina de trigo integral, por lo que la bibliografía recomienda realizar una sustitución de entre un 10 - 15 % de harina de trigo por la de tarwi para así obtener un producto de panificación de mejor calidad.

3.2 Marco teórico

3.2.1 Descripción del tarwi

El Tarwi de nombre científico (*Lupinus mutabilis* sweet) cuya variedad es Apurímac I-II procedente de la provincia de Andahuaylas; es una leguminosa herbácea erguida cuyos tallos son gruesos, puede llegar a un tamaño de 0,8 a 2,0 m, su raíz de dinámica pivotante tiende a abarcar e introducirse hasta 3 metros, están provistas de vainas muy parecidas a la arveja las cuales son los frutos, cuyas dimensiones van de 5 a 12 centímetros; cada una contiene un número determinado de semillas las cuales varían de forma (ovalada a casi cuadrangular), y presentan diversa coloración miden entre 0,5 a 1,5 centímetros según variedad correspondiente, contiene de 2 a 6 semillas por vaina, ostenta una floración tendiente entre azul a morado; el atributo más valorado es su valor nutritivo; se ha comenzado a seleccionar las especies más resistentes de la sierra peruana con mayor aporte productivo y cuyos frutos contengan menos alcaloides; el tarwi puede albergar entre 3500 a 5000 semillas en un kilogramo. Las diferencias en cuanto a dimensiones dependen tanto de las aptitudes edafológicas como de la variedad (TAPIA y FRIES, 2007).

La semilla posee una cubierta de tegumento solidificado que puede constituir hasta el 10 % del peso total. El tarwi está bastante difundido en la alimentación humana, debido a que esta leguminosa posee una preferencia arraigada en el grupo de los alimentos oriundos con significativa composición proteica, así como de ácidos grasos (TAPIA y FRIES, 2007).





Figura 1 — Granos de tarwi (*Lupinus mutabilis* sweet)

3.2.1.1 Cultivo y disponibilidad

El tarwi se produce desde épocas ancestrales en los andes, desde altitudes de 1500 m.s.n.m. encontrándose en Perú, Bolivia, Ecuador, Venezuela, Colombia, Chile y Argentina. En Perú, el cultivo de tarwi está centrado a una altitud entre los 2500 y 3400 m.s.n.m. y en algunos casos hasta 3600 m. s. n. m, con riesgo de climas fríos. El tarwi es una planta de clima moderado, una vez desarrollada es capaz de repeler las heladas, pero la planta joven es muy susceptible (TAPIA y FRIES, 2007).

El tarwi es un cultivo muy promisorio en la alimentación y mucha importancia debido a sus cualidades que le confieren ventajas comparativas y competitivas pudiéndose lograr una certificación de producto orgánico; con características propias de sabor, color y textura; el rendimiento según región se reporta: Sierra (2 a 5 Tm/ha), Costa (3 a 6 Tm/ha), acorde al factor tipo de suelo y manejo. El cultivo fue conocido por los pobladores de la región andina mucho antes del desarrollo de la cultura inca se le brinda una multiplicidad de usos para rituales, medicinal, forraje; es una planta que persiste frente a los duros cambios ambientales (TAPIA, 2015).

La característica más sobresaliente en las raíces es la existencia de un gran número de nódulos los cuales oscilan con un peso de 50 gramos por planta, alberga unas bacterias benéficas para el suelo denominadas Rhizobium, las que fijan nitrógeno del aire lográndose un rendimiento de entre 40 y 80 kg/ha de nitrógeno (TAPIA, 2015).



El tarwi empieza a proyectarse de manera internacional debido a sus cualidades nutricionales; contiene ácidos grasos como (linolénico) omega 3 hasta un 2,9 % y omega 6 hasta 37,1 %; (oleico) omega 9 hasta 40,4 % (TAPIA, 2015). Las especies más difundidas según región en América del Sur el *Lupinus mutabilis* (tarwi), en África y parte de Europa el *Lupinus Albus*, *Lupinus Luteus* (lupino amarillo) en Oceanía; actualmente existen muchas especies y subespecies dentro del territorio peruano hasta la fecha se han catalogado alrededor de 70, seguidamente se mencionan algunas de las principales “Mantaro, Campex, Pairumanilla, Andes 80, Kayra, Yunguyo, H6 (Huancayo), Puno, Andenes, Cusco 1, Altagracia” (Tapia, 2015).

Principales zonas de producción “Sierra Norte 23 % (Cajamarca, La Libertad y parte de la Amazonia); Sierra Central 42 % (Ancash, Huánuco y Junín) y Sierra Sur 35% (Cuzco, Puno y Apurímac), sierra de Ancash (Huari, Yungay, Recuay, Carhuaz, Ocos); Cajamarca, Junín (Huancayo, Valle del Mantaro), Ayacucho, Cuzco y Puno” (TAPIA, 2015).

3.2.1.2 Composición química y valor nutricional del tarwi

El tarwi es empleado masivamente en la alimentación, luego de eliminar las sustancias antinutritivas (alcaloides) que posee mediante cocción y desamargado.

Su contenido proteico asciende hasta 44,5 %; así como sus ácidos grasos hasta 17,29 %; constituyen más de la mitad del peso del tarwi semejante a otro producto de alto valor biológico; retirando la cáscara y moliendo el grano, se obtiene una harina cuyo valor proteico ronda hasta 50 %. La carga proteica del tarwi posee cantidades favorables de lisina y cistina, pero su contenido de metionina oscila entre 23-30 % de la requerida para promover un desarrollo óptimo en la actividad pecuaria, la tabla 2 da a conocer información del tarwi bajo diversas condiciones de elaboración (BREÑA, 2018).

Sin considerar a los alcaloides, existen otros componentes tóxicos denominadas sustancias antinutritivas, las cuales son inhibidores de proteasas, las hemaglutininas, el ácido fitico, ácido prúsico (HCN). Sin embargo, no se ha cuantificado que el tarwi contenga niveles nocivos, debido a ser eliminados en el proceso de desamargado (MARTINEZ-VILLALUENGA, 2006).



Tabla 2 — Composición química de la semilla del tarwi

Composición química (%)	Tarwi desamargado
Calorías (g)	5839,00
Humedad (%)	73,63
Proteína (%)	51,07
Grasa (%)	20,44
Carbohidratos (%) Extracto libre de nitrógeno	18,75
Fibra (%)	7,35
Ceniza (%)	2,38
Materia seca (%)	26,37
Alcaloides (%)	0,08

Extraído de MUJICA *et al*, 2002

3.2.2 Leguminosas en panificación

Con el propósito de acrecentar su consumo se busca desarrollar nuevos alimentos elaborados con legumbres y sus derivados, logrando enriquecer los productos de panificación, con ellos se conseguiría incrementar el aporte nutricional; durante el proceso de remoción de los alcaloides, que comprende la cocción y remojo, gran parte de los antinutrientes son depurados, neutralizando los inconvenientes para su ingesta. Sin embargo, la adición de harina de legumbres a la masa altera sus características y propiedades de los productos finales. Los cambios se relacionan con el incremento proteico debido a que; la incorporación de proteínas exógenas provoca el debilitamiento de la red de gluten en la masa modificando las características del producto final (ABDELRHAMAN, 2012).

Categoría de alimento^a	Uso alimentario propuesto	Tamaño de porción (g. o ml.)	Máximo nivel de uso (%)
Productos horneados y mezclas para hornear	Rosquillas	55 ^b	25
	Bizcochos	55 ^b	25
	Pasteles	50	25
	Galletas dulces	30 - 40 ^b	25
	Pan de maíz, magdalenas de maíz, tortillas	55 ^b	25
	Galletas saladas	15 - 30 ^b	25
	Pan de mantequilla	55 ^b	25
	Magdalenas inglesas	50 ^b	25
	Tostada francesa, tortita, crepes	85 - 110 ^b	25
	Pastelería	55 - 125 ^b	25
	Empanadas	125 ^b	25
	Pan instantáneo y rollos dulces	55 ^b	25
	Palitos de pan	55 ^b	25
	Pretzels suaves	55 ^b	25
Pan de levadura y rollos	60 ^b	25	
Productos de granos y pastas	Macaroni y fideos	240 ^b	25

^a Las categorías de alimentos utilizadas para estimar la ingesta diaria media y el percentil 90 se obtuvieron del centro nacional de estadísticas de salud (NCHS) 2003-2004 encuestas nacionales de examen de salud y nutrición (NHANES).

^b El tamaño de la porción informado se basó en la cantidad de referencia consumida habitualmente por ocasión de comer (RACC) cuando se informa un rango de valores para un uso alimentario propuesto, los alimentos particulares dentro de ese uso alimentario pueden diferir con respecto a su RACC.

Figura 2 — Uso recomendado de derivados del tarwi

Extraído de GWFL (2008)

3.2.3 Potencialidades agroindustriales del tarwi

En la industria de panificación se ha empezado a usar el tarwi como sucedáneo de la harina de trigo, produciendo un pan enriquecido, galletas, y demás. Su elevado contenido de grasas insaturadas hace posible obtener aceite comestible. En los años setenta se desarrolló el “Proyecto lupino, implementando una fábrica piloto de aceite de tarwi en la provincia de Cañete (Lima)”, la cual penosamente no logro prosperar debido a sustento e investigación. También es posible obtener carne vegetal empleando proteínas (trigo y tarwi) pastas, leche enriquecida adicionando cereales, en la figura 2 donde se muestra la gran variedad de productos en los que ya emplean la harina y derivados de lupino (ZAVALETA, 2018).

El tarwi se encuentra relegado como alimento pese a sus múltiples atributos, cuenta con el potencial para contribuir con el problema de déficit de alimentos y la malnutrición en niños que aqueja no solo al Perú sino muchos otros países, la desidia de las autoridades sumada a la carencia de políticas y programas por revalorar los cultivos andinos endémicos, los cuales brindan mejor respaldo y una forma de sobrellevar el cambio climático hacia una alternativa sostenible para la alimentación (TAPIA, 2015).

3.2.4 Materia prima e insumos en panificación

a) Harina de trigo

Resulta del proceso de molienda del grano de trigo si en el producto final (harina) se manifiesta además del endospermo todos constituyentes del grano se denomina como harina integral. “La norma española denota en 15 % al contenido de humedad, al 9 % el valor de proteína y al 30 % el máximo de acidez de la grasa. El 85 % de la carga proteica son Gliadinas y Gluteninas las cuales son insolubles que en conjunto reciben el nombre de gluten debido a su capacidad para unificarse cuando se las mezcla con agua generando una red a la que también se le denomina gluten. Esta propiedad que poseen las proteínas del trigo, es la que hace panificable su harina y le proporciona las características funcionales que requiere la masa para el pan (MESAS y ALEGRE, 2002).



Si bien es cierto que una buena harina para hornear pan siempre puede producir un buen pan, solo puede hacerlo si se trata de acuerdo con la funcionalidad en el proceso que se utiliza. Esto no siempre se ha reconocido y cuando las decisiones de compra y molienda se basan en los llamados métodos tradicionales de prueba de harina, no hay garantía de que la calidad del producto final llegue a los científicos requeridos (CAUVIAN, 2015).

b) Agua

Ingrediente importante para el proceso de panificación, hace posible el proceso de heñido. El agua genera el desarrollo del gluten mediante su hidratación, posteriormente durante el proceso mecánico del amasado es donde se le confiere a la masa sus propiedades de extensibilidad (MESAS y ALEGRE, 2002) también es requerida para la proliferación de las levaduras que son responsables de propiciar el proceso de fermentación.

c) Azúcar

Es un carbohidrato importante cuya función es proporcionar el dulzor al producto (pan). Una fracción del azúcar adicionado lo emplea la levadura para alimentarse e iniciando la fermentación. A su vez, propicia el pardeamiento del pan durante el horneado, puesto que sucede la caramelización de los azúcares residuales que se hallan en la corteza de la masa, esto posterior al proceso de fermentación. Su función contribuye potenciando el aroma, la superficie del pan presenta mejor coloración, coadyuva a alargar el tiempo de vida útil puesto que mejora la retención de humedad, extendiendo su blandura inicial y dilatar el proceso endurecer la costra (IEP, 2016; CAUVIAN, 2015a).

d) Materia grasa

La grasa a emplear en la elaboración de pan puede ser de origen animal, por ejemplo, de porcinos u otros, de origen vegetal como aceites y margarina. La función primordial es proveer suavidad a la masa, también actúa como precursor para extender tiempo de vida útil, al inhibir la pérdida de agua y de sustancias volátiles; del mismo modo actúa como emulsificante, brindándole a la masa mejor estabilidad respecto a la adición u empleo de proteínas (IEP, 2016; CAUVIAN, 2015a).



e) Levadura (*Saccharomyces cerevisiae*)

Estos microorganismos son los que producen la fermentación alcohólica, durante este proceso se hallan también otras bacterias generando diversos productos secundarios que van a suministrar al pan determinadas propiedades. Esta levadura es elaborada a partir de cultivos puros de la especie *Saccharomyces cerevisiae*, se comercializa en distintas formas. Tiene aplicación en todos los sistemas actuales de elaboración de pan (PYLER y GORTON, 2014); es el ingrediente vivo inoculado a la masa con el objetivo de generar el proceso fermentativo donde se desarrolle el etanol y CO₂. El gas que se retiene dentro de la masa provoca un esponjamiento, incrementando su volumen. (MESAS y ALEGRE, 2002).

f) Anís (*Pimpinella anisum*)

Semilla que se agrega para conferir aroma al Taparaco además de otorgar la condición de producto regional.

g) Huevo

Proporciona funciones de diversos aspectos; el huevo fresco ostenta un 85% de humedad, actúa a manera humectante, la albúmina se comporta como precursor para formar la estructura; su yema contiene 49 % de humedad, 32 % de lípidos y 16 % de proteínas esta composición permite un efecto suavizante (IEP, 2016; PYLER y GORTON, 2014); además de proveer de proteína de alto valor biológico.

h) Sal (Cl Na)

Ingrediente que aporta sabor al pan, cumple una función importante puesto que promueve la tenacidad de la masa, acción reguladora del proceso fermentativo, coadyuva en el pardeamiento de la corteza superficial durante el horneo y mejora la aptitud de retener el agua del pan (MESAS y ALEGRE, 2002).

Posee influencia frente al desarrollo del gluten debido a la insolubilidad de la gliadina en agua con sal, lográndose de este modo mayor disponibilidad de gluten y obteniendo una masa compacta y dotándola mejores características, colabora controlando la proliferación de organismos secundarios causantes de ácido acético y otros ácidos orgánicos (IEP, 2016; PYLER y GORTON, 2014).



3.2.5 Tecnología de panificación

3.2.5.1 Método de amasado

El amasado inicia al apenas mezclar los ingredientes, a la vez que la sustancia hidratante inicia su acción con la harina se dan lugar a múltiples variaciones, Los gránulos de almidón capturan las moléculas de agua; las enzimas provocan hidrólisis para degradar el almidón en azúcares simples, las α y las β amilasas, actúan sobre las moléculas de almidón ocasionando su fragmentación progresivamente hacia dextrinas y finalmente en maltosas las que inciden en el pardeamiento durante el horneado. Estos azúcares obtenidos sirven de alimento para las levaduras que expelen dióxido de carbono y etanol. Durante esta fase el agua atrapada por las moléculas de almidón se libera en el interior de la masa donde es captada o no por las proteínas del gluten. La glutenina absorbe una porción de esta agua y se desarrolla creando volutas extendidas, las hélices de las moléculas contiguas forman múltiples uniones entre sí propiciando así la creación de los filamentos iniciales de gluten; la masa comienza adoptar una estructura correosa y algo robusta. Al instante que el oxígeno del ambiente y los constituyentes oxidantes de las levaduras permean al interior de la masa, el gluten a través de sus moléculas en sus extremos inicia a ensamblar nexos para propiciar cadenas largas (IEP, 2016; CAUVIAN 2015b).

El amasado (heñido), fase promotora de la formación de la masa, con todos los ingredientes ya mezclados e interacción inicia a generarse el gluten. Ya sea manual o eléctrica, la masa es sometida a un proceso mecánico cíclico donde se extiende, forman pliegues y se comprime. Esta acción fortalece la red del gluten, dispone las proteínas estableciendo enlaces entre ellas promoviendo su alineamiento. En esta transición del amasado la mezcla inicia una transformación hacia masa dócil y viscoelásticas, presenta un peculiar aspecto seco y satinado. El indicador de mayor preponderancia es el tiempo de amasado, lo que hace referencia al periodo requerido para adquirir la máxima consistencia de la masa. Una masa adecuadamente manipulada logra las características que dan mayor volumen al pan (IEP, 2016).

Durante el amasado las fibras de proteína hidratada inician su estiramiento generando un adelgazamiento de estas que también son orientadas hacia el sentido de elongación, provocando que interactúen. Una vez lograda su mejor constitución, hasta este punto las fibras sufren una gran disminución en cuanto a su diámetro, lo cual da la impresión



que interactúan bidimensionalmente. Como resultado se logra que el gluten posea la capacidad de formar una película continua y muy fina, que el panificador emplea; mediante la técnica de estirar manualmente una pequeña cantidad de masa conocida como el método de membrana, para controlar y estimar el amasado; Adicionalmente se procede a airear la masa, pues al doblarla y comprimirla constantemente, se van formando en su interior minúsculas bolsas de gas que luego se generan más particiones cada vez más pequeñas; mientras más alto sea el factor de retención de aire en dicho proceso, la textura del pan poseerá un mejor acabado (IEP, 2016), las características del amasado se definen en:

- Homogenizar de manera adecuada todos los ingredientes
- Promover la hidratación y disolución de algunos ingredientes, explícitamente el gluten
- Proveer la energía requerida para formar la estructura del gluten en la masa
- Inducir bolsas de aire dentro de la masa para promover la actividad de la levadura
- Desarrollar una masa con propiedades adecuadas para el proceso de panificación

Se debe monitorear la temperatura de la masa, la cual no debe superar los 29 °C., la tenacidad de la masa y la propiedad de capturar gas están enlazados con la temperatura al culminar el amasado. Las masas que ostentan temperaturas sobre los 25 °C denotan mayor fuerza y más tenacidad que aquellas inferiores a 24 °C, donde se evidencia disminución de fuerza y superior grado de extensibilidad, la temperatura adecuada de una masa panificable debe oscilar entre 23 y 26 °C, esto va ligada en función a la proporción de levadura y consistencia de la masa; por ende cuando la masa posea una textura blanda y el contenido de levadura por debajo del 2 % la temperatura ideal es de 26 °C, del modo contrario si la masa se muestra robusta y su carga de levadura es elevado, se debe manejar unos 23 °C, en procesos donde se emplea mayoritariamente maquinas debe manejarse rangos inferiores de temperatura que en panificadoras denominadas domésticas (IEP, 2016; CAUVIAN 2015b).

Quemado de masa, ocasionado cuando se prosigue con este proceso luego de haber logrado su máximo desarrollo, la masa inicia a tornarse más blanda se evidencia menor resistencia a la acción del amasado mermando su capacidad de captar los gases producidos durante el proceso fermentativo. Las cadenas de proteínas sufren una



contracción lo que genera que se hagan más robustas en comparación con aquella masa que se encuentran en su punto óptimo. Por tal razón es necesario imprescindible dotarle la importancia al proceso de amasado y las variaciones de temperatura, considerar los tiempos señalados en las fases de amasado como una recomendación y no como un dato establecido (IEP, 2016).

3.2.5.2 Reposo o fermentación

Esta etapa inicia desde el momento en que acaba el amasado; empieza el proceso fermentativo de la masa y con ello el desarrollo de aromas naturales y en sinergia con los adicionados durante la etapa final de fermentación, proveerán al pan de un sabor, aroma y propiedades para extender su vida útil. Luego de un lapso de tiempo de relajación, el gluten propicia el proceso de adoptar mayor tenacidad, manifestando mayor elasticidad y menos extensibilidad. La masa incrementa su volumen acorde a la temperatura, porcentaje de levadura y periodo de fermentación; se percibe mayor sequedad, lo que facilita su manipulación. Esta etapa primigenia de fermentación aporta gran parte del aroma y sabor del pan; esta transformación de ácidos orgánicos, promueve efecto positivo al reforzar la estructura de la masa (FLECHA, 2015).

Los ácidos orgánicos contribuyen e incrementan preservación del pan luego del horneado. Esta etapa puede darse en un amplio rango que van desde 0 a 55 °C; los agentes que contribuyen al sabor en la masa se predisponen mejor a temperaturas más bajas. Luego de haber sido sometido a un periodo de reposo; la primera fase de fermentación finaliza por lo general al momento que la masa logra duplicar su volumen inicial y también se realiza la acción de presionar con el dedo la marca permanece (IEP, 2016).

La fermentación final ocasiona que la masa muestre mayor consistencia y forma redondeada; se observa buena capacidad de capturar gas por parte del gluten, en los minutos iniciales de cocción, el pan manifiesta una gran expansión en el horno, mientras que al final del proceso presenta ligero descenso de volumen. la miga posee alveolos de manera irregular es irregular, mostrándose húmeda y denotando mejor sabor. La estructura de la corteza se engrosa e impermeabiliza, suceso que favorece a alargar la conservación del pan (FLECHA, 2015).



La fermentación es un estado de transición de una masa inerte hacia un ente vivo. El dióxido de carbono producido se dispersa por las capsulas de aire, lo que provoca un hinchamiento lento lo que conlleva un crecimiento aparente de la masa. Esta funcionalidad reforma curso de alargamiento y direccionamiento del gluten, es precursor de la oxidación de productos adicionales secundarios de la levadura los que ayudan a enlazar las moléculas de glutenina en sus polos. Bajo tales condiciones una masa que presenta fluidez y menor grado compactación tiende a hacerse más manipulable posterior al desarrollo del fermento (IEP, 2016).

La fermentación está supeditada a los ajustes de tiempo y temperatura, puesto que las levaduras se desarrollan de manera diferente según las condiciones a las que son sometidas; a unos 35 °C producen dióxido de carbono a una tasa alta, pero también generan subproductos no deseados. A una temperatura de 27 °C es adecuada debido a lograr un buen nivel de generación de gas lo que ocasiona el incremento de volumen de la masa. Por otro lado, si empleamos rangos de temperatura (20,0 – 24,5 °C.) haciendo que el tiempo de fermentación se extienda se podría lograr mejoras de aroma y sabor en la masa (IEP, 2016).

El gluten desarrolla mejores propiedades plásticas en el transcurso del desarrollo del fermento lo que le permite estirarse y capturar gas de manera más estable; una fermentación corta propicia una masa con volumen reducido textura rugosa, de manera antagónica una fermentación larga y sobre el rango de temperatura la masa disminuye sus propiedades de manipulación y desarrolla aromas ácidos.

Características de la fermentación:

- Generar los precursores del sabor y aroma del pan.
- Desarrollar las propiedades de plasticidad que provee la tenacidad a la masa.
- La temperatura no debe superar los 29 °C, debido que los propicia que los ácidos orgánicos deriven en ácidos acéticos.



3.2.5.3 Horneado

Operación final de elaboración de los panificados, durante la cual la masa es sometida a alta temperatura lo cual ocasiona una rápida expansión del gas en la masa, la evaporación del alcohol, la eliminación del agua, la gelatinización del almidón y la coagulación de las proteínas (IEP, 2016), operación que cierra el proceso de elaboración del pan y se considera una de las etapas claves ya que de una buena cocción obtendremos un pan con un conjunto de cualidades organolépticas que definirán su calidad final. Una cocción llevada a cabo en condiciones desfavorables de temperatura y tiempo puede echar a perder todo el trabajo, ocurren múltiples reacciones que junto a la formación de la corteza transforman un trozo de masa pegajosa e incomedible en una pieza ligera de aroma y sabor agradable, la cocción convierte la masa en pan y es a partir de ese momento que el alimento es digerible (FLECHA, 2015).

La temperatura correcta para hornear es muy importante pues si es demasiado alta, la coagulación de las proteínas ocurre demasiado pronto, antes de que la expansión de los gases alcance su punto máximo si la temperatura es demasiado baja las proteínas no se coagulan lo suficiente para brindar soporte a la estructura del pan (IEP, 2016). La temperatura de cocción no puede en ningún caso sesgarse; para los distintos tipos de horno, es mucho más aproximado hablar de tiempos de cocción puesto que intervienen muchos factores, podemos señalar que para una porción de masa se requieren de 12 minutos por cada 100 gramos (FLECHA, 2015).

El centro del pan al estar aislado por la masa durante los primeros minutos de horneado es totalmente insensible a cualquier cambio y la producción de gas continua al máximo, el centro del pan gana un período adicional de expansión; con el tiempo el centro de la pieza comienza a calentarse y a medida que la temperatura va incrementando comienza una progresión de cambios físico-químicos y bioquímicos que se manifiestan con fermentación intensa que ocasiona que la producción de gas carbónico se acelere provocando una fuerte dilatación que logra un desarrollo espectacular del pastón (IEP, 2016). La temperatura interna del pastón alcanza 50-60 °C la masa aún plástica bajo el empuje combinado del vapor de agua y la dilatación del gas carbónico que se amplifica continúa desarrollándose todavía, simultáneamente el aumento de temperatura progresa hacia el centro y la gelificación del almidón, así como la coagulación del gluten se da inicio a partir de los 70 °C con lo que finaliza la plasticidad de la masa y de su desarrollo,



el pan ha alcanzado su volumen definitivo; el almidón se mantendrá estructuralmente por sí solo, ejercerá el control que antes asumían las membranas proteicas de muy poca fuerza intrínseca pero su capacidad de retener gas determina la forma del pan (FLECHA, 2015).

La masa al calentarse inactiva la levadura, cuando la temperatura interna alcanza los 55 °C, la miga del pan se forma a partir de la transformación que sufre el almidón debido a un aumento progresivo de la temperatura. Es en esta fase donde se forma el alveolado de la miga la estabilidad de la estructura se mantiene gracias a los gases atrapados que se expanden cuando se calientan y mantienen presión sobre los alvéolos (IEP, 2016).

La levadura juega un papel determinante durante los primeros minutos de cocción. Con el progresivo aumento de la temperatura hasta los 55 °C, la levadura intensifica el consumo de azúcares y en consecuencia la producción de gas carbónico. Ello se traduce en un espectacular aumento del volumen del pan, proporcional, en ciertos aspectos, a la cantidad de levadura, a la cantidad de azúcares disponibles y a cambios de presión sufridos por la masa y directamente relacionados con el aumento de la temperatura. Dichos cambios de presión producen la dilatación alveolar y contribuyen firmemente al desarrollo del pan (FLECHA, 2015).

Al aumentar la temperatura hasta los 85 °C aproximadamente, el almidón pasa definitivamente al estado semilíquido y pastoso propio de la masa al estado sólido propio de la miga, el almidón es fuertemente hidrolizado durante la fase de gelatinización; esta reacción enzimática se acelera con el gradual aumento de la temperatura sufrido por la masa al inicio de la cocción (FLECHA, 2015).

La formación de la corteza es el clímax del horneado donde el espesor y demás características definen en gran medida al producto (pan); a diferencia de la estructura interna del pan (la miga) en la región de la corteza; los procesos y mecanismos físico-químicos que ocurren durante el horneado son bastante más complejos, la condensación en la superficie de la pieza de pan al principio del horneado es esencial para el desarrollo del brillo. A medida que la superficie de la pieza se deshidrata, el frente de evaporación se desplaza por debajo de la misma y comienza a formarse la corteza del pan (IEP, 2016). Externamente al frente de evaporación se encuentra la corteza y en ella la



temperatura estará siempre en aumento buscando equilibrarse con la temperatura de la cámara del horno, al calentarse más, se evapora el agua ligada y la corteza adquiere su forma crujiente característica.

El color deriva principalmente de las reacciones de Maillard en estas reacciones participan las proteínas, los aminoácidos, los azúcares y posteriormente participan las grasas; esta reacción es responsable de los principales atributos de color, sabor y olor de la corteza; se obtienen sabores complejos como consecuencia de las múltiples reacciones químicas que se suceden generando una serie de subproductos diferentes; las reacciones de Maillard generan un pardeamiento no enzimático que conduce a la formación de pigmentos denominados melanoidinas, maltol y otros compuestos (IEP, 2016).

La fuerte evaporación de la pared externa disminuye en tanto que su temperatura aumenta, la corteza empieza a formarse, la caramelización de los azúcares residuales presentes en la masa provoca su coloración el grosor se obtiene mediante el secado del pan, la corteza crece desde afuera hacia adentro, los primeros segundos del horneado son vitales para la formación de una corteza con brillo; cuando el pastón entra al horno, la superficie de la pieza está expuesta a una radiación intensa y en algunos casos convección (IEP, 2016). La temperatura interior del pan durante la cocción ronda los 100 °C en tanto que la temperatura exterior de la corteza soporta un calor medio de 225 °C (FLECHA, 2015).

Durante el horneado se producen una serie de reacciones, tanto físicas como químicas, a partir de los 130 °C, los azúcares provenientes de la actividad enzimática y concretamente las dextrinas y la maltosa, empiezan a caramelizarse (proceso de dextrinación). A medida que la temperatura en la superficie del pan aumenta lo hace también la caramelización y de ahí se forman los aromas y el sabor particular de la corteza; al finalizar la cocción la temperatura de la miga oscila en torno a los 95-100 °C y su humedad en torno al 30-45 %, estos valores son referenciales (FLECHA, 2015).



3.2.5.4 Reseña del Taparaco y descripción del proceso de elaboración

El Taparaco tiene su origen en la ciudad de Abancay se atribuye su origen gracias a la influencia palestina presente en la ciudad desde los años 1800; según el libro “Abancay, Trazos de su historia” de Luis Echegaray, 2018 Los panes de Abancay, según se han recogido datos, tienen influencias palestinas, como son: El pan rejilla. Este pan simula una ventana morisca de entre rejas; Pan común: Es el pan árabe, solo que más tostado; Pan Misti; es redondo y macizo, con una contundencia en el peso; Roscas: Con o sin Azúcar: son panes en forma de trenzas circulares y el Taparaco pan típico de tamaño grande y forma triangular o rectangular; es crujiente como una tostada, pero más suave y cremoso está compuesto por harina de trigo y una gran cantidad de grasa de cerdo. Su nombre alude a un insecto nocturno, cuyo nombre en quechua es taparu, este producto se popularizó por su singularidad pero pocos panaderos experimentados lograron desarrollar el Taparaco con las características idóneas entre estos destacados panificadores resaltan la panadería el maestrillo de la familia Rojas ubicada en la urbanización magisterial así como la señora Vicenta Valer de Barrionuevo ubicada al interior del pasaje que parte de la avenida Prado alto y finalmente debo mencionar a la señora Elisa Hilda Gonzales quien laboró durante muchos años en la panadería Mónica en la casona de la avenida Núñez cerca a la calle la Victoria, lugar donde tuve la fortuna de acompañar a mi madre cuando niño al momento de realizar los Taparacos y wawatantas, donde la señora compartía su conocimiento.

La fórmula que se empleó para la realización de este producto de vital importancia para la tesis, se origina de la información brindada en aquellos años por la señora Hilda hacia mi madre Basilia García y recurriendo a sus recuerdos se concretizó la elaboración del Taparaco. La forma tradicional de realizar el amasado era en bateas de madera se guardaba una porción de masa del día anterior algunos usaban borra, sedimento de la chicha de jora para el leudado para lo cual se dejaba reposar 2 horas cubierto con un mantel elaborado con la talega de la harina, como grasa se usaba la manteca de cerdo, se adicionaba huevo para resaltar su valor nutricional así como también se emplea el anís para mejorar el sabor y aroma que despiertan luego de los procesos de horneado que se realizan tradicionalmente en hornos de mampostería con pisos de ladrillos alimentados con leña de chachacomo, eucalipto, capulí.



PANIFICADORA
EL MAESTRITO

De: Marcelina Contreras de Rojas
ELABORAMOS EL VERDADERO PAN COMÚN
Teléfono 083-324740 Cel 913419230
Elaboramos todo tipo de Panes, Bizcochos
Taparacos Especiales, Pasteles y el Tradicional
Panetón "EL MAESTRITO". Elaboramos bocaditos
para todo tipo de compromisos.
**ATENCIÓN PREFERENCIAL A
NUESTRA DISTINGUIDA CLIENTELA**

Calle Cesar A. Vallejo Mz. E Lote 09 Urb. Magisterial Telf. 083-324770
Tienda Jr. Arequipa N° 701-A - Abancay - Apurímac

Figura 3 — Referencia de panadería representativa

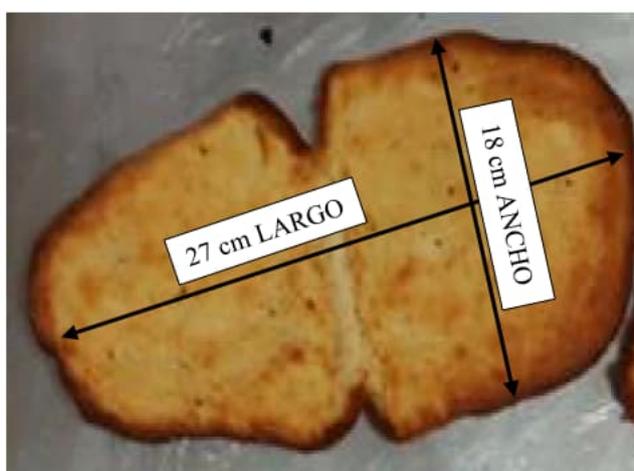


Figura 4 — Dimensiones promedio de Taparaco

La información acerca del proceso de elaboración, no existe en documentos oficiales por lo que ha sido recopilada de panaderos experimentados; para enriquecer esta información se ha revisado múltiples textos sobre panificación en general para poder realizar una estructura del proceso de elaboración, en base a la información que se ha logrado unificar.

a) Dosificado

Disponer la cantidad de materia prima e insumos intervinientes para el proceso de elaboración de Taparaco en base a la formulación planteada en el proyecto de tesis.



Figura 5 — Dosificado de las formulaciones

a) Mezclado

Etapa en la cual la materia prima e insumos se dispone sobre una superficie inocua y de manera progresiva se comienza a realizar la interacción entre todos los ingredientes buscando su cohesión homogénea.

b) Amasado

Operación unitaria de acción mecánica que promueve el desarrollo del gluten y lograr las características deseadas en la masa que sea capaz de encapsular el gas CO₂ producido durante la etapa de fermentación y de este modo obtener los atributos deseados en los productos de panadería. El rango de tiempo para el proceso de amasado se ve influenciado por el tipo de equipo, cantidad de harina y calidad de la harina utilizada.



Figura 6 — Masa lista para dividir

c) Boleado

En esta etapa se corta la masa en porciones semejantes, para este caso en particular de 112 ± 2 gramos en promedio, esta operación la realizan de manera mecánica o manual. Seguidamente se procede con el boleado que consiste en formar bolas de masa.



Figura 7 — Bollos de masa

d) Reposo o Fermentación

La masa es cubierta con una película plástica transparente no porosa, limpio y desinfectado, cuyo propósito es evitar que la superficie se reseque; la masa empieza el proceso de leudado donde por efecto de las levaduras y generación del gas va incrementando su volumen; esta etapa cumple la función de promover el desenvolvimiento del gluten, se generan los aromas que otorgan sus propiedades organolépticas al Taparaco.

Durante esta etapa la temperatura no debe ser superior a 32 °C; la temperatura ideal es de 26 °C; se plantea dos tiempos para cada formulación, los cuales son de 90 y 120 minutos respectivamente.

La cámara de fermentación ostenta y mantiene una humedad relativa del 75 %, un rango de entre 65 a 85 %, estos parámetros favorecen el desarrollo de la levadura.



Figura 8 — Temperatura de fermentación (a), Bollos en reposo (b)

e) Estiba y moldeado

Las bandejas previamente untadas con grasa para que la masa no se adhiera, en este caso se usó manteca vegetal. Se dispone los bollos que pasan a ser moldeados; esta labor se realiza con un tubo de acero inoxidable, el procedimiento consiste en alargar la masa hasta obtener la forma y espesor adecuada luego se unta con aceite y se procede al plegado de la masa preformada quedando como una mitad de elipse, adquiriendo una forma semejante a la empanada.

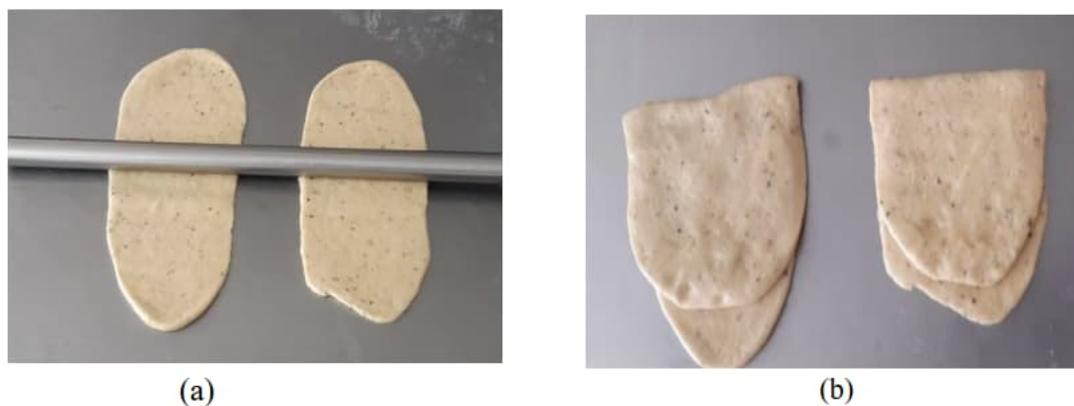


Figura 9 — Moldeado de Taparaco (a), Taparaco plegado (b)

f) Segundo reposo y/o fermentación

Una vez moldeado el Taparaco las bandejas se cubren con film plástico transparente no poroso, limpio y desinfectado se deja reposar entre 30 y 45 minutos.



(a)



(b)

Figura 10 — T° de fermentación (a), fermentación de Taparaco (b)

g) Horneado inicial

El proceso de cocción es un fenómeno físicoquímico donde interactúan el tiempo y la temperatura de horneado, si la masa se somete a una temperatura baja y un tiempo largo, nuestro Taparaco resulta seco y desarrolla una costra gruesa mientras que, si el horno esta sobrecalentado y se somete a periodos cortos de tiempo, se obtiene una costra delgada y habrá ganado coloración; sin embargo, la masa no alcanzará el grado de cocción requerida.

Esta fase se realiza durante 20-25 minutos 150-140 °C aproximadamente; en esta etapa se cocina la parte externa de Taparaco debido a su disposición característica.



(a)



(b)

Figura 11 — T° de horneado inicial (a), Taparaco primer horneado(b)

h) Despliegue

Se abre el pliegue realizado durante el proceso de moldeado, esto con el propósito de permitir la cocción completa e interna de Taparaco.



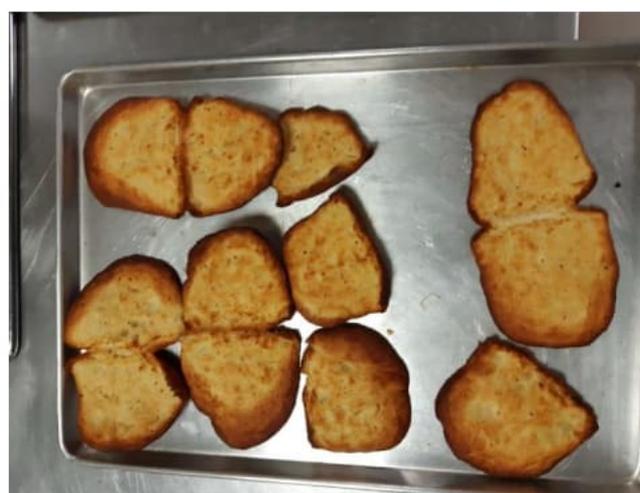
Figura 12 — Taparaco desplegado

i) Horneado final

Se realiza por aproximadamente 15-20 minutos, entre 143-135 °C, en esta etapa se cocina por completo el Taparaco, esta etapa es donde se adquiere la textura crocante y característica del producto final.



(a)



(b)

Figura 13 — T° horneado final (a), Taparaco completamente horneado (b)

j) Enfriado

Proceso de intercambio de calor donde la temperatura desciende hasta la del ambiente, en un área adecuado e inocuo, estrictamente dispuesto para este fin, debido a que posterior a esta etapa el Taparaco puede ser vulnerable y susceptible a contaminación.

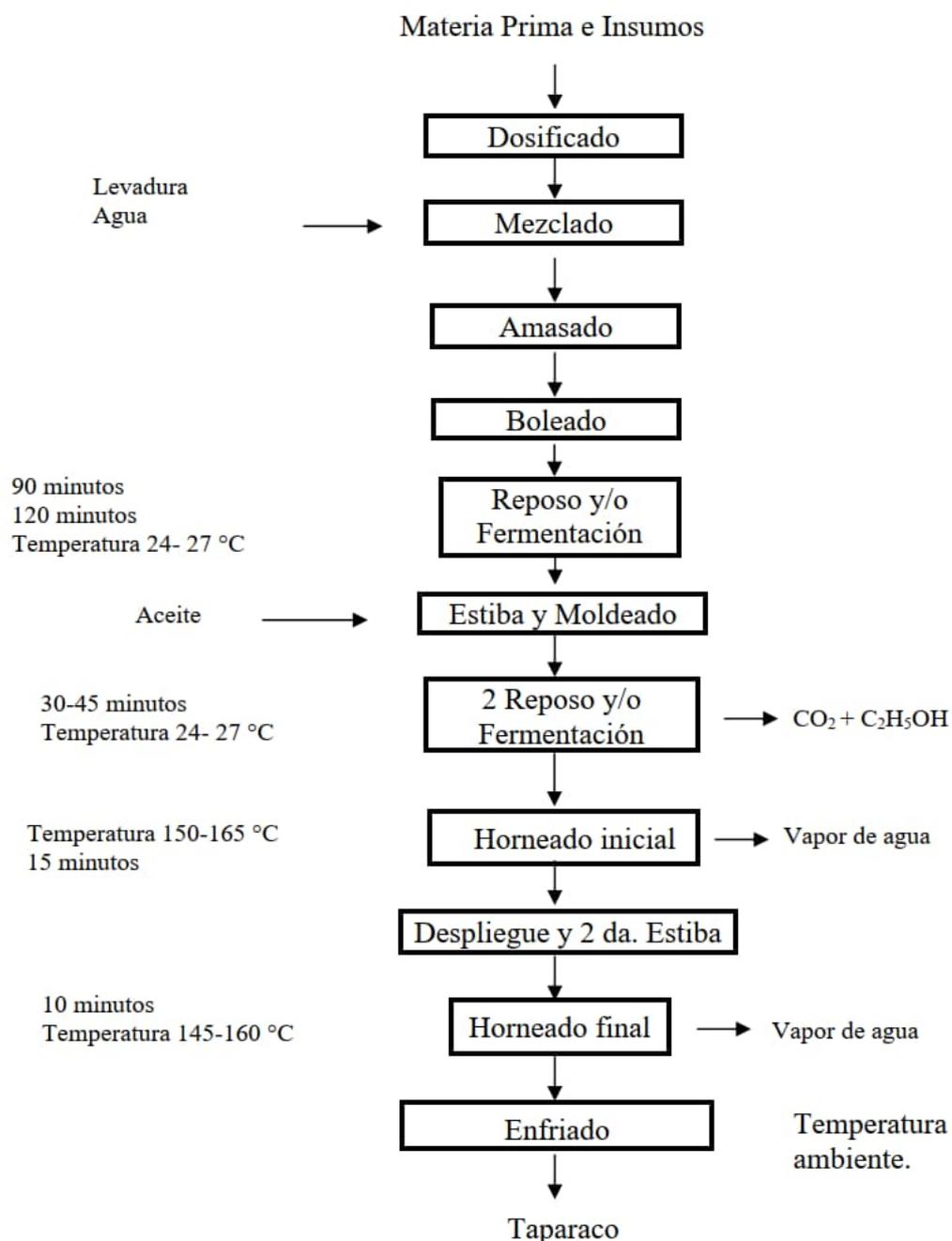


Figura 14 — Flujograma de proceso de elaboración de Taparaco



3.2.6 Retrogradación de Almidones

Fenómeno habitual que sucede en el pan se presenta en el momento que las moléculas de almidón interactúan y se disponen de manera estructurada, este hecho comienza a generarse posterior a finalizar el proceso de panificación, luego del cual se da inicio al de enfriamiento y envejecimiento; la secuencialización de los estados a partir de masa al pan fresco y al envejecimiento, así como las alteraciones que van sucediendo como consecuencia del recalentamiento del pan y una apariencia a fresco se observan en la figura 14 los gránulos de almidón en la etapa de masa son de menor tamaño debido que aún no han sido gelatinizados, se aprecia el gluten cubriendo el borde exterior de los gránulos y como enlace entre ellos, generando una fase continua; se observa a la amilopeptina como una sola partición de estructuras moleculares en forma de hélice ordenadas en secciones cristalinas. La amilosa se manifiesta en forma no definida con una conformación de hélices simples; del mismo modo las grasas polares que presentan predisposición para reaccionar con la amilosa mientras se van sucediendo las fases de panificación (APUNTE y LEÓN, 2012).

El pan fresco, revela las alteraciones que dan inicio luego de haber sido extraído del horno, mientras ocurre su enfriado; durante el horneado se desvanece la cristalinidad de la amilopeptina transformándose y dando paso hacia la gelatinización y gelificación del glóbulo. Con esta variación del almidón, algunas moléculas de amilopeptina encuentran la autonomía de expandirse en la zona intergranular. La amilosa, que fue sometida a lixiviación de las moléculas gelificadas, se observa en este lugar del mismo modo la amilosa efluente se presentan como hélices dobles hélices retrogradadas. la amilosa en el pan fresco se mantiene en los gránulos conformando una estructura helicoidal por las grasas de sus polos que están presentes en la harina (APUNTE y LEÓN, 2012).



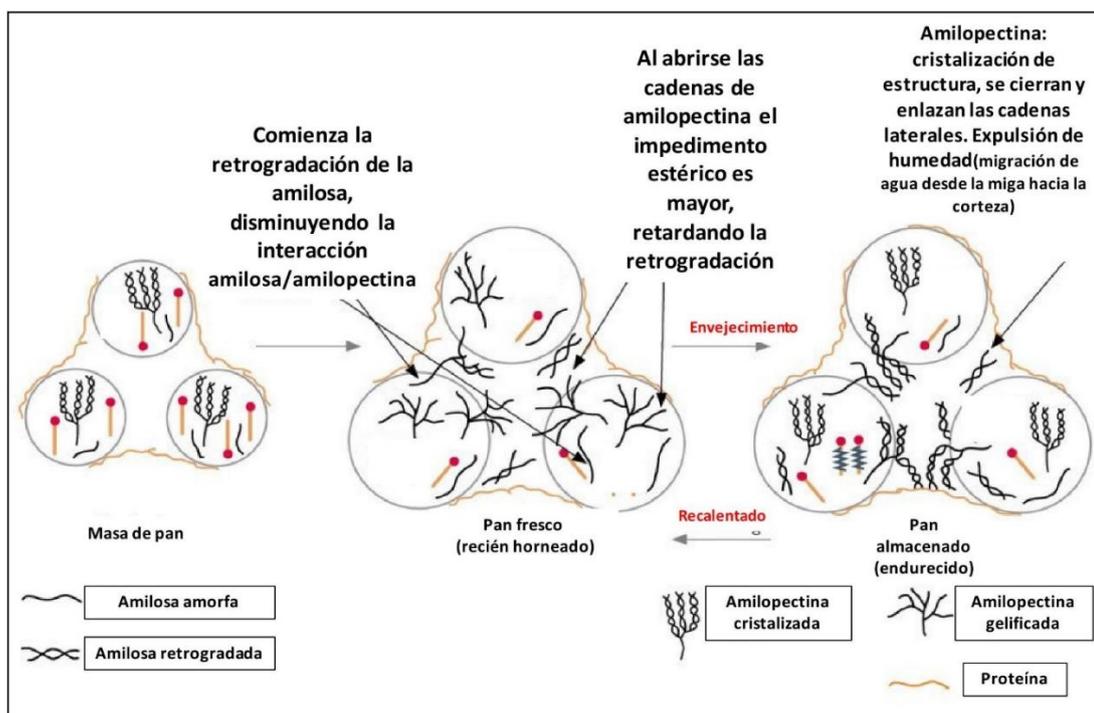


Figura 15 — Envejecimiento de la miga del pan.

Extraído de PALACIOS, 2004

El pan envejecido revela una “reconfiguración del armazón de doble hélice en la sección amilopectina y su reestructuración en segmentos cristalinos en el proceso de envejecido”; Esta forma de organización incide en la solidez del gránulo de almidón gelatinizado como el material intergranular, actuando como un “entrelazamiento físico” que recae sobre el gel estructurado. La amilasa evita que la firmeza incremente como secuencia de la retrogradación del almidón, esto podría haberse iniciado en el horno, luego del proceso de gelificado de las moléculas de almidón; al sufrir un calentamiento, el envejecimiento se muestra temporalmente como ciclo reversible (APUNTE y LEÓN, 2012).

3.2.7 Principales alteraciones microbiológicas de los panes

El pan debido a su composición resulta en un medio que posee las condiciones para el desarrollo de flora microbiana. “La alteración microbiana más frecuente en el pan es el "enmohecimiento", conocido generalmente como "florecido" cuando los microorganismos que actúan son mohos, y el "ahilamiento" cuando se trata de bacterias”. Durante el horneado, el pan es sometido a una temperatura de 200-230 °C, rango que elimina toda forma de vida; sin embargo, en la parte interna del pan se logra alcanzar un rango de hasta 100 °C que sólo es capaz de erradicar las formas vegetativas. La microflora persistente, surge al momento que las condiciones de temperatura se encuentran dentro



de los rangos ambientales, por lo general dentro de las 24 a 36 horas, se manifiesta la carga fúngica, alterando el pan (APUNTE y LEÓN, 2012).

Las causas del enmohecido se atribuyen a esporas de mohos en el aire y superficies de paredes, máquinas y utensilios que se posan sobre superficies del pan y posteriormente se desarrollan nuevas colonias. La existencia de esporas en la superficie del pan, no significa de manera absoluta el desarrollo de estas, para que esto ocurra, las esporas mencionadas han de hallar condiciones favorables. Por lo general el pH (del pan) siempre le es favorable, un factor detonante es la humedad relativa del aire (APUNTE y LEÓN, 2012).

3.2.8 Evaluación sensorial

El análisis sensorial es un método eficaz debido a que emplean los sentidos; lo que permite describir las características organolépticas del alimento, así como de los productos manufacturados. El evaluar a través de sensaciones es natural en el ser humano puesto que desde el primer instante que ingerimos algún producto comenzamos a realizar un juicio sobre el producto en mención, dando a conocer nuestra percepción denotando sus atributos como sabor, olor, textura, aceptabilidad. Por tanto, bajo estas premisas, es vital que los sentidos logren un alto grado de sensibilidad para emitir una conclusión veraz (SANCHO, 1999; DIAZ y FLOREZ, 2017).

Todo alimento que ha de ser comercializado debe estar sujeto a determinados parámetros que garanticen salubridad y calidad del producto, para ser apto para el consumo humano, más aún al contar con el respaldo de una marca comercial las exigencias se acrecientan, puesto que debe ostentar las propiedades que sostienen su renombre como producto comercial. La herramienta esencial para desarrollar la evaluación sensorial son las personas, son el instrumento de medición adecuado, ya que el ser humano es un ser sensitivo y un equipo no puede brindar la información requerida para realizar una evaluación efectiva (SANCHO, 1999; DIAZ y FLOREZ, 2017).

Sabor es la interpretación psicológica de la respuesta fisiológica a estímulos físicos y químicos, causados por los constituyentes del alimento saboreado; el sabor es el resultado de cuatro propiedades: olor, aroma, gusto y textura por lo que su medición y apreciación resultan más complicadas que cada característica individualmente. El sabor posee dos



peculiaridades; la rapidez de percepción que se denota en función del tiempo que demora en ser percibido el segundo el regusto que se refiere al tiempo que persiste la sensación aun habiendo desaparecido el estímulo que lo genera (UREÑA y D`ARRIGO, 1999).

Textura propiedad que se detecta mediante el tacto, vista y oído, se manifiesta por la deformación del alimento, los atributos de textura se clasifican en tres denominaciones que son propiedades mecánicas, geométricas y constitución estas particularidades son el resultado de la interacción de las características físicas y químicas que comprenden la forma, tamaño, numero, origen y distribución estructural de sus elementos constituyentes. Se pueden realizar por métodos sensoriales e instrumentales (UREÑA y D`ARRIGO, 1999).

Las características texturales están a menudo asociadas con intervalos más o menos distintos del proceso de masticación, es decir impresión al primer mordisco, durante la masticación y residual. Se definen los términos descriptivos adecuados para que cada atributo textural pueda ser cuantificado en escala o categorías para su posterior evaluación según (LEWIS, 1993) citado por UREÑA y D`ARRIGO (1999).

3.2.9 Prueba de aceptabilidad

También conocido como análisis afectivo; mediante esta prueba se busca cuantificar este raciocinio en base a los datos obtenidos de un grupo de evaluación establecido y sujeto a distintos factores psicosociales de consumo, cultura, poder adquisitivo, estrato social, entre otros aspectos, existe una tendencia de semejanza en gustos, preferencias, intereses; información que es sometida a procesos estadísticos para su ponderación. La preferencia o repulsión de un alimento sobre los demás, están sujetos a ser dilucidados a través de la evaluación de preferencia; esto puede realizarse por elección, así como por agrupación de éstas, bajo una regla de parcialidad como son las opiniones hedonistas (UREÑA y D`ARRIGO, 1999).

Dentro de las pruebas hedónicas podemos encontrar: pruebas de preferencia (preferencia pareada y categorías de preferencia) y pruebas de aceptabilidad; muchas veces se confunden el término preferencia con aceptabilidad, sin embargo, son terminologías diferentes. Aceptabilidad se refiere al grado de gusto o disgusto de una persona sobre un producto. Se basa en una escala de medición de una persona y su comportamiento.



Mientras que preferencia se refiere a la elección entre varios productos sobre la base del gusto o disgusto. Se basa en la elección de una persona entre un conjunto de alternativas, dos o más productos (REYNA, 2007).

Una ventaja principal es que provee de información esencial del producto. Así mismo permite identificar el grado de gusto o disgusto de un producto y relaciona el perfil descriptivo y otras variables para poder optimizar o mejorar el producto; dentro de las limitaciones podría suscitarse que los resultados no sean tan claros y pueden dar un pobre diagnóstico, debido a que se trata de la apreciación en relación a los gustos y preferencias de panelistas. Puede resultar difícil obtener un panel representativo de la población objetivo y finalmente los datos o categorías de preferencia pueden ser ambiguos (REYNA, 2007).

RAMIREZ-NAVAS (2012) cita CLARK *et al.*, (2009), las pruebas de aceptación también se conocen como de nivel de agrado, estas pruebas son un componente valioso y necesario de todos los programas sensoriales; Se emplean para determinar el grado de aceptación de un producto por parte de los consumidores y según su tipo, permiten medir cuánto agrada o desagradó dicho producto. La aceptabilidad de un producto generalmente indica el uso real del producto (compra y consumo); para determinar la aceptabilidad de un producto se pueden usar pruebas de ordenamiento, escalas categorizadas y pruebas de comparación pareada.



CAPÍTULO IV METODOLOGÍA

4.1 Tipo y nivel de investigación

4.1.1 Tipo de la investigación

Esta investigación en función de los datos recopilados y objetivos planteados corresponde al enfoque cuantitativo, con respecto a las variables de estudio es de tipo experimental puesto que se pretende determinar el efecto de la sustitución de harina de trigo por la de tarwi, así como el tiempo de reposo sobre la aceptabilidad y el contenido proteico de Taparaco.

4.1.2 Nivel de la investigación

La presente investigación acorde a la interacción de las variables planteadas y los resultados obtenidos se ajustan al nivel explicativo.

4.1.3 Diseño de la investigación

El diseño de investigación a emplearse es experimental, puesto que existe manipulación de variables como niveles de sustitución de harina de tarwi por harina de trigo y tiempos de reposo (fermentación) que influirá en la aceptabilidad (textura y sabor) del mismo modo se plantea emplear dos periodos de reposo de la masa y observar la variación correspondiente por lo tanto se trabajó con el diseño completamente al azar (DCA).

Tabla 3 — Esquema del desarrollo experimental

Tiempo de reposo 90 minutos						Tiempo de reposo 120 minutos				
N° Repetición	Porcentaje de sustitución					Porcentaje de sustitución				
	10 %	15%	20%	25%	0%	10%	15%	20%	25%	0%
R 1	X ₁₁	X ₁₂	X ₁₃	X ₁₄	C ₁₅	X ₁₆	X ₁₇	X ₁₈	X ₁₉	C ₁₁₀
R 2	X ₂₁	X ₂₂	X ₂₃	X ₂₄	C ₂₅	X ₂₆	X ₂₇	X ₂₈	X ₂₉	C ₂₁₀
R 3	X ₃₁	X ₃₂	X ₃₃	X ₃₄	C ₃₅	X ₃₆	X ₃₇	X ₃₈	X ₃₉	C ₃₁₀

X_{ij}: unidades experimentales
 i= 1,2,3 número de repetición
 j= 1, 2, 10 número de muestra



4.2 Población y muestra

4.2.1 Población

La población para realizar las pruebas de aceptabilidad está conformada por la totalidad de Taparaco que fue elaborado con las 4 proporciones de harina de tarwi más la fórmula control, cuya masa fue sometida a dos periodos de reposo.

Por lo que se elige un tamaño de prueba de 1500 gramos de harina y/o mezcla como base de cálculo para la formulación panadera de Taparaco; se elige esta cantidad por practicidad puesto que brinda facilidad de manipulación por tanto, se tiene 1500 gramos por cada nivel de sustitución, siendo planteadas 04 formulaciones más 01 fórmula control, de donde resulta 7500 gramos de harina y/o mezcla por repetición, puesto que se debe realizar por triplicado obtenemos un total de 22500 gramos de mezcla de harina.

4.2.2 Muestra

4.2.2.1 Técnicas de muestreo

La muestra no probabilística provee la ventaja de no requerir representatividad de una población, sin embargo, exige una cuidadosa selección de individuos con características determinadas de antemano; durante el proceso de plantear el problema; lo cual se denomina muestra dirigida que a su vez presenta cierta semejanza a un tipo de muestreo empleado cuando se tiene una población finita (HERNANDEZ, FERNANDEZ y BAPTISTA, 2010).

La cantidad para ser sometida a evaluación en el presente trabajo resulta de aplicar el muestreo no probabilístico puesto que el Taparaco fue elaborado en una cantidad preestablecida según la formulación planteada de la cual se busca evaluar la aceptabilidad en función de dos atributos como son el sabor y textura, además obtener información acerca de la influencia del tiempo de reposo de la masa.

La cantidad requerida de Taparaco para la realización de la prueba de aceptabilidad para cada panelista se considera un tamaño de muestra de aproximadamente 25 gramos de Taparaco de cada nivel de sustitución por lo que se considera la cantidad de 30 panelistas; además la prueba se hizo considerando 2 periodos de reposo; por lo que se obtiene una cantidad de 1500 gramos de producto por cada formulación; cabe indicar



que se propone 04 formulaciones y 01 formula control, de las cuales se realizaron 3 repeticiones.

4.3 Procedimiento de la investigación

4.3.1 Etapas de la experimentación

A continuación, se detalla los procedimientos realizados durante la ejecución del trabajo de investigación:

- Se adquirió el tarwi variedad (Apurímac I y II) procedente de Andahuaylas en el mercado central de Abancay se procedió a realizar las operaciones para la obtención de la harina, la fase de secado se realizó en el horno rotatorio de la UNAMBA seguidamente se procedió a la molienda en un establecimiento del sector de las américas finalmente se procedió a su almacenamiento; el proceso de desamargado se realizó mediante la metodología descrita por (ÁLVAREZ, 2012) ver Anexo N.º 1.
- El Taparaco fue elaborado empleando el método directo de panificación según el diseño experimental planteado aplicando las proporciones a sustituir entre harina de trigo (HT), la de tarwi (HL); HT/ HL como: 90/10, 85/15, 80/20,75/25 y una formula control 100/0, así como realizar el reposo de la masa en dos tiempos uno de 90 y otro de 120 minutos, esta operación fue realizada en múltiples ocasiones hasta lograr la estandarización del proceso para obtener el producto acorde a sus características; todo el proceso de elaboración se realizó en el taller de panificación donde se cuenta con un horno eléctrico y demás equipamiento requerido.
- Las pruebas de aceptabilidad fueron realizadas en laboratorio de análisis sensorial de la UNAMBA-EAP Ingeniería Agroindustrial para poder determinar que tratamiento posee mejor aceptación a razón de sus atributos de textura, sabor y el tiempo de reposo de cada formulación de Taparaco estas pruebas se hicieron mediante un panel no entrenado conformado por estudiantes de la EAP Ingeniería Agroindustrial; mediante la prueba se busca determinar la mejor formulación en base a la aceptabilidad.
- Los datos obtenidos fueron sometidos al método no paramétrico de Friedman el cual emplea una estrategia de aplicar escala de rangos para su análisis de varianza con el objetivo de identificar una formulación que obtenga mejor aceptabilidad respecto a atributos evaluados (sabor, textura).



- El Taparaco elaborado en cada formulación, fue sometido a pruebas de análisis proximal en el laboratorio de la EAP Ingeniería Agroindustrial para determinar el contenido de humedad, ceniza y grasa.
- Respecto al contenido proteico y fibra dietaría fueron las muestras se enviaron al laboratorio de la UNSAAC para su análisis, del mismo modo la harina de tarwi; para contar con referencia concreta.

4.4 Técnicas e instrumentos

4.4.1 Técnica de elaboración de Taparaco

El Taparaco se elaboró mediante el método directo de panificación, de acuerdo a la dosificación establecida en la tabla 4, donde se detalla la fórmula para cada tratamiento.

Tabla 4 — Formulación del Taparaco con sustitución parcial de harina

Adaptado de VELÁSQUEZ, 2000

Ingredientes	Formula panadera	H. Tarwi (g)	H. Trigo (g)	Cantidad (g)
Control	0 %	0	1500	1500
Porcentaje de sustitución de harina de tarwi	10 %	150	1350	1500
	15 %	225	1275	1500
	20 %	300	1200	1500
	25 %	375	1125	1500
	Total (g)	1050	6450	
Margarina	10 %			150
Levadura	3,0 %			45
Huevo	03 und.			150
Azúcar	15 %			225,5
Sal	1,5 %			22,5
Anís	3,0 %			45
Agua	60 %			900
Total, mezcla (g)				3037,5

4.4.2 Técnica para la prueba de aceptabilidad

Ordenamiento de análisis afectivo (ranking) se realiza presentando las muestras a la vez para ser ordenadas por el juez de acuerdo a la preferencia en función de un determinado atributo; pudiendo realizarse un análisis extra para un atributo diferente con una sola muestra; el análisis consiste en ordenar según preferencia y otorgar a cada muestra una posición (UREÑA y D'ARRIGO, 1999).

Prueba de aceptabilidad (escala hedónica) las muestras serán presentadas para ser evaluadas mediante una escala hedónica de 9 puntos donde se considera los atributos de textura y sabor con el propósito de obtener la muestra con un máximo nivel de aceptabilidad. Los procesos de evaluación se dieron en la universidad nacional Micaela Bastidas de Apurímac con la colaboración de un panel no entrenado, cuyo número recomendado a través de revisión bibliográfica es de 30 personas, conformado por estudiantes y docentes de entre 17- 60 años de edad, a los cuales se pidió que evalúen el grado de preferencia de Taparaco mediante las fichas de evaluación proporcionadas (ver anexo 3). Los resultados fueron evaluados estadísticamente, aplicando la prueba no paramétrica de Friedman, usando un 5 % de nivel significancia.

4.4.3 Técnicas para determinar la composición proximal

Los métodos empleados en el presente trabajo de investigación tanto en laboratorio de la Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac como en la Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco; son procedimientos normalizados por la AOAC 1999.

a) Humedad

“Método AOAC. 925.10, basada en la pérdida de peso que sufre la muestra por calentamiento hasta obtener peso constante” laboratorio UNAMBA.

b) Cenizas

“Método AOAC 923.03: incineración de la muestra a 600 °C para quemar todo el material orgánico, al material inorgánico no destruido se le llama ceniza” laboratorio UNAMBA.



c) Grasas

“Método AOAC 920.39: Método Soxhlet, con extracción discontinua con éter de petróleo; luego de la evaporación del solvente se registró el peso del extracto etéreo (grasa bruta)” laboratorio UNAMBA.

d) Proteínas

“Método AOAC 955.04/90: Método de Kjeldahl, tratamiento con ácido sulfúrico concentrado, luego de destilado se calcula el nitrógeno presente y se expresa como proteína bruta, previa utilización del factor de conversión” (enviado al laboratorio UNSAAC).

e) Fibra dietaria total

“Método de la AOAC. 962.09/90, cuantificar el remanente posterior a la eliminación de los carbohidratos solubles por hidrólisis a moléculas más simples (azúcares) mediante la acción de los ácidos y álcalis débiles en caliente” (enviado al laboratorio UNSAAC).

f) Extracto libre de nitrógeno

Se determina por diferencia

$ELN = 100 - (\text{Agua} + \text{Ceniza} + \text{Grasa} + \text{Proteína} + \text{Fibra})$

4.5 Material de la investigación

4.5.1 Instrumentos para desarrollar la investigación

Ficha de evaluación con escala hedónica

Programa Excel 2016 - Microsoft office

Prueba estadística no paramétrica de Friedman

4.5.2 Reactivos

Éter de petróleo marca JT Baker

4.5.3 Equipos

Equipo Soxhlet marca Selecta

Mufla, rango de temperatura de 0 – 1100 °C marca Thermconcept

Estufa, rango de 30 – 250 °C marca Memmert

Balanza analítica, cuya precisión es 0,0001 g., marca Sartorius



4.5.4 Instrumental y accesorios de la investigación

Vasos precipitados de 50,100, 250 y 1000 ml marca Pyrex

Placas Petri marca Pyrex

Probetas volumétricas de 50 y 100 ml marca Bomex

Crisoles de calcinación marca Isolab

Mechero bunsen sin marca

Desecador de muestras sin marca

Embudo de vidrio de vástago largo marca Eurolab

Papel filtro genérico

Pinzas genérico

Algodón marca CKF

4.6 Análisis estadístico

Las pruebas de aceptabilidad no obedecen a una distribución normal puesto que son variables categóricas que trabajan dentro de intervalos estructurados de manera ordinal en este caso se trabaja con nueve puntos, a su vez se evalúa 4 muestras y 1 control donde se busca evaluar los atributos de textura y sabor; bajo estas condiciones el mejor estadístico a aplicar es la metodología no paramétrica donde la mejor opción es emplear el test de Friedman que también es recomendado por la norma UNE-ISO 8587-2006 análisis sensorial metodología y ordenación en cuyo anexo A, determinación de la condiciones del ensayo y en su tabla A.1 presenta el estadístico a emplear según determinadas condiciones.



Tabla 5 — Elección de los parámetros del ensayo en función de su objetivo

Objetivo del ensayo	Cualificación de los jueces	Numero de jueces	Metodo estadístico		
			Comparación respecto a un orden conocido Desempeño de los jueces	Orden no conocido de los productos (comparación de los productos)	
				2 productos o muestras	> 2 productos o muestras
Evaluación del desempeño individual	Catadores o catadores expertos	No fijado	Test de Spearman		
Evaluación del desempeño de un grupo	Catadores o catadores expertos	No fijado	Test de page	Test de signos	Test de Friedman
Evaluación de un producto según un criterio descriptivo	Catadores o catadores expertos	Preferiblemente de 12-15			
Evaluación del producto según la preferencia hedónica	Consumidores	Mínimo 60 por tipo de grupo de consumidor (celda y segmento)			

Extraído de UNE-ISO 8587-2006

Para el análisis de aceptabilidad del Taparaco en función de la textura y sabor a partir de los datos obtenidos en la investigación se evaluaron mediante el método de Friedman que contempla la prueba de comparaciones múltiples donde se empleó las tablas de distribución de Fisher.

Para el análisis del tiempo de reposo y su influencia sobre la aceptabilidad en función de los atributos ya mencionados, se aplicó el método de Friedman a los datos obtenidos durante las pruebas de hedónicas.

Para evaluar el efecto de las sustituciones de harina de trigo por la de tarwi en diferentes proporciones en el contenido proteico de Taparaco, los datos obtenidos mediante los



informes de laboratorio emitidos por la UNSAAC se sometieron al análisis de varianza según el modelo factorial empleando el software minitab 18.

4.6.1 Análisis de aceptabilidad (método de Friedman)

Se aplicó el análisis de varianza por el método no paramétrico de Friedman con muestras de Taparaco obtenidas bajo el mismo tratamiento los resultados de aceptabilidad en función de textura y sabor, se ordenó en escala ordinal para la construcción de rangos y estandarizar valores para determinar la varianza de Friedman y demostrar las diferencias entre las muestras que provienen de distintos tratamientos. La configuración en bloques consiste en colocar los datos en una tabla de doble entrada de n filas y k columnas. Las filas representan a los distintos (sujetos o panelistas) y las columnas a las diferentes condiciones y/o características; denominados tratamientos, luego de contar con los resultados, éstos se ordenan empleando valores “rangos” de 1 a n; para cada circunstancia (tratamiento) se asumen los valores a los que se denomina total R_j para la columna final (UREÑA y D'ARRIGO, 1999).

Para la aplicación de la prueba de Friedman ha de emplearse los valores hallados según las fórmulas establecidas.

Dónde:

n: número bloques (90)

k: número de tratamientos (4)

Prueba no paramétrica de Friedman

k = Numero de tratamientos

b = Número de bloques

R_i = Suma de rangos en la condición (tratamiento)

4.6.2 Análisis de resultados del contenido proteico

Se emplea el análisis de varianza factorial, método por el cual se procesan los datos obtenidos con el objetivo de obtener evidencia estadística mediante procedimientos validados propiciando la interacción de los datos y las operaciones con el objetivo de determinar un parámetro, denominado valor p bajo el cual se determina si existe diferencia significativa de la información procesada entre tratamientos y dentro de los tratamientos del experimento evaluado mediante la cual se realiza la prueba de hipótesis.



4.6.2.1 Para determinar la existencia de la diferencia mínima significativa del contenido proteico

Se requiere cuando los resultados del análisis de varianza no evidencian una diferencia significativa entre muestras por lo que se recomienda usar la Diferencia Mínima Significativa que es método validado para realizar comparaciones planeadas, la DMS solo necesita calcularse una vez y se aprovecha la varianza combinada del error, se recomienda su uso por considerarla como la prueba más apropiada cuando las comparaciones han sido planeadas con sentido en términos de la naturaleza de los tratamientos.

Para evaluar la diferencia mínima significativa del contenido promedio de proteínas de Taparaco en los diferentes tratamientos se planteó las siguientes hipótesis:

H_0 : el contenido proteico de Taparaco en los diferentes tratamientos son iguales

H_a : el contenido proteico de Taparaco en los diferentes tratamientos son diferentes

Se acepta H_0 cuando el valor $p > 0,05$ para un 95 % de confianza

Se rechaza H_0 para un valor $p < 0,05$ para un 95 % de confianza

4.6.2.2 Modelo estadístico para evaluar el efecto de la sustitución parcial sobre el contenido proteico

$$Y_{ij} = a + \lambda T_i + \tau X_j + \gamma T_i X_j + e_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} : valor del contenido proteico

a : media general

λ, τ, γ : constantes del modelo estadístico

T_i : factor tiempo de reposo de la masa

X_j : factor porcentaje de sustitución de harina de trigo por harina de tarwi

e_{ij} : error aleatorio atribuible a la medición de Y_{ij}

$i = 1, 2, \dots, k$

$j = 1, 2, \dots, n$



4.6.3 Prueba de hipótesis

Respecto a la aceptabilidad y contenido proteico de Taparaco elaborado con sustitución parcial de harina de trigo por harina de tarwi (*Lupinus mutabilis* sweet) sometido a dos tiempos de reposo a continuación, se desarrolla las pruebas de hipótesis correspondientes.

4.6.3.1 Hipótesis sobre aceptabilidad (sabor y textura) en función al porcentaje de sustitución

- a) Aceptabilidad en función al atributo de sabor de Taparaco elaborado con sustitución parcial de harina de trigo por la de tarwi.

Hipótesis nula (H_0): La sustitución parcial de harina de trigo por harina de tarwi en la elaboración de Taparaco **no** influye en el nivel de aceptabilidad en base al atributo de sabor.

$$\text{Hipótesis nula } H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_0$$

Hipótesis alterna (H_a): La sustitución parcial de harina de trigo por harina de tarwi en la elaboración de Taparaco influyen en el nivel de aceptabilidad en base al atributo de sabor.

$$\text{Hipótesis alterna } H_a: \mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3 \neq \mu_4 \neq \mu_0$$

Donde:

$\mu_0 - \mu_4$: valor del rango de aceptabilidad evaluado por los panelistas en función del atributo sabor de Taparaco con sustitución parcial de harina de trigo por la de tarwi de 0 - 25 %.

Nivel de significancia se asume el valor de $\alpha = 0,05$

Criterio de significancia para el estadístico de Friedman se considera el valor $p > 0,05$ se rechaza H_0 .

- b) Aceptabilidad en cuanto al atributo de textura de Taparaco elaborado con sustitución parcial de harina de trigo por la de tarwi.



Hipótesis nula (H_0): La sustitución parcial de harina de trigo por la de tarwi en la elaboración de Taparaco **no** influye en el nivel de aceptabilidad en base al atributo de textura.

$$\text{Hipótesis nula } H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_0$$

Hipótesis alterna (H_a): La sustitución parcial de harina de trigo por la de tarwi en la elaboración de Taparaco influye en el nivel de aceptabilidad en base al atributo de textura.

$$\text{Hipótesis alterna } H_a: \mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3 \neq \mu_4 \neq \mu_0$$

Donde:

$\mu_0 - \mu_4$: valor del rango de aceptabilidad evaluado por los panelistas en función del atributo sabor de Taparaco con sustitución de harina de trigo por la de tarwi de 0 al 25 %.

Nivel de significancia se asume el valor de $\alpha = 0,05$

Criterio de significancia para el estadístico de Friedman se considera el valor $p > 0,05$ se rechaza H_0 .

4.6.3.2 Hipótesis sobre tiempo de reposo de masa (90 y 120 minutos)

a) Aceptabilidad de Taparaco con tiempos de reposo de 90 y 120 minutos en base al atributo sabor.

Hipótesis nula (H_0): Los tiempos de reposo de 90 y 120 minutos a los que se somete la masa para Taparaco **no** influyen en el nivel de aceptabilidad en base al atributo de sabor.

$$H_0: \mu_1 = \mu_2$$

Hipótesis alterna (H_a): Los tiempos de reposo de 90 y 120 minutos a los que se somete la masa para Taparaco influyen en el nivel de aceptabilidad en base al atributo de sabor.

$$H_a: \mu_1 \neq \mu_2$$

Donde:

μ_1, μ_2 : valor de rango de aceptabilidad de Taparaco evaluado por los panelistas con tiempos de reposo de 90 y 120 minutos en base al atributo de sabor con sustitución parcial de harina de trigo por la de tarwi de 0 al 25 %.

Nivel de significancia se asume el valor de $\alpha = 0,05$



Criterio de significancia para el estadístico de Friedman se considera valor $p > 0,05$ se rechaza H_0 .

- b) Aceptabilidad de Taparaco con tiempos de reposo de 90 y 120 minutos en base al atributo textura.

Hipótesis nula (H_0): Los tiempos de reposo de 90 y 120 minutos a los que se somete la masa de Taparaco **no** influyen en el nivel de aceptabilidad en base al atributo de textura con sustitución parcial de harina de trigo por la de tarwi de 0 - 25 %.

$$H_0: \mu_1 = \mu_2$$

Hipótesis alterna (H_a): Los tiempos de reposo de 90 y 120 minutos a los que se somete la masa de Taparaco influyen en el nivel de aceptabilidad en base al atributo de textura.

$$H_a: \mu_1 \neq \mu_2$$

Donde:

μ_1, μ_2 : valor de rango de aceptabilidad de Taparaco evaluado por los panelistas con tiempos de reposo de 90 y 120 minutos en base al atributo de textura con sustitución de harina de trigo por harina de tarwi del 0 al 25 %.

Nivel de significancia se asume el valor de $\alpha = 0,05$

Criterio de significancia para el estadístico de Friedman se considera el valor $p > 0,05$ se rechaza H_0 .

4.6.3.3 Prueba de hipótesis del contenido proteico de Taparaco

Para evaluar los resultados del contenido proteico del Taparaco elaborado con sustitución parcial de harina de trigo por harina de tarwi cuya masa fue sometida a tiempos de reposo de 90 y 120 minutos.

- a) Contenido proteico del Taparaco elaborado con sustitución parcial de harina de trigo por harina de tarwi sometido a 90 minutos de reposo.

Hipótesis nula (H_0): No existe diferencia significativa acerca del contenido proteico de Taparaco elaborado con sustitución parcial de harina de trigo por harina de tarwi sometido a 90 minutos de reposo.

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_0$$



Hipótesis alterna (H_a): Existe diferencia significativa acerca del contenido proteico de Taparaco elaborado con sustitución parcial de harina de trigo por la de tarwi sometido a 90 minutos de reposo.

$$H_a: \mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3 \neq \mu_4 \neq \mu_0$$

Donde:

$\mu_0 - \mu_4$: contenido proteico de Taparaco con nivel de sustitución de harina de trigo por la de tarwi sometido a 90 minutos de reposo.

Para evaluar la diferencia mínima significativa del contenido promedio de proteínas de Taparaco en los diferentes tratamientos se planteó las siguientes hipótesis:

H_0 : el contenido proteico de Taparaco en los diferentes tratamientos son iguales

H_a : el contenido proteico de Taparaco en los diferentes tratamientos son diferentes

Se acepta H_0 cuando el valor $p > 0,05$ para un 95 % de confianza

Se rechaza H_0 para un valor $p < 0,05$ para un 95 % de confianza

b) Contenido proteico de Taparaco elaborado con sustitución parcial de harina de trigo por harina de tarwi sometido a 120 minutos de reposo.

Hipótesis nula (H_0): No existe diferencia significativa acerca del contenido proteico de Taparaco elaborado con sustitución parcial de harina de trigo por la de tarwi sometido a 120 minutos de reposo.

$$H_0: \mu_1 = \mu_2 = \mu_3 = \mu_4 = \mu_0$$

Hipótesis alterna (H_a): Existe diferencia significativa acerca del contenido proteico de Taparaco elaborado con sustitución parcial de harina de trigo por harina de tarwi sometido a 120 minutos de reposo.

$$H_a: \mu_1 \neq \mu_2 \neq \mu_3 \neq \mu_4 \neq \mu_0$$

Donde:

$\mu_0 - \mu_4$: contenido proteico de Taparaco con nivel de sustitución de harina de trigo por la de tarwi sometido a 120 minutos de reposo.



Para evaluar la diferencia mínima significativa del contenido promedio de proteínas de Taparaco en los diferentes tratamientos se planteó las siguientes hipótesis:

H_0 : el contenido proteico de Taparaco en los diferentes tratamientos son iguales

H_a : el contenido proteico de Taparaco en los diferentes tratamientos son diferentes

Se acepta H_0 cuando el valor $p > 0,05$ para un 95 % de confianza

Se rechaza H_0 para un valor $p < 0,05$ para un 95 % de confianza



CAPÍTULO V

RESULTADOS Y DISCUSIONES

5.1 Análisis de resultados

5.1.1 Resultados prueba de aceptabilidad

Al procesar la información recopilada en la prueba de aceptabilidad según las formulaciones para la sustitución parcial de harina de trigo por la de tarwi (0 % control, 10 %, 15 %, 20 %, 25 %) y los tiempos de reposo al que fue sometida la masa (90 y 120 minutos), se obtiene como resultado de aceptabilidad aplicando el método no paramétrico de Friedman con resultados que se muestran en la tabla 6.

Tabla 6 — Resultados prueba de aceptabilidad realizada por el método de Friedman

Suma de clasificación método de Friedman según % de sustitución	Tiempo de reposo			
	90 minutos		120 minutos	
	Textura	Sabor	Textura	Sabor
R0 (F0)	321,5	317,0	297,0	319,0
R1 (F1)	272,5	300,0	255,0	307,0
R2 (F2)	301,5	294,5	295,5	282,0
R3 (F3)	254,0	236,0	285,0	231,5
R4 (F4)	200,0	202,0	217,0	210,5

El R₁ que representa a la formulación con 10 % de harina de tarwi cuya masa fue sometida a 120 minutos de reposo de la masa respecto al atributo sabor logró mejor aceptabilidad logrando 307 en suma de clasificación (sumatoria de rango).

El R₂ que representa a la formulación con 15 % de harina de tarwi cuya masa fue sometida a 90 minutos de reposo de la masa respecto al atributo textura logró mejor aceptabilidad logrando 301,5 en suma de clasificación.

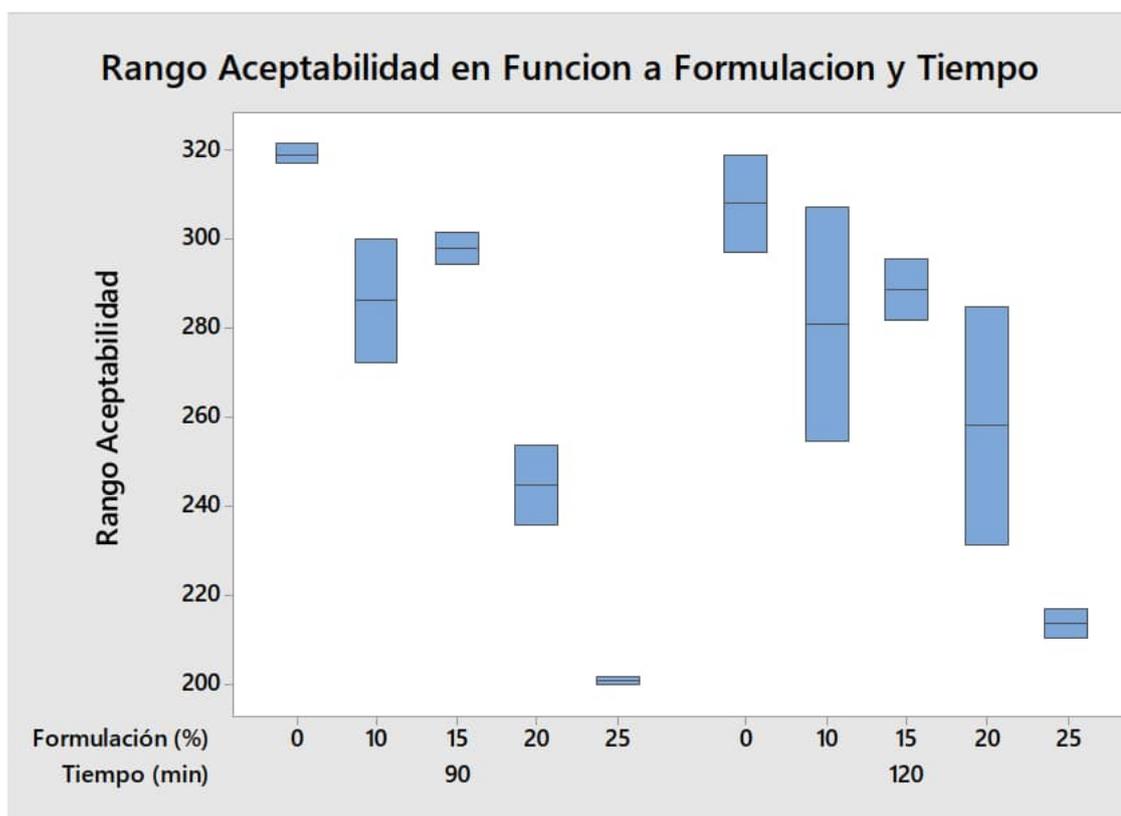


Figura 16 — Aceptabilidad promedio en función al % de sustitución y tiempo de reposo

La figura 16 muestra que la aceptabilidad de Taparaco tiene una tendencia de descenso en función se va incrementando el porcentaje de sustitución de harina de trigo por la de tarwi además de observarse que el tiempo de reposo de la masa tiene influencia.

Tabla 7 — Resultados Friedman para textura de Taparaco 90 minutos

% Sustitución	N	Mediana	Suma de clasificaciones
0	90	7,6	321,5
10	90	7,0	272,5
15	90	7,4	301,5
20	90	6,8	254,0
25	90	6,2	200,5
General	450	7,0	
Método	GL	Chi-cuadrada	Valor p
No ajustado para empates	4	38,48	0,000
Ajustado para empates	4	44,27	0,000

Se presenta en la tabla 7 que la formulación con 15 % de sustitución de harina de tarwi logra mejor aceptabilidad frente a los otros niveles de sustitución por márgenes diferenciados, lo que denota que existe diferencia significativa como se observa en la parte final de la misma, donde se tiene el valor p que es inferior a 0,05.

Tabla 8 — Resultados Friedman para textura Taparaco 120 minutos

% Sustitución	N	Mediana	Suma de clasificaciones
0	90	7,2	297,5
10	90	6,5	255,5
15	90	7,1	295,5
20	90	7,0	285,0
25	90	6,2	217,0
General	450	6,8	
Método	GL	Chi-cuadrada	Valor p
No ajustado para empates	4	20,55	0,000
Ajustado para empates	4	23,51	0,000

Se presenta en la tabla 8 que la formulación con 15 % de sustitución de harina de tarwi logra mejor aceptabilidad frente a los otros niveles de sustitución, aunque los márgenes de

diferencia son pequeños; entre la muestra control y la sustitución de 15 % existe solo 2 puntos de diferencia, mientras que entre 15 y 20 % hay 10,5 puntos de margen de diferencia, sin embargo, se aprecia que existe diferencia significativa como se observa en la parte final de la misma tabla donde se tiene el valor p que es inferior a 0,05.

Tabla 9 — Resultados prueba de Friedman sabor 90 minutos

% Sustitución	N	Mediana	Suma de clasificaciones
0	90	8,0	317,0
10	90	8,0	300,5
15	90	8,0	294,5
20	90	7,0	236,0
25	90	7,0	202,0
General	450	7,6	
Método	GL	Chi-cuadrada	Valor p
No ajustado para empates	4	42,31	0,000
Ajustado para empates	4	51,84	0,000

Se presenta en la tabla 9 que la formulación con 10% de sustitución de harina de tarwi logra mejor aceptabilidad frente a los otros niveles de sustitución, aunque el margen es pequeño; entre la muestra de 10 y 15 % existe solo 6 puntos de diferencia, mientras que entre las formulaciones con sustitución 20 y 25 % hay 34 puntos de margen de diferencia, sin embargo, consta que existe diferencia significativa entre los diferentes niveles de sustitución al evaluar; como se observa en la parte final de la misma tabla donde se tiene el valor p que es inferior 0,05.



Tabla 10 — Resultados prueba de Friedman sabor 120 minutos

% Sustitución	N	Mediana	Suma de clasificaciones
0	90	7,8	319,0
10	90	7,8	307,0
15	90	7,6	282,0
20	90	7,0	231,5
25	90	6,8	210,5
General	450	7,4	
Método	GL	Chi-cuadrada	Valor p
No ajustado para empates	4	39,72	0,000
Ajustado para empates	4	49,61	0,000

Como se observa en la tabla 10 la formulación con 10 % de sustitución de harina de tarwi logra mejor aceptabilidad del sabor frente a los otros niveles de sustitución, con márgenes relativos; entre la muestra de 10 y 15 % existe 25 puntos de diferencia, mientras que entre 20 y 25 % hay 21 puntos de margen, sin embargo, consta que existe diferencia significativa como se observa en la parte final de la misma tabla donde se tiene el valor p que es inferior a 0,05.

5.1.2 Análisis de varianza del contenido proteico

Para el contenido proteico de Taparaco elaborado con sustitución parcial de harina de trigo por la de tarwi se sometieron a ensayos de laboratorio que fueron enviados a realizar en la UNSAAC, aplicando el método AOAC 92504/90; cuyos resultados a detalle se muestran en el anexo 14.



Figura 15 — Gráfica de incremento proteico en función al % de sustitución

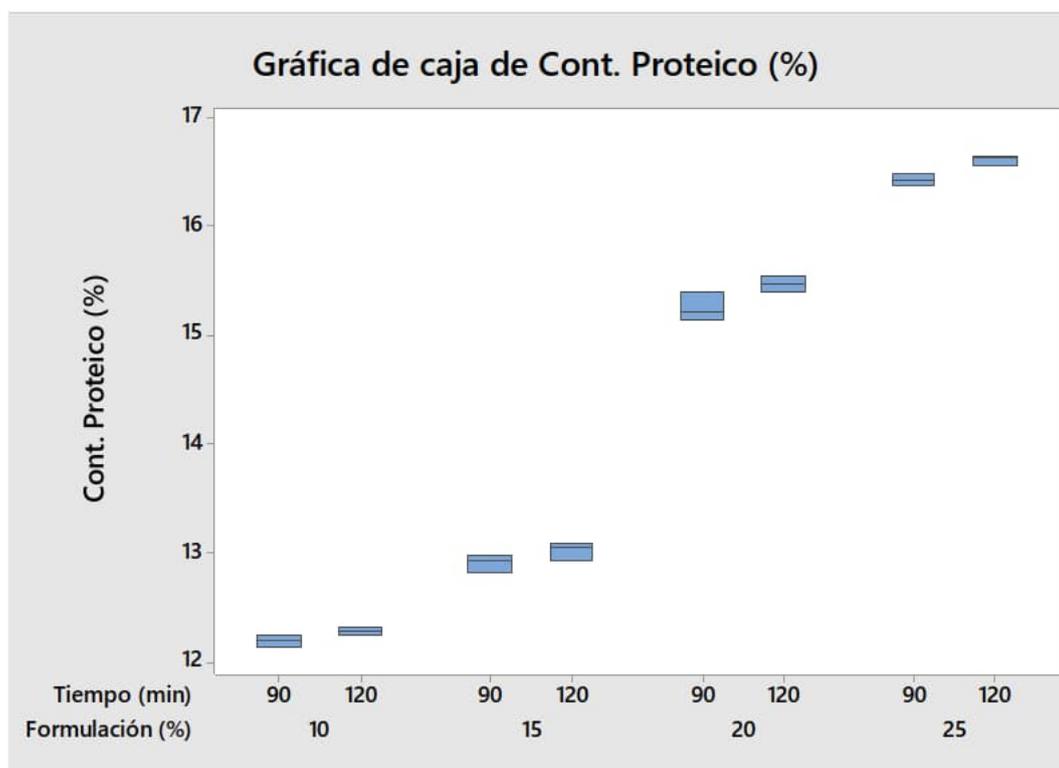


Tabla 11 — Análisis de varianza del diseño factorial para el contenido proteico

Fuente	GL	SC	MC	Valor F	Valor p
		Ajustado	Ajustado		
Modelo	7	71,9765	10,2824	1774,09	0,000
Lineal	4	71,9600	17,9900	3103,95	0,000
Tiempo (min)	1	0,1411	0,1411	24,34	0,000
Formulación (%)	3	71,8189	23,9396	4130,49	0,000
Interacciones de 2 términos	3	0,0165	0,0055	0,95	0,440
Tiempo (min) * Formulación (%)	3	0,0165	0,0055	0,95	0,440
Error	16	0,0927	0,0058		
Total	23	72,0692			

Al analizar los resultados obtenidos del contenido proteico para el nivel de sustitución y tiempos de reposo en un diseño factorial usando el paquete estadístico minitab 18 resulta la tabla 11 donde se muestra que existe diferencia significativa entre tratamientos; es decir que el tiempo de reposo de la masa y el porcentaje de sustitución de harina, para un nivel



de significancia de 95 % generan efecto sobre el contenido de proteína del Taparaco ya que el paquete estadístico arroja ($p < 0,05$); por otro lado, se observa en la misma tabla que la interacción entre el tiempo de reposo y porcentaje de sustitución (formulación) no es significativa puesto que el software muestra un valor p de 0,440.

La tabla 12 muestra el coeficiente R ajustado lo que denota influencia de la sustitución de harina de trigo por la de tarwi (*Lupinus mutabilis* sweet).

Tabla 12 — Resumen del modelo

S	R -cuad.	R-cuad. (ajustado)	R-cuad. (pred.)
0,07613	99,87 %	99,82 %	99,71 %

Tabla 13 — Prueba de medias

Factor	N	Media	Desv. Estándar	IC de 95 %
10	6	12,2500	0,0657	(12,1559; 12,3441)
15	6	12,9767	0,0965	(12,8826; 13,0708)
20	6	15,3650	0,1516	(15,2709; 15,4591)
25	6	16,5117	0,1105	(16,4176; 16,6058)

Tabla 14 — Comparaciones en parejas de Tukey

Factor	N	Media	Agrupación
25	6	16,5117	A
20	6	15,3650	B
15	6	12,9767	C
10	6	12,2500	D

5.2 Discusión de resultados

En base a los resultados de aceptabilidad obtenidos que indican que los porcentajes de sustitución de harina de trigo por la de tarwi que genera mejores resultados oscilan entre 10 a 15 %; esta información coincide con la investigación de CERNA (2016) quien obtuvo mejor aceptabilidad general del pan integral con sustitución de entre 8 – 12 %; bajo la misma tendencia en la tesis de CUTIPA (2014) donde se elaboró pan con sustitución en dos niveles, obtuvo mayor aceptabilidad el pan con 5 % de harina de tarwi a su vez los tesis APUNTE y LEÓN (2013) que realizaron la investigación sobre la aplicación de harina de tarwi a un porcentaje de 6 % y empleando aditivos, luego de realizadas las pruebas pertinentes obtuvieron que el pan que consiguió mejor aceptabilidad fue el elaborado con 6 % de harina de tarwi y adición de mejorador. Sin embargo la investigación de CUEVA (2018) quien realizó sustitución con (10, 15 y 20 %) obtuvo mejor aceptabilidad el pan con 20 %, bajo la misma tendencia DELGADO y NEIRA (2016) en su tesis al estudiar formulaciones de pan con harina de tarwi que trabajaron con 20, 25, 30 % de harina sucedánea donde resultó con mayor preferencia el pan con 30 % de sustitución; la variabilidad o contraste de esta información puede deberse a las propiedades de la harina de tarwi empleada las cuales pueden deberse a su granulometría, contenido de alcaloides, contenido de grasa que para el presente estudio se determinó que oscila entre 11,06 hasta 12,21 % lo cual contribuye a mejorar el sabor pero influye negativamente respecto a la textura haciendo que la corteza sea más blanda, así como otros factores contenido de cascara, las condiciones psicograficas del público objetivo evaluado; recordemos que en muchos de los estudios se aplicaron pruebas de aceptabilidad con escala hedónica a panelistas no entrenados además de orientar las pruebas bajo atributos como textura, sabor y color. Estos resultados confirman la hipótesis que al emplear cantidades de (10, 15, 20, 25 %) en la elaboración de Taparaco el nivel de aceptabilidad es variable.

Respecto al tiempo de reposo o fermentación de la masa para elaborar Taparaco los resultados obtenidos muestran mejor aceptabilidad del tratamiento a 120 minutos, aunque con ligero margen de diferencia respecto al atributo sabor del tratamiento a 90 minutos; que según CALVEL (1980) menciona que el sabor, al ser influenciado por la fermentación etapa donde se originan ácidos orgánicos y otros compuestos los que a su vez otorgan el flavor por ende al someter la masa mayor tiempo de reposo resulta lógico que obtenga mejor aceptabilidad; de manera contraria respecto a textura el mejor tratamiento fue a 90 minutos seguida del tratamiento 120; (CALVEL, 1980) el atributo de textura también se



ve influenciado por el tiempo de reposo de la masa, debido a que la extensibilidad se incrementa por la reacción de autólisis. Según CZUCHAJOWSKA & POMERANZ (1993) se indica que los rangos de la amplitud fermentativa de la harina están ligada a la estructura de las proteínas de la masa; la harina de tarwi al carecer de gluten (prolaminas, gluteninas y gliadinas) que constituyen la mayor fracción proteica de la harina de trigo (80 % del total) los que confieren las propiedades viscoelásticas y cohesivas una funcionalidad muy deseada en la industria de la panificación, por lo que el uso de la harina de tarwi se ve relegada.

En la tesis de CONDE (2014) se muestra la curva de desarrollo de la masa en función del tiempo y altura (Figura 17) se aprecia que las harinas base muestran un desenvolvimiento deseado, según estas afirmaciones se puede realizar reajustes del tiempo de reposo así como de otras condiciones para la elaborar el Taparaco con las características deseadas; la harina de trigo posee una predisposición para elaborar productos de panificación; la sustitución por harina de tarwi disminuye el potencial panadero; la mezcla de harinas debilita las proteínas ocasionando una dilución de la estructura del gluten, lo que genera panes de volumen más pequeño y otros efectos negativos sobre la calidad de otros atributos como la miga (KOHAJDOVÁ, KAROVICOVÁ y SCHMIDT (2011); factor que para elaborar Taparaco no es preponderante puesto que su forma plana no requiere un buen contenido de gluten lo que permite la sustitución parcial de harina de trigo por la de tarwi,

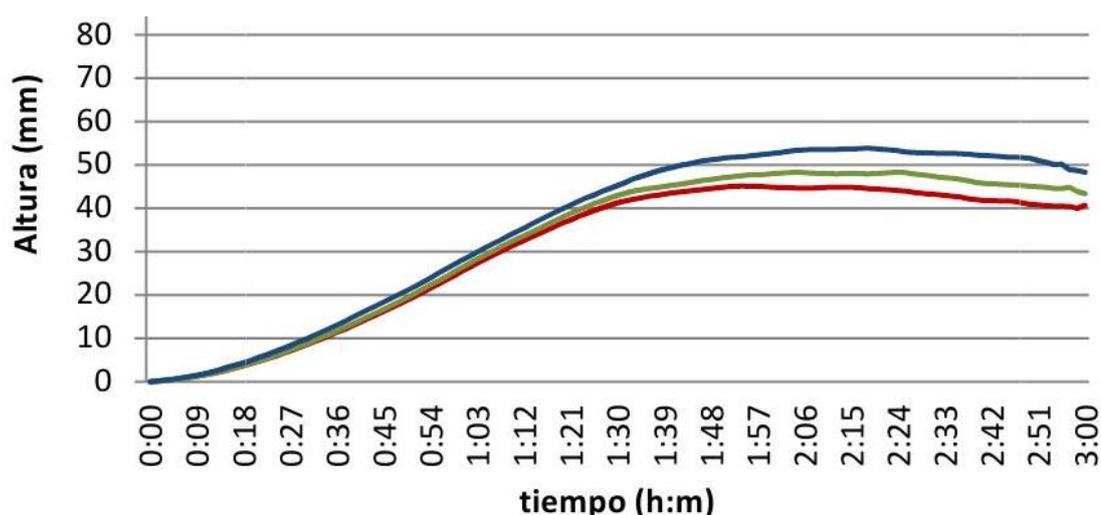


Figura 17 — Curva de desarrollo de masa; harina 1 rojo; harina 2 verde y harina 3, Azul.

Extraído de CONDE, 2014



Mediante el análisis proximal se determinó el contenido proteico de Taparaco elaborado con sustitución parcial, en función a los datos que muestran un valor ascendente del contenido proteico esto de manera correspondiente al porcentaje de sustitución en la presente tesis los valores van desde 10,40 % formula control hasta 16,64 % la formula con mayor nivel de sustitución, lo cual respalda la hipótesis que la sustitución parcial produce el incremento del contenido proteico de Taparaco, al igual que ocurre en el trabajo de (APUNTE y LEÓN, 2012) donde el pan con sustitución al 6 % y con adición de mejorador tuvo un incremento de su valor proteico de uno sin sustitución de 5,0 % hasta un 10,0 % del valor global, del mismo modo DELGADO y NEIRA (2016) obtienen resultados que respaldan el presente trabajo con valores que van de un testigo 10,50 % hasta 22,00 % para mayor evidencia, CUTIPA (2014) en su tesis muestra que el valor proteico del testigo se eleva de 9,62 % hasta el 16,20 % respectivamente.

Los panes con mezclas de harina de quinua, arroz, lupino, almidón de maíz, almidón de mandioca; mostraron un destacado contenido en proteínas (9 %), lípidos (3 %) y minerales totales (1,8 %) debido a la combinación este producto posee un balance aminoácido que mejora su valor biológico además de su disponibilidad para celíacos, la formulación optimizada fue la compuesta por 41 % harina de quinua, 20 % harina de arroz, 18 % harina de lupino, 11% almidón de maíz y 10 % almidón de mandioca MIRANDA-VILLA *et al.* (2018); esta investigación brinda información que alienta la combinación o sustitución de harinas para lograr productos con mejores atributos nutricionales. Los investigadores PINZON y HURTADO (2021) determinaron durante el proceso de fermentación anaeróbica de la granza de arroz donde se logró incrementar el contenido de proteína 8,23 – 13,97 %, mediante el empleo de levadura *Saccharomyces cerevisiae*, logrando elevar su calidad nutricional, de los niveles de inclusión de proteína unicelular, la formulación con 10 % alcanzo los mejores resultados para las variables de ganancia de masa y nivel de conversión del alimento teniendo un producto con menor costo; bajo esta premisa se sostiene que existe diferencia entre contenido proteico del tratamiento a 90 minutos respecto al de 120 minutos de reposo puesto que el crecimiento de la levadura es exponencial generándose un incremento en su cantidad y por ende el contenido proteico debido a que las prueba de laboratorio al que fue sometido solo cuantifica el nitrógeno total del producto.



CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

- La sustitución parcial de harina de trigo por la de tarwi que favorece la aceptabilidad de Taparaco en función a los atributos de textura y sabor oscila entre 10-15 % cabe señalar que también aportan grasa adicional que representa 11,04 % hasta 12,21 % contribuyendo a su aceptabilidad; estas cantidades no repercuten de manera negativa en el producto modificando las propiedades viscoelásticas de la masa.
- El tiempo de reposo al que se somete la masa para la elaboración de Taparaco en función a la mejor aceptabilidad lograda respecto a los atributos evaluados es el tratamiento de 90 minutos de reposo, aunque con un ligero margen respecto al de 120 donde se obtuvieron resultados inferiores pero cercanos.
- Se evidencio que el contenido proteico de Taparaco elaborado con sustitución parcial de harina de trigo por la de tarwi sometido a dos tiempos de reposo ostenta valores que van desde 10,40 % muestra control y con sustitución hasta 16,64 % en orden ascendente acorde a los porcentajes intervinientes en cada formulación.



6.2 Recomendaciones

- Plantear trabajos de investigación para optimizar el proceso de elaboración de Taparaco mediante el empleo de harinas de granos, cereales y leguminosas como sucedáneo de harina de trigo.
- Impulsar la creación de nuevos productos de panificación, promoviendo el uso de harina tarwi y de este modo acrecentando su uso industrial.
- Realizar pruebas en relación al tiempo de reposo de la masa para determinar su influencia en el Taparaco elaborado con sustitución parcial.
- Realizar pruebas para la determinación de la vida útil de Taparaco elaborado con harina sucedánea de tarwi.
- Probar nuevas formulaciones concernientes a contenido de agua y grasa, puesto que en función a la cantidad de harina a sustituir los requerimientos para la elaboración de masa han de variar de manera proporcional.



REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABDELRHAMAN, Ragab A., 2012.** *Technological and Nutritional Studies on Sweet Lupine Seeds and its Applicability in Selected Bakery Products Tesis (Doctor en food science)*. S.l.: Technical University of Berlin, pp. 131.
- ÁLVAREZ-IGLESIAS L, CG, P., MJ, R. a PEDROL N, 1937.** *Explotando La Alelopatía Para La Búsqueda De Bioherbicidas Naturales De Origen Vegetal.* , vol. 1937,
- APUNTE, Pinos, G.P. a LEON, Idrovo G.O., 2013.** “*Utilización de Harina de Chocho (Lupinus Mutabilis) como Ingrediente en la Elaboración de Pan*”. S.l.: Escuela Superior Politecnica del Litoral, 2013, 73 pp.
- BREÑA, Diaz Deborah A., 2018.** *Obtencion de un aislado proteico de torta de tarwi (Lupinus mutabilis Sweet) y evaluacion de sus propiedades tecno-funcionales*. S.l.: Universidad Nacional Agraria la Molina.
- CALVEL, R., 1980.** *La panaderia moderna*. 1. Buenos Aires: America Lee. ISBN 978-950-9066-10-6.
- CARRION, Muñoz R., 1999.** Identificacion y mejoramiento del valor nutritivo de un tipo de pan. *Industrial data*, vol. 2,
- CAUVIAN, S., 2015a.** Functional Ingredients. *Technolgy of Breadmaking*. 3. Viena: Springer International Publishing Switzerland, pp. 57–99. ISBN 9783319146874.
- CAUVIAN, S., 2015b.** *Technology of Breadmaking*. 3. Viena: Springer International Publishing Switzerland. ISBN 9783319146867.
- CERNA, Chavez R.C., 2016.** *Optimización del proceso de elaboración de pan integral enriquecido con harina de tarwi (lupinus mutabilis)*. S.l.: Universidad Nacional de Trujillo.
- CONDE, Molina D., 2014.** *Estudio de la fermentación en panes funcionales, reducidos en grasas, carbohidratos y sal*. S.l.: Universidad Tecnologica Nacional Facultad Regional Delta.
- CRUZ LÓPEZ, A.I., DIMAS LÓPEZ, D. de J., ESPINO MANZANO, S.O., ALFARO RODRÍGUEZ, R.H. a GÜEMES VERA, N., 2014.** *Evaluación de los atributos de textura: suavidad y esponjosidad de un pan tipo pambazo con distintas formulaciones* [en línea]. S.l.: Universidad Nacional San Agustín de Arequipa. Disponible en:



http://repo.uta.edu.ec/bitstream/123456789/6578/1/AL_517.pdf.

CUEVA, Mogrovejo P.R., 2018. *Evaluación de la sustitución parcial de la harina de trigo con harina de lupino (Lupinus mutabilis Sweet) para la elaboración de pan (Ingeniero)*. S.l.: Universidad Central del Ecuador.

CUTIPA, Huarcaya W., 2014. *Efecto de la adición de tarwi (lupinus mutabilis Sweet) en sustitución parcial de harina de trigo (Triticum aestivum) en la elaboración del pan Tesis (Ingeniero Agroindustrial)*. S.l.: Universidad Nacional del Altiplano, Puno, 2014, 94 pp.

DELGADO VILLALTA, S. a NEIRA YAURI, A.A., 2016. *Elaboración, Aceptabilidad, Propiedades Reológicas, Características Fisicoquímicas y Valor Nutricional del Pan Enriquecido con Harina de Tarwi. Tesis (Licenciada en Nutrición)*. S.l.: Universidad Nacional San Agustín.

DIAZ, J. a FLOREZ, N., 2017. *Evaluación sensorial y calidad nutricional de una galleta a base de tarwi, cañihua e hígado de pollo en escolares de una Institución Educativa de Cerro Colorado en el año 2017*. S.l.: s.n.

FLECHA, Garcia M., 2015. *Procesos y Técnicas de Panificación*. 1. Madrid: España 2015. vol. 1.

GEORGE WESTON FOODS LIMITED, 2008. Sweet Lupin Flour GRAS Notice. . Australia:

HERNANDEZ, S.R., FERNANDEZ, C.C. a BAPTISTA, L.M. del P., 2010. *Metodología de la investigación* [en línea]. 5. Mexico: McGrawHill. ISBN 9786071502919. Disponible en: <http://www.casadellibro.com/libro-metodologia-de-la-investigacion-5-ed-incluye-cd-rom/9786071502919/1960006>.

JACOBSEN, S.-E. a MUJICA, A., 2007. El tarwi (Lupinus mutabilis Sweet) y sus parientes silvestres. . La Paz:

KOHAJDOVÁ, Z., KAROVICOVÁ, J. a SCHMIDT, Š., 2011. Lupin composition and possible use in bakery - A review. *Czech Journal of Food Sciences*, vol. 29, no. 3, ISSN 12121800. DOI 10.17221/252/2009-cjfs.

LOPEZ, Lopez H., 2007. *Elaboración de galletas de trigo fortificadas con harina, aislado y concentrado de Lupinus mutabilis* [en línea]. S.l.: Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Disponible en:



[http://dgsa.uaeh.edu.mx:8080/bibliotecadigital/bitstream/handle/231104/598/Elaboracion galletas de trigo fortificadas.pdf;jsessionid=787F8503DA9B51E09B95605D3A3DE4E2?sequence=1.](http://dgsa.uaeh.edu.mx:8080/bibliotecadigital/bitstream/handle/231104/598/Elaboracion_galletas_de_trigo_fortificadas.pdf;jsessionid=787F8503DA9B51E09B95605D3A3DE4E2?sequence=1)

MARTINEZ-VILLALUENGA, C., FRIAS, J. a VIDAL-VALVERDE, C., 2006. Functional lupin seeds (*Lupinus albus* L. and *Lupinus luteus* L.) after extraction of α -galactosides. *Food Chemistry*, vol. 98, no. 2, ISSN 03088146. DOI 10.1016/j.foodchem.2005.05.074.

MATOS, C.A. a MUÑOZ, A.I.K., 2010. Elaboración de pan con Sustitucion de Harina Pre Cocida de Ñuña (*Phaseoleus vulgaris* L.) y Tarwi (*Lupinus mutabilis*). *Revista de investigacion en Ciencia y TEcnologia de Alimentos*, vol. 1,

MESAS, J.M. a ALEGRE, M.T., 2002. El Pan y su Proceso de Elaboración. *Ciencia y Tecnologia Alimentaria [online]*, vol. 3, no. 5, ISSN 1135-8122. DOI 10.1080/11358120209487744.

MIRANDA-VILLA, P.P., MUFADI, J.R., BERGESSE, A.E., PLANCHUELO, A.M. a CALANDRI, E.L., 2018. Calidad nutricional y propiedades fisicas de panes libres de gluten. *Nutricion Clinica y Dietetica Hospitalaria*, vol. 38, no. 3, ISSN 1989208X. DOI 10.12873/383miranda.

INSTITUTO EUROPEO DEL PAN, 2006. *Bases teóricas de panificación manual teorico practico de capacitacion para panaderos*. Madrid: España.

PINZON-FAJARDO, O.R. a HURTADO-NERY, V.L., 2021. Producción de proteína unicelular de *Saccharomyces cerevisiae* con granza de arroz e inclusión en cerdos. *Orinoquia*, vol. 25, no. 1, ISSN 0121-3709. DOI 10.22579/20112629.653.

PLUSTEA, L., NEGREA, M., COCAN, I., RADULOV, I., TULCAN, C., BERBECEA, A., POPESCU, I., OBISTIOIU, D., HOTEA, I., SUSTER, G., BOERIU, A.E. a ALEXA, E., 2022. Lupin (*Lupinus* spp)-Fortified Bread: A Sustainable, Nutritionally, Functionally, and Technologically Valuable Solution for Bakery. *Foods 2022 MDPI*, vol. 11, no. 14, DOI <https://doi.org/10.3390/foods11142067>.

PYLER, E.J. a GORTON, L.A., 2008. *Baking Science tecnologia*. 2008. Kansas: Sosland Publishing Company. ISBN 9781118406281.



RAMIREZ, Navas J.S., 2012. Análisis Sensorial: Pruebas Orientadas al Consumidor. *Revista RECITEIA* [en línea], vol. 12, no. 1, Disponible en: <http://revistareciteia.es.tl/10203.htm>.

REYNA, M., DOMINGUEZ, L. a PACHON, H., 2007. Guía para la Evaluación Sensorial de Alimentos “ Guía para la Evaluación Sensorial de Alimentos ”. ,

RIVADENEYRA, A.M.A. a ZULOAGA, M.K.G., 2019. *Elaboracion del pan con con sustitucion parcial de harina de Tarwi (Lupinus mutabilis) y fortificado con hierro heminico.* [en línea]. S.l.: Universidad Nacional del Callao. Disponible en: <http://repositorio.unac.edu.pe/handle/20.500.12952/3582>.

SANCHO, V.J., BOTA, P.E. a DE CASTRO, M.J.J., 1999. *Introduccion a la evaluacion sensorial de alimentos.* 1. Barcelona: Gramagraf, S.C.C.L.

TAPIA, Nuñez M.E., 2015. *El Tarwi, Lupino Andino.* 1. Lima - Peru: Fondo Italo Peruano.

TAPIA, Nuñez M.E. a FRIES, A.M., 2007. *Guia de Campo de los Cultivos Andinos.* 1. FAO - ANPE. Lima. ISBN 9789253056828.

UREÑA, Peralta M. a D'ARRIGO, Huapaya M., 1999. *Evaluacion Sensorial de los Alimentos Aplicacion Didactica.* 1. Lima - Peru: Universidad Nacional Agraria la Molina.

ZAVALETA, A.I., 2018. *Lupinus Mutabilis (Tarwi) Leguminosa Andina con Gran Potencial Industrial.* 1. Lima - Peru: UNM San Marcos. ISBN 9789972466205.



ANEXOS



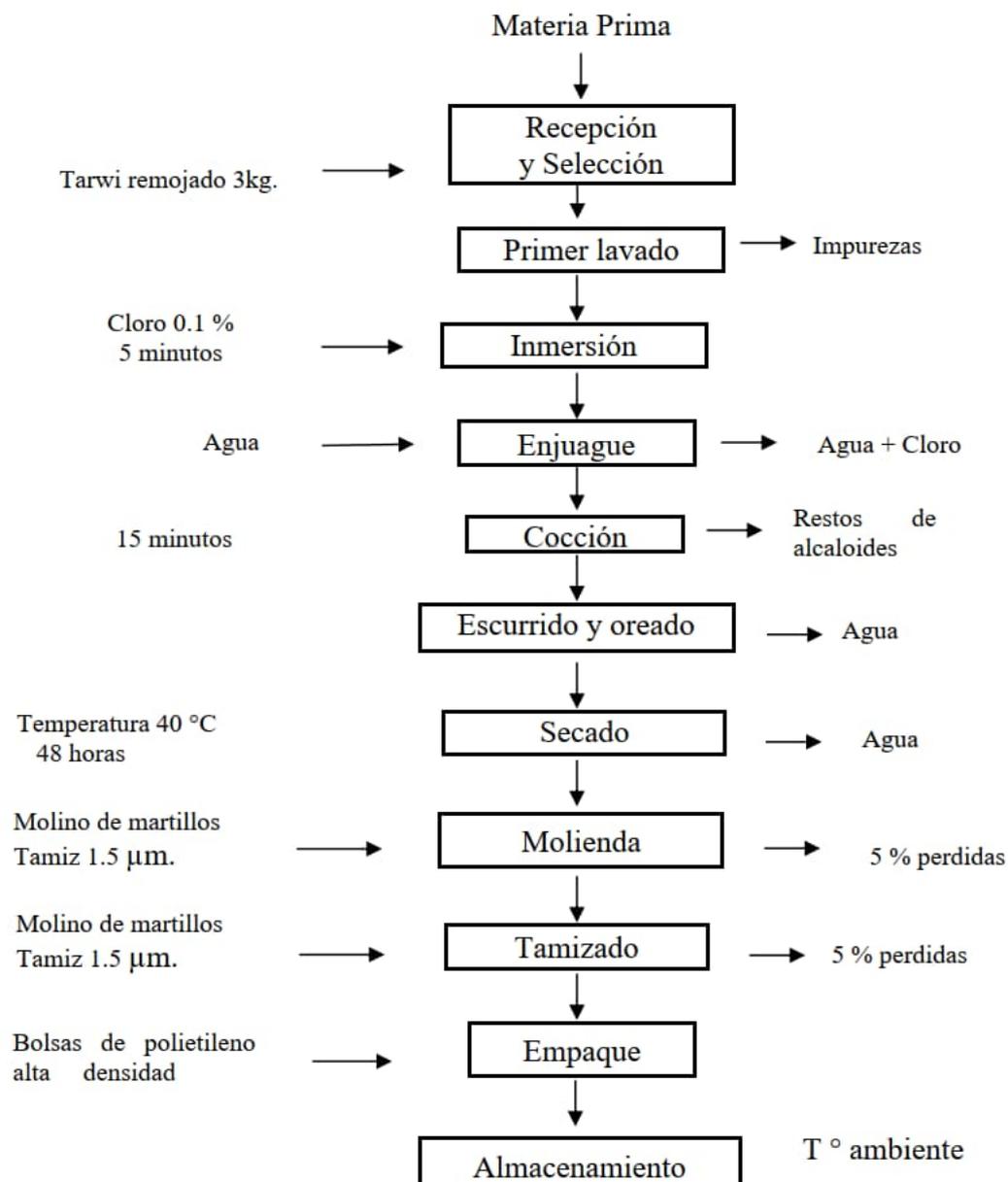


Figura 18 — Proceso de elaboración de harina de tarwi según Álvarez



Evaluación Sensorial de Taparaco

Nombre del Juez:

Fecha: / ... / 2019

Prueba N.º **(t1) (t2)**

Clasifique las cinco muestras según la escala que se presenta, marque con un aspa (x) según el agrado o desagrado.

	ESCALA	Código de las Muestras									
		ABCD		BCDA		CBAD		DABC		ABDC	
		Sabor	Textura	Sabor	Textura	Sabor	Textura	Sabor	Textura	Sabor	Textura
9	Muy Agradable										
8	Agradable										
7	Moderadamente Agradable										
6	Ligeramente Agradable										
5	Ni Agrada Ni Desagrada										
4	Moderadamente Desagradable										
3	Ligeramente Desagradable										
2	Desagradable										
1	Muy Desagradable										

Comentario:

.....

¡Muchas gracias por su colaboración!

Figura 19 — Ficha de calificación para la prueba de ordenamiento

Tabla 15 — Datos procesados de sabor a 90 minutos

Nº	Panelista	N	Mediana	Suma de clasificaciones
1		5	7.26667	230.0
2		5	6.90000	206.0
3		5	5.00000	116.0
4		5	6.95556	179.5
5		5	8.03333	310.5
6		5	7.41111	237.5
7		5	8.28889	328.5
8		5	8.30000	332.5
9		5	8.01111	304.5
10		5	8.12222	342.5
11		5	6.91111	172.5
12		5	5.97778	85.5
13		5	5.35556	97.5
14		5	7.87778	289.0
15		5	4.15556	133.0
16		5	8.11111	326.0
17		5	7.37778	226.5
18		5	7.18889	221.5
19		5	7.43333	221.0
20		5	7.31111	220.0
21		5	8.24444	324.5
22		5	8.31111	349.0
23		5	7.91111	294.0
24		5	6.86667	168.0
25		5	7.10000	179.0
26		5	8.13333	308.0
27		5	6.62222	149.5
28		5	6.16667	139.0
29		5	6.12222	108.0
30		5	7.23333	231.5
31		5	6.34444	148.5
32		5	4.85556	82.0
33		5	6.24444	127.5
34		5	7.06667	205.0
35		5	7.54444	239.5
36		5	7.91111	298.5
37		5	7.21111	195.0
38		5	7.81111	261.0
39		5	5.66667	69.0
40		5	7.97778	271.0

41	5	7.68889	262.5
42	5	7.41111	226.5
43	5	8.61111	373.0
44	5	6.45556	134.5
45	5	6.08889	150.5
46	5	6.72222	172.5
47	5	8.00000	281.5
48	5	7.56667	239.5
49	5	7.68889	243.5
50	5	7.81111	274.0
51	5	7.74444	255.5
52	5	7.81111	261.0
53	5	7.73333	258.5
54	5	7.96667	298.0
55	5	7.33333	216.0
56	5	7.56667	238.0
57	5	7.37778	226.5
58	5	7.27778	224.5
59	5	7.72222	269.5
60	5	7.73333	258.5
61	5	7.61111	247.5
62	5	6.90000	206.0
63	5	5.00000	116.0
64	5	6.95556	179.5
65	5	8.03333	310.5
66	5	7.41111	237.5
67	5	8.28889	328.5
68	5	8.30000	332.5
69	5	8.01111	304.5
70	5	8.12222	342.5
71	5	6.91111	172.5
72	5	6.28889	121.0
73	5	5.35556	97.5
74	5	7.87778	289.0
75	5	4.15556	133.0
76	5	8.11111	326.0
77	5	7.37778	226.5
78	5	7.18889	221.5
79	5	7.43333	221.0
80	5	7.31111	220.0
81	5	8.24444	324.5
82	5	8.31111	349.0
83	5	7.91111	294.0
84	5	6.86667	168.0
85	5	7.10000	179.0
86	5	8.13333	308.0
87	5	6.62222	149.5
88	5	6.16667	139.0
89	5	6.12222	108.0
90	5	7.23333	231.5
General	450	7.21111	



Tabla 16 — Datos procesados de textura a 90 minutos

Nº	Panelista	N	Mediana	Suma de clasificaciones
1		5	7.59444	286.5
2		5	7.16111	236.0
3		5	4.43889	113.5
4		5	6.65000	204.0
5		5	7.79444	310.5
6		5	6.99444	218.5
7		5	7.36111	263.5
8		5	8.36111	360.5
9		5	7.80556	308.0
10		5	8.00556	333.5
11		5	5.46111	124.0
12		5	6.06111	174.5
13		5	5.00556	124.0
14		5	6.77222	205.5
15		5	4.72778	106.5
16		5	6.79444	206.5
17		5	7.31667	266.5
18		5	6.56111	199.0
19		5	6.66111	213.0
20		5	6.17222	152.0
21		5	8.51667	396.0
22		5	8.09444	347.5
23		5	5.90556	139.0
24		5	7.60556	285.5
25		5	6.71667	203.5
26		5	6.42778	196.0
27		5	4.80556	90.5
28		5	6.17222	173.0
29		5	5.91667	144.0
30		5	6.79444	228.0
31		5	4.98333	96.5
32		5	3.45000	118.0
33		5	6.61667	183.0
34		5	5.63889	138.5
35		5	6.15000	175.0
36		5	8.25000	346.0
37		5	5.69444	122.5
38		5	7.36111	267.5
39		5	5.75000	117.5
40		5	8.01667	321.5



41	5	8.02778	328.5
42	5	7.31667	266.0
43	5	7.97222	334.0
44	5	5.69444	116.5
45	5	6.62778	203.0
46	5	6.10556	173.5
47	5	7.87222	326.0
48	5	7.61667	284.5
49	5	7.10556	255.0
50	5	7.36111	266.5
51	5	6.75000	212.0
52	5	7.35000	271.0
53	5	7.48333	282.5
54	5	6.80556	221.0
55	5	7.99444	332.5
56	5	7.60556	296.5
57	5	8.01667	343.5
58	5	7.63889	296.0
59	5	6.93889	235.5
60	5	7.99444	327.0
61	5	7.59444	286.5
62	5	7.16111	236.0
63	5	4.43889	113.5
64	5	6.65000	204.0
65	5	7.79444	310.5
66	5	6.99444	218.5
67	5	7.36111	263.5
68	5	8.36111	360.5
69	5	7.80556	308.0
70	5	8.00556	333.5
71	5	5.46111	124.0
72	5	6.06111	174.5
73	5	5.00556	124.0
74	5	6.77222	205.5
75	5	4.72778	106.5
76	5	6.79444	206.5
77	5	7.31667	266.5
78	5	6.56111	199.0
79	5	6.66111	213.0
80	5	6.17222	152.0
81	5	8.51667	396.0
82	5	8.09444	347.5
83	5	5.90556	139.0
84	5	7.60556	285.5
85	5	6.71667	203.5
86	5	6.42778	196.0
87	5	4.80556	90.5
88	5	6.17222	173.0
89	5	5.91667	144.0
90	5	6.79444	228.0
General	450	6.77222	



Tabla 17 — Datos obtenidos de sabor a 120 minutos

C1	N	Mediana	Suma de clasificaciones
1	5	6.11667	145.5
2	5	6.83889	195.0
3	5	4.93889	116.5
4	5	6.48333	145.0
5	5	8.17222	347.5
6	5	7.21667	247.5
7	5	7.82778	301.0
8	5	7.29444	252.5
9	5	7.92778	304.5
10	5	8.01667	333.0
11	5	6.53889	143.0
12	5	4.87222	121.0
13	5	6.07222	175.5
14	5	7.39444	266.0
15	5	5.01667	130.0
16	5	8.01667	333.0
17	5	7.36111	256.0
18	5	7.12778	233.0
19	5	6.85000	176.5
20	5	7.23889	231.0
21	5	7.93889	319.5
22	5	7.53889	268.5
23	5	6.89444	228.5
24	5	6.63889	171.0
25	5	7.31667	241.0
26	5	7.92778	309.5
27	5	6.03889	129.0
28	5	8.25000	365.0
29	5	6.21667	117.5
30	5	6.98333	208.5
31	5	5.88333	100.5
32	5	4.66111	82.0
33	5	5.29444	119.0
34	5	5.62778	114.0
35	5	5.15000	146.0
36	5	8.30556	352.0
37	5	5.58333	138.5
38	5	7.43889	245.0
39	5	5.65000	117.5
40	5	7.89444	311.5

41	5	7.63889	281.0
42	5	7.98333	308.0
43	5	8.01667	333.0
44	5	6.57222	155.5
45	5	7.30556	241.5
46	5	6.53889	165.5
47	5	6.37222	152.5
48	5	7.36111	242.5
49	5	7.25000	237.5
50	5	7.59444	266.0
51	5	7.59444	266.0
52	5	7.68333	298.0
53	5	7.99444	312.0
54	5	7.76111	301.0
55	5	8.00556	319.5
56	5	7.92778	309.5
57	5	6.43889	160.5
58	5	6.15000	143.5
59	5	6.06111	115.0
60	5	7.09444	240.5
61	5	7.48333	259.5
62	5	6.85000	214.0
63	5	4.93889	116.5
64	5	6.80556	188.0
65	5	7.92778	316.5
66	5	7.21667	247.5
67	5	8.10556	331.5
68	5	8.12778	341.5
69	5	7.89444	311.5
70	5	8.05000	348.0
71	5	6.79444	180.0
72	5	6.12778	127.5
73	5	5.13889	102.5
74	5	7.73889	294.5
75	5	4.06111	131.5
76	5	8.01667	333.0
77	5	7.23889	234.0
78	5	7.12778	233.0
79	5	7.32778	234.0
80	5	7.23889	231.0
81	5	8.03889	329.5
82	5	8.23889	355.5
83	5	7.82778	301.0
84	5	6.63889	171.0
85	5	6.97222	188.0
86	5	7.92778	309.5
87	5	6.43889	160.5
88	5	6.15000	143.5
89	5	6.06111	115.0
90	5	7.09444	240.5
General	450	6.97222	



Tabla 18 — Datos procesados de textura a 120 minutos

Nº	Panelistas	N	Mediana	Suma de clasificaciones
1		5	7.52778	273.0
2		5	6.52778	182.0
3		5	5.38333	122.5
4		5	6.48333	184.5
5		5	8.26111	358.0
6		5	7.82778	295.0
7		5	6.76111	213.5
8		5	8.10556	344.0
9		5	7.98333	337.0
10		5	8.11667	340.5
11		5	5.88333	175.0
12		5	4.16111	109.0
13		5	4.79444	136.0
14		5	6.93889	212.0
15		5	5.60556	132.0
16		5	6.92778	210.5
17		5	7.67222	300.5
18		5	6.82778	218.5
19		5	6.33889	174.5
20		5	6.22778	158.0
21		5	8.06111	336.0
22		5	7.60556	292.5
23		5	7.08333	228.0
24		5	7.68333	287.5
25		5	7.45000	277.5
26		5	6.63889	203.5
27		5	5.15000	131.5
28		5	8.22778	358.5
29		5	6.61667	222.0
30		5	7.07222	227.0
31		5	7.63889	292.5
32		5	7.17222	237.0
33		5	4.41667	109.0
34		5	6.61667	200.0
35		5	8.06111	327.0
36		5	7.01667	224.0
37		5	7.36111	257.5
38		5	8.45000	353.5
39		5	7.90556	322.0
40		5	8.08333	343.0

41	5	5.37222	120.5
42	5	6.12778	174.0
43	5	4.76111	124.0
44	5	6.93889	212.0
45	5	4.81667	102.0
46	5	6.92778	210.5
47	5	7.46111	278.0
48	5	6.72778	208.5
49	5	6.93889	223.0
50	5	6.22778	158.0
51	5	8.63889	402.0
52	5	8.21667	359.0
53	5	6.05000	140.5
54	5	7.68333	287.5
55	5	6.82778	208.5
56	5	6.63889	203.5
57	5	4.71667	89.5
58	5	6.23889	176.0
59	5	5.92778	142.0
60	5	6.81667	233.0
61	5	7.63889	292.5
62	5	7.17222	237.0
63	5	4.41667	109.0
64	5	6.61667	200.0
65	5	8.06111	327.0
66	5	7.01667	224.0
67	5	7.36111	257.5
68	5	8.45000	353.5
69	5	7.90556	322.0
70	5	8.08333	343.0
71	5	5.37222	120.5
72	5	6.12778	174.0
73	5	4.76111	124.0
74	5	6.93889	212.0
75	5	4.81667	102.0
76	5	6.92778	210.5
77	5	7.46111	278.0
78	5	6.72778	208.5
79	5	6.93889	223.0
80	5	6.22778	158.0
81	5	8.63889	402.0
82	5	8.21667	359.0
83	5	6.05000	140.5
84	5	7.68333	287.5
85	5	6.82778	208.5
86	5	6.63889	203.5
87	5	4.71667	89.5
88	5	6.23889	176.0
89	5	5.92778	142.0
90	5	6.81667	233.0
General	450	6.79444	



MODELO ESTADÍSTICO QUE ARROJA EL PAQUETE MINITAB 18

Contenido

$$\begin{aligned} \text{Proteico (\%)} = & 14.2750 - 0.0767 \text{ Tiempo (min) } 90 + 0.0767 \text{ Tiempo (min) } 120 \\ & - 2.0250 \text{ Formulaci3n (\%)} 10 - 1.2983 \text{ Formulaci3n (\%)} 15 \\ & + 1.0867 \text{ Formulaci3n (\%)} 20 + 2.2367 \text{ Formulaci3n (\%)} 25 \\ & + 0.0300 \text{ Tiempo (min)*Formulaci3n (\%)} 90 10 \\ & + 0.0200 \text{ Tiempo (min)*Formulaci3n (\%)} 90 15 \\ & - 0.0350 \text{ Tiempo (min)*Formulaci3n (\%)} 90 20 \\ & - 0.0150 \text{ Tiempo (min)*Formulaci3n (\%)} 90 25 \\ & - 0.0300 \text{ Tiempo (min)*Formulaci3n (\%)} 120 10 \\ & - 0.0200 \text{ Tiempo (min)*Formulaci3n (\%)} 120 15 \\ & + 0.0350 \text{ Tiempo (min)*Formulaci3n (\%)} 120 20 \\ & + 0.0150 \text{ Tiempo (min)*Formulaci3n (\%)} 120 25 \end{aligned}$$



RESULTADOS DE CENIZA DE AMBOS TRATAMIENTOS

TRATAMIENTO T 1 = 90 MINUTOS						
FORMULACION	REPETICION	PESO DE CRISOL (g)	PESO DE MUESTRA (g)	CRISOL Y MUESTRA (g)	CENIZA (g)	CENIZA (%)
F 0 = 0 %	1	32.8200	2.0006	32.8427	0.0227	1.13
	2	32.8150	2.0001	32.8430	0.0280	1.40
	3	32.8215	2.0010	32.8439	0.0224	1.12
F 1 = 10 %	1	27.0118	2.0001	27.0397	0.0279	1.39
	2	27.0131	2.0009	27.0424	0.0293	1.46
	3	27.0147	2.0006	27.0435	0.0288	1.44
F 2 = 15 %	1	24.4901	2.0000	24.5199	0.0298	1.49
	2	27.6480	2.0004	27.6771	0.0291	1.45
	3	24.4903	2.0005	24.5232	0.0329	1.64
F 3 = 20 %	1	29.3454	2.0019	29.3731	0.0277	1.38
	2	29.3458	2.0005	29.3730	0.0272	1.36
	3	29.3447	2.0007	29.3722	0.0275	1.37
F 4 = 25 %	1	24.4882	2.0014	24.5224	0.0342	1.71
	2	27.6486	2.0005	27.6809	0.0323	1.61
	3	27.6494	2.0006	27.6820	0.0326	1.63
TRATAMIENTO T 2 = 120 MINUTOS						
FORMULACION	REPETICION	PESO DE CRISOL (g)	PESO DE MUESTRA (g)	CRISOL Y MUESTRA (g)	CENIZA (g)	CENIZA (%)
F 0 = 0 %	1	32.8202	2.0004	32.8396	0.0194	0.97
	2	32.8153	2.0003	32.8432	0.0279	1.39
	3	32.8217	2.0005	32.8437	0.0220	1.10
F 1 = 10 %	1	27.0116	2.0002	27.0392	0.0276	1.38
	2	27.0133	2.0001	27.0428	0.0295	1.47
	3	27.0148	2.0004	27.0433	0.0285	1.42
F 2 = 15 %	1	24.4904	2.0003	24.5197	0.0293	1.46
	2	27.6482	2.0000	27.6779	0.0297	1.49
	3	24.4909	2.0009	24.5234	0.0325	1.62
F 3 = 20 %	1	29.3454	2.0008	29.3734	0.0280	1.40
	2	29.3453	2.0011	29.3738	0.0285	1.42
	3	29.3446	2.0004	29.3726	0.0280	1.40
F 4 = 25 %	1	24.4887	2.0012	24.5221	0.0334	1.67
	2	27.6484	2.0007	27.6811	0.0327	1.63
	3	27.6491	2.0006	27.6823	0.0332	1.66

Figura 20 — Resultados de ceniza de ambos tratamientos (90 y 120 minutos)

RESULTADOS DE GRASA DE AMBOS TRATAMIENTOS

TRATAMIENTO T 1 = 90 MINUTOS						
FORMULACION	REPETICION	PESO DE VASO (g)	PESO DE MUESTRA (g)	VASO Y MUESTRA (g)	GRASA (g)	GRASA (%)
F 0 = 0 %	1	22.9508	1.9491	23.1224	0.1716	8.80
	2	23.3702	1.9101	23.5307	0.1605	8.40
	3	23.8483	1.8415	24.0147	0.1664	9.04
F 1 = 10 %	1	21.7447	1.8214	21.9663	0.2216	12.17
	2	24.2822	1.8634	24.5098	0.2276	12.21
	3	24.1730	1.8588	24.3987	0.2257	12.14
F 2 = 15 %	1	22.9499	1.8472	23.1604	0.2105	11.40
	2	23.3784	1.8895	23.5830	0.2046	10.83
	3	23.8455	1.8870	24.0542	0.2087	11.06
F 3 = 20 %	1	22.9496	1.9582	23.2124	0.2628	13.42
	2	23.3686	1.9799	23.6561	0.2875	14.52
	3	23.8454	1.8234	24.0882	0.2428	13.32
F 4 = 25 %	1	21.7430	1.8026	22.0718	0.3288	18.24
	2	24.2812	1.8111	24.5843	0.3031	16.74
	3	24.1695	1.9199	24.4901	0.3206	16.70
TRATAMIENTO T 2 = 120 MINUTOS						
FORMULACION	REPETICION	PESO DE VASO (g)	PESO DE MUESTRA (g)	VASO Y MUESTRA (g)	GRASA (g)	GRASA (%)
F 0 = 0 %	1	22.9505	1.9493	23.1226	0.1721	8.83
	2	23.3706	1.9104	23.5309	0.1603	8.39
	3	23.8487	1.8417	24.0149	0.1662	9.02
F 1 = 10 %	1	21.7445	1.8219	21.9668	0.2223	12.20
	2	24.2827	1.8631	24.5091	0.2264	12.15
	3	24.1739	1.8583	24.3992	0.2253	12.12
F 2 = 15 %	1	22.9494	1.8475	23.1609	0.2115	11.45
	2	23.3781	1.8891	23.5931	0.2150	11.38
	3	23.8457	1.8874	24.0547	0.2090	11.07
F 3 = 20 %	1	22.9496	1.9587	23.2227	0.2731	13.94
	2	23.3684	1.9296	23.6291	0.2607	13.51
	3	23.8451	1.8638	24.1297	0.2846	15.27
F 4 = 25 %	1	21.7431	1.8028	22.0586	0.3155	17.50
	2	24.2816	1.8118	24.5843	0.3027	16.71
	3	24.1698	1.9195	24.4904	0.3206	16.70

Figura 21 — Resultados de grasa ambos tratamientos (90 y 120 minutos)

FOTOGRAFÍAS DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE TAPARACO



Figura 22 — Secado del tarwi



Figura 23 — Dosificado de la formulación para el mezclado-amasado



Figura 24 — Taparaco recién moldeado



Figura 25 — Bollos en reposo



Figura 26 — Taparaco en fermentación

REALIZACIÓN DE LAS PRUEBAS DE ACEPTABILIDAD



Figura 27 — Estudiantes realizando prueba de aceptabilidad



Figura 28 — Estudiantes realizando prueba de aceptabilidad



Figura 29 — Estudiantes realizando prueba aceptabilidad

REALIZACIÓN ANÁLISIS PROXIMALES



Figura 30 — Análisis de humedad de Taparaco



Figura 31 — Análisis de ceniza de Taparaco



Figura 32 — Análisis de grasa de Taparaco

FOTOGRAFIA INFORME DE ANÁLISIS REALIZADO EN LA UNSAAC

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO
FACULTAD DE CIENCIAS
Av. de la Cultura 733 - Pabellón "C" Of. 106 1er. piso - Telefax: 224831 - Apartado Postal 921 - Cusco Perú

UNIDAD DE PRESTACIÓN DE SERVICIOS DE ANÁLISIS QUÍMICO
DEPARTAMENTO ACADÉMICO DE QUÍMICA

INFORME DE ANÁLISIS
NR0751-19-LAQ

SOLICITANTE: EDWIN GUILLEN GARCIA
DIRECCION : ABANCAY
MUESTRA : HARINA DE TARWI
FECHA : 11/25/2019

RESULTADO ANALISIS FISICOQUIMICO:

Humedad %	10.31
Proteína %	37.29
Grasa %	18.49
Ceniza %	1.85
Fibra %	2.31
Carbohidratos %	32.06

* MANUAL DE ANALISIS DE ALIMENTOS, R. Lees
ANALISIS MODERNO DE ALIMENTOS, F.L. Hart/ I.J. FISHER
Cusco, 03 de Diciembre 2019

LABORATORIO DE ANALISIS QUIMICO
Miquelades Herrera Arce
RESPONSABLE DEL LABORATORIO DE ANALISIS QUIMICO

Figura 33 — Resultados de análisis realizados a la harina de tarwi

FOTOGRAFIAS DE INFORME DE ANÁLISIS

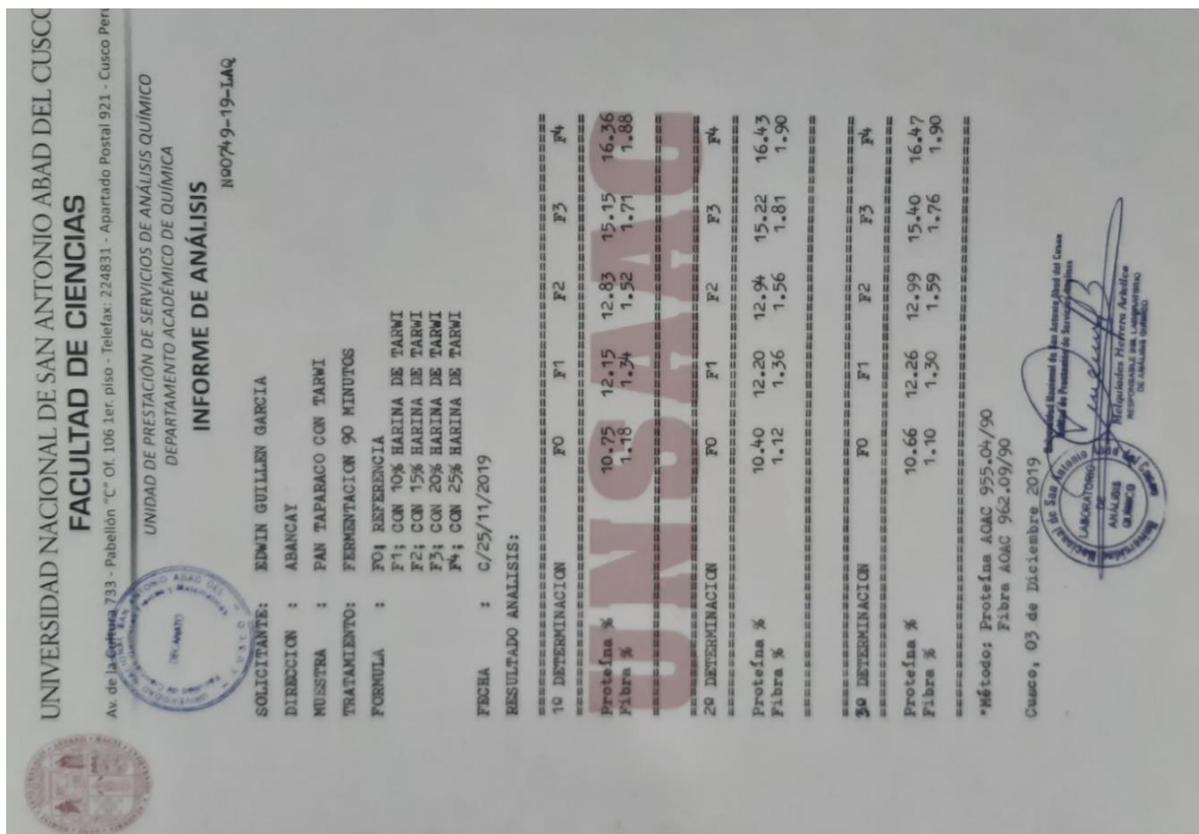


Figura 34 — Resultados tratamiento (T1 = 90 minutos)

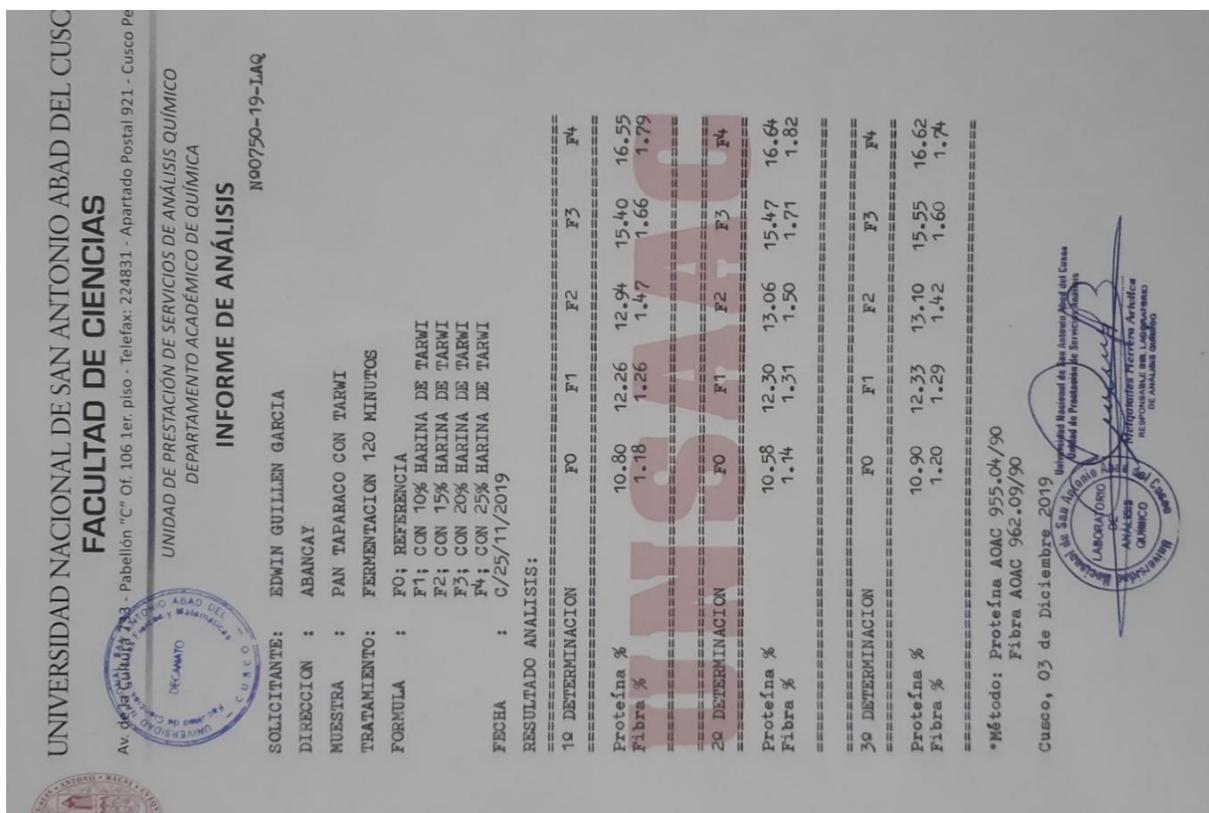


Figura 35 — Resultados tratamiento (T2 = 120 minutos)



PRINCIPALES EQUIPOS EMPLEADOS EN LOS ANÁLISIS



Figura 36 — Balanza analítica



Figura 37 — Estufa para determinar humedad



Figura 38 — Mufla para determinar cenizas



Figura 39 — Extractor de grasa