

**UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN**

**Facultad de Ciencias Agropecuarias**

**Escuela Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias**

**EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS SENSORIALES  
Y MINERALES DE UN PAN ELABORADO  
CON AGUA DE MAR**

**TESIS**

**Presentada por:**

**Bach. MELVIN HAROLD MAMANI ARIAS**

**Para optar el Título Profesional de:**

**INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

**TACNA - PERÚ**

**2023**

# UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

## Facultad de Ciencias Agropecuarias

### Escuela Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias

#### TESIS

#### “EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS SENSORIALES Y MINERALES DE UN PAN ELABORADO CON AGUA DE MAR”

TESIS SUSTENTADA Y APROBADA EL 08 DE AGOSTO DEL 2023;  
SIENDO EL JURADO CALIFICADOR:

PRESIDENTE : .....  
Dr. OSCAR OCTAVIO FERNÁNDEZ CUTIRE

SECRETARIO : .....  
Dr. LUIS ALBERTO MARÍN ALIAGA

VOCAL : .....  
Mgr. NICOLÁS GUILLERMO SEQUEIROS FLORES

ASESOR : .....  
Dr. SAMUEL ROMÁN CERRO RUIZ

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN  
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

CERTIFICADO DE SIMILITUD

Yo, Samuel Román Cerro Ruiz, en mi condición de Asesor acreditado por Resolución de Facultad N° 5566-2019-FCAG, del Bachiller Melvin Harold Mamani Arias quien sustentó la tesis titulada: **EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS SENSORIALES Y MINERALES DE UN PAN ELABORADO CON AGUA DE MAR**, para obtener el título profesional de Ingeniero en Industrias Alimentarias.

Informo que habiendo cumplido con lo establecido en el reglamento de originalidad y de similitud de trabajos de investigación y producción intelectual, y según la revisión, evaluación y análisis realizado a través del software de similitud textual TURNITIN; cuenta con el nivel de similitud permitido cuyo porcentaje es **8 %**.

Por lo que CERTIFICO LA SIMILARIDAD de la ESCALA DE SIMILITUD de la tesis, la misma que está de acuerdo a la **SIMILITU BAJA: PERMITIDO**; para continuar con los trámites correspondientes y proceder a su publicación en el repositorio institucional.

Se emite el presente certificado, para cumplir con los requisitos institucionales y continuar con los trámites conducentes a la obtención del título profesional.

Tacna, 16 de agosto del 2023



Dr. Samuel Román Cerro Ruiz

Asesor

## **DEDICATORIA**

*A Dios, por guiar mi camino.*

*A mi madre Aurora, a Yosemite y a Moisés por su apoyo, cariño y amor incondicional.*

## **AGRADECIMIENTO**

*A la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, especialmente a la Escuela Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias, por la orientación y guía.*

*Al Instituto General de Investigación (IGI) de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, por el financiamiento y capacitación brindados.*

*Al Dr. Samuel Cerro Ruiz, por su asesoría, en la presente tesis.*

*Y finalmente a todos los participantes de este proceso, por sus valiosos aportes; los cuales se reflejan en la culminación de mi paso por la Universidad.*

## ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA .....	iv
AGRADECIMIENTO .....	v
ÍNDICE GENERAL .....	vi
ÍNDICE DE TABLAS .....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xiii
RESUMEN .....	xviii
ABSTRACT.....	xix
INTRODUCCIÓN.....	1
CAPÍTULO I: EL PROBLEMA.....	3
1.1    Planteamiento del problema .....	3
1.2    Formulación y sistematización del problema .....	4
1.2.1    Problema general.....	4
1.2.2    Problemas específicos .....	4
1.3    Delimitación de la investigación.....	5
1.4    Justificación .....	7
1.5    Limitaciones.....	8
1.6    Objetivos.....	9
1.6.1    Objetivo general .....	9
1.6.2    Objetivos específicos .....	9

CAPÍTULO II: HIPÓTESIS Y VARIABLES.....	10
2.1    Hipótesis general y específicas .....	10
2.1.1  Hipótesis general.....	10
2.1.2  Hipótesis específicas.....	10
2.2    Diagrama de variables .....	11
2.3    Indicadores de variables.....	11
2.4    Operacionalización de variables .....	12
CAPÍTULO III: FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA .....	14
3.1    Conceptos generales y definiciones .....	14
3.1.1  Agua de mar.....	14
3.1.2  Panes de corteza crujiente.....	15
3.1.3  La masa madre de levadura.....	16
3.1.4  La masa panaria.....	17
3.1.5  Nutrimentos inorgánicos (minerales).....	17
3.2    Enfoques teóricos – técnicos .....	18
3.2.1  Microfiltración del agua de mar .....	18
3.2.2  Agua en la elaboración del pan.....	18
3.2.3  Sales de agua de mar .....	19
3.2.4  Minerales.....	20
3.2.5  Salinidad en el océano .....	23
3.2.6  Formulación del pan campesino .....	25

3.2.7	Formulación del pan corteza crujiente.....	26
3.2.8	El porcentaje panadero y las masas madre .....	27
3.2.9	Análisis sensorial del pan.....	28
3.3	Marco referencial .....	29
CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....		31
4.1	Tipo de investigación .....	31
4.2	Población y muestra .....	32
4.3	Materiales y métodos.....	33
4.3.1	Materiales y equipos .....	33
4.3.2	Método experimental.....	38
CAPÍTULO V: TRATAMIENTOS DE LOS RESULTADOS .....		61
5.1	Técnicas aplicadas en la recolección de información .....	61
5.1.1	Análisis al agua de mar extraída .....	61
5.1.2	Análisis al agua de mar tratada.....	62
5.1.3	Análisis al pan elaborado con agua de mar .....	63
5.1.4	Análisis de datos .....	64
5.2	Instrumentos de medición.....	65
5.3	Resultados y discusión .....	65
5.3.1	Análisis de metales totales del agua de mar extraída .....	65
5.3.2	Análisis microbiológico e hidrobiológico del agua de mar extraída.....	66

5.3.3	Análisis microbiológico e hidrobiológico del agua de mar tratada .....	67
5.3.4	Evaluación las características sensoriales del pan elaborado con agua de mar .....	69
5.3.5	Percepción de la intensidad de color del pan.....	70
5.3.6	Percepción de la intensidad de ácido acético del pan.....	72
5.3.7	Percepción de la intensidad de agrio del pan.....	74
5.3.8	Percepción de la intensidad de salado del pan .....	76
5.3.9	Percepción de la intensidad de dureza del pan.....	78
5.3.10	Percepción de la intensidad de elasticidad del pan.....	80
5.3.11	Percepción de la aceptabilidad sensorial global del pan .....	82
5.3.12	Análisis de minerales del pan con agua de mar.....	84
5.3.13	Contenido de calcio del pan .....	85
5.3.14	Contenido de sodio del pan.....	87
5.3.15	Contenido de magnesio del pan.....	89
5.3.16	Contenido de potasio del pan.....	91
5.3.17	Contenido de fósforo del pan .....	93
5.3.18	Solución optimizada .....	95
5.4	Discusiones .....	102
5.4.1	Composición fisicoquímica y microbiológica del agua de mar extraída.....	102

5.4.2	Características sensoriales del pan elaborado con adición de agua de mar tratada .....	104
5.4.3	Contenido de minerales del pan elaborado con adición de agua de mar tratada.....	108
CONCLUSIONES .....		113
RECOMENDACIONES.....		115
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		116
ANEXOS .....		122

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Operacionalización de variables para elaboración del pan .....	13
Tabla 2 Clasificación básica de minerales .....	22
Tabla 3 Concentraciones promedio de los principales iones en agua de mar, en partes por mil en peso ( $\text{g kg}^{-1}$ o $\text{g l}^{-1}$ ).....	24
Tabla 4 Fórmula completa del pan campesino .....	25
Tabla 5 Fórmula masa madre del pan campesino .....	25
Tabla 6 Fórmula masa final del pan campesino.....	26
Tabla 7 Fórmula completa del pan de corteza crujiente .....	26
Tabla 8 Fórmula masa madre del pan de corteza crujiente .....	27
Tabla 9 Fórmula masa final del pan de corteza crujiente.....	27
Tabla 10 Niveles de las variables independientes .....	32
Tabla 11 Matriz de diseño para evaluar las características sensoriales y minerales de un pan elaborado con agua de mar tratada .....	33
Tabla 12 Descriptores y productos de referencia.....	58
Tabla 13 Resultados del análisis de elementos principales de agua de mar extraída .....	65
Tabla 14 Resultados del análisis de elementos traza de agua de mar extraída .....	66

Tabla 15 Resultados del análisis microbiológico de agua de mar extraída .....	66
Tabla 16 Resultados del análisis hidrobiológico de agua de mar extraída .....	67
Tabla 17 Resultados del análisis microbiológico de agua de mar tratada.....	68
Tabla 18 Resultados del análisis hidrobiológico de agua de mar tratada.....	68
Tabla 19 Resultados promedio de las características sensoriales del pan elaborado con agua de mar.....	69
Tabla 20 Resultados promedio para los micronutrientes del pan elaborado con agua de mar .....	84
Tabla 21 Soluciones óptimas para la elaboración del pan con agua de mar .....	95
Tabla 22 Contenido de minerales de la muestra patrón y soluciones optimizadas.....	98
Tabla 23 Comparación del análisis de metales totales realizado al agua de mar extraída con el Límite Máximo Permisible según DS N° 031-2010-SA .....	103

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Diagrama de las variables en estudio.....	11
Figura 2 Pan de miga aireada y corteza crujiente.....	15
Figura 3 Estructura final de los tipos de masa madre.....	17
Figura 4 La sucesión de sales precipitadas del agua de mar.....	19
Figura 5 Proceso de tratamiento de agua de mar, por microfiltración y radiación U.V.....	39
Figura 6 Sistema de sujeción de la bomba sumergible.....	40
Figura 7 Extracción de agua de mar con bomba sumergible.....	40
Figura 8 Salida de agua de mar extraída.....	41
Figura 9 Llenado de muestra de agua de mar extraída.....	42
Figura 10 Contenedor isotérmico para traslado de muestras destinadas a análisis fisicoquímico.....	43
Figura 11 Contenedores plásticos con agua de mar.....	44
Figura 12 Equipo de microfiltrado y radiado.....	44
Figura 13 Caja isotérmica con muestras destinadas a análisis microbiológico e hidrobiológico.....	45
Figura 14 Embotellado de agua de mar tratada para elaboración del pan.....	46

Figura 15 Pesado para masa madre de levadura .....	47
Figura 16 Temperatura de fermentación de masa madre de levadura .....	48
Figura 17 Proceso de elaboración de masa madre de levadura del pan con adición de agua de mar tratada.....	48
Figura 18 Plegado y desgasificado .....	50
Figura 19 Fermentación de la masa luego del segundo reposo .....	51
Figura 20 Boleado posterior a la división .....	51
Figura 21 Reposo en pieza .....	52
Figura 22 Formado de las piezas de pan.....	52
Figura 23 Horneado de las piezas de pan .....	53
Figura 24 Enfriado de las piezas de pan.....	53
Figura 25 Identificación de los bloques de tratamientos .....	54
Figura 26 Proceso de elaboración de la masa final del pan con adición de agua de mar tratada .....	55
Figura 27 Presentación de la tabla lexicon a los evaluadores .....	57
Figura 28 Muestras para el análisis según tabla lexicon.....	57
Figura 29 Primera reducción de descriptores .....	59
Figura 30 Segunda reducción de descriptores .....	59
Figura 31 Panelista en proceso de análisis sensorial del pan .....	60

Figura 32 Percepción de la intensidad de color del pan elaborado con agua de mar .....	70
Figura 33 Curvas de nivel para la intensidad de color del pan elaborado con agua de mar .....	71
Figura 34 Percepción de la intensidad de ácido acético del pan elaborado con agua de mar .....	72
Figura 35 Curvas de nivel para la intensidad de ácido acético del pan elaborado con agua de mar .....	73
Figura 36 Percepción de la intensidad de agrio del pan elaborado con agua de mar .....	74
Figura 37 Curvas de nivel para la intensidad de agrio del pan elaborado con agua de mar .....	75
Figura 38 Percepción de la intensidad de salado del pan elaborado con agua de mar .....	76
Figura 39 Curvas de nivel para la intensidad de salado del pan elaborado con agua de mar .....	77
Figura 40 Percepción de la intensidad de dureza del pan elaborado con agua de mar .....	78
Figura 41 Curvas de nivel para la intensidad de dureza del pan elaborado con agua de mar .....	79

Figura 42 Percepción de la intensidad de elasticidad del pan elaborado con agua de mar .....	80
Figura 43 Curvas de nivel para la intensidad de elasticidad del pan elaborado con agua de mar .....	81
Figura 44 Percepción de la aceptabilidad sensorial global del pan elaborado con agua de mar .....	82
Figura 45 Curvas de nivel para la aceptabilidad sensorial global del pan elaborado con agua de mar .....	83
Figura 46 Contenido de calcio del pan elaborado con agua de mar .....	85
Figura 47 Curvas de nivel para el contenido de calcio del pan elaborado con agua de mar .....	86
Figura 48 Contenido de sodio del pan elaborado con agua de mar.....	87
Figura 49 Curvas de nivel para el contenido de sodio del pan elaborado con agua de mar .....	88
Figura 50 Contenido de magnesio del pan elaborado con agua de mar.....	89
Figura 51 Curvas de nivel para el contenido de magnesio del pan elaborado con agua de mar .....	90
Figura 52 Contenido de potasio del pan elaborado con agua de mar.....	91

Figura 53 Curvas de nivel para el contenido de potasio del pan elaborado con agua de mar .....	92
Figura 54 Contenido de fósforo del pan elaborado con agua de mar .....	93
Figura 55 Curvas de nivel para el contenido de fósforo del pan elaborado con agua de mar .....	94
Figura 56 Solución óptima (S1) para el pan elaborado con agua de mar tratada.....	96
Figura 57 Solución óptima (S2) para el pan elaborado con agua de mar tratada.....	97
Figura 58 Perfil de las características sensoriales de la muestra patrón y muestras optimizadas (S1 y S2) .....	99
Figura 59 Balance de materia de la masa madre de la solución optimizada 1.....	100
Figura 60 Balance de materia de la masa panaria con agua de mar tratada de la solución optimizada 1 .....	101
Figura 61 Pan optimizado (S1) elaborado con agua de mar tratada.....	102

## RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue evaluar las características sensoriales y minerales de un pan elaborado con agua de mar. Las muestras resultaron de la interacción de los niveles de cada variable en estudio, eligiéndose el Diseño Central Compuesto de Cara Centrada que generó un total de 11 tratamientos. Se empleó la metodología de Superficie de Respuesta, para determinar la influencia del agua de mar tratada sobre las características sensoriales y minerales del pan. La composición fisicoquímica y microbiológica del agua de mar extraída califica como apta. La intensidad de color en corteza, ácido acético en miga, agrio en miga, dureza en corteza, elasticidad en miga, aceptabilidad global, contenido de calcio, potasio y fósforo; no fueron significativos (valor  $p > 0,05$ ) en el pan. Sin embargo, la intensidad de salado en miga resultó significativa (valor  $p < 0,05$ ) en el pan, por influencia de la adición de agua de mar tratada en la masa panaria. Además, el contenido de sodio, magnesio y calcio resultó significativo (valor  $p < 0,05$ ) en el pan, por influencia de la adición de agua mar tratada en la masa madre y masa panaria.

**Palabras clave:** Agua de mar, masa madre, masa panaria.

## **ABSTRACT**

The objective of this study was to evaluate the sensory and mineral characteristics of a bread made with seawater. The samples resulted from the interaction of the levels of each variable under study, choosing the Centered Face Composite Central Design, which generated a total of 11 treatments. The Response Surface methodology was used to determine the influence of treated seawater on the sensory and mineral characteristics of the bread. The physicochemical and microbiological composition of the extracted seawater qualifies as suitable. The intensity of color in the crust, acetic acid in the crumb, sourness in the crumb, hardness in the crust, elasticity in the crumb, overall acceptability, calcium, potassium and phosphorus content; were not significant ( $p$  value  $> 0,05$ ) in bread. However, the intensity of salting in the crumb was significant ( $p$  value  $< 0,05$ ) in the bread, due to the influence of the addition of treated seawater in the bread dough. In addition, the content of sodium, magnesium and calcium was significant ( $p$  value  $< 0,05$ ) in the bread, due to the influence of the addition of treated seawater in the sourdough and bread dough.

**Keywords:** Sea water, sourdough, bread dough.

## INTRODUCCIÓN

Barbarisi et al. (2019) afirma que, el agua y la harina son los ingredientes principales en una receta de pan y son los que más afectan la textura y la miga. Otro ingrediente como la sal es un componente común en los productos horneados y cumple una serie de funciones sensoriales y tecnológicas. La función sensorial está relacionada con el sabor, mientras que las funciones tecnológicas están relacionadas con los cambios en las propiedades de la masa durante la elaboración del pan y con la levadura.

Por otro lado Lopes et al. (2017) afirman que, la reformulación de alimentos se está implementando ampliamente y el pan es a menudo un objetivo de intervención clave debido a su alto consumo. Sin embargo, la sal, aunque es un componente menor del pan, tiene fuertes impactos tecnológicos y sensoriales, por lo que su disminución es un gran desafío. En este sentido, se han probado una serie de estrategias de reducción de sal. Que, para el caso del presente estudio, el agua de mar tratada es el factor a considerarse para la reformulación del pan.

Como fuente alternativa a la sal, se ha utilizado el agua de mar para el procesamiento de diversos alimentos como la carne, el curado de Baechu (col china), la formación de cuajada de soja (tofu), donde se ha demostrado que mejora su calidad (Ryu et al., 2014). El agua de mar contiene cloruro de sodio (NaCl), sulfatos y varios minerales, como zinc, magnesio, calcio y arsénico (Mun et al., 2003).

# **CAPÍTULO I**

## **EL PROBLEMA**

### **1.1 Planteamiento del problema**

Según Toumi et al. (2022), “los azúcares, grasas saturadas, grasas trans, sal y/o sodio cumplen funciones tecnológicas específicas en los alimentos, además de proporcionar sabor, mejorar la textura y afectar el crecimiento microbiano”. Sin embargo, el consumo excesivo de estas sustancias se ha asociado con efectos negativos para la salud, como la obesidad, la diabetes, las enfermedades cardiovasculares y los accidentes cerebrovasculares.

La ingesta excesiva de sodio es un tema trascendente, debido a que es consumido en forma de sal; siendo ésta el inicio de la hipertensión arterial. Una de las sales utilizada en su remplazo es el potasio, el cual se presenta en la mayoría de los alimentos de forma natural, especialmente frutas y verduras; en cambio, el sodio se presenta generalmente en los alimentos enlatados, salsas, embutidos, etc (Agüero, 2012).

Nuestro país no es ajeno a esta problemática global de búsqueda de estrategias para reducir la ingesta excesiva de sodio, que según Antunes et al. (2021), cambia la composición de los alimentos procesados con el fin de obtener un producto más saludable al limitar ciertos nutrientes, como azúcares, grasas saturadas, grasas trans, sal y/o sodio en la dieta.

Bajo estas premisas existe la necesidad de conocer; cómo y en qué medida influenciará la reducción o incremento del agua de mar sobre el proceso de elaboración y obtención de un pan de corteza crujiente. Ya que según Antunes et al. (2021), cada componente tiene funciones tecnológicas específicas como proporcionar sabor, mejorar la textura o afectar el crecimiento microbiano.

## **1.2 Formulación y sistematización del problema**

### **1.2.1 Problema general**

¿Cómo serán las características sensoriales y concentración de minerales de un pan elaborado con agua de mar?

### **1.2.2 Problemas específicos**

- a) ¿Cómo será la composición fisicoquímica y microbiológica del agua de mar extraída del litoral de la región Tacna?

- b) ¿Cómo será las características sensoriales del pan bajo la influencia de la adición de agua de mar?
- c) ¿Cómo será la concentración de minerales del pan bajo la influencia de la adición de agua de mar?

### **1.3 Delimitación de la investigación**

Delimitación temporal: Para el presente estudio se tomó en cuenta el tiempo de extracción y purificación del agua de mar, así como la elaboración y análisis a los panes con actividades de laboratorio. La investigación inició en octubre 2019, con una pausa debido al impacto generado por la pandemia de COVID-19, retomando actividades en mayo 2022. Esta investigación se divide en 4 etapas: La primera fue de extracción, acondicionamiento, análisis fisicoquímico, análisis microbiológico y análisis hidrobiológico del agua de mar extraída del litoral de la región Tacna (octubre 2019). La segunda, fue de elaboración y análisis de la concentración de minerales del pan bajo la influencia de la adición de agua de mar (noviembre 2019). La tercera, fue la de análisis sensorial de las muestras de pan bajo la influencia de la adición de agua de mar (mayo 2022 – enero 2023). Y la cuarta, fue de análisis de los resultados obtenidos de las 3 primeras etapas y la correlación existente entre ellas (febrero 2023 – marzo 2023).

Delimitación espacial: El presente trabajo de investigación se desarrolló en la ciudad de Tacna. La extracción de muestras de agua de mar sin tratar fue en la playa Llostay con georreferencia UTM WGS 84 de 325904.381 E y 7989105.767 N. La Microfiltración y preparación de muestras de agua de mar tratada fue en un ambiente privado acondicionado para tal fin por el investigador. Las pruebas de panificación se realizaron en el taller de capacitaciones culinarias de la empresa "LAVARI PERU S.A.C.". Para los análisis se contrataron los servicios de 2 laboratorios externos acreditados por el Instituto Nacional de Calidad (INACAL) que son: "ALS LS PERU S.A.C." para los ensayos de calidad por Metales Totales por ICP-MS al agua de mar extraída; y determinación de minerales (calcio, sodio, magnesio, potasio y fósforo) mediante Espectrofotometría de Absorción Atómica al pan bajo la influencia de la adición de agua de mar. Y "Certificaciones del Perú S.A.C." para, análisis microbiológico (*Bacterias Coliformes Termotolerantes*, *Coliformes totales*, *Colífagos*, *Escherichia coli* y recuento de *Heterotróficos*) y análisis hidrobiológico (Huevos de helmintos clase *Trematoda*, *Cestoda* y *Nematoda*); al agua de mar extraída y tratada. Finalmente, la capacitación y selección de los evaluadores para el Análisis Descriptivo Cuantitativo se realizó seleccionando alumnos de la Escuela de Industrias Alimentarias de la UNJBG.

Delimitación teórica: Previo al inicio de actividades se aseguró que el agua de mar utilizada en el estudio cumpla las condiciones de calidad del agua para consumo humano según parámetros químicos inorgánicos, microbiológicos y parasitológicos respectivamente según DS N° 031-2010-SA. Posteriormente la investigación finalizó en la optimización de los tratamientos; luego de determinar las características sensoriales y la concentración de minerales (Na, K, Ca, Mg, P).

#### **1.4 Justificación**

El desarrollo de la presente investigación cuantificó la composición fisicoquímica y microbiológica del agua de mar, debido a que en el Perú la desinformación sobre el contenido de minerales del agua de mar, dificulta su aprovechamiento como ingrediente en diferentes elaboraciones o procesos; generando desinterés o rechazo por parte de la industria. Así mismo, la Región de Tacna cuenta con un amplio litoral, con zonas sin presencia de emisiones de ríos que pudieran contaminar el agua de mar.

El estudio determinó, las características sensoriales del pan elaborado con adición de agua de mar tratada; debido a que la reformulación de alimentos según Antunes et al. (2021), debe considerar los roles y aspectos con el fin de conservar las características tecnológicas

positivas de un producto; para obtener un resultado que siga siendo atractivo para los consumidores.

Así mismo, el estudio determinó el contenido de minerales del pan elaborado con adición de agua de mar tratada, con el fin de conocer la concentración de minerales de los diferentes tratamientos sometidos a estudio; debido al creciente interés en la reducción de ciertos ingredientes como el sodio y/o sal, que según lo afirmado por Beck et al. (2012), es parte de la implementación de un plan de acción efectivo de reformulación de alimentos, ante el incremento de enfermedades no trasmisibles a nivel global.

Por lo tanto, la presente investigación representa una fuente de información que abrirá camino a futuras investigaciones por parte del sector público y privado sobre el uso de agua de mar y su riqueza en sales minerales, aplicados a la industria alimentaria en el área de tecnología de procesos y nutrición.

## **1.5 Limitaciones**

Inexistencia de una Norma Técnica Nacional de requisitos de uso o envasado de agua de mar vigente en el Perú. Limitada información

científica sobre el uso de agua de mar tratada, para su consumo directo en otros países. Limitados estudios o antecedentes relacionados al uso específico de agua de mar tratada en el proceso de elaboración del pan.

Reducido número, o inexistencia de evaluadores con entrenamiento específico para una prueba sensorial con pan. Y dificultad para el mantenimiento de la motivación participativa en los evaluadores, en la realización de pruebas posteriores al estudio.

## **1.6 Objetivos**

### **1.6.1 Objetivo general**

Evaluar las características sensoriales y minerales de un pan elaborado con agua de mar tratada.

### **1.6.2 Objetivos específicos**

- a. Cuantificar la composición fisicoquímica y microbiológica del agua de mar extraída del litoral de la región Tacna.
- b. Determinar las características sensoriales del pan elaborado con adición de agua de mar tratada en masa madre y masa panaria.
- c. Determinar el contenido de minerales del pan elaborado con adición de agua de mar tratada en masa madre y masa panaria.

## **CAPÍTULO II**

### **HIPÓTESIS Y VARIABLES**

#### **2.1 Hipótesis general y específicas**

##### **2.1.1 Hipótesis general**

El agua de mar tratada, adicionada a la masa madre y masa panaria, influirán sobre las características sensoriales y contenido de minerales del pan.

##### **2.1.2 Hipótesis específicas**

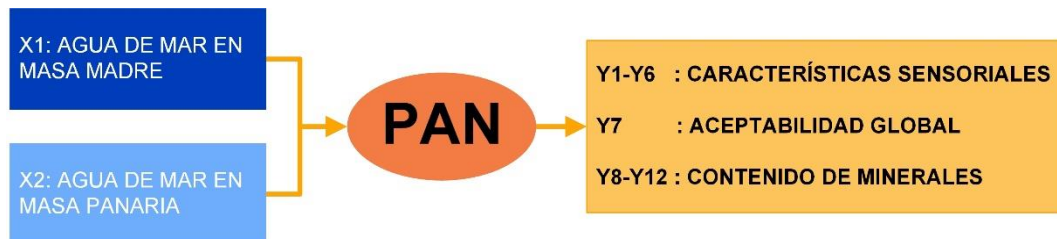
- a. Es posible determinar la composición fisicoquímica y microbiológica del agua de mar extraída del litoral de la región Tacna.
- b. El agua de mar tratada, adicionada a la masa madre y masa panaria, influirá sobre las características sensoriales del pan.
- c. El agua de mar tratada, adicionada a la masa madre y masa panaria, influirá sobre el contenido de minerales del pan.

## 2.2 Diagrama de variables

La Figura 1 muestra la relación entre las variables dependientes e independientes del estudio.

**Figura 1**

*Diagrama de las variables en estudio*



## 2.3 Indicadores de variables

a) Variables independientes:

- Agua de mar tratada en masa madre.
- Agua de mar tratada en masa panaria.

b) Variables dependientes:

- Características sensoriales (Descriptor):
  - Color (en corteza superior).
  - Ácido acético (en miga).
  - Agrio (en miga).
  - Salado (en miga).

- Dureza (en corteza).
  - Elasticidad (en miga).
- Aceptabilidad sensorial (Atributos):
  - Aceptabilidad global.
- Contenido de minerales:
  - Sodio.
  - Potasio.
  - Calcio.
  - Magnesio.
  - Fósforo.

## **2.4 Operacionalización de variables**

En la siguiente Tabla 1 se establece la operacionalización de las variables propuestas en estudio.

**Tabla 1***Operacionalización de variables para elaboración del pan*

VARIABLES	INDICADORES	UNIDAD	INSTRUMENTO DE MEDICIÓN
<b>Independiente:</b>			
Agua de mar tratada en masa madre	X1: Concentración de agua de mar tratada	% p/p (g/g)	Balanza
Agua de mar tratada en masa panaria	X2: Concentración de agua de mar tratada	% p/p (g/g)	Balanza
<b>Dependiente:</b>			
Características sensoriales	Y1: Color	adimensional	Escala lineal no estructurada de 10 cm
	Y2: Ácido acético		
	Y3: Agrio		
	Y4: Salado		
	Y5: Dureza		
	Y6: Elasticidad		
Aceptabilidad sensorial	Y7: Aceptabilidad global	adimensional	Escala lineal no estructurada de 9 cm
Minerales	Y8: Sodio (Na)	ppm	Espectrofotómetro de absorción atómica
	Y9: Potasio (K)		
	Y10: Calcio (Ca)		
	Y11: Magnesio (Mg)		
	Y12: Fósforo (P)		

## **CAPÍTULO III**

### **FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA**

#### **3.1 Conceptos generales y definiciones**

##### **3.1.1 Agua de mar**

Según Soriano (2015), el agua de los océanos resulta imprescindible para todos los seres vivos del planeta, siendo esta un sistema químico complejo; debido a que muchos tipos de especies químicas orgánicas e inorgánicas se encuentran disueltas, en una solución de alto contenido salino. Dentro de esta, los elementos solubles (Na, K, o Ca) pasan a la solución y su composición relativa está controlada por distintas reacciones químicas y biológicas; sin embargo, los elementos poco solubles (Si, Al o Fe) se transportan y depositan principalmente como partículas sólidas. Sus propiedades fisicoquímicas derivan de sus componentes mayoritarios, cuya concentración media total o salinidad; varía de unos puntos a otros.

### 3.1.2 Panes de corteza crujiente

Según Tejero (2010), el pan crujiente es aquel que al apretón de manos cruje, la corteza es más dura que los panes suaves, la miga es más amarillenta y los panes de esta denominación son todas las variedades de pan francés, baguettes, chapatas, barras gallegas, panes de campo, hogazas, entre otros. En su proceso de fabricación, hay dos variables: Proceso mixto (industrial) y el proceso con fermentación global (artesanal). El proceso de fabricación, así como la consistencia de las masas puede variar, pero en ambas composiciones no intervienen las grasas ni el azúcar, ingredientes que por otro lado son necesarios para panes de corteza suave.

**Figura 2**  
*Pan de miga aireada y corteza crujiente*



*Nota.* Recetasesupendas (2020).

### **3.1.3 La masa madre de levadura**

Según Hamelman (2013), se elabora tomando una parte del total de los ingredientes de la masa, mezclándolos y dejando que fermenten lentamente antes de amasar la masa final; son 3 los tipos básicos de madres de levadura cuyas características predominantes, son las siguientes: Masa Fermentada: o masa vieja, es un trozo de masa de harina blanca reservado luego del amasado y añadido a la masa de la siguiente hornada. Esta es la única que contiene sal, el porcentaje de humedad y levadura determinado por la masa final. Poolish: es una mezcla de partes iguales de harina y agua, con actividad de proteasa relativamente alta. No tiene sal añadida, su hidratación es al cien por cien y tiene baja proporción de levadura (del 0,08 al 1 por ciento). Biga: Puede tener textura densa, con un contenido de agua sobre el 50 o 60 por ciento, no se tiene sal añadida y al igual que el poolish la cantidad de levadura está entre el 0,08 al 1 por ciento.

Asimismo Myhrvold y Migoya (2017) afirman que, el uso de masas madre en sus diferentes variaciones (Figura 3) ayudan a reducir el tiempo de amasado y mejorar la estructura del gluten en la masa final.

### Figura 3

*Estructura final de los tipos de masa madre*



*Nota.* Myhrvold y Migoya (2017).

#### 3.1.4 La masa panaria

Según León et al. (2006), la masa panaria es la resultante del mezclado de los ingredientes para la elaboración del pan. Tal como Salgado y Jiménez (2012) que se refieren a esta, como la masa cohesionada previa al proceso fermentativo.

#### 3.1.5 Nutrimientos inorgánicos (minerales)

Según Badui (2006), la palabra "minerales" (traducción de minerals) se usa para referirse a los diversos elementos químicos identificados en los alimentos. En la literatura científica en español se sigue usando el término "minerales", aun cuando hay voces que sugieren que se debe sustituir por "nutrimientos inorgánicos" por considerarlo más correcto.

## **3.2 Enfoques teóricos – técnicos**

### **3.2.1 Microfiltración del agua de mar**

Según Soler, Durango y Soler (2010), el efecto de la microfiltración del agua de mar a través de membrana de 1,0  $\mu\text{m}$  y de cerámica de 0,5  $\mu\text{m}$ , fue que todas las 15 muestras que estaban contaminadas al inicio de la recolección quedaron desinfectadas; esto es, no presentaron colonias en los medios de cultivo: agar sangre, agar TCBS, agar MacConkey y agar Chromo-cult; presentaron una eficiencia de 100%; sin embargo, se obtuvo crecimiento en el agua peptonada alcalina, lo que indica que hubo desinfección, mas no esterilización.

### **3.2.2 Agua en la elaboración del pan**

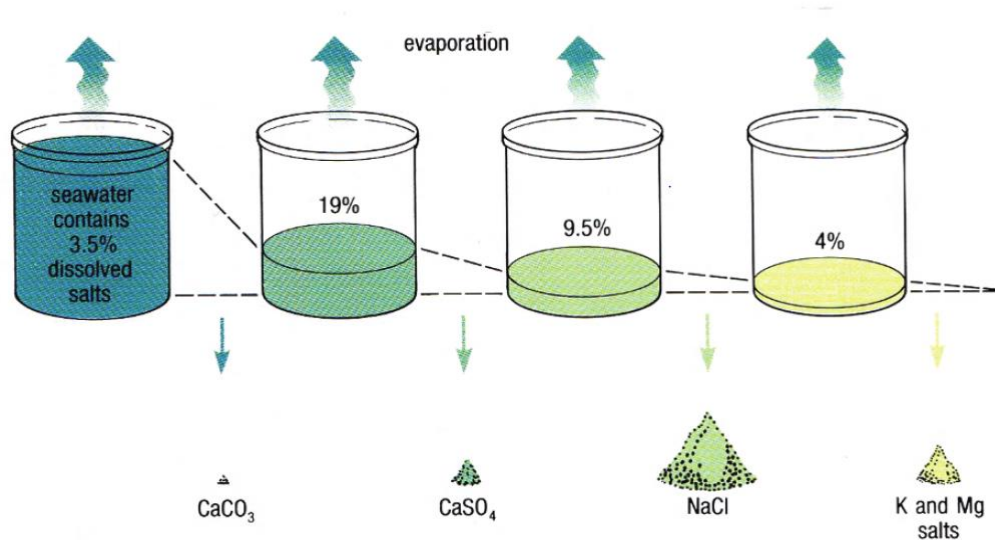
El agua es un ingrediente importante dentro de la masa del pan. Según Hamelman (2013), las características ideales del agua para hacer pan son las siguientes: Tener una dureza intermedia, con unas 100 a 150 ppm, ya que los minerales presentes proporcionarán de nutrientes a la levadura, favoreciendo la fermentación. Baja concentración de cloro, ya que este puede tener un efecto negativo, inhibiendo el metabolismo de los microorganismos. Y un pH por debajo de 7, ya que un agua alcalina puede disminuir la actividad de las levaduras.

### 3.2.3 Sales de agua de mar

A medida que el agua de mar se evapora; las sales menos solubles alcanzan la saturación primero, por lo que la secuencia de precipitación será del orden de menor a mayor solubilidad, y no de su abundancia. El cloruro sódico (halita, NaCl) es la sal más abundante, y la salmuera residual contiene los cloruros de potasio y magnesio, que son los más solubles y, por lo tanto, los últimos en precipitarse (Wright y Colling, 1995).

**Figura 4**

La sucesión de sales precipitadas del agua de mar



Nota. Wright y Colling (1995).

En la secuencia que se muestra en la Figura 4, la primera sal en precipitarse es el carbonato de calcio ( $\text{CaCO}_3$ ); cuando la evaporación ha

reducido el volumen al 19% de la cantidad original, el  $\text{CaSO}_4$  comienza a precipitar; al 9,5% del volumen original, el  $\text{NaCl}$  comienza a precipitar; y así sucesivamente. Los volúmenes de las pilas, representan las proporciones relativas de las sales precipitadas (Wright y Colling, 1995).

### **3.2.4 Minerales**

Según Belitz, Grosch y Schieberle (2009), los minerales son los componentes que permanecen como cenizas después de la combustión de tejidos vegetales y animales. Divididos en: elementos principales, elementos traza y elementos ultra-traza. Los elementos principales (Na, K, Ca, Mg, Cl, P) son esenciales para los seres humanos en cantidades  $> 50$  mg/día. El azufre también pertenece a este grupo. Sin embargo, no se tratará aquí porque los requerimientos de azufre se satisfacen con la ingesta de aminoácidos que contienen azufre. Los elementos traza (Fe, I, F, Zn, Se, Cu, Mn, Cr, Mo, Co, Ni) son esenciales en concentraciones de  $< 50$  mg/día; sus acciones bioquímicas han sido aclaradas. Los elementos ultra-traza (Al, As, Ba, Bi, B, Br, Cd, Cs, Ge, Hg, Li, Pb, Rb, Sb, Si, Sm, Sn, Sr, Tl, Ti, W) son elementos cuya esencialidad se ha probado en experimentos con animales durante varias generaciones y se han encontrado síntomas de deficiencia en estas condiciones extremas.

Así mismo según Matissek y Baltés (2016), el término minerales resume todos los constituyentes inorgánicos del organismo humano. Su absorción a través de los alimentos se encuentra en forma de sales inorgánicas (por ejemplo, cloruro de sodio) y, en cierta medida, también están unidos orgánicamente (por ejemplo, hierro en la hemoglobina). Todos los minerales tienen en común, que se producen en células y tejidos solo en concentraciones relativamente bajas. Cumplen una variedad de tareas, en particular de naturaleza catalítica y reguladora, pero también participan en la construcción de tejidos duros y otras sustancias corporales (por ejemplo, hormonas tiroideas).

Por definición, los elementos principales son; los elementos cuya cantidad o concentración en el cuerpo humano es superior a 50 mg por kg de peso corporal y su requerimiento diario superior a los 100 mg. Los elementos traza, se encuentran en una concentración de hasta 50 mg por kg de peso corporal; y su requerimiento diario es menos de 100 mg. El hierro toma una posición especial en este contexto ya que, a pesar de tener una concentración de más de 60 mg por kg de peso corporal, se asigna a los elementos traza, ya que está más cerca debido a sus funciones y la baja demanda. Los elementos principales (Tabla 2), incluyen los metales sodio (Na), potasio (K), calcio (Ca) y magnesio (Mg), así como los no metales

cloro (Cl), azufre (S) y fósforo (P). También se les conoce como electrolitos, ya que están presentes en un medio acuoso en forma aniónica (Cl, PO<sub>4</sub><sup>3-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) o catiónica (Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>) (Matissek y Baltés, 2016).

**Tabla 2**

*Clasificación básica de minerales*

Elementos principales	Elementos traza		
	Esencial	Posiblemente esencial	No esencial
Sodio (Na)	Hierro (Fe)	Silicio (Si)	Rubidio (Rb)
Potasio (K)	Zinc (Zn)	Aluminio (Al)	Mercurio (Hg)
Calcio (Ca)	Yodo (I)	Boro (B)	Cadmio (Cd)
Magnesio (Mg)	Selenio (Se)	Níquel (Ni)	Litio (Li)
Fósforo (P)	Flúor (F)	Vanadio (V)	
Azufre (S)	Cobre (Cu)	Estaño (Sn)	
Cloro (Cl)	Cromo (Cr)	Plomo (Pb)	
	Cobalto (Co)		
	Molibdeno (Mo)		
	Manganeso (Mn)		

*Nota.* Adaptado de Matissek y Baltés (2016).

Según Damodaran y Parkin (2017), la ingesta diaria recomendada (IDR) se han establecido para solo 9 de los 25 minerales que se sabe que son esenciales para la vida: Ca, P, Mg, Fe, Zn, Cu, Cr, Mn y I.

No todos los elementos traza encontrados en el organismo humano también cumplen una función. Hasta la fecha, se han identificado 10 elementos traza como esenciales para los seres humanos y, por lo tanto, deben suministrarse con alimentos. Estos son el hierro (Fe), yodo (I), flúor (F), selenio (Se), zinc (Zn), cobre (Cu), cromo (Cr), cobalto (Co), molibdeno (Mo) y manganeso (Mn), y la esencialidad del cromo (Cr) se cuestiona sobre la base de datos recientes (Matissek y Baltés, 2016).

La importancia de los minerales como ingredientes alimentarios depende no solo de sus funciones nutricionales y fisiológicas. Contribuyen al sabor de los alimentos y activan o inhiben las reacciones catalizadas por enzimas y otras reacciones, y afectan la textura de los alimentos (Belitz et al., 2009).

### **3.2.5 Salinidad en el océano**

La concentración promedio de sales disueltas en los océanos (S) es de alrededor del 3,5 por ciento (%) en peso. La Tabla 3 enumera los 11 iones principales que en conjunto constituyen el 99,9% de los constituyentes disueltos del agua de mar. En las aguas superficiales de los océanos abiertos, la salinidad varía de 33 a 37, pero cuando se tienen en

cuenta las plataformas marinas y las condiciones locales, el rango puede ser tan amplio como de 28 a 40 o más (Wright y Colling, 1995).

**Tabla 3**

*Concentraciones promedio de los principales iones en agua de mar, en partes por mil en peso ( $g\ kg^{-1}$  o  $g\ l^{-1}$ )*

iones	% en peso	
Cloro, $Cl^-$	18,980	
Sulfato, $SO_4^{2-}$	2,649	
Bicarbonato, $*HCO_3^-$	0,140	Iones negativos (aniones) total = 21,861‰
Bromuro, $Br^-$	0,065	
Borato, $H_2BO_3^-$	0,026	
Fluoruro, $F^-$	0,001	
Sodio, $Na^+$	10,556	
Magnesio, $Mg^{2+}$	1,272	
Calcio, $Ca^{2+}$	0,400	
Potasio, $K^+$	0,380	
Estroncio, $Sr^{2+}$	0,013	
Salinidad general total	34,482 ‰	

*Nota.* Wright y Colling (1995).

\*Incluido carbonato  $CO_3^{2-}$ .

### 3.2.6 Formulación del pan campesino

Según Hamelman (2013), la “formulación estándar del pan campesino” con respecto al porcentaje panadero se muestra en las Tablas 4, 5 y 6 respectivamente:

**Tabla 4**

*Fórmula completa del pan campesino*

<b>Ingredientes</b>	<b>Peso (kg)</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
Harina panificable	10,00	100,00
Agua	6,80	68,00
Sal	0,18	1,80
levadura	0,06	0,60
Total	17,04	170,40

*Nota.* Hamelman (2013).

**Tabla 5**

*Fórmula masa madre del pan campesino*

<b>Ingredientes</b>	<b>Peso (kg)</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
Harina panificable	5	100
Agua	3	60
Sal	0,09	1,80
levadura	0,025	0,50
Total	8,115	162,30

*Nota.* Hamelman (2013).

**Tabla 6***Fórmula masa final del pan campesino*

<b>Ingredientes</b>	<b>Peso (kg)</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
Harina panificable	5,00	100,00
Agua	3,80	76,00
Sal	0,09	1,80
levadura	0,035	0,70
Masa madre	8,115	162,30
Total	17,04	340,80

*Nota.* Hamelman (2013).

### 3.2.7 Formulación del pan corteza crujiente

Según la formulación propuesta por Hamelman (2013) se adaptaron los valores de la “formulación estándar del pan campesino” con respecto al interés de la presente investigación; como se muestra en las Tablas 7, 8 y 9 respectivamente:

**Tabla 7***Fórmula completa del pan de corteza crujiente*

<b>Ingredientes</b>	<b>Peso (kg)</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
Harina panificable	10,00	100,00
Agua	6,80	68,00
Levadura	0,06	0,60
Total	16,86	168,60

*Nota.* Adaptado de Hamelman (2013).

**Tabla 8***Fórmula masa madre del pan de corteza crujiente*

<b>Ingredientes</b>	<b>Peso (kg)</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
Harina panificable	5,00	100,00
Agua	3,00	60,00
Levadura	0,025	0,50
Total	8,025	160,50

*Nota.* Adaptado de Hamelman (2013).

**Tabla 9***Fórmula masa final del pan de corteza crujiente*

<b>Ingredientes</b>	<b>Peso (kg)</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
Harina panificable	5,00	100,00
Agua	3,80	76,00
Levadura	0,035	0,70
Masa madre	8,025	160,50
Total	16,86	337,20

*Nota.* Adaptado de Hamelman (2013).

### **3.2.8 El porcentaje panadero y las masas madre**

Según Hamelman (2013), el método más sencillo para trabajar fórmulas de pan, es lo que se conoce como el porcentaje panadero o las matemáticas del panadero. Donde cada ingrediente de la fórmula se expresa como un porcentaje del peso de la harina, y el peso de la harina siempre se expresa como el cien por cien. Este método facilita el trabajo con precisión utilizando tan solo una sola unidad de medida y hace posible que los panaderos compartan un lenguaje en común.

Cuando se elabora pan con masas madre hay que tener en cuenta algunas consideraciones con respecto al porcentaje panadero. La primera: la masa madre se trata como un ingrediente más. La segunda: es un poco más complejo calcular el porcentaje total (la fórmula completa). Por esta razón, cuando se emplean masas madre es una buena idea descomponer la fórmula en las partes que la forman, en este caso la fórmula completa, la de la masa madre y por último la de la masa final. De hecho, las cifras de la fórmula completa son de lejos las más importantes, seguidas por las masas madre y masa final (Hamelman, 2013).

### **3.2.9 Análisis sensorial del pan**

Se pueden distinguir dos tipos de métodos; los métodos afectivos (test de aceptación de consumidores) que permiten evaluar la actitud del consumidor respecto a aspectos como atributos relacionados con la calidad del pan, influencia del origen socio-cultural, percepción de la frescura, actitud del consumidor hacia los panes ecológicos y desarrollo de nuevos productos de panificación. Y, por otro lado, los métodos analíticos (análisis descriptivos sensoriales) en los que se utilizan paneles de jueces entrenados, que permiten la elaboración del perfil sensorial de un determinado pan. En general, los atributos sensoriales del pan se suelen agrupar en cuatro niveles: apariencia, olor, textura y flavor (Kihlberg, 2004).

### **3.3 Marco referencial**

Agüero (2012) en la investigación titulada “Estudio de dieta total: Determinación de sodio y potasio en alimentos consumidos por la población de Valdivia”, buscó determinar la ingesta de sodio y potasio proveniente de la dieta típica de la ciudad de Valdivia, mediante un estudio de dieta total con la modalidad de canasta de compra, la cual fue aplicada a un total de 382 habitantes mayores de 18 años. Concluyendo que el grupo pan es el grupo de alimentos que contribuyen más a la ingesta de sodio quedando en primer lugar con 971 mg/per/día; y que a pesar de no ser uno de los grupos de alimentos de mayor concentración de potasio queda en segundo lugar con respecto a los alimentos que contribuyen más a su ingesta con 258 mg/per/día. Evidenciando que la ingesta de potasio proveniente de la dieta típica es insuficiente en comparación a la recomendada por la OMS.

González et al. (2014) presentan la investigación “Introducción al análisis sensorial, estudio hedónico del pan en el IES Mugaros”, donde se diseña y realiza un estudio de análisis sensorial a través de sesiones de cata para evaluar hedónicamente cuatro tipos de pan teniendo como jueces a alumnado del IES Mugaros. Uno de los dos apartados de la investigación analizó el comportamiento de dos escalas en catas similares. Los resultados ponen de manifiesto que las dos escalas de medida

utilizadas, la discreta escala hedónica de 9 puntos y la continua escala gráfica lineal, tienen comportamientos similares, aunque el rango y los valores extremos de la escala gráfica lineal son menores.

Barbarisi et al. (2019) en su estudio titulado “Características químicas y nutricionales del pan influenciadas por el agua de mar de calidad alimentaria”, determinaron que el pan preparado con agua de mar mostró un menor porcentaje de sal y un mayor contenido de macro y micronutrientes. Asimismo, afirmaron que el uso de agua de mar aumentó las concentraciones de algunos elementos macro y esenciales como potasio, magnesio, hierro, zinc, cobre y yodo. Además, aumentó significativamente la actividad antioxidante del pan y la calidad olfativa en nariz electrónica y en el perfil de moléculas volátiles. El estudio concluyó que el uso de agua de mar en la elaboración del pan puede asegurar una mejora de las propiedades nutricionales y una menor absorción de sal añadida de uno de los productos más habituales en la dieta de las poblaciones mediterráneas. Proponiendo que evaluaciones posteriores con un panel capacitado también resaltarán los aspectos sensoriales y la aceptabilidad del producto.

## **CAPÍTULO IV**

### **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **4.1 Tipo de investigación**

El tipo de investigación es experimental, debido a que cumple con lo establecido por Supo (2012) quien describe a esta como: prospectiva, longitudinal, analítica, de nivel investigativo “explicativo” y “controlado”.

El diseño de investigación es de tipo experimental o experimento verdadero, ya que cumple con las dos condiciones establecidas por Supo (2012), que son: intervención y asignación aleatoria.

El nivel de investigación es aplicativo, ya que plantea resolver un determinado problema con la consecuente generación de un nuevo conocimiento; y se encuentra alineado con lo establecido por Supo (2012), ya que el diseño estadístico propuesto evalúa la intervención en cuando a proceso, resultados e impacto.

## 4.2 Población y muestra

La población está conformada por el total de combinaciones posibles, resultantes de la interacción de los niveles de cada variable en estudio. Se eligió el “Diseño Central Compuesto de Cara Centrada” recomendado por Montgomery (2004) para las 2 variables independientes en estudio considerando los niveles inferior, central y superior (Tabla 10).

**Tabla 10**

*Niveles de las variables independientes*

<b>Factores</b>	<b>Unidad</b>	<b>Nivel Inferior (-1)</b>	<b>Nivel central 0</b>	<b>Nivel Superior (+1)</b>
X1: Agua de mar en masa madre	%	55	70	85
X2: Agua de mar en masa panaria	%	50	75	100

Según el planteamiento del diseño estadístico, las muestras o tratamientos son un total de 11, donde la concentración o porcentaje de las variables independientes corresponde al agua de mar tratada (microfiltrada y radiada) que reemplaza al agua potable, según parámetros establecidos por el presente estudio para la elaboración del pan con adición de agua de mar tratada (Tabla 11).

**Tabla 11**

*Matriz de diseño para evaluar las características sensoriales y minerales de un pan elaborado con agua de mar tratada*

<b>Tratamientos</b>	<b>X1: Agua de mar en masa madre (%)</b>	<b>X2: Agua mar en masa panaria (%)</b>
1	55,0	50,0
2	70,0	50,0
3	85,0	50,0
4	55,0	75,0
5	70,0	75,0
6	85,0	75,0
7	55,0	100,0
8	70,0	100,0
9	85,0	100,0
10	70,0	75,0
11	70,0	75,0

*Nota.* Elaboración propia (2019) con software statgraphics centurión XVI, elaborado en software statgraphics centurión XVI (2019).

### **4.3 Materiales y métodos**

#### **4.3.1 Materiales y equipos**

La investigación se divide en cuatro etapas: a) extracción, acondicionamiento, análisis fisicoquímico y análisis microbiológico del agua de mar, b) elaboración y análisis de la concentración de minerales del pan bajo la influencia de la adición de agua de mar, c) análisis sensorial de las muestras de pan bajo la influencia de la adición de agua de mar, y d) análisis de los resultados obtenidos. Por lo que se utilizaron diferentes equipos, utensilios, aditivos e insumos según cada etapa.

*4.3.1.1 Evaluación de la composición fisicoquímica del agua de mar y microbiológica del agua de mar extraída y agua de mar tratada*

**Equipos**

- Bomba sumergible 12 voltios.
- Purificador de agua PPM3B 1" (cppx5 $\mu$ m + cppx1 $\mu$ m + ccx0,5 $\mu$ m).
- Purificador de agua VaPP1T20 2" (cppx5 $\mu$ m x 20').
- Lámpara UV 200 GPD (220V x 6w).

**Utensilios**

- Recipiente PVC con tapa de 50x50x80.
- Manguera 2M PVC transparente 1" x 3 metros.
- Manguera de succión PVC 1" x 8 metros.
- Unión universal PVC 1".
- Abrazadera de presión acero inoxidable 1" x 4 unidades.
- Llave 1/2" tipo globo PVC.
- Tubo de 120 PSI x 3 metros.
- Cable dos fases x 30 metros.
- Batería 12 voltios.
- Soga poliéster 10 mm blanca x 60 metros.
- Botellón 5 litros PET x 10 unidades.

- Contenedor isotérmico de poliestireno.
- Envase con tapa 5 piezas (toma de muestra) x 2 paquetes.
- Cinta aislante 3/4" x 18 metros.

### **Aditivos**

- Ácido nítrico (HNO<sub>3</sub>) a pH < 2.

### **Materia prima**

- Agua de mar extraída.

#### *4.3.1.2 Elaboración del pan elaborado con agua de mar tratada*

### **Equipos**

- Horno semi industrial a gas (1,06 kg/h) acero inoxidable Refrisur (Tacna, Perú) 4 bandejas.
- Batidora 10 velocidades Heavy Duty 10 litros KitchenAid Modelo 5KSM7591XEWH (Michigan, USA).
- Selladora de bolsa 80 mm 600 W Work Tools SF-400 (China).

### **Utensilios**

- Bandejas de acero inoxidable x 14 unidades.

- Bowls de acero inoxidable x 10 unidades.
- Cucharas medidoras juego 5 piezas.
- Recipiente PVC con tapa de 120x50x50.
- Balanza digital de mesa SF-400 5000 g x 1 g.
- Balanza digital de mesa DI-SC 200 g x 0,01 g.
- Tamiz acero inoxidable x 2 unidades.
- Espátula x 4 unidades.
- Rasqueta PVC x 3 unidades.
- Recipiente PVC con tapa de 12 x10 x 10 x 2 unidades.
- Cinta adhesiva de papel 3 mm.
- Bolsas de hielo 1 kg x 1 paquete.
- Tela saquillo 80 x 80 cm x 15 unidades.
- Pulverizador PET x 3 unidades.
- Cuchilla descartable de corte x 5 unidades.
- Envase PET circular 1 kg x 6 unidades.
- Termómetro digital para horno con sonda.
- Rollo film plástico 304,8 mts x 30 cm.
- Marcador indeleble negro x 3 unidades.

### **Materia prima**

- Harina de trigo Pulso Nicolini x 40 kg.

- Agua de mar tratada x 20 litros.
- Agua de caño x 15 litros.
- Levadura x 1 paquete.
- Sal x 1 paquete.

*4.3.1.3 Evaluación de las características sensoriales del pan elaborado con agua de mar tratada*

**Utensilios**

- Bolsas blancas con asa x 1 paquete.
- Bolsas de hielo 1 kg x 1 paquete.
- Bandejas PP s/tapa x 16 unidades
- Rollo de aluminio.
- Botellas agua 625 ml x 12 unidades.
- Botellón de agua 7 litros.
- Vasos descartables x 3 paquetes.
- Portaminas c/borrador x 12 paquetes.
- Cuchillas de corte para pan x 3 unidades.
- Balanza digital de mesa SF-400 5000 g x 1 g.
- Etiquetas precificadoras x 2 paquetes.
- Marcadores de pizarra x 4 unidades.
- File y organizadores A4 x 16 unidades.

### **Materia prima**

- Pan con agua de mar x 500 g x 11 tratamientos.
- Pan campesino estándar 500 g.

#### *4.3.1.4 Evaluación del contenido de minerales del pan elaborado con agua de mar tratada.*

### **Utensilios**

- Cinta adhesiva de papel 3 milímetros.
- Bolsas de hielo 1 kg x 1 paquete.
- Marcador indeleble negro.
- Caja de cartón.
- Depósito plástico con tapa 40 litros.

### **Materia prima**

- Pan con agua de mar x 500 g x 11 tratamientos.
- Pan estándar 500 g.

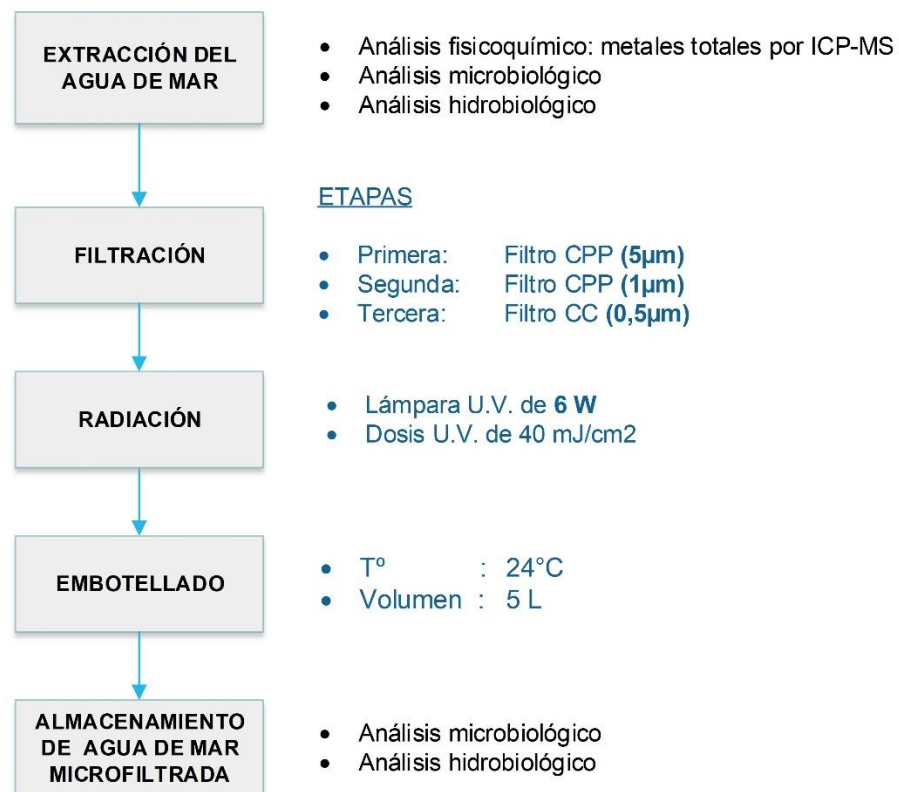
## **4.3.2 Método experimental**

### *4.3.2.1 Tratamiento de agua de mar*

El flujo de tratamiento del agua de mar, se muestra en la Figura 5 y se detalla a continuación:

### Figura 5

Proceso de tratamiento de agua de mar, por microfiltración y radiación U.V.



a) **Extracción:** Se utilizó agua de mar de la playa Llostay de la región Tacna, con georreferencia UTM WGS 84 de 325904.381 E y 7989105.767 N (Anexo 3); por ser esta, una playa aparentemente libre de afluentes contaminantes cercanos. La extracción se realizó a primeras horas de la mañana según lo propuesto por Di Bernardo et al (2003), para lo cual se utilizó un GPS, un sistema de poleas fijado a las peñas existentes en la zona, la asistencia de un operador que controle

la ubicación de la bomba sumergible (Figura 6) suspendida a 0,5 metros por debajo del nivel del mar y a aproximadamente 2 metros por encima del relieve submarino (Figura 7); y otro operador que verifique la salida y toma de muestras.

**Figura 6**  
*Sistema de sujeción de la bomba sumergible*



**Figura 7**  
*Extracción de agua de mar con bomba sumergible*



Para el correcto funcionamiento de la bomba sumergible, el cabezal fue introducido en una bolsa de tela que evite la succión de partículas en suspensión, y la salida fue conectada a una manguera de succión de PVC de 8 metros, unida a otra manguera “2M” de PVC transparente de 3 metros (Figura 8). Para la extracción se tomaron en cuenta dos aspectos: los análisis fisicoquímico, microbiológico e hidrobiológico del agua de mar extraída; y el tratamiento en el equipo de microfiltración.

**Figura 8**  
*Salida de agua de mar extraída*



- b) Preparación de muestra de agua de mar extraída para análisis:** Para el análisis fisicoquímico de agua de mar extraída se utilizó una muestra de 40 ml de agua de mar tomada a la salida de la manguera “2M” de PVC transparente, combinada con 1,2 ml de ácido nítrico ( $\text{HNO}_3$ ) a pH

< 2,50 (conservante) dentro de 1 envase de 50 ml con tapa hermética; la que se introdujo en un contenedor isotérmico (Figura 10) con Gel Pack Refrigerante y ficha de cadena de custodia (Anexo 5) para su traslado a laboratorio. Para el análisis microbiológico (Bacterias Coliformes Termotolerantes, Coliformes totales, Colifagos, *Escherichia coli* y recuento de Heterotróficos) y análisis hidrobiológico (Huevos de helmintos clase Trematoda, Cestoda y Nematoda) al agua de mar extraída, se utilizó una muestra de 3,5 litros de agua de mar tomada a la salida de la manguera “2M” de PVC transparente, distribuidos en 5 frascos de plástico con tapa hermética; los que se introdujeron en una caja isotérmica con Gel Pack Refrigerante (Figura 13) y ficha de cadena de custodia (Anexo 9) para su traslado a laboratorio.

### **Figura 9**

*Llenado de muestra de agua de mar extraída*



**Figura 10**

*Contenedor isotérmico para traslado de muestras destinadas a análisis fisicoquímico*



**c) Filtración:** Luego de transportar el agua de mar extraída en envases plásticos (Figura 11), se procedió al encendido del “equipo de microfiltrado” (Figura 12) el cual accionado por la bomba de succión pasó el agua de mar a través un pre filtro de 2 pulgadas con cartucho de 5  $\mu\text{m}$  (polipropileno), luego por el sistema de 3 filtros en serie de 1 pulgada, con cartuchos de 5  $\mu\text{m}$  (polipropileno), 1  $\mu\text{m}$  (polipropileno) y 0,5  $\mu\text{m}$  (cerámico).

**d) Radiación ultravioleta:** Posterior al sistema de 3 filtros en serie, el agua de mar pasó a través de una lámpara de luz UV de 6 W (Figura 12), que proporcionó una dosis de 40mJ/cm<sup>2</sup> de radiación de onda corta letal para bacterias, virus y otros microorganismos.

**Figura 11**

*Contenedores plásticos con agua de mar*



**Figura 12**

*Equipo de microfiltrado y radiado*

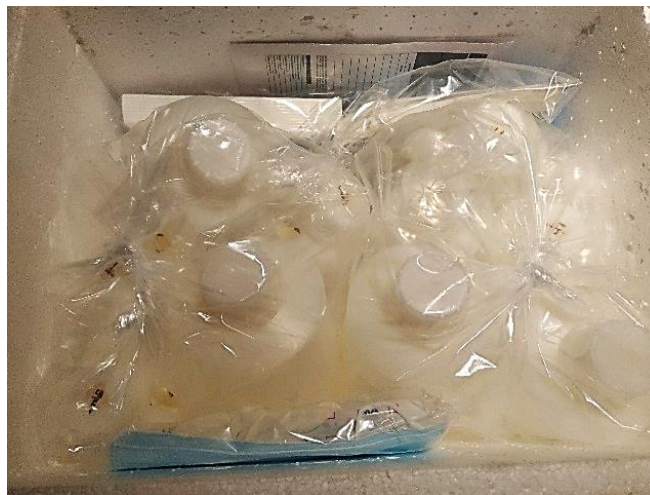


- e) **Preparación de muestra de agua de mar tratada para análisis:** Con el fin de conocer la calidad del agua de mar luego del filtrado y radiado se realizó el análisis microbiológico (Bacterias Coliformes Termotolerantes, Coliformes totales, Colifagos, *Escherichia coli* y

recuento de Heterotróficos) y análisis hidrobiológico (Huevos de helmintos clase Trematoda, Cestoda y Nematoda), se utilizó una muestra de 3,5 litros de agua de mar tomada a la salida del “Equipo de Microfiltración”, la cual fue distribuida en 5 frascos de plástico con tapa hermética; los que se rotularon e introdujeron en una caja isotérmica con Gel Pack Refrigerante (Figura 13) y ficha de cadena de custodia (Anexo 9) para su traslado a laboratorio.

**Figura 13**

*Caja isotérmica con muestras destinadas a análisis microbiológico e hidrobiológico*



- f) **Embotellado:** Con el fin de mantener en condiciones óptimas, el agua de mar microfiltrada fue almacenada a temperatura ambiente en contenedores plásticos de 5 litros (Figura 14), a la espera de los resultados del análisis fisicoquímico, microbiológico e hidrobiológico

que permitan su utilización en el proceso de elaboración del pan de corteza crujiente.

**Figura 14**

*Embotellado de agua de mar tratada para elaboración del pan*



*4.3.2.2 Elaboración de masa madre de levadura*

El flujo de elaboración (Figura 17) de masa madre de levadura sigue los parámetros establecidos por Hamelman (2013) adaptados según los requerimientos del diseño experimental detallados a continuación:

- a) Recepción:** Se utilizaron las condiciones adecuadas para evitar contaminación de los ingredientes utilizados.
- b) Pesado:** Los ingredientes fueron pesados (Figura 15) según tabla 8, utilizando agua de mar tratada y agua potable en diferentes porcentajes

(55%, 70% y 85%) correspondientes a la variable independiente (X1: agua de mar tratada en masa madre).

**Figura 15**

*Pesado para masa madre de levadura*



- c) **Mezclado:** Previo al mezclado, la levadura fresca fue disuelta en agua potable. Posteriormente la harina, agua potable, agua de mar tratada y levadura se amasaron en batidora por 3 minutos a primera velocidad.
- d) **Reposo:** La mezcla fue cubierta con un plástico para evitar la formación de una costra, el reposo fue por un tiempo de 11 horas y 30 minutos; a temperatura ambiente (24°C) (Figura 16).
- e) **Masa madre:** Luego del tiempo de reposo, la masa madre paso inmediatamente al proceso de mezclado de la masa panaria.

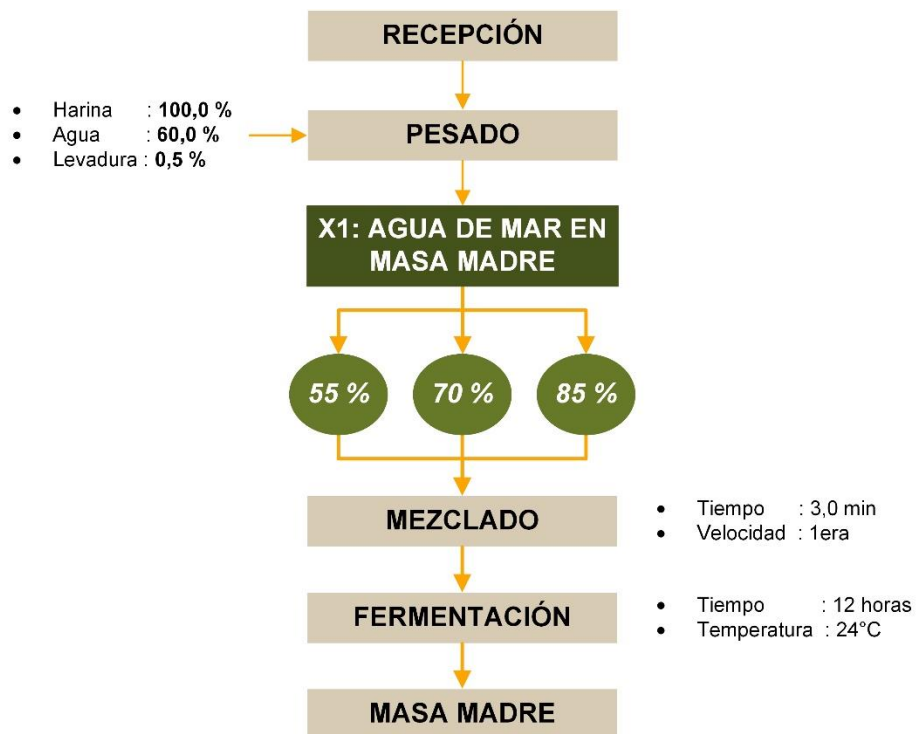
**Figura 16**

*Temperatura de fermentación de masa madre de levadura*



**Figura 17**

*Proceso de elaboración de masa madre de levadura del pan con adición de agua de mar tratada*



#### 4.3.2.3 *Elaboración de pan de corteza crujiente*

El flujo de elaboración (Figura 26) del pan de corteza crujiente sigue los parámetros establecidos por Hamelman (2013) adaptados según los requerimientos del diseño experimental detallados a continuación:

- a) Recepción:** Se utilizaron las condiciones adecuadas para evitar la contaminación de los ingredientes.
- b) Pesado:** Los ingredientes se pesaron según la Tabla 9 utilizando los porcentajes propuestos en la investigación según la Figura 28 correspondientes a la segunda variable X2: 50, 75 y 100%.
- c) Amasado:** Se agregaron los ingredientes y la cantidad de masa madre de levadura, según establece diseño experimental. En una amasadora en espiral, amasar a primera velocidad durante 3 minutos, acabar el amasado en segunda velocidad durante 2,5 minutos. La masa se observó elástica y un poco blanda, con un desarrollo del gluten moderado.
- d) Fermentación en bloque o reposo:** A temperatura ambiental de 24 °C se favoreció el desarrollo adecuado del volumen de la masa. La fermentación fue 2,5 horas, el tiempo fue considerado a partir de la finalización del amasado.
- e) Primer plegado:** Se enharinó la superficie de trabajo, volcó la masa sobre la mesa de trabajo y se extendió por completo (Figura 18). Se

tomó un tercio de la masa por uno de los lados, se plegó sobre el resto y desgasificó. Luego se tomó un tercio de la masa, plegó hacia el centro superponiendo al primer pliegue y se desgasificó. Se aseguró el cepillado de restos de harina, antes del segundo pliegue. Se tomó la parte más alejada de la masa, estiró y plegó hacia el centro. Por último, se tomó la parte más cercana de la masa y se estiró, plegándola hacia el centro. Se volteó la masa para que los pliegues queden debajo, cubriéndola con tela con el fin de evitar la pérdida de humedad.

**Figura 18**  
*Plegado y desgasificado*



- f) Primer reposo:** 50 minutos a temperatura ambiente (24 °C).
- g) Segundo plegado:** Se repitió el proceso del primer plegado.
- h) Segundo reposo:** 50 minutos a temperatura ambiente (24 °C) (Figura 19).

- i) **División de la masa:** Las unidades de masa fueron de 200 g.

**Figura 19**

*Fermentación de la masa luego del segundo reposo*



- j) **Boleado:** Se boleó en redondo y dejó sobre la mesa (Figura 20).

**Figura 20**

*Boleado posterior a la división*



- k) **Reposo en pieza:** Las piezas fueron cubiertas con una tela para evitar la formación de la piel por 20 minutos (Figura 21).

**Figura 21**  
*Reposo en pieza*



- l) **Formado:** A las piezas se les dio su forma final, se colocaron en forma ordenada y se cubrieron con una tela (Figura 22).

**Figura 22**  
*Formado de las piezas de pan*



**m) Fermentación final:** 90 minutos a temperatura ambiente (24°C).

**n) Horneado:** El pan fue horneado por 20 minutos a 280°C (Figura 23).

**Figura 23**

*Horneado de las piezas de pan*



**o) Enfriado:** El pan se dejó enfriar por 60 minutos (Tabla 24).

**Figura 24**

*Enfriado de las piezas de pan*



**p) Preparación de muestras de pan con agua de mar tratada para análisis:** Para el análisis de minerales del pan con agua de mar tratada (ensayo instrumental de contenido de calcio, magnesio, sodio y potasio (AOAC 985.35) y ensayo químico de fósforo (NOM-117-55A1-1994)), se utilizaron muestras (Figura 25) de 500 g por cada tratamiento (T1 al T11 y patrón), se envasaron dentro de bolsas de polietileno, se rotularon según corresponde; y finalmente se embalaron en un contenedor de cartón. Para el análisis sensorial se utilizaron muestras de 500 g por cada tratamiento (T1 al T11 y patrón), se envasaron dentro de bolsas polietileno rotuladas (Anexo 32); y finalmente se embalaron en un contenedor plástico de 80 litros con tapa.

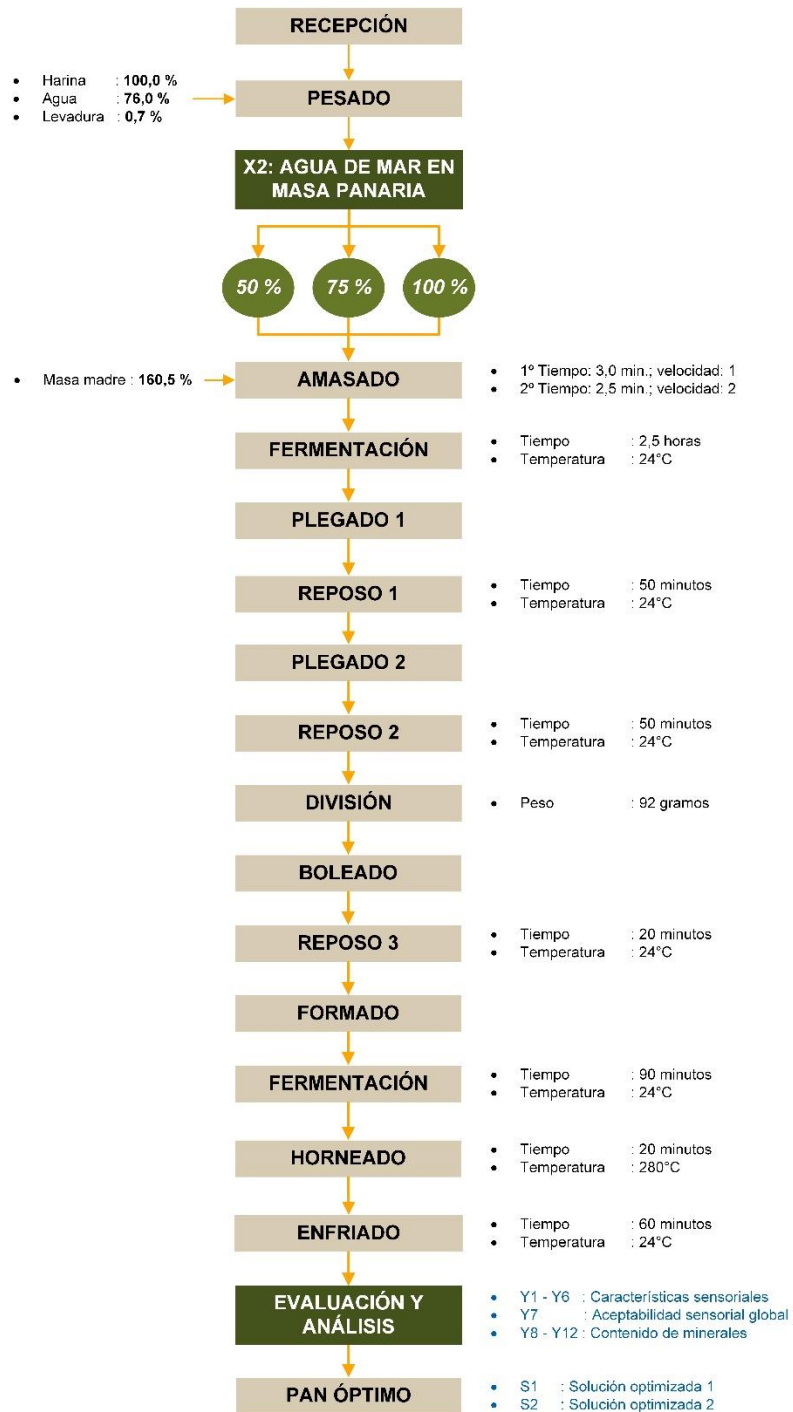
**Figura 25**

*Identificación de los bloques de tratamientos*



**Figura 26**

*Proceso de elaboración de la masa final del pan con adición de agua de mar tratada*



#### *4.3.2.4 Selección y evaluación de la intensidad de descriptores para el pan con agua de mar tratada*

En base a la metodología establecida en las NTP-ISO 11035:2009 (2019), NTP-ISO 6564:2009, NTP-ISO 6658:2008, y los términos y definiciones para análisis sensoriales de productos de pan (Anexo 12) desarrollado por Elía (2011); se adaptó un procedimiento que permitió al estudio conocer y medir las características sensoriales relevantes:

- a) Número de evaluadores:** El grupo de panelistas semi entrenados considerados para el estudio fue de 9.
- b) Capacitación y selección del panel:** Se contó con la participación de alumnos del quinto año de la escuela de Industrias Alimentarias, capacitados y entrenados según su habilidad en el reconocimiento y evaluación del estímulo; con el fin de identificar y evaluar correctamente las intensidades percibidas para la evaluación sensorial del pan.
- c) Presentación y clasificación preliminar de descriptores:** Se utilizó la “Tabla Lexicon” (Anexo 12) como punto de partida para la selección y clasificación de los descriptores, el jefe del panel y el panel de evaluadores semi entrenados realizó una revisión de los términos con el fin de establecer que aspectos serán relevantes para describir las muestras de pan con agua de mar tratada (Figura 27).

**Figura 27**

*Presentación de la tabla lexicon a los evaluadores*



**Figura 28**

*Muestras para el análisis según tabla lexicon*



- d) **Primera y segunda reducción de descriptores:** Se realizó por consenso del panel de evaluadores semi entrenados, y en presencia de muestras de pan elaborado con agua de mar tratada. Cada

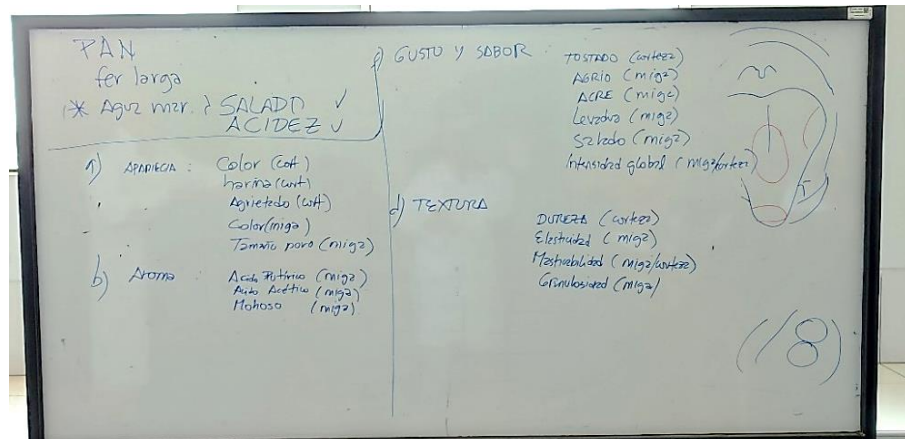
evaluador analizó las muestras; de los 75 descriptores iniciales presentes en la “Tabla Lexicon” (Anexo 12) se redujeron a 18 descriptores en la primera reducción (Figura 29); y finalmente a 6 descriptores en una segunda reducción (Figura 30).

**e) Elección de productos de referencia:** Luego de la reducción de descriptores por parte del panel, se seleccionó los productos de referencia, conciliando conveniencia y facilidad de uso, tal como se muestran en la Tabla 12.

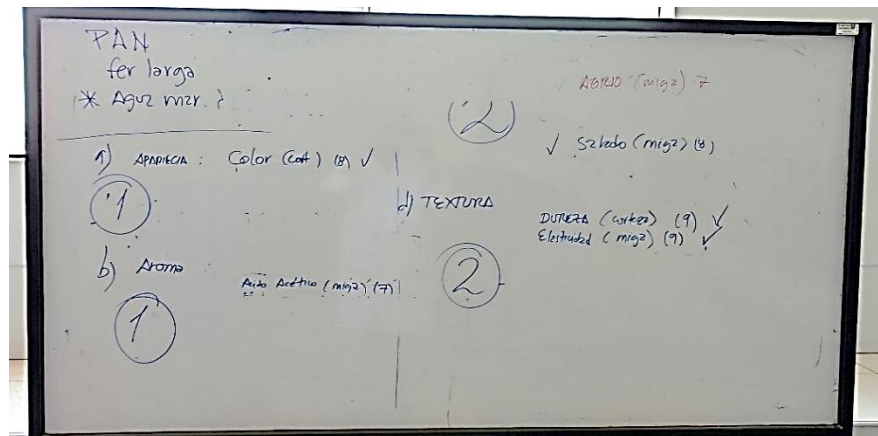
**Tabla 12**  
Descriptores y productos de referencia

<b>Atributo</b>	<b>Descriptor</b>	<b>Rango (valor)</b>	<b>Referencia</b>
Apariencia	Color	0	Color en masa precocida de pizza
		10	Color de corteza en panetón bells
Aroma	Ácido acético	0	Aroma en agua
		10	Aroma en solución de 3 g de vinagre por litro de agua
Sabor	Agrio	0	Sabor en agua
		10	Sabor en solución de 3 g de vinagre por litro de agua
	Salado	0	Sabor en agua
		10	Sabor en solución de 4 g cloruro de sodio por litro de agua
Textura	Dureza	0	Textura en corteza de pan de molde
		10	Textura en pieza de galleta integral
	Elasticidad	0	Textura en miga de pan Coliza
		10	Textura de miga en panetón bells

**Figura 29**  
Primera reducción de descriptores



**Figura 30**  
Segunda reducción de descriptores



f) **Evaluación de la intensidad de descriptores seleccionados:** Una vez que el panel se familiarizó con los productos de referencia asociados a los descriptores, se procedió a cuantificar las intensidades (Figura 31) de los descriptores seleccionados para los panes de los tratamientos del 1 al 11 y un tratamiento estándar.

**Figura 31**

*Panelista en proceso de análisis sensorial del pan*



*4.3.2.5 Análisis de aceptabilidad sensorial global al pan*

Se realizó con panelistas semi entrenados utilizando la ficha de escala hedónica de 9 puntos.

## CAPÍTULO V

### TRATAMIENTOS DE LOS RESULTADOS

#### 5.1 Técnicas aplicadas en la recolección de información

##### 5.1.1 Análisis al agua de mar extraída

- Análisis fisicoquímico: “ALS LS PERU S.A.C.” informó que el método aplicado fue, Metales Totales por ICP-MS (EPA Method 6020B Rev. 2 July (2014), (V.M. 2018).
- Análisis microbiológico: “Certificaciones del Perú S.A.C.” informó que el método aplicado fue, Ensayos para Coliformes Termotolerantes (NMP) (SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E1, 23 rd Ed. 2017), Coliformes totales (NMP) (SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 B, 23 rd Ed. 2017), *Colifagos* (virus) (SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9224B E1, 23rd Ed. 2017,), *Escherichia coli* (SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 F1, 23 rd Ed. 2017) y recuento de Heterotrofos en placa (SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9215 B, 23 rd Ed. 2017).
- Análisis hidrobiológico: “Certificaciones del Perú S.A.C.” informó que el método aplicado fue, Huevos de Helmintos clase *Trematoda*, *Cestoda*, *Nematoda* y *Acanthocephala* (CERPER LE-ME-HPA 2011.

Detección y/o Enumeración de Huevos de Helmintos en Aguas: para uso y consumo humano, residual, subterránea, de mar y superficial).

### **5.1.2 Análisis al agua de mar tratada**

- Análisis microbiológico: “Certificaciones del Perú S.A.C.” informó que el método aplicado fue, ensayos para Coliformes Termotolerantes (NMP) (SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E1, 23 rd Ed. 2017), Coliformes totales (NMP) (SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 B, 23 rd Ed. 2017), Colifagos (virus) (SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9224B E1, 23rd Ed. 2017), *Escherichia coli* (SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 F1, 23 rd Ed. 2017) y recuento de Heterótrofos en placa (SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9215 B, 23 rd Ed. 2017).
- Análisis hidrobiológico: “Certificaciones del Perú S.A.C.” informó que el método aplicado fue, Huevos de Helmintos clase Trematoda, Cestoda, Nematoda y Acanthocephala (CERPER LE-ME-HPA 2011. Detección y/o Enumeración de Huevos de Helmintos en Aguas: para uso y consumo humano, residual, subterránea, de mar y superficial).

### **5.1.3 Análisis al pan elaborado con agua de mar**

- Análisis de determinación de minerales: “ALS LS PERU S.A.C.” informó que el método aplicado fue, ensayo instrumental de contenido de Ca, Mg, Na y k por espectrofotometría de absorción atómica (AOAC 985.35 Minerals in infant formula, Enteral products, and Pet foods. Revised 1997. (M.V. 2005) / Minerals infant Formula, Enteral Products, and Pet Foods). Ensayo químico de fósforo por espectrofotometría de absorción atómica (NOM-117-55A1-1994/Bienes y servicios. Método de prueba para determinación de Cd, As, Pb, Sn, Cu, Fe, Zn y Hg; en alimentos, agua potable y purificada por espectrofotometría de absorción atómica. Lectura por ICP).
- Análisis sensorial: Para la selección y evaluación de la intensidad de descriptores se adaptó un procedimiento en base a la metodología establecida en las NTP-ISO 11035:2009 (2019) identificación y selección de descriptores para establecer un perfil sensorial, NTP-ISO 6564:2009 Metodología Métodos para establecer un perfil del sabor, NTP-ISO 6658:2008 Análisis sensorial Metodología Lineamientos generales. Para el análisis de aceptabilidad sensorial global al pan se utilizó el método de aceptabilidad por escala hedónica de 9 puntos.

#### **5.1.4 Análisis de datos**

La metodología de Superficie de Respuesta fue empleada para determinar la influencia de: agua de mar en masa madre y masa panaria, durante la elaboración de un pan de corteza crujiente. Los datos de los 11 experimentos para cada variable respuesta (Y) fueron tratados por análisis de regresión múltiple, para desarrollar modelos matemáticos que precisen el grado de significación de la regresión y la falta de ajuste, a 95% de confianza, lo cual será validado con el análisis de varianza y el coeficiente de determinación ( $R^2$ ). El modelo, para ser considerado predictivo y describir el comportamiento de cada respuesta, deberá presentar regresión significativa al nivel de 95% de confianza, falta de ajuste no significativo en el mismo nivel de confianza y alto valor de  $R^2$  (más próximo de 1 o 100%) (Larrea et al., 2003).

Para la optimización, se utilizó la función de deseabilidad según Sankalia, Mashru, Sankalia y Sutariya (2004) que aplica la función de deseabilidad, conjuga todas las respuestas en una medición y ofrece la posibilidad de predecir los niveles óptimos de las variables independientes. Se aplicó el criterio del valor de función deseada (fd) en el rango de 0 a 1, que considera a la combinación más cercano a 1 como el mejor tratamiento.

## 5.2 Instrumentos de medición

El estudio pertenece al tipo de investigación de las ciencias naturales; de variables concretas y no abstractas y para su medición se usaron, mecanismos e instrumentos validados por los fabricantes y por lo tanto estos instrumentos de medición son cuantitativos, exactos y no requieren de las pruebas de validez y confiabilidad, y se detallaron la tabla de operacionalización de variables.

## 5.3 Resultados y discusión

### 5.3.1 Análisis de metales totales del agua de mar extraída

La Tabla 13 muestra los valores (ppm o mg/L) para elementos principales presentes en el agua de mar extraída. La Tabla 14 muestra los valores (ppm o mg/L) para elementos traza presentes en el agua de mar extraída.

**Tabla 13**

*Resultados del análisis de elementos principales de agua de mar extraída*

Elemento		Unidad	Resultados
Sodio	(Na)	mg/L	10021,00
Magnesio	(Mg)	mg/L	1209,00
Potasio	(K)	mg/L	380,60
Calcio	(Ca)	mg/L	362,10
Fósforo	(P)	mg/L	0,16

*Nota.* ALS LS PERU S.A.C. informe de ensayo N° 63686/2019.

**Tabla 14***Resultados del análisis de elementos traza de agua de mar extraída*

Elemento		Unidad	Resultados
Arsénico	(As)	mg/L	< 0,00200
Boro	(B)	mg/L	3,94200
Bario	(Ba)	mg/L	0,00600
Cadmio	(Cd)	mg/L	< 0,00020
Cromo	(Cr)	mg/L	< 0,00100
Mercurio	(Hg)	mg/L	< 0,00008
Molibdeno	(Mo)	mg/L	0,01200
Níquel	(Ni)	mg/L	< 0,00100
Plomo	(Pb)	mg/L	< 0,00100
Selenio	(Se)	mg/L	< 0,00200
Uranio	(U)	mg/L	0,00270

*Nota.* ALS LS PERU S.A.C. informe de ensayo N° 63686/2019.

### 5.3.2 Análisis microbiológico e hidrobiológico del agua de mar

#### extraída

Las Tablas 15 y 16 muestran las características microbiológicas e hidrobiológicas del agua de mar extraída.

**Tabla 15***Resultados del análisis microbiológico de agua de mar extraída*

Ensayos	Unidad	Resultados
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	< 1,8
Coliformes Totales	NMP/100 mL	< 1,8
Colifagos (*)	UFP/mL	<1 Estimado
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100 mL	< 1,8
Recuento de Heterótrofos en placa (*)	UFC/mL	<1 Estimado

*Nota.* Certificaciones del Perú S.A. informe de ensayo N° 1-14739/19.

**Tabla 16***Resultados del análisis hidrobiológico de agua de mar extraída*

Grupo	Clase	Especie	Unidad	Resultado
Helmintos	Trematoda	<i>Fasciola hepatica</i>	Huevos/L	< 1
		<i>Paragonimus</i> sp.	Huevos/L	< 1
		<i>Schistosoma</i> sp.	Huevos/L	< 1
		<i>Clonorchis</i> sp.	Huevos/L	< 1
		<i>Echinostoma</i> sp.	Huevos/L	< 1
	Cestoda	<i>Taenia</i> sp.	Huevos/L	< 1
		<i>Dipylidium</i> sp..	Huevos/L	< 1
		<i>Hymenolepis</i> sp.	Huevos/L	< 1
		<i>Diphyllobothrium</i> sp.	Huevos/L	< 1
	Nematoda	<i>Ascaris</i> sp.	Huevos/L	< 1
		<i>Ancylostoma</i> sp./ <i>Necator</i> sp.	Huevos/L	< 1
		<i>Trichuris</i> sp.	Huevos/L	< 1
		<i>Capillaria</i> sp.	Huevos/L	< 1
		<i>Trichostrongylus</i> sp.	Huevos/L	< 1
		<i>Strongyloides</i> sp.	Huevos/L	< 1
		<i>Enterobius</i> sp.	Huevos/L	< 1
	Acanthocephala	<i>Macracanthorhynchus</i> sp.	Huevos/L	< 1

*Nota.* Certificaciones del Perú S.A. informe de ensayo N° 1-14739/19.

### 5.3.3 Análisis microbiológico e hidrobiológico del agua de mar

#### tratada

Las Tablas 17 y 18 muestran las características microbiológicas e hidrobiológicas del agua de mar tratada.

**Tabla 17***Resultados del análisis microbiológico de agua de mar tratada*

Ensayos	Unidad	Resultados
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	< 1,8
Coliformes Totales	NMP/100 mL	< 1,8
Colifagos (*)	UFP/mL	<1 Estimado
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100 mL	< 1,8
Recuento de Heterótrofos en placa (*)	UFC/mL	<1 Estimado

*Nota.* Certificaciones del Perú S.A. informe de ensayo N° 1-14739/19.

**Tabla 18***Resultados del análisis hidrobiológico de agua de mar tratada*

Grupo	Clase	Especie	Unidad	Resultado
Helmintos	Trematoda	<i>Fasciola hepatica</i>	Huevos/L	< 1
		<i>Paragonimus</i> sp.	Huevos/L	< 1
		<i>Schistosoma</i> sp.	Huevos/L	< 1
		<i>Clonorchis</i> sp.	Huevos/L	< 1
		<i>Echinostoma</i> sp.	Huevos/L	< 1
	Cestoda	<i>Taenia</i> sp.	Huevos/L	< 1
		<i>Dipylidium</i> sp..	Huevos/L	< 1
		<i>Hymenolepis</i> sp.	Huevos/L	< 1
		<i>Diphyllobothrium</i> sp.	Huevos/L	< 1
	Nematoda	<i>Ascaris</i> sp.	Huevos/L	< 1
		<i>Ancylostoma</i> sp./ <i>Necator</i> sp.	Huevos/L	< 1
		<i>Trichuris</i> sp.	Huevos/L	< 1
		<i>Capillaria</i> sp.	Huevos/L	< 1
		<i>Trichostrongylus</i> sp.	Huevos/L	< 1
		<i>Strongyloides</i> sp.	Huevos/L	< 1
	Acanthocephala	<i>Enterobius</i> sp.	Huevos/L	< 1
<i>Macracanthorhynchus</i> sp.		Huevos/L	< 1	

*Nota.* Certificaciones del Perú S.A. informe de ensayo N° 1-14739/19.

### 5.3.4 Evaluación las características sensoriales del pan elaborado con agua de mar

La Tabla 19 muestra los resultados promedio de los análisis sensoriales tanto descriptivo como hedónico de las muestras de pan elaborados con agua de mar.

**Tabla 19**  
*Resultados promedio de las características sensoriales del pan elaborado con agua de mar*

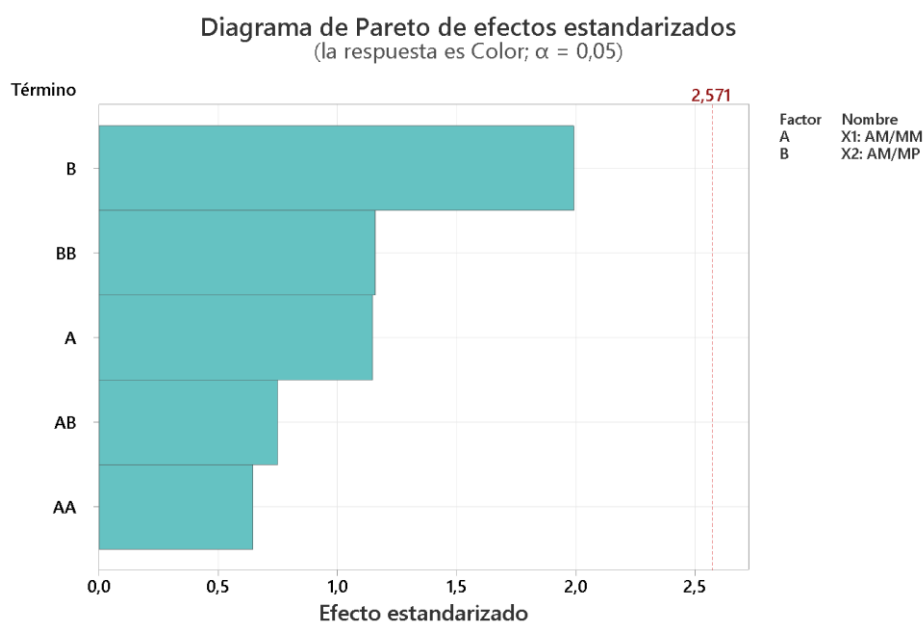
Muestra	X1: Agua de mar en masa madre (%)	X2: Agua mar en masa panaria (%)	Color	Ácido Acético	Agrio	Salado	Dureza	Elasticidad	Acceptabilidad global
1	55	50	5,97	2,44	2,61	2,87	4,31	5,91	3,67
2	70	50	7,11	3,51	3,10	3,66	6,40	6,54	3,64
3	85	50	5,80	2,34	1,60	2,74	3,63	6,26	3,94
4	55	75	5,83	3,76	3,52	3,34	5,00	6,58	4,29
5	70	75	5,52	2,97	2,13	2,92	4,52	6,80	3,54
6	85	75	4,86	3,41	2,52	4,10	3,50	6,23	4,23
7	55	100	4,91	3,12	2,40	4,62	3,98	6,53	4,24
8	70	100	5,84	3,76	2,97	3,96	5,33	6,18	4,80
9	85	100	3,24	3,47	4,71	5,03	4,02	6,46	5,03
10	70	75	3,82	2,57	1,88	3,51	3,80	6,61	4,77
11	70	75	4,27	2,87	2,47	3,73	3,06	6,83	5,17
<b>Patrón</b>			4,81	3,48	3,17	4,27	4,30	6,46	4,81

### 5.3.5 Percepción de la intensidad de color del pan

La Figura 32 de análisis de Pareto muestra la significancia de los términos o coeficientes del modelo cuadrático con respecto a la variación de los valores de la intensidad de color del pan elaborado con agua de mar tratada, donde se observa que ningún efecto mostró influencia significativa al 5 % de significancia.

**Figura 32**

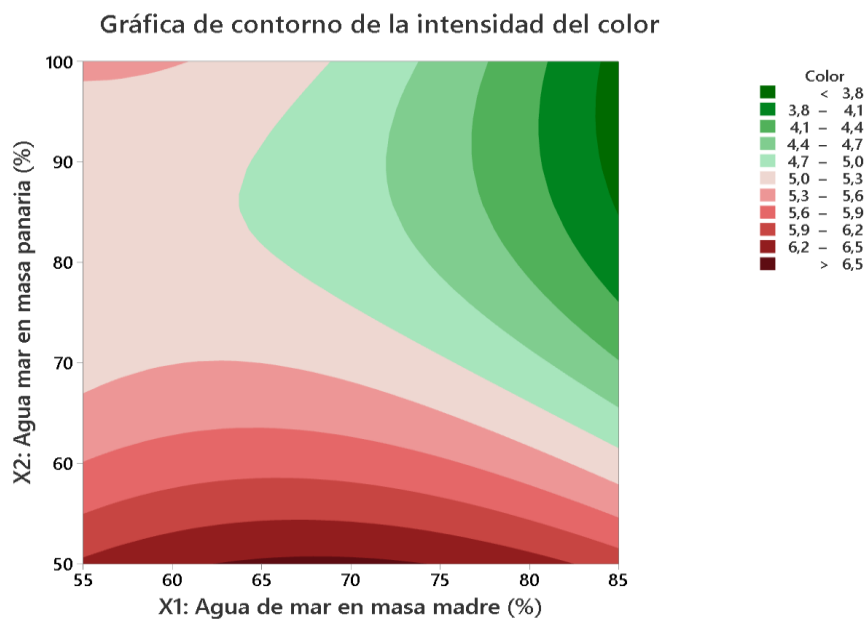
*Percepción de la intensidad de color del pan elaborado con agua de mar*



Nota. X1: AM/MM Agua de mar en masa madre (%), X2: AM/MP Agua mar en masa panaria (%) Elaboración con software Minitab 20.

El modelo de la ecuación de segundo grado que explica la influencia sobre la intensidad de color (Anexo 14), resultó no significativo (valor  $p = 0,344$ ) y explica el 59,34 % de los datos registrados. Asimismo, la Figura 33 de contornos, que combina los factores X1 y X2 muestra que la región donde la intensidad de color alcanza un máximo promedio de 6,5 está entre el 64 a 74 % de agua de mar en la masa madre y el 50% (mínimo porcentaje) de agua de mar en masa panaria, siendo estas las condiciones donde se generó un mayor valor de la intensidad de color del pan elaborado con agua de mar tratada.

**Figura 33**  
*Curvas de nivel para la intensidad de color del pan elaborado con agua de mar*



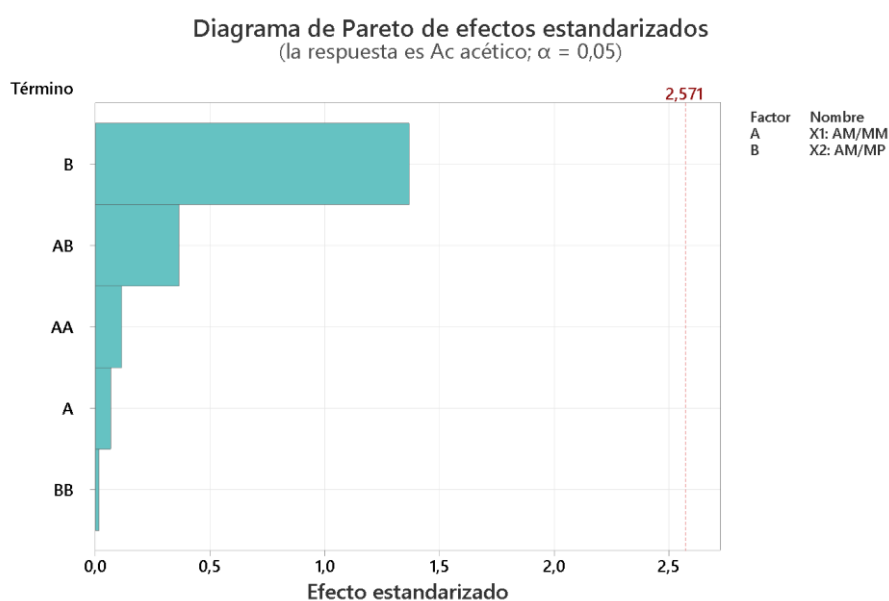
Nota. Elaboración propia (2023) con software Minitab 20.

### 5.3.6 Percepción de la intensidad de ácido acético del pan

La Figura 34 de análisis de Pareto muestra la significancia de los términos o coeficientes del modelo cuadrático respecto a la variación de los valores de la intensidad de ácido acético en el pan elaborado con agua de mar tratada, donde se observa que ningún efecto mostró influencia significativa al 5 % de significancia.

**Figura 34**

*Percepción de la intensidad de ácido acético del pan elaborado con agua de mar*



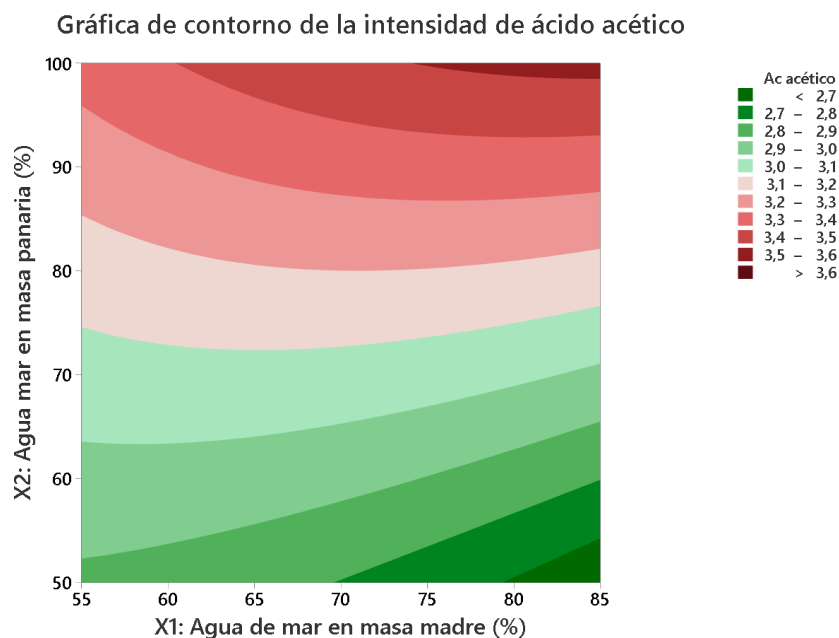
Nota. X1: AM/MM Agua de mar en masa madre (%), X2: AM/MP Agua mar en masa panaria (%) Elaboración con software Minitab 20.

El modelo de la ecuación de segundo grado que explica la influencia sobre la intensidad de ácido acético (Anexo 15), resultó no significativo

(valor  $p = 0,829$ ) y explicó el 20,77 % de los datos registrados. Sin embargo, la Figura 35 de contornos, que combina los factores X1 y X2 muestra que la región donde la intensidad de ácido acético alcanza un máximo promedio de 3,6 está entre el 75 % a 85 % (máximo porcentaje) de agua de mar en la masa madre y el 100% (máximo porcentaje) de agua de mar en la masa panaria, siendo estas las condiciones donde se generó un mayor valor de la intensidad de ácido acético del pan elaborado con agua de mar tratada.

**Figura 35**

*Curvas de nivel para la intensidad de ácido acético del pan elaborado con agua de mar*



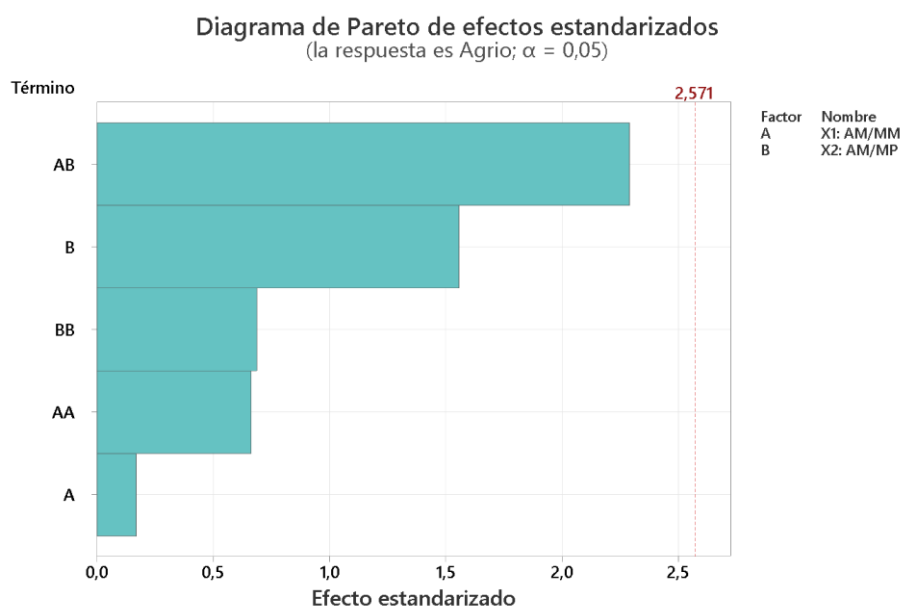
Nota. Elaboración propia (2023) con software Minitab 20.

### 5.3.7 Percepción de la intensidad de agrio del pan

La Figura 36 de análisis de Pareto muestra la significancia de los términos o coeficientes del modelo cuadrático con respecto a la variación de los valores de la intensidad de agrio en el pan elaborado con agua de mar tratada, donde se observa que ningún efecto mostró influencia significativa al 5 % de significancia.

**Figura 36**

*Percepción de la intensidad de agrio del pan elaborado con agua de mar*



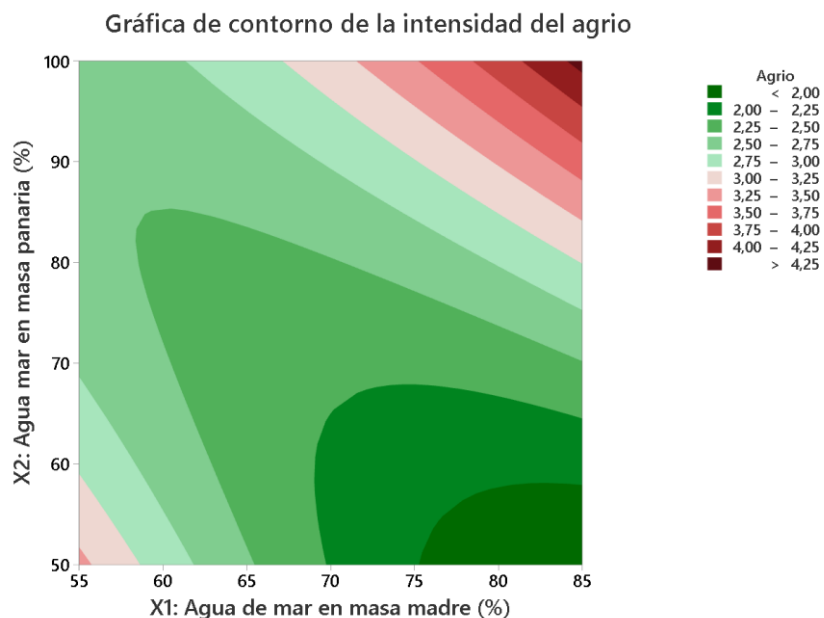
Nota. X1: AM/MM Agua de mar en masa madre (%), X2: AM/MP Agua mar en masa panaria (%) Elaboración con software Minitab 20.

El modelo de la ecuación de segundo grado que explica la influencia sobre la intensidad de agrio (Anexo 16), resultó no significativo (valor  $p =$

0,27) y explicó el 64,1 % de los datos registrados. Sin embargo, la Figura 37 de contornos, que combina los factores X1 y X2 muestra que la región donde la intensidad de agrio alcanza su máximo promedio de 4,25 está entre el 83 % a 85 % (máximo porcentaje) de agua de mar en la masa madre y el 100% (máximo porcentaje) de agua de mar en la masa panaria, siendo estas las condiciones donde se generó un mayor valor de la intensidad de agrio del pan elaborado con agua de mar tratada.

**Figura 37**

*Curvas de nivel para la intensidad de agrio del pan elaborado con agua de mar*



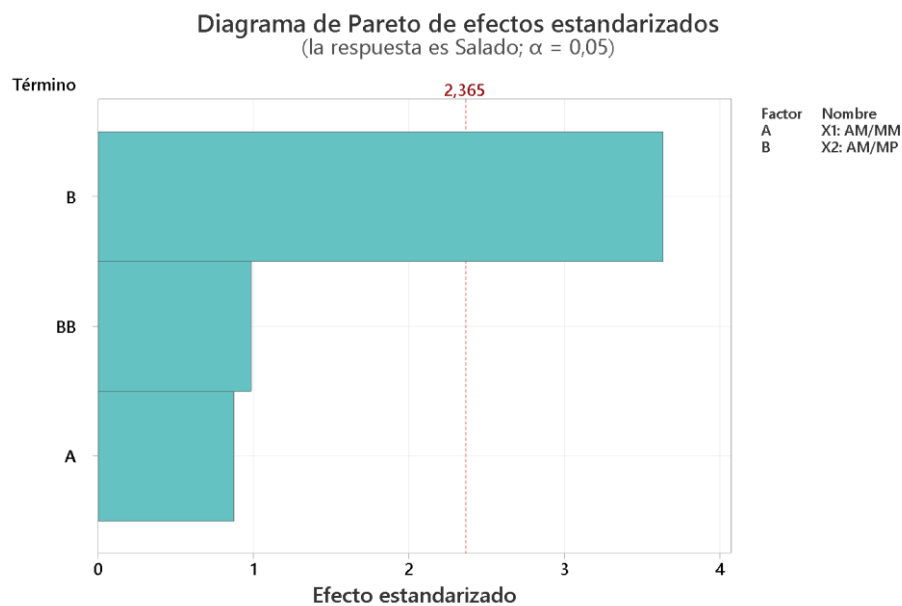
Nota. Elaboración propia (2023) con software Minitab 20.

### 5.3.8 Percepción de la intensidad de salado del pan

La Figura 38 de análisis de Pareto muestra la significancia de los términos o coeficientes del modelo cuadrático ajustado con respecto a la variación de los valores de la intensidad de salado en el pan elaborado con agua de mar tratada, donde se observa que el efecto lineal de agua de mar en masa panaria (B) mostró influencia significativa al 5 % de significancia.

**Figura 38**

*Percepción de la intensidad de salado del pan elaborado con agua de mar*

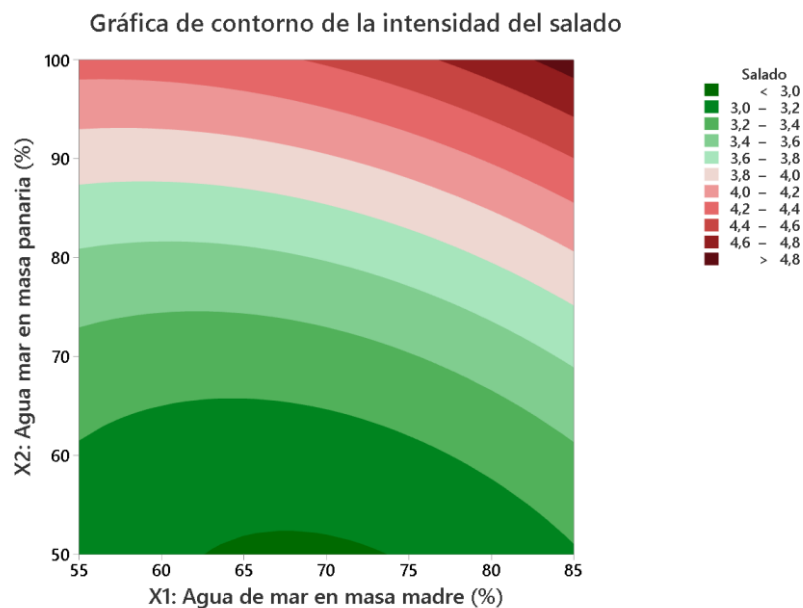


Nota. X1: AM/MM Agua de mar en masa madre (%), X2: AM/MP Agua mar en masa panaria (%) Elaboración con software Minitab 20.

El modelo de la ecuación de segundo grado ajustado que explica la influencia sobre la intensidad de salado (Anexo 17), resultó no significativo (valor  $p = 0,037$ ) y explicó el 68,07 % de los datos registrados. Por otro lado, la Figura 39 de contornos, que combina los factores X1 y X2 muestra que la región donde la intensidad de salado alcanza un máximo promedio de 4,8 está entre el 83 % a 85 % de agua de mar en la masa madre y el 100% (máximo porcentaje) de agua de mar en la masa panaria, siendo estas las condiciones donde se generó un mayor valor de la intensidad de salado del pan elaborado con agua de mar tratada.

**Figura 39**

*Curvas de nivel para la intensidad de salado del pan elaborado con agua de mar*



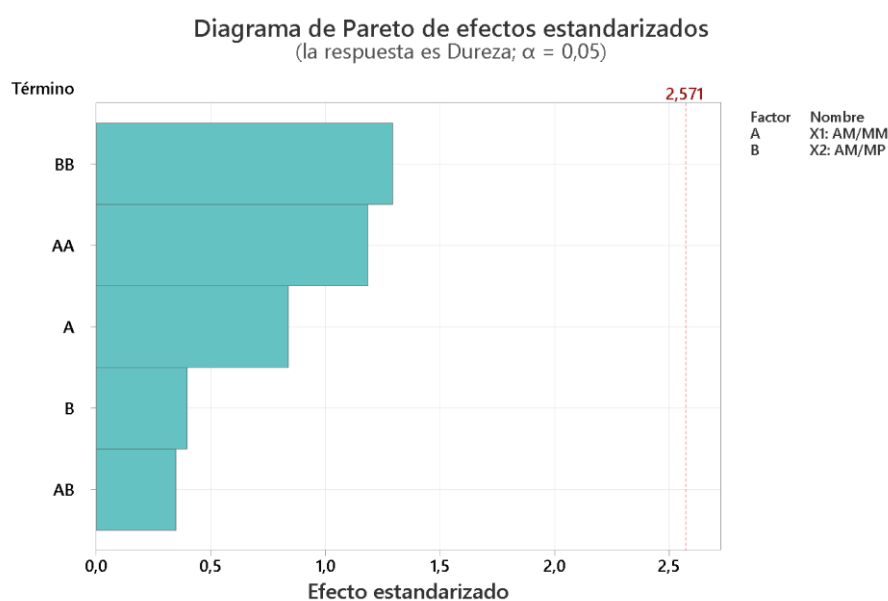
*Nota.* Elaboración propia (2023) con software Minitab 20.

### 5.3.9 Percepción de la intensidad de dureza del pan

La Figura 40 de análisis de Pareto muestra la significancia de los términos o coeficientes del modelo cuadrático con respecto a la variación de los valores de la intensidad de dureza en el pan elaborado con agua de mar tratada, donde se observa que ningún efecto mostró influencia significativa al 5 % de significancia.

**Figura 40**

*Percepción de la intensidad de dureza del pan elaborado con agua de mar*



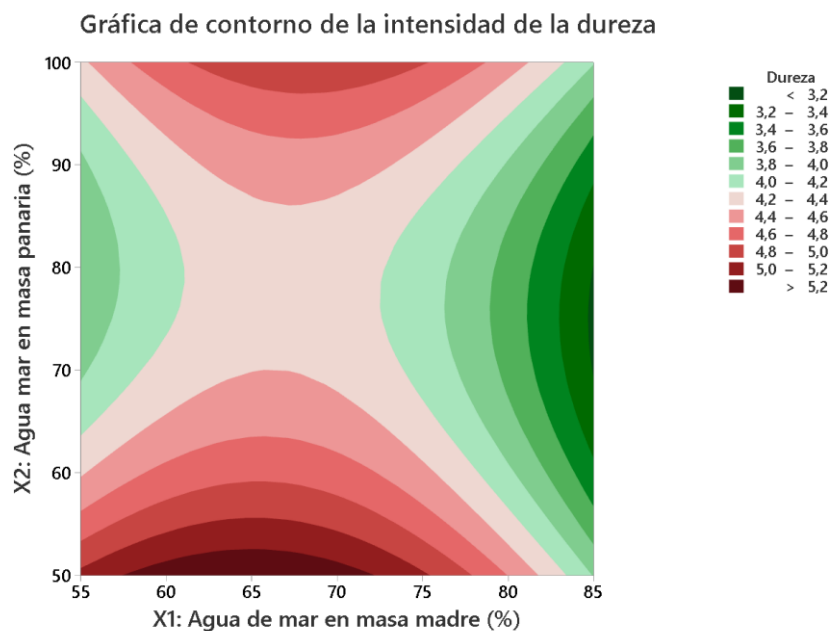
Nota. X1: AM/MM Agua de mar en masa madre (%), X2: AM/MP Agua mar en masa panaria (%) Elaboración con software Minitab 20.

El modelo de la ecuación de segundo grado que explica la influencia sobre sobre la intensidad de dureza (Anexo 18), resultó no significativo

(valor  $p = 0,657$ ) y explica el 40,57 % de los datos registrados. Sin embargo, la Figura 41 de contornos, que combina los factores X1 y X2 muestra que la región donde la intensidad de dureza alcanza un máximo promedio de 5,2 está entre el 56 % a 73 % de agua de mar en la masa madre y 50% a 25% (mínimo porcentaje) de agua de mar en la masa panaria, siendo estas las condiciones donde se generó un mayor valor de la intensidad de dureza del pan elaborado con agua de mar tratada.

**Figura 41**

*Curvas de nivel para la intensidad de dureza del pan elaborado con agua de mar*

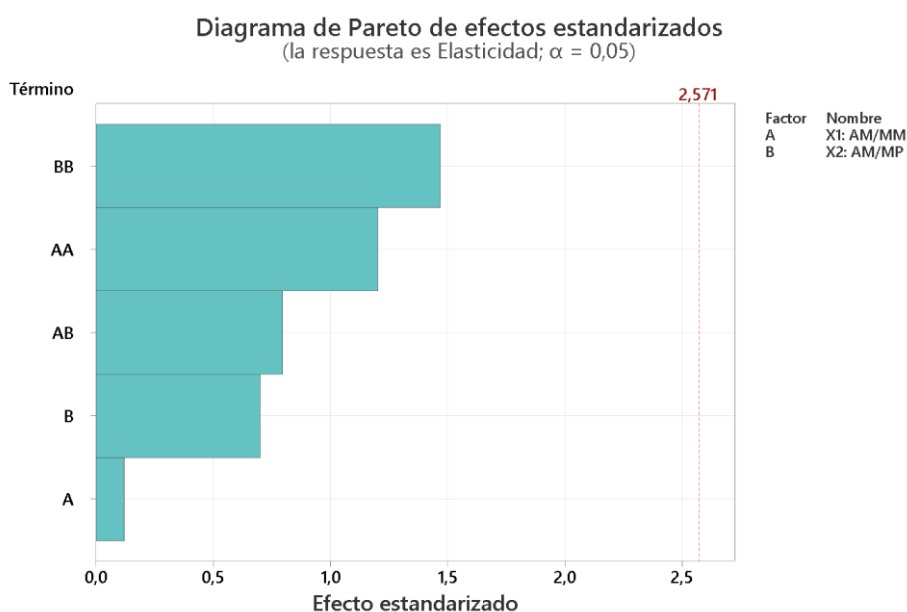


Nota. Elaboración propia (2023) con software Minitab 20.

### 5.3.10 Percepción de la intensidad de elasticidad del pan

La Figura 42 de análisis de Pareto muestra la significancia de los términos o coeficientes del modelo cuadrático con respecto a la variación de los valores de la intensidad de elasticidad en el pan elaborado con agua de mar tratada, donde se observa que ningún efecto mostró influencia significativa al 5 % de significancia.

**Figura 42**  
*Percepción de la intensidad de elasticidad del pan elaborado con agua de mar*

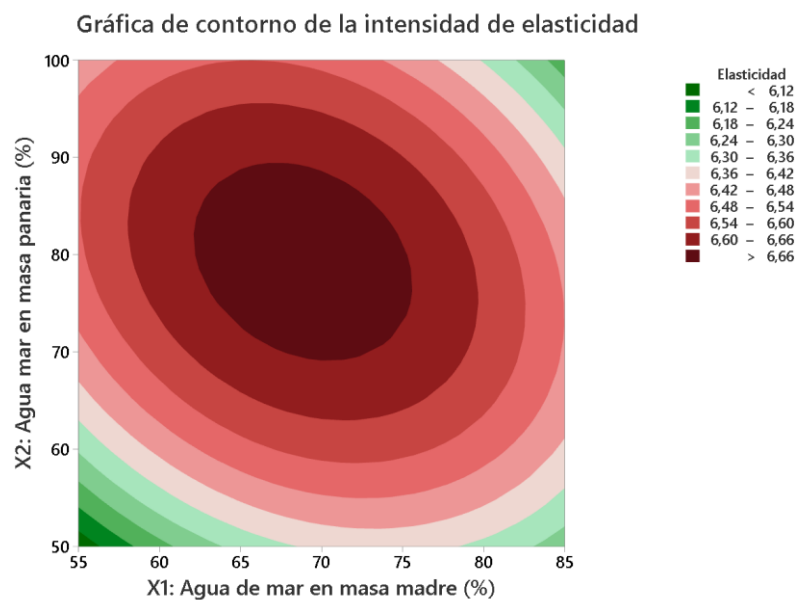


Nota. X1: AM/MM Agua de mar en masa madre (%), X2: AM/MP Agua mar en masa panaria (%) Elaboración con software Minitab 20.

El modelo de la ecuación de segundo grado que explica la influencia sobre la intensidad de elasticidad (Anexo 19), resultó no significativo (valor

$p = 0,422$ ) y explicó el 54,61 % de los datos registrados. Sin embargo, la Figura 43 de contornos, que combina los factores X1 y X2 muestra que la región donde la intensidad de elasticidad alcanza un máximo promedio de 6,66 está entre 63 % a 75 % de agua de mar en la masa madre y entre 70 % a 87 % de agua de mar en la masa panaria, siendo estas las condiciones donde se generó un mayor valor de la intensidad de elasticidad del pan elaborado con agua de mar tratada.

**Figura 43**  
*Curvas de nivel para la intensidad de elasticidad del pan elaborado con agua de mar*



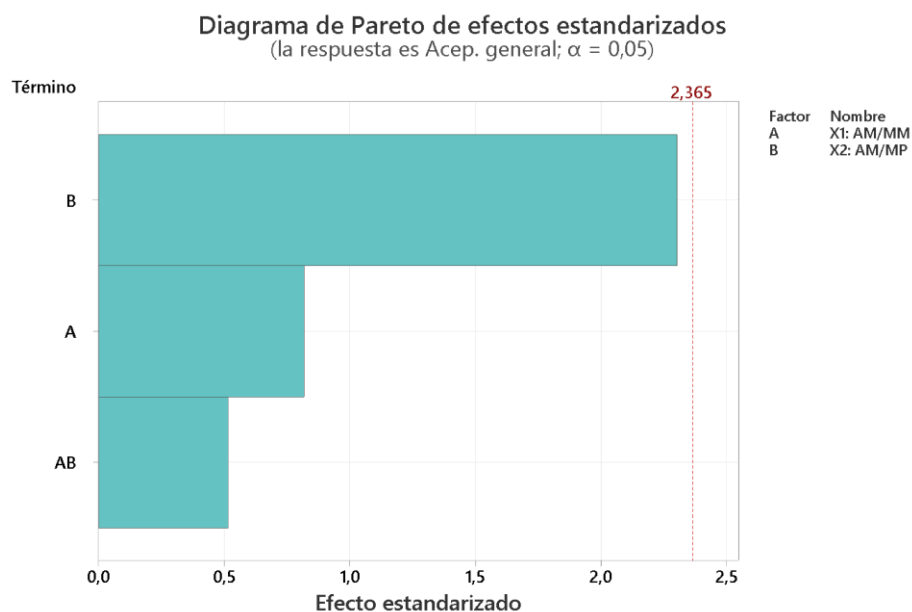
Nota. Elaboración propia (2023) con software Minitab 20.

### 5.3.11 Percepción de la aceptabilidad sensorial global del pan

La Figura 44 de análisis de Pareto muestra la significancia de los términos o coeficientes del modelo cuadrático ajustado con respecto a la variación de los valores de la aceptabilidad sensorial global del pan elaborado con agua de mar tratada, donde se observa que ningún efecto mostró influencia significativa al 5 % de significancia.

**Figura 44**

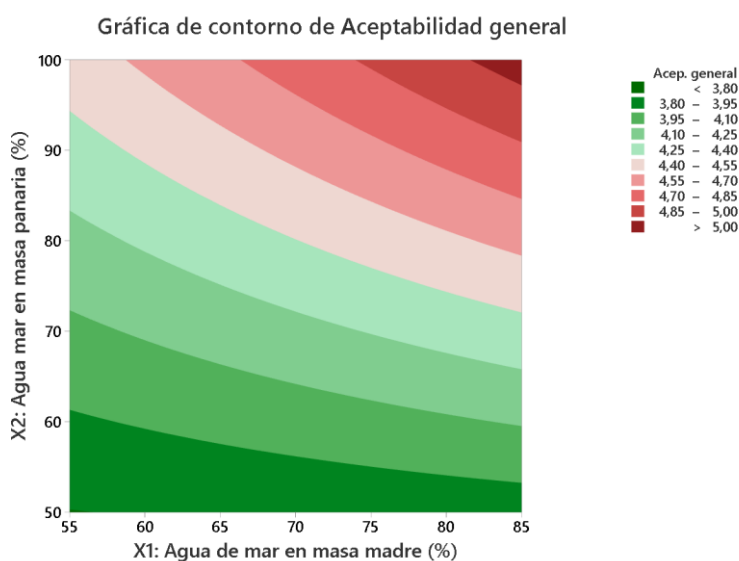
*Percepción de la aceptabilidad sensorial global del pan elaborado con agua de mar*



Nota. X1: AM/MM Agua de mar en masa madre (%), X2: AM/MP Agua mar en masa panaria (%) Elaboración con software Minitab 20.

El modelo de la ecuación de segundo grado ajustado que explica la influencia sobre la aceptabilidad sensorial global (Anexo 20), resultó no significativo (valor  $p = 0,192$ ) y explicó el 47,07 % de los datos registrados. Sin embargo, la Figura 45 de contornos, que combinan los factores X1 y X2 muestra que la región donde la aceptabilidad sensorial global alcanza un máximo promedio de 5 (ni me gusta ni me disgusta) está entre el 83 % a 85 % (máximo porcentaje) de agua de mar en la masa madre y el 100% (máximo porcentaje) de agua de mar en la masa panaria, siendo estas las condiciones donde se generó un mayor valor de la aceptabilidad sensorial global del pan elaborado con agua de mar tratada.

**Figura 45**  
*Curvas de nivel para la aceptabilidad sensorial global del pan elaborado con agua de mar*



*Nota.* Elaboración propia (2023) con software Minitab 20.

### 5.3.12 Análisis de minerales del pan con agua de mar

Se evaluaron mediante análisis de espectrofotometría de absorción atómica de plasma inducido las muestras de pan y los resultados se muestran en la Tabla 20.

**Tabla 20**

*Resultados promedio para los micronutrientes del pan elaborado con agua de mar*

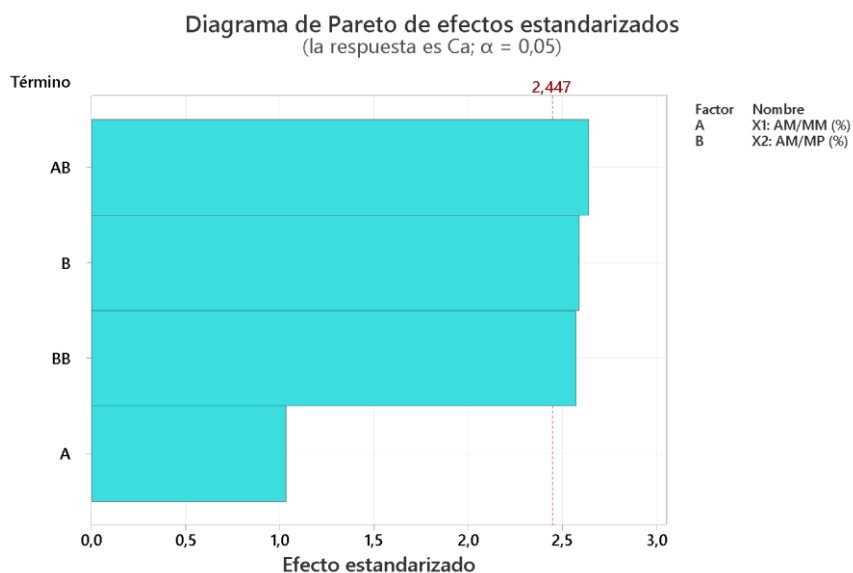
Muestra	X1: Agua de mar en masa madre (%)	X2: Agua mar en masa panaria (%)	Ca (ppm)	Na (ppm)	Mg (ppm)	K (ppm)	P (ppm)
1	55	50	325,15	2538,85	678,45	1332,47	1156,67
2	70	50	352,75	3003,96	737,41	1556,30	1150,00
3	85	50	360,03	3378,50	782,69	1535,72	1179,67
4	55	75	339,15	3135,05	739,51	1301,39	1114,33
5	70	75	355,11	3595,67	801,49	1463,69	1136,33
6	85	75	345,67	3809,67	796,71	1464,82	1079,00
7	55	100	376,53	4166,03	885,79	1631,39	1169,67
8	70	100	363,51	4156,12	856,62	1487,63	1096,67
9	85	100	359,83	4532,06	907,46	1511,40	1108,00
10	70	75	341,37	3715,99	796,69	1496,10	1103,67
11	70	75	324,13	3460,78	769,07	1458,63	1082,00
<b>Patrón</b>			235,42	4715,63	363,91	1351,41	1119,00

### 5.3.13 Contenido de calcio del pan

La Figura 46 de análisis de Pareto muestra la significancia de los términos o coeficientes del modelo cuadrático ajustado con respecto a la variación del contenido de calcio del pan elaborado con agua de mar tratada, donde se observa el efecto combinado (AB), el efecto lineal de agua de mar en masa panaria (B) y el efecto cuadrático de agua de mar en masa panaria (BB) mostraron influencia al 5 % de significancia.

**Figura 46**

*Contenido de calcio del pan elaborado con agua de mar*



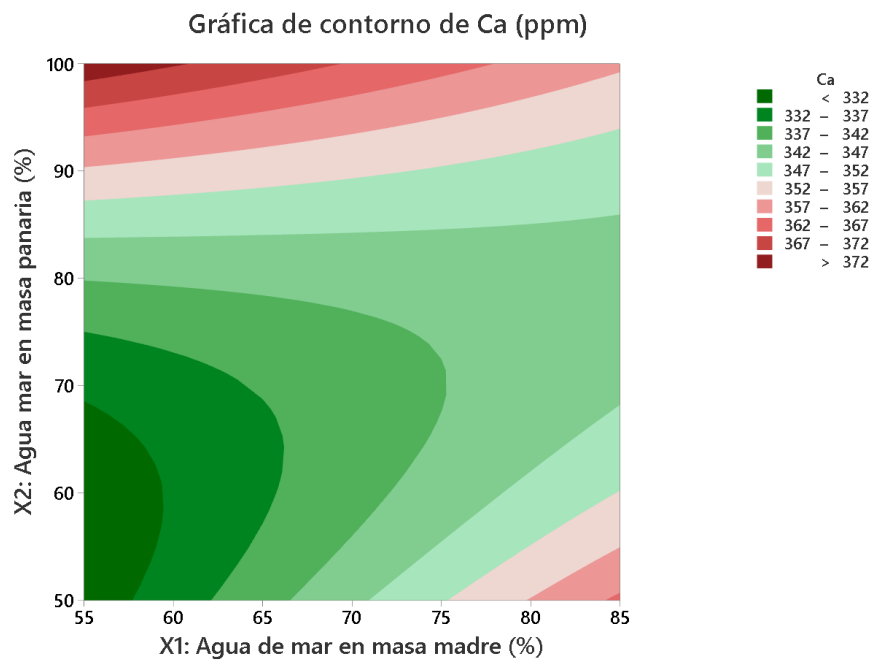
Nota. X1: AM/MM Agua de mar en masa madre (%), X2: AM/MP Agua mar en masa panaria (%) Elaboración con software Minitab 20.

El modelo de la ecuación de segundo grado ajustado que explica la influencia sobre el contenido de calcio (Anexo 21), resultó significativo

(valor  $p = 0,035$ ); y explica el 78,04 % de los datos registrados. Por otro lado, la Figura 47 de contornos, que combina los factores X1 y X2 muestra que la región donde el contenido de calcio alcanzó un máximo promedio de 372 ppm, está entre el 55 % a 60 % (mínimo porcentaje) de agua de mar en la masa madre y el 98% a 100% (máximo porcentaje) de agua de mar en la masa panaria, siendo estas las condiciones donde se generó un mayor contenido de calcio (ppm) del pan elaborado con agua de mar tratada.

**Figura 47**

*Curvas de nivel para el contenido de calcio del pan elaborado con agua de mar*



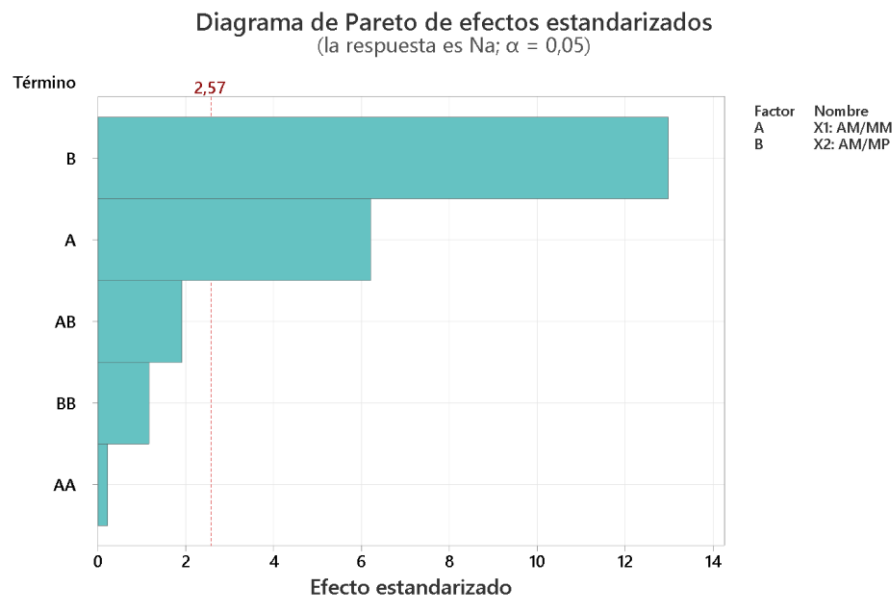
Nota. Elaboración propia (2023) con software Minitab 20.

### 5.3.14 Contenido de sodio del pan

La Figura 48 de análisis de Pareto muestra la significancia de los términos o coeficientes del modelo cuadrático con respecto a la variación del contenido de sodio del pan elaborado con agua de mar tratada, donde se observa que el efecto lineal de agua de mar en masa panaria (B) y el efecto lineal de agua de mar en masa madre (A) presentaron influencia significativa al 5 % de significancia.

**Figura 48**

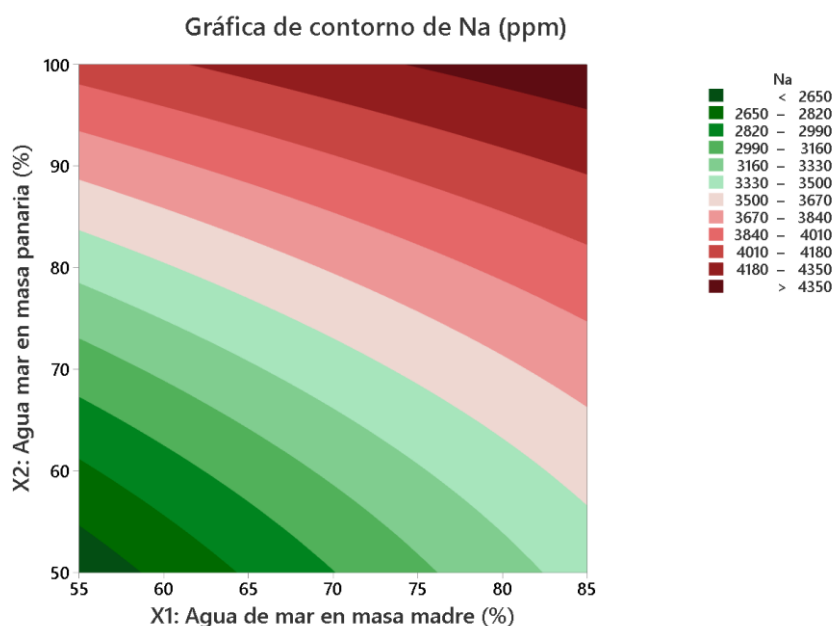
*Contenido de sodio del pan elaborado con agua de mar*



Nota. X1: AM/MM Agua de mar en masa madre (%), X2: AM/MP Agua mar en masa panaria (%) Elaboración con software Minitab 20.

El modelo de la ecuación de segundo grado que explica la influencia sobre el contenido del sodio (Anexo 22), resultó no significativo (valor  $p = 0,000$ ) y explicó el 97,69 % de los datos registrados. Por otro lado, la Figura 49 de contornos, que combina los factores X1 y X2 muestra que la región donde el contenido de sodio alcanza un máximo de 4350 ppm, está entre el 75 a 85 % de agua de mar en la masa madre y 100% (máximo porcentaje) de agua de mar en la masa panaria, siendo estas las condiciones donde se generó un mayor contenido de sodio (ppm) del pan elaborado con agua de mar tratada.

**Figura 49**  
*Curvas de nivel para el contenido de sodio del pan elaborado con agua de mar*



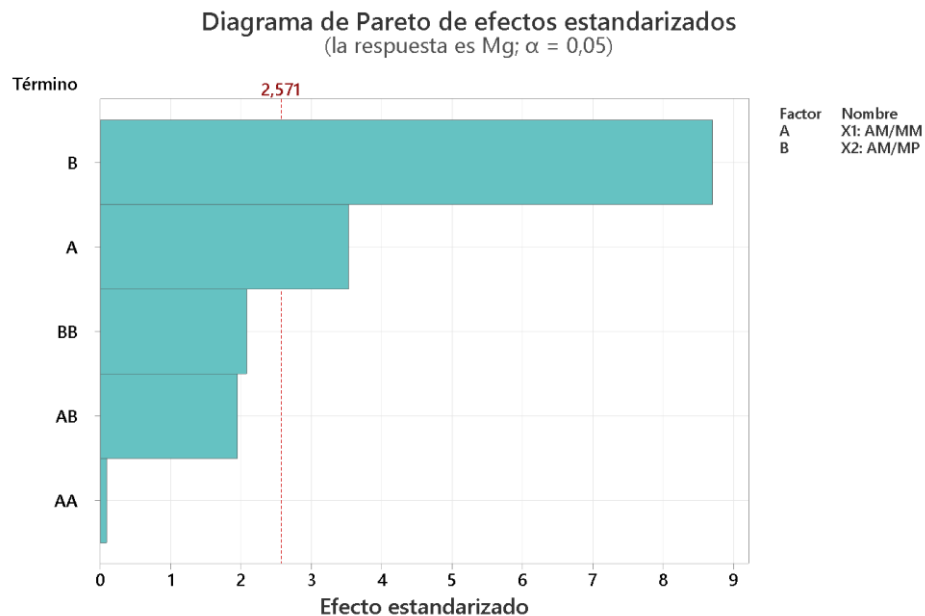
Nota. Elaboración propia (2023) con software Minitab 20.

### 5.3.15 Contenido de magnesio del pan

La Figura 50 de análisis de Pareto muestra la significancia de los términos o coeficientes del modelo cuadrático con respecto a la variación del contenido de magnesio del pan elaborado con agua de mar tratada, donde se observa que el efecto lineal de agua de mar en masa panaria (B) y el efecto lineal de agua de mar en masa madre (A) presentaron influencia significativa al 5 % de significancia.

**Figura 50**

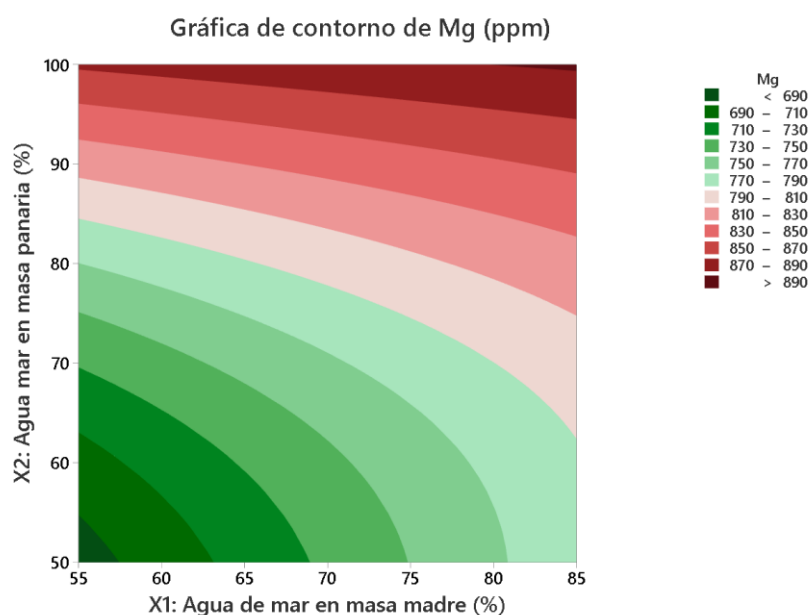
*Contenido de magnesio del pan elaborado con agua de mar*



Nota. X1: AM/MM Agua de mar en masa madre (%), X2: AM/MP Agua mar en masa panaria (%) Elaboración con software Minitab 20.

El modelo de la ecuación de segundo grado que explica la influencia sobre el contenido de magnesio (Anexo 23), resultó no significativo (valor  $p = 0,003$ ) y explicó el 95,07 % de los datos registrados. Sin embargo, en la Figura 51 de contornos, que combina los factores X1 y X2 muestra que la región donde el contenido de magnesio alcanza un máximo promedio de 890 ppm, está entre el 80 % a 85 % (máximo porcentaje) de agua de mar en la masa madre y el 100% (máximo porcentaje) de agua de mar en la masa panaria, siendo estas las condiciones donde se generó un mayor contenido de magnesio (ppm) del pan elaborado con agua de mar tratada.

**Figura 51**  
*Curvas de nivel para el contenido de magnesio del pan elaborado con agua de mar*



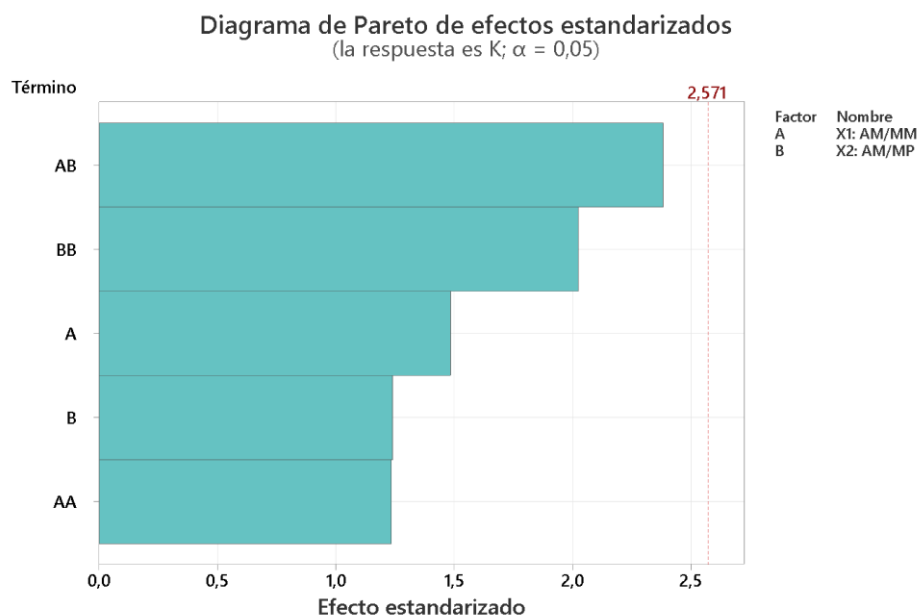
*Nota.* Elaboración propia (2023) con software Minitab 20.

### 5.3.16 Contenido de potasio del pan

La Figura 52 de análisis de Pareto muestra la significancia de los términos o coeficientes del modelo cuadrático con respecto a la variación del contenido de potasio del pan elaborado con agua de mar tratada, donde se observa que ninguno de los efectos mostró mayor influencia al 5 % de significancia.

**Figura 52**

*Contenido de potasio del pan elaborado con agua de mar*



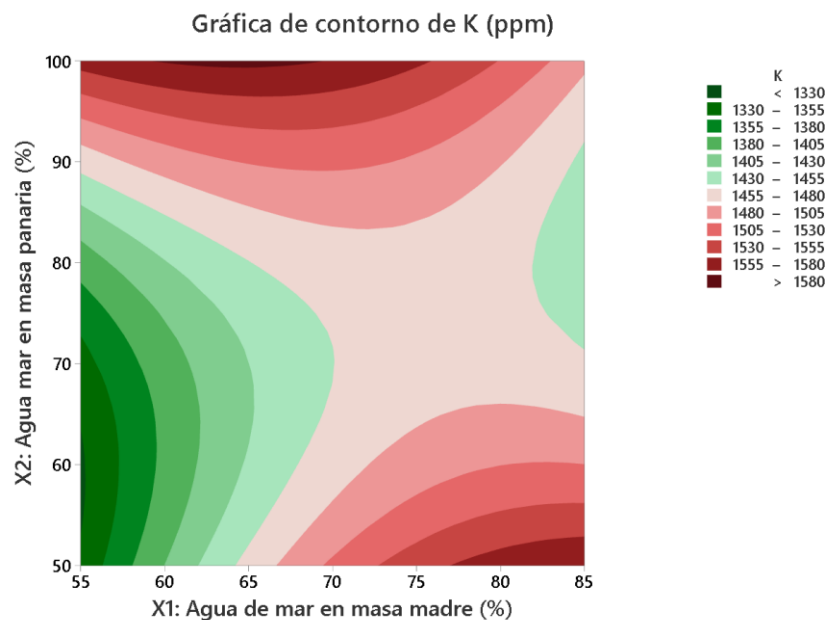
Nota. X1: AM/MM Agua de mar en masa madre (%), X2: AM/MP Agua mar en masa panaria (%) Elaboración con software Minitab 20.

El modelo de la ecuación de segundo grado que explica la influencia sobre el contenido de potasio (Anexo 24), resultó no significativo (valor p =

0,142) y explicó el 71,41 % de los datos registrados. Por otro lado, la Figura 53 de contornos, que combina los factores X1 y X2 muestra que la región donde el contenido de potasio alcanza un máximo promedio de 1580 ppm, está entre el 55 % a 68 % de agua de mar en la masa madre y el 100% (máximo porcentaje) de agua de mar en masa panaria, siendo estas las condiciones donde se generó un mayor contenido de potasio (ppm) del pan elaborado con agua de mar tratada.

**Figura 53**

*Curvas de nivel para el contenido de potasio del pan elaborado con agua de mar*



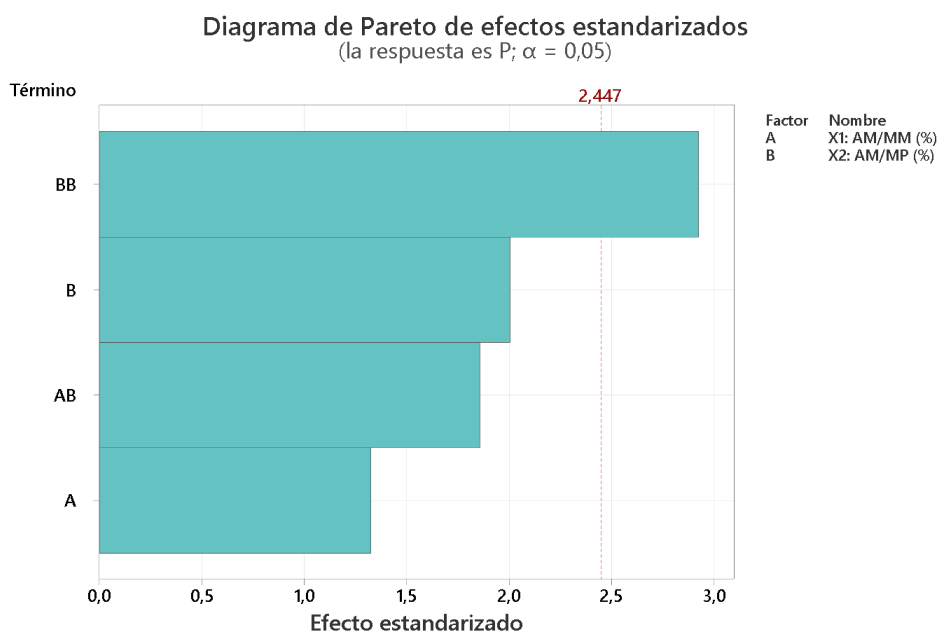
Nota. Elaboración propia (2023) con software Minitab 20.

### 5.3.17 Contenido de fósforo del pan

La Figura 54 de análisis de Pareto muestra la significancia de los términos o coeficientes del modelo cuadrático ajustado con respecto a la variación del contenido de fósforo del pan elaborado con agua de mar tratada, donde se observa que el efecto cuadrático de agua de mar en masa panaria (BB) mostró influencia al 5 % de significancia.

**Figura 54**

*Contenido de fósforo del pan elaborado con agua de mar*



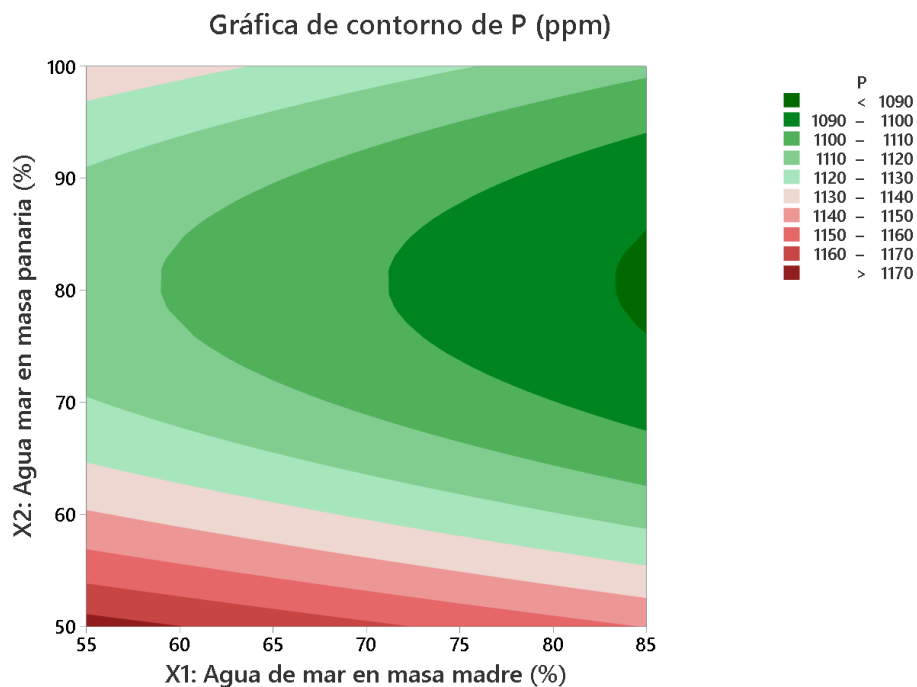
Nota. X1: AM/MM Agua de mar en masa madre (%), X2: AM/MP Agua mar en masa panaria (%) Elaboración con software Minitab 20.

El modelo de la ecuación de segundo grado que explica la influencia del contenido de fósforo (Anexo 25), resultó no significativo (valor  $p = 0,052$ )

y explicó el 74,74 % de los datos registrados. Por otro lado, la Figura 55 de contornos, que combina los factores X1 y X2 muestra la región donde se alcanza un máximo promedio de 1170 ppm, está entre el 55 % a 58 % (mínimo porcentaje) de agua de mar en la masa madre y el 50% a 51% (mínimo porcentaje) de agua de mar en masa panaria, siendo estas las condiciones donde se generó un mayor contenido de fósforo (ppm) del pan elaborado con agua de mar tratada.

**Figura 55**

*Curvas de nivel para el contenido de fósforo del pan elaborado con agua de mar*



Nota. Elaboración propia (2023) con software Minitab 20.

### 5.3.18 Solución optimizada

La Tabla 21 muestra el análisis comparativo entre las soluciones optimizadas al aplicar el método de optimización numérica bajo las siguientes condiciones:

- Solución 1: se optimizó la aceptabilidad global y se dejó a las demás variables en rango de estimación.
- Solución 2: se optimizó la intensidad del descriptor salado y los minerales a excepción del sodio.

**Tabla 21**

*Soluciones óptimas para la elaboración del pan con agua de mar*

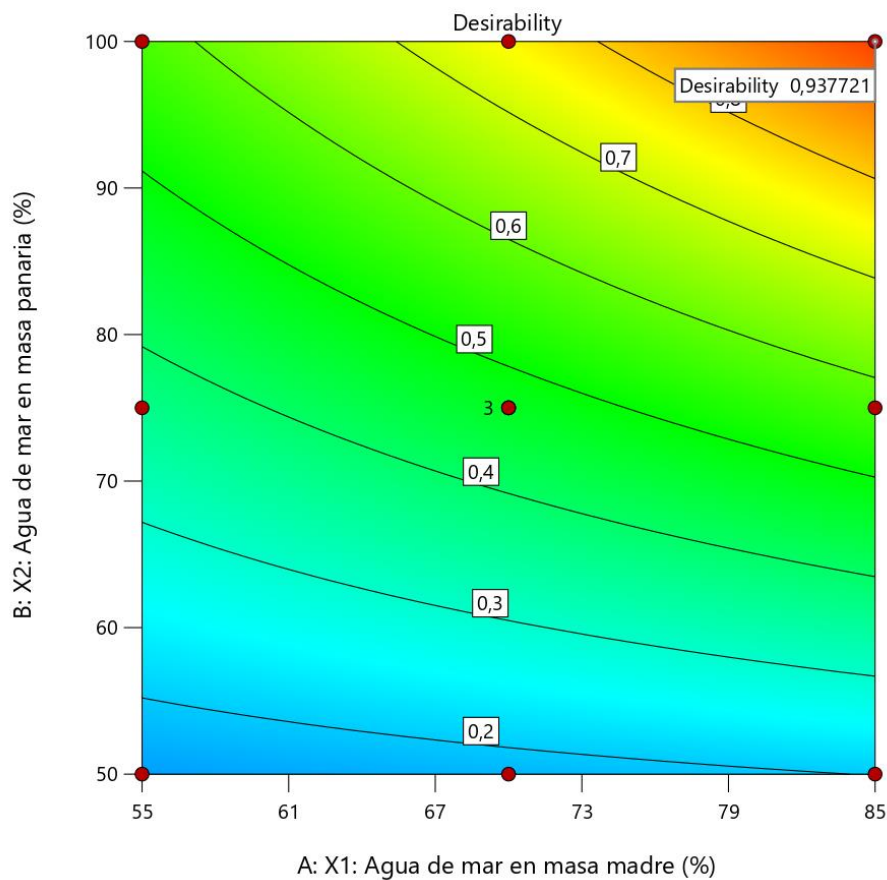
Factores	Criterio 1	Solución 1	Criterio 2	Solución 2
X1: Agua de mar en masa madre	en rango	85	en rango	55
X2: Agua de mar en masa panaria	en rango	100	en rango	100
Y1: Color	en rango	3,685	en rango	5,372
Y2: Ácido acético	en rango	3,53	en rango	3,339
Y3: Agrio	en rango	4,34	en rango	2,58
Y4: Salado	en rango	4,71	maximizar	4,363
Y5: Dureza	en rango	4,009	en rango	4,362
Y6: Elasticidad	en rango	6,207	en rango	6,44
Y7: Aceptabilidad global	maximizar	5,068	en rango	4,475
Y8: Ca	en rango	357,848	maximizar	375,403
Y9: Na	en rango	4473,963	en rango	4084,006
Y10: Mg	en rango	892,766	maximizar	873,012
Y11: K	en rango	1486,243	maximizar	1565,633
Y12: P	en rango	1091,279	maximizar	1158,281
Deseabilidad		0,938		0,820

*Nota.* Design Expert 13.

La Figura 56 muestra la región donde el pan elaborado con agua de mar optimiza condiciones de aceptabilidad global (S1), destacándose que esto ocurrió al alcanzar los máximos niveles de agua de mar en masa madre (X1) y agua de mar en masa panaria (X2). Demostrando que los catadores eligieron el máximo nivel de adición de agua de mar, como factor conducente a la preferencia por el pan.

**Figura 56**

*Solución óptima (S1) para el pan elaborado con agua de mar tratada*

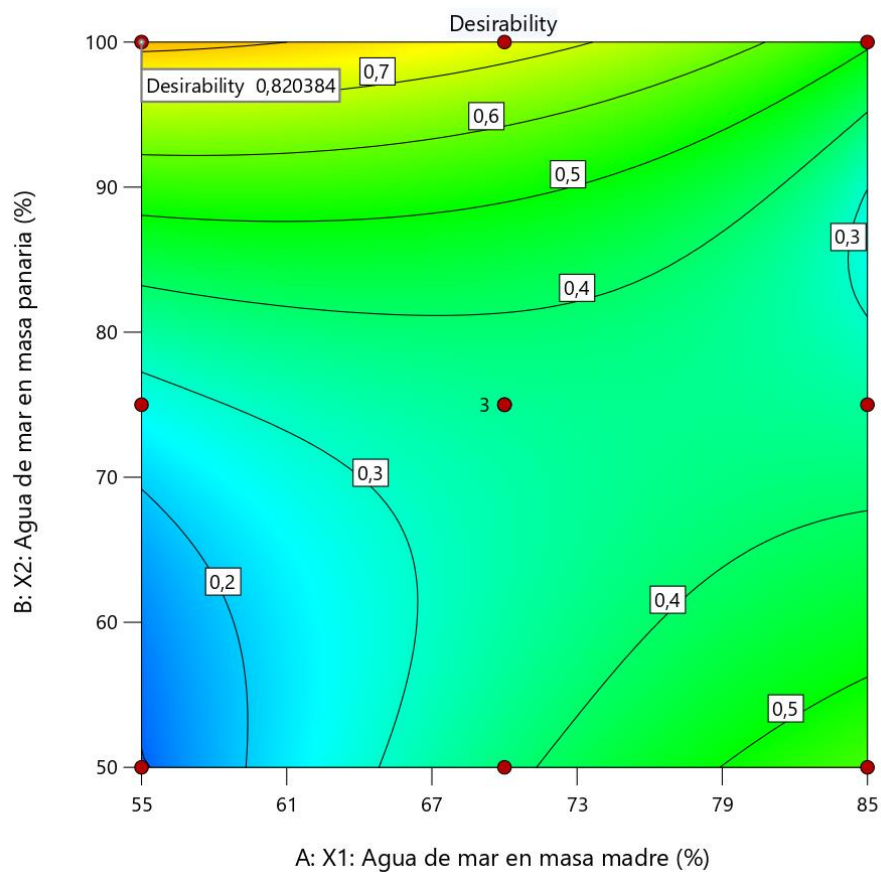


Nota. Design Expert 13.

Por otro lado, la Figura 57 muestra la región donde el pan elaborado con agua de mar optimiza condiciones de la intensidad de salado, contenido de calcio, magnesio, potasio y fósforo (S2), esto ocurrió al alcanzar el mínimo nivel de agua de mar en masa madre (X1) y el máximo nivel de agua de mar en masa panaria (X2).

**Figura 57**

*Solución óptima (S2) para el pan elaborado con agua de mar tratada*



Nota. Design Expert 13.

Es decir, que la percepción de la intensidad de salado, no solo está asociada a la presencia de sodio, sino que está también asociada a la presencia de minerales como calcio, magnesio, potasio y fósforo.

La Tabla 22 muestra las diferencias entre el contenido de minerales de la muestra patrón respecto a las muestras optimizadas (S1 y S2), destacándose el elevado contenido de sodio y bajo contenido de magnesio respectivamente.

**Tabla 22**

Contenido de minerales de la muestra patrón y soluciones optimizadas

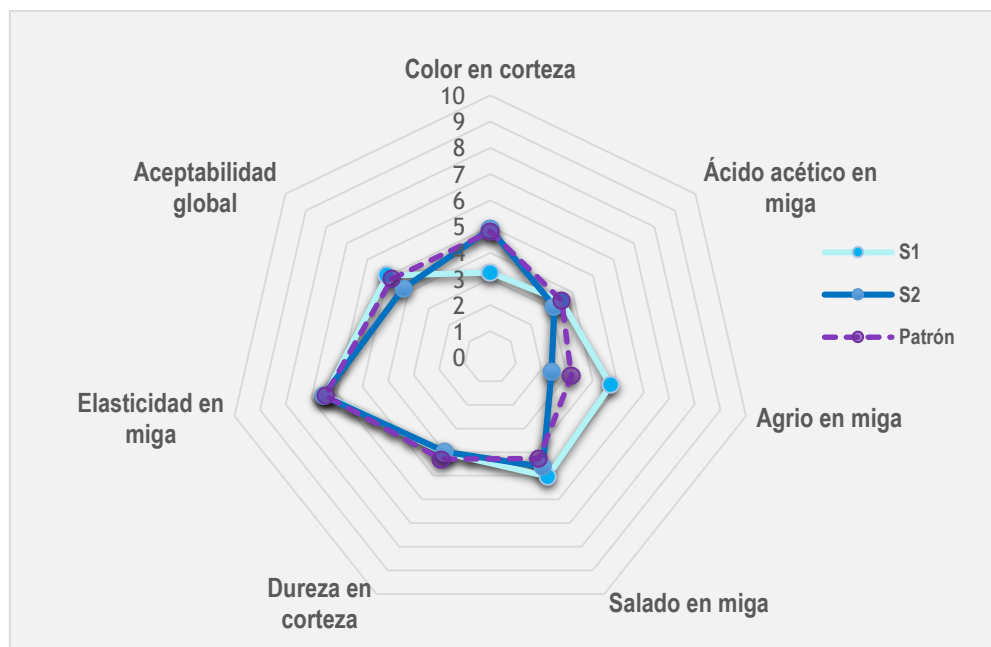
	Patrón		S1		S2	
	ppm	%	ppm	%	ppm	%
<b>Ca</b>	235,42	3,02%	359,83	4,27%	376,53	4,58%
<b>Na</b>	4715,60	60,57%	4532,06	53,83%	4166,00	50,62%
<b>Mg</b>	363,91	4,67%	907,46	10,78%	885,79	10,76%
<b>K</b>	1351,41	17,36%	1511,40	17,95%	1631,39	19,82%
<b>P</b>	1119,00	14,37%	1108,00	13,16%	1169,70	14,21%

Considerando el análisis del perfil sensorial de la Figura 58 donde se observa que la muestra patrón (con mayor contenido de sodio según la Tabla 22) presenta la menor intensidad de salado en relación a las demás muestras; y la muestra optimizada 1 (mayor contenido de magnesio, según la Tabla 22) presenta la mayor intensidad de salado, a pesar de tener menor contenido de sodio que la muestra patrón. Es evidente que la intensidad

con que se percibe el salado se ve influenciada de manera positiva por la concentración de magnesio.

**Figura 58**

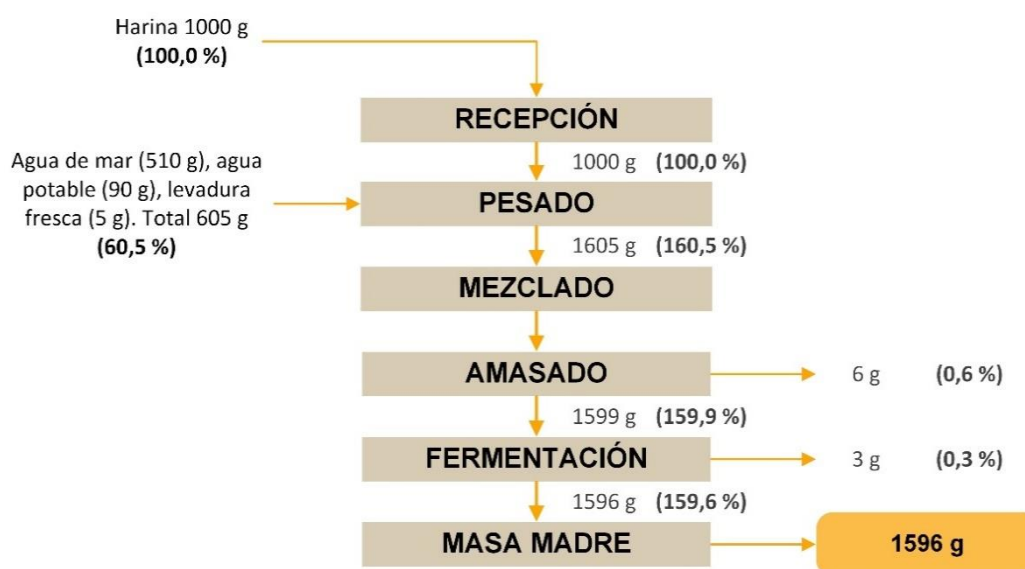
*Perfil de las características sensoriales de la muestra patrón y muestras optimizadas (S1 y S2)*



Además de esto, la correlación entre el contenido de minerales (Ca, Na, Mg, K y P) con la percepción de la intensidad de salado del Anexo 26, evidencia una correlación positiva y alta para el contenido de sodio (+0,780) y magnesio (+0,768). Por consiguiente, la relevancia del contenido de magnesio en la percepción de la intensidad de salado es mayor a la relevancia presentada del contenido de potasio, fosforo y calcio.

La Figura 59 muestra el balance de materia de la elaboración de masa madre de levadura con adición de agua de mar tratada, de la solución optimizada 1 (S1) que fue utilizada para ser parte de los ingredientes finales en la elaboración del pan con agua de mar tratada.

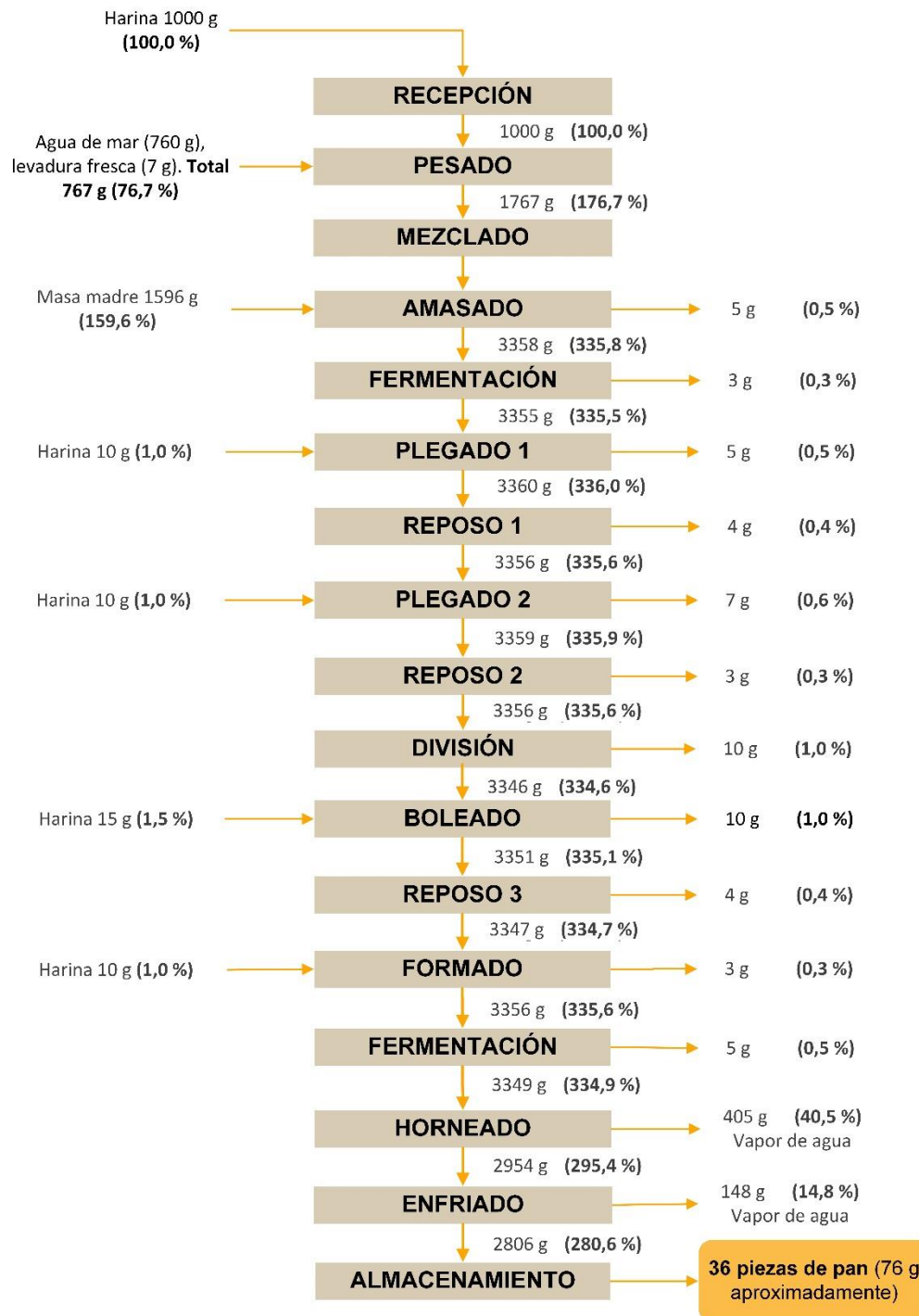
**Figura 59**  
Balance de materia de la masa madre de la solución optimizada 1



La Figura 60 muestra el balance de materia de la elaboración de la masa panaria con adición de agua de mar tratada, de la solución optimizada 1 (S1), donde se destaca el rendimiento que resultó en un 280,6 % que es consecuencia principalmente de la adición de masa madre de levadura.

**Figura 60**

*Balance de materia de la masa panaria con agua de mar tratada de la solución optimizada 1*



La Figura 61 muestra el pan elaborado con agua de mar tratada bajo las condiciones de la solución optimizada 1 (S1) de masa madre (85 % de agua de mar tratada) y masa panaria (100 % de agua de mar tratada).

**Figura 61**  
*Pan optimizado (S1) elaborado con agua de mar tratada*



## **5.4 Discusiones**

### **5.4.1 Composición fisicoquímica y microbiológica del agua de mar extraída**

El análisis de metales totales realizado al agua mar extraída, reportó valores de parámetros inorgánicos por debajo del límite máximo permisible establecido en el “Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo

Humano” (DS N° 031-2010-SA), con excepción del boro (B) que se encuentra por encima del valor máximo permisible (Tabla 23), es decir que las condiciones de extracción del agua de mar permitieron obtenerla con características aptas para su consumo.

**Tabla 23**

*Comparación del análisis de metales totales realizado al agua de mar extraída con el Límite Máximo Permisible según DS N° 031-2010-SA*

<b>Elemento</b>		<b>Unidad</b>	<b>Resultados</b>	<b>Límite máximo</b>
Arsénico	(As)	mg/L	< 0,00200	0,010
Boro	(B)	mg/L	3,94200	1,500
Bario	(Ba)	mg/L	0,00600	0,700
Cadmio	(Cd)	mg/L	< 0,00020	0,003
Cromo	(Cr)	mg/L	< 0,00100	0,050
Mercurio	(Hg)	mg/L	< 0,00008	0,001
Molibdeno	(Mo)	mg/L	0,01200	0,070
Níquel	(Ni)	mg/L	< 0,00100	0,020
Plomo	(Pb)	mg/L	< 0,00100	0,010
Selenio	(Se)	mg/L	< 0,00200	0,010
Uranio	(U)	mg/L	0,00270	0,015

Con respecto a las condiciones microbiológicas e hidrobiológicas el agua de mar extraída y posteriormente tratada, resultaron aceptables para su uso en los tratamientos; puesto que los análisis microbiológicos e hidrobiológicos no manifestaron valores que representen un riesgo potencial tal como se muestran en los resultados del Anexo 8. Tal como lo

plantean Barbarisi et al. (2019) al utilizar agua mar de uso comercial microbiológicamente pura para elaborar pan con agua de mar.

#### **5.4.2 Características sensoriales del pan elaborado con adición de agua de mar tratada**

En la percepción de la intensidad de color de corteza superior del pan elaborado con agua de mar tratada (Figura 33), se observó que ninguno de los efectos mostró influencia significativa (Figura 32). La región donde la intensidad de color se hace máxima se encontró entre 64 a 74 % de agua de mar en masa madre (X1) y el mínimo porcentaje de agua de mar en masa panaria (X2) que es del 50%, condiciones que permitieron alcanzar una intensidad promedio de 6,5 en la escala no estructurada de 10 cm.

En la percepción de la intensidad de ácido acético en miga del pan elaborado con agua de mar tratada (Figura 35), se observó que ninguno de los efectos mostró influencia significativa (Figura 34). La región donde la intensidad de ácido acético se hace máxima fue entre 75 a 85 % de agua de mar en masa madre (X1) y el máximo porcentaje de agua de mar en masa panaria (X2) que es del 100%, condiciones que generaron una intensidad promedio de 3,6 en la escala no estructurada de 10 cm.

Sobre la percepción de la intensidad de agrio en miga del pan elaborado con agua de mar tratada (Figura 37), se observó que ninguno de los efectos mostró influencia significativa (Figura 36). La región donde la intensidad de agrio se hace máxima se encontró entre 83 a 85 % de agua de mar en masa madre (X1) y el máximo porcentaje de agua de mar en masa panaria (X2) que es del 100%, condiciones que generaron una intensidad promedio de 4,25 en la escala estructurada de 10 cm.

En la percepción de la intensidad de salado en miga del pan elaborado con agua de mar tratada (Figura 39), se observó que solo el efecto lineal de agua de mar en masa panaria (B) mostró influencia significativa (Figura 38). La región donde la intensidad de salado se hace máxima fue entre 83 a 85 % de agua de mar en masa madre (X1) y el máximo porcentaje de agua de mar en masa panaria (X2) que es del 100%, condiciones que generaron una intensidad promedio de 4,8 en la escala lineal de 10 cm.

Cabe destacar lo afirmado por Toumi et al. (2022) que señala la reducción de la cantidad de cloruro de sodio mediante la sustitución con cantidades medias a altas de polvo de Salicornia, como una estrategia prometedora para producir masas y panes bajos en sodio que satisfagan una ingesta dietética de sodio más saludable, manteniendo las

características tecnológicas del pan. Estrategia evidenciada en la Figura 58 donde, las muestras de pan elaborado con agua de mar tratada presentan valores de la intensidad de salado más altos que los presentados por la muestra patrón, así mismo la Tabla 22 evidencia los efectos de la adición de agua de mar tratada, observándose una sustitución parcial del contenido de sodio por contenido de magnesio. Por consiguiente, esta disminución de contenido de sodio no se refleja en los valores obtenidos de intensidad de salado debido a que el incremento en contenido de magnesio superpone su correlación alta (+0,768) con la percepción de la intensidad de salado (Anexo 26).

En la percepción de la intensidad de dureza en corteza del pan elaborado con agua de mar tratada (Figura 41), se observó que ninguno de los efectos mostró influencia significativa (Figura 40). La región donde la intensidad de dureza se hace máxima fue entre 56 a 73 % de agua de mar en masa madre (X1) y el mínimo porcentaje de agua de mar en masa panaria (X2) que fue del 50%, condiciones que generaron una intensidad promedio de 5,2 en la escala no estructurada de 10 cm.

En la percepción de la intensidad de elasticidad en miga del pan elaborado con agua de mar tratada (Figura 43), se observó que ninguno de

los efectos mostró influencia significativa (Figura 42). La región donde la intensidad de elasticidad en miga se hace máxima fue entre 63 % a 75 % de agua de mar en masa madre (X1) y entre 70 % a 87 % de agua de mar en masa panaria (X2), condiciones que generaron una intensidad promedio de 6,66 en la escala no estructurada de 10 cm.

Según Zhao et al. (2015), ni la adición de masa madre o el nivel de NaCl influyeron en el volumen o la textura del pan. Es decir que el uso de masa fermentada con lactobacilos acumuladores de glutamato permitió la reducción de NaCl sin modificar el sabor u otros atributos de calidad del pan. Resultados que, comparados con los obtenidos por el pan elaborado con agua de mar del presente estudio, resultan similares para la intensidad de agrio en miga y dureza en corteza, donde no se manifestaron diferencias importantes.

Con respecto a la aceptabilidad global del pan elaborado con agua de mar tratada (Figura 45), se observó que ninguno de los efectos mostró influencia significativa (Figura 44). La región donde la aceptabilidad global se hace máxima fue entre 83 a 85 % de agua de mar en masa madre (X1) y el máximo porcentaje de agua de mar en masa panaria (X2) que es del 100%, condiciones que generaron un valor promedio 5 en la escala

hedónica no estructurada de 9 centímetros; es decir que califica como “ni me gusta ni me disgusta”.

#### **5.4.3 Contenido de minerales del pan elaborado con adición de agua de mar tratada**

En la variación del contenido de calcio del pan elaborado con agua de mar tratada (Figura 47), se observó que los efectos combinados (AB), lineal de agua de mar en masa panaria (B), y cuadrático de agua de mar en masa panaria (BB); mostraron influencia significativa (Figura 46). La región donde el contenido de calcio se hace máxima fue entre 55 % a 60 % de agua de mar en masa madre (X1) y el máximo porcentaje de agua de mar en masa panaria (X2) que fue de 99 % a 100%, condiciones que generaron un contenido promedio de 372 ppm.

En la variación del contenido de sodio del pan elaborado con agua de mar tratada (Figura 49), se observó que los efectos lineales de ambos factores en estudio (B y A); mostraron influencia significativa (Figura 48). La región donde el contenido de sodio se hace máxima fue entre 75 a 85 % de agua de mar en masa madre (X1) y el máximo nivel de agua de mar en masa panaria (X2) que es del 100%, condiciones que generaron un contenido promedio de 4350 ppm.

Los niveles bajos de NaCl pueden causar una fermentación excesiva, por lo que el tiempo de fermentación debe ajustarse ante cualquier cambio en la concentración de NaCl (Pasqualone et al., 2019). El Anexo 27 muestra la correlación entre el contenido de minerales (Ca, Na, Mg, K y P) con la percepción de la intensidad de color del pan con agua de mar tratada, resaltando por sobre los demás la correlación negativa (-0,644) presentada por el contenido de sodio.

La reducción de NaCl, que aumenta la tasa de fermentación de la masa, también puede reducir la disponibilidad de azúcar para la reacción de Maillard. Así, los panes reducidos en sodio tienen menos compuestos volátiles y tienen una corteza de color más claro (Pasqualone et al., 2019). Este comportamiento se evidenció en las muestras, puesto que el menor contenido de sodio (Tabla 22) influyó positivamente la actividad fermentativa de la masa madre y masa panaria y por esta razón se obtuvieron bajos valores de la intensidad de color en corteza.

En la variación del contenido de magnesio del pan elaborado con agua de mar tratada (Figura 51), se observó que los efectos lineales de ambos factores en estudio (B y A); mostraron influencia significativa (Figura

50). La región donde el contenido de magnesio se hace máxima fue entre 80 a 85 % de agua de mar en masa madre (X1) y el máximo porcentaje de agua de mar en masa panaria (X2) que es del 100%, condiciones que generaron un contenido promedio de 890 ppm.

En la variación del contenido de potasio del pan elaborado con agua de mar tratada (Figura 53), se observó que ninguno de los efectos mostró influencia significativa (Figura 52). La región donde el contenido de potasio se hace máxima fue entre 55 % a 68 % de agua de mar en masa madre (X1) y el máximo porcentaje de agua de mar en masa panaria (X2) que es del 100%, condiciones que generaron un contenido promedio de 1580 ppm.

En la variación del contenido de fósforo del pan elaborado con agua de mar tratada (Figura 55), se observó que efecto cuadrático de agua de mar en masa panaria (BB); mostró influencia significativa (Figura 54). La región donde el contenido de fósforo se hace máxima fue entre 55 % a 58 % de agua de mar en masa madre (X1) y el mínimo del porcentaje de agua de mar en masa panaria (X2) que es del 50%, condiciones que generaron un contenido promedio de 1170 ppm.

Este aparente anómalo comportamiento, se explica porque el agua de mar tiene un ínfimo aporte de fósforo (Tabla 13 y Anexo 4) en comparación con el aporte de sodio y magnesio. Al ser el agua de mar la única fuente de sodio en la masa, la menor cantidad de agua de mar en masa madre (X1) y menor cantidad de agua de mar en masa panaria (X2) resultaron en bajo valores de contenido de sodio; obteniéndose una masa más difícil de manipular

Por ello el aporte de fósforo en el pan depende principalmente de cuestiones tecnológicas del proceso de elaboración de la masa panaria, como es la adición de harina a medida que avanza el proceso de elaboración (Figura 60) debido a la consistencia particular de la masa con contenidos muy bajos o inexistentes de sodio. Esa adición de harina en respuesta al bajo contenido de sodio en la masa panaria, incrementó el contenido de fósforo en la composición final del pan elaborado con agua de mar tratada.

La solución óptima del pan elaborado con agua de mar (S1), bajo las condiciones optimizadas de masa madre (elaborada con 85 % de agua de mar tratada) y masa panaria (elaborado con 100 % de agua de mar) obtuvo valores de intensidad de salado y agrio que destacaron por encima de los

obtenidos por la muestra patrón. Sin embargo, los valores bajos de intensidad de elasticidad en miga y dureza en corteza no presentaron mayores diferencias entre la muestra patrón y muestras optimizadas (S1 y S2).

Según Cauvain (2007) enunciado por Lopes et al. (2017), el reemplazo de los cationes de sodio por otros como potasio, magnesio y calcio; así como el reemplazo de aniones de cloruro por aniones como el glutamato y el fosfato, son una manera de proporcionar un sabor salado. Lo que se evidenció en los resultados obtenidos para las soluciones optimizadas (S1 y S2) en la Figura 58, pues éstas presentaron valores de intensidad de salado mayores a los obtenidos por la muestra patrón; a pesar de presentar contenidos de sodio más bajos (Tabla 22), comportamiento que se explica por la mayor presencia de iones de magnesio en dichas muestras optimizadas (S1 y S2) como factor causante de los valores de intensidad del sabor salado.

## CONCLUSIONES

1. La composición fisicoquímica y microbiológica del agua de mar extraída y tratada del litoral de la región Tacna se puede calificar como apta para su uso como ingrediente en la elaboración del pan; debido a que, con excepción del Boro (B) ninguno de los valores supera el Límite Máximo Permisible según “Reglamento de la Calidad del Agua para Consumo Humano” DS N° 031-2010-SA.
2. Se determinó que las características sensoriales como intensidad de color en corteza superior, intensidad de ácido acético en miga, intensidad de agrio en miga, intensidad de dureza en corteza, intensidad de elasticidad en miga, y aceptabilidad global; del pan elaborado con adición de agua mar tratada no fueron significativos (valor  $p > 0,05$ ). Sin embargo, la intensidad de salado en miga resultó significativa (valor  $p < 0,05$ ) principalmente por la influencia del agua de mar en masa panaria.
3. Se determinó que el contenido de potasio y fósforo no resultaron significativos (valor  $p > 0,05$ ), mientras que el contenido de sodio, magnesio y calcio presentaron efectos significativos (valor  $p < 0,05$ )

sobre el pan, por efecto de la adición de agua mar tratada en masa madre y en masa panaria.

## **RECOMENDACIONES**

1. Evaluar el uso de grasa e hidrocoloides a fin de mejorar la aceptabilidad de los atributos del pan elaborado con agua de mar.
2. Evaluar la relación entre el tiempo total de fermentación sobre las características sensoriales y reológicas en la elaboración del pan con agua de mar tratada.
3. Evaluar el uso de coadyuvantes comerciales para optimizar el proceso de elaboración e incidir en la mejora de las características sensoriales del pan elaborado con agua de mar.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agüero, S. (2012). *Estudio de dieta total: Determinación de sodio y potasio en alimentos consumidos por la población de Valdivia*. Universidad Austral de Chile.
- Antunes, A. E. C., Gallina, D. A., Rodrigues, V. C. da C., y da Cunha, D. T. (2021). Dairy foods reformulation by lower salt, sugar, and fat content. En *Dairy Foods: Processing, Quality, and Analytical Techniques* (pp. 195-213). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-820478-8.00014-6>
- Badui, S. (2006). *Química de los alimentos* (4ta edición). Pearson - Educación.
- Barbarisi, C., De Vito, V., Pellicano, M. P., Boscaino, F., Balsamo, S., Laurino, C., Sorrentino, G., y Volpe, M. G. (2019). Bread chemical and nutritional characteristics as influenced by food grade sea water. *International Journal of Food Properties*, 22(1), 280-289. <https://doi.org/10.1080/10942912.2019.1579837>
- Beck, M., Jekle, M., y Becker, T. (2012). Impact of sodium chloride on wheat flour dough for yeast-leavened products. II. Baking quality parameters and their relationship. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 92(2), 299-306. <https://doi.org/10.1002/jsfa.4575>

- Belitz, H.-D., Grosch, W., y Schieberle, P. (2009). *Food Chemistry* (4th edition, Número 6). Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-540-69934-7>
- Cauvain, S. P. (2007). 14—Reduced salt in bread and other baked products. En D. Kilcast y F. Angus (Eds.), *Reducing Salt in Foods* (pp. 283-295). Woodhead Publishing. <https://doi.org/10.1533/9781845693046.3.283>
- Damodaran, S., y Parkin, K. L. (2017). *Fennema's Food Chemistry* (Fifth Edit). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781315372914>
- Di Bernardo, M., Castro, A., Araque, J., Osorio, A., Andueza, F., Boueiri, S., Brito, S., Rondón, C., Morales, Y., De Jesús, R., y Ortiz, R. (2003). Evaluación de la calidad fisicoquímica, microbiológica y toxicológica del agua de mar como suplemento nutricional en modelos biológicos. *RETEL, revista de toxicología en línea*, 42, 21.
- Elía, M. (2011). A procedure for sensory evaluation of bread: protocol developed by a trained panel. *Journal of Sensory Studies*, 26(4), 269-277. <https://doi.org/10.1111/j.1745-459X.2011.00342.x>
- González, V., Rodeiro, C., Sanmartín, C., y Vila, S. (2014). *Introducción al análisis sensorial estudio hedónico del pan en el IES Mugaros*.
- Hamelman, J. (2013). *El pan, manual de técnicas y recetas de panadería* (I. Yarza, Trad.). Editorial Libros con Miga.

- Kihlberg, I. (2004). *Sensory Quality and Consumer Perception of Wheat Bread*.
- Larrea, M., Cerro, S., y Salazar, G. (2003). *Estudio experimental para la elaboración de galletas tipo cookie con la adición de fibra de pulpa de madera pre tratada con peróxido de hidrógeno alcalino (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>)*.
- León, Á., Montoya, O., Motato, K., Granda, D., Acaro, C., Restrepo, J., Echeverri, S., Valencia, J., y Quinchía, L. (2006). Bacterias ácido lácticas (BAL) silvestres colombianas presentan propiedades adecuadas para la fabricación de masa ácida. *VITAE, revista de la facultad de química farmacéutica*, 13(2), 26-35.
- Lopes, M., Cavaleiro, C., y Ramos, F. (2017). Sodium Reduction in Bread: A Role for Glasswort (*Salicornia ramosissima* J. Woods). *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 16(5), 1056-1071. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12277>
- Matissek, R., y Baltes, W. (2016). *Lebensmittelchemie*. Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-47112-8>
- Montgomery, D. C. (2004). *Diseño y Analisis de Experimentos* (R. Piña, Trad.; 2da edición). Editorial Limusa S.A. De C.V.
- Mun, D.-S., Jeong, D.-H., y Kim, H.-J. (2003). Comparative analysis of resources characteristics for deep ocean water and brine

groundwater. *Proceedings of the Korea Committee for Ocean Resources and Engineering Conference*, 333-335.

Myhrvold, N., y Migoya, F. J. (2017). *Modernist bread*. Phaidon.

Pasqualone, A., Caponio, F., Pagani, M. A., Summo, C., y Paradiso, V. M.

(2019). Effect of salt reduction on quality and acceptability of durum wheat bread. *Food Chemistry*, 289, 575-581.

<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.03.098>

recetasestupendas. (2020). *Pan de chapata, de miga aireada y corteza*

*crujiente!* <http://recetasestupendas.com/pan-de-chapata/>

Ryu, J., Yang, J., Young-Bae, J., Lee, S., y Han, E. (2014). Características

de calidad del kimchi de repollo marinado en salmuera de alta concentración por poco tiempo. *Revista coreana de ciencia de los alimentos y nutrición*, Vol. 43, No. 12, 43(12), 1913-1919.

Salgado, A., y Jiménez, M. (2012). Métodos de control de crecimiento

microbiano en el pan. En *Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos* (Vol. 6, Número 2).

Sankalia, MG., Mashru, RC., Sankalia, J., y Sutariya, V. (2004). Evaluación

y optimización simultánea de papaína inmovilizada en gránulos de alginato entrecruzado mediante un diseño factorial 3x3 y la función de deseabilidad. *Ars Pharmaceutica*, 45(3), 253-279.

- Soler, W., Durango, H., y Soler, J. (2010). Control microbiano de agua de mar mediante microfiltración Microbial control of seawater by microfiltration. En *Rev. Fac. Nac. Salud Pública* (Vol. 28, Número 2).
- Soriano, E. (2015). *Determinación multielemental de metales traza en agua de mar*. Universitat de València.
- Supo, J. (2012). *Seminarios de Investigación Científica: Metodología de la investigación para las ciencias de la salud* (Vol. 1). CreateSpace Independent Publis.
- Tejero, F. (2010). Panadería y pastelería peruana Año 20—Nº 139 / Junio—Julio 2010. *Empresa Editora El Comercio - Grupo Amauta*, 139, 5-7.
- Toumi, O., Conte, P., Maria Gonçaves Moreira da Silva, A., João Barroca, M., y Fadda, C. (2022). Use of response surface methodology to investigate the effect of sodium chloride substitution with *Salicornia ramosissima* powder in common wheat dough and bread. *Journal of Functional Foods*, 99 (August), 105349. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2022.105349>
- Wright, J. M., y Colling, A. (1995). *Seawater: Its Composition, Properties and Behaviour (Oceanography Textbooks)* (2nd edition). Butterworth-Heinemann Ltd.
- Zhao, C. J., Kinner, M., Wismer, W., y Gänzle, M. G. (2015). Effect of Glutamate Accumulation During Sourdough Fermentation with

*Lactobacillus reuteri* on the Taste of Bread and Sodium-Reduced Bread. *Cereal Chemistry*, 92(2), 224-230.

## ANEXOS

### Anexo 1. Matriz de consistencia

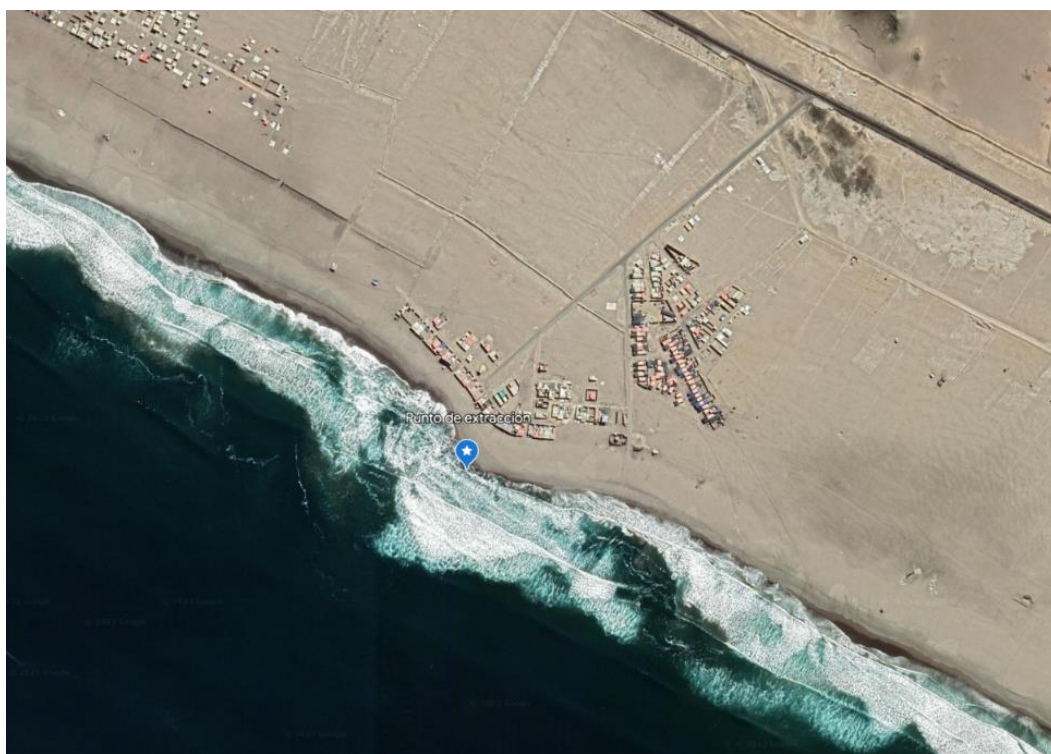
<b>Problema general</b>	<b>Objetivo general</b>	<b>Hipótesis general</b>
¿Cómo serán las características sensoriales y concentración de minerales de un pan elaborado con agua de mar?	Evaluar las características sensoriales y minerales de un pan elaborado con agua de mar.	El agua de mar tratada, adicionada a la masa madre y masa panaria, influirán sobre las características sensoriales y contenido de minerales del pan.
<b>Problemas específicos</b>	<b>Objetivos específicos</b>	<b>Hipótesis específicas</b>
¿Cómo será la composición fisicoquímica y microbiológica del agua de mar extraída del litoral de la región Tacna?	Cuantificar la composición fisicoquímica y microbiológica del agua de mar extraída del litoral de la región Tacna.	Es posible determinar la composición fisicoquímica y microbiológica del agua de mar extraída del litoral de la región Tacna.
¿Cómo serán las características sensoriales del pan bajo la influencia de la adición de agua de mar?	Determinar las características sensoriales del pan elaborado con adición de agua mar tratada en masa madre y masa panaria.	El agua de mar tratada, adicionada a la masa madre y masa panaria, influirá sobre las características sensoriales del pan.
¿Cómo será la concentración de minerales del pan bajo la influencia de la adición de agua de mar?	Determinar el contenido de minerales del pan elaborado con adición de agua mar tratada en masa madre y masa panaria.	El agua de mar tratada, adicionada a la masa madre y masa panaria, influirá sobre el contenido de minerales del pan.

## Anexo 2. Equipo de filtración y componentes



*Nota.* Equipo de filtración arriba y cartuchos de 0,5  $\mu\text{m}$  (cerámico), 5  $\mu\text{m}$  (polipropileno) y 1  $\mu\text{m}$  (polipropileno) abajo.

Anexo 3. Ilustración del punto de extracción de agua de mar

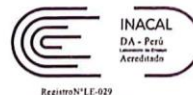


*Nota.* Playa Llostay, Tacna (UTM WGS 84 de 325904.381 E y 7989105.767 N).

Anexo 4. Informe de Metales Totales por ICP-MS agua de mar extraída



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA CON REGISTRO N° LE-029



Registro N° LE-029

INFORME DE ENSAYO: 63686/2019

FDT 001 -02

RESULTADOS ANALITICOS

Muestras del ítem: 1

N° ALS LS 54511/2019-1.1  
 Fecha de Muestreo 26/09/2019  
 Hora de Muestreo 09:50:00  
 Tipo de Muestra Agua de Mar  
 Identificación PLAYA LLOSTAY

Parámetro	Ref. Mét.	Fecha de Análisis	Unidad	LD	LQ	Resultado
<b>007 ENSAYOS DE METALES - Metales Totales por ICP Masa</b>						
Plata (Ag)	20236	02/10/2019	mg/L	0,0001	0,0006	< 0,0001
Aluminio (Al)	20236	02/10/2019	mg/L	0,01	0,05	0,04
Arsénico (As)	20236	02/10/2019	mg/L	0,002	0,005	< 0,002
Boro (B)	20236	02/10/2019	mg/L	0,005	0,015	3,942
Bario (Ba)	20236	02/10/2019	mg/L	0,001	0,003	0,006
Berilio (Be)	20236	02/10/2019	mg/L	0,0005	0,0010	< 0,0005
Bismuto (Bi)	20236	02/10/2019	mg/L	0,0006	0,0010	< 0,0006
Calcio (Ca)	20236	02/10/2019	mg/L	0,10	0,50	362,1
Cadmio (Cd)	20236	02/10/2019	mg/L	0,00020	0,00025	< 0,00020
Cobalto (Co)	20236	02/10/2019	mg/L	0,0004	0,0010	< 0,0004
Cromo (Cr)	20236	02/10/2019	mg/L	0,001	0,003	< 0,001
Cobre (Cu)	20236	02/10/2019	mg/L	0,002	0,005	< 0,002
Hierro (Fe)	20236	02/10/2019	mg/L	0,02	0,05	0,07
Mercurio (Hg)	20236	02/10/2019	mg/L	0,00008	0,00010	< 0,00008
Potasio (K)	20236	02/10/2019	mg/L	0,04	0,30	380,6
Litio (Li)	20236	02/10/2019	mg/L	0,005	0,010	0,158
Magnesio (Mg)	20236	02/10/2019	mg/L	0,02	0,05	1209
Manganeso (Mn)	20236	02/10/2019	mg/L	0,001	0,003	0,002
Molibdeno (Mo)	20236	02/10/2019	mg/L	0,001	0,003	0,012
Sodio (Na)	20236	02/10/2019	mg/L	0,20	0,50	10021
Níquel (Ni)	20236	02/10/2019	mg/L	0,001	0,002	< 0,001
Fósforo (P)	20236	02/10/2019	mg/L	0,10	0,30	0,16
Plomo (Pb)	20236	02/10/2019	mg/L	0,001	0,003	< 0,001
Antimonio (Sb)	20236	02/10/2019	mg/L	0,001	0,003	< 0,001
Selenio (Se)	20236	02/10/2019	mg/L	0,002	0,005	< 0,002
Silicio (Si)	20236	02/10/2019	mg/L	0,30	0,50	2,18
Estaño (Sn)	20236	02/10/2019	mg/L	0,001	0,005	< 0,001
Estroncio (Sr)	20236	02/10/2019	mg/L	0,001	0,003	7,524
Titanio (Ti)	20236	02/10/2019	mg/L	0,005	0,010	< 0,005
Talio (Tl)	20236	02/10/2019	mg/L	0,0005	0,0010	< 0,0005
Uranio (U)	20236	02/10/2019	mg/L	0,0003	0,0005	0,0027
Vanadio (V)	20236	02/10/2019	mg/L	0,001	0,003	0,002
Zinc (Zn)	20236	02/10/2019	mg/L	0,02	0,03	< 0,02

Observaciones

- LD: Límite de detección.
- LQ: Límite de cuantificación.

DESCRIPCION Y UBICACION GEOGRAFICA DE LAS ESTACIONES DE MONITOREO

Estación de Muestreo	Resp.del Muestreo	Tipo de Muestra	Fecha de Recepción	Fecha de Muestreo	Ubicación Geográfica UTM WGS84	Zona	Condición de la muestra	Descripción de la Estación de Muestreo
PLAYA LLOSTAY	Cliente	Agua de Mar	27/09/2019	26/09/2019	7989105,767N 325904,381E	19K	Proporcionado por el cliente	Reservado por el cliente



## Anexo 6. Carta de responsabilidad para la muestra agua de mar extraída



UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN  
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN



"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres"  
"Año de la lucha contra la corrupción e impunidad"

### CARTA DE RESPONSABILIDAD

Tacna, 17 de setiembre del 2019,

Yo, **HÉCTOR RODRÍGUEZ PAPIUCO** representante del **VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN DE LA UNJBG** con DNI N° 08107556, RUC N° 20147796634, declaro bajo juramento, las especificaciones del producto que llega.

Como:

Muestras de agua de mar de Tacna a Arequipa

Además, esta carga es sin valor comercial y las muestras están envasadas en envase plástico, empacado con gel pack en una caja térmica plástica embalada y no representan peligro alguno para el transporte aéreo.

Función o uso: Las muestras tienen como función o uso el ser analizadas instrumentalmente en las instalaciones del laboratorio ALS LS PERÚ S.A.C. con Dirección en Av. Dolores 167 José Luis Bustamante y Rivero, Arequipa.

Por la presente declaro que, el contenido de esta encomienda está total y acuciosamente declarado más arriba por su nombre apropiado y está clasificado, embalado, marcado, etiquetado, rotulado y que en todos los aspectos está en condiciones apropiadas para el transporte de acuerdo a las regulaciones gubernamentales nacionales e internacionales aplicables.

Yo, considero que todos los requerimientos aplicables al transporte aéreo y recomendados por la empresa transportadora OLVA COURIER de Tacna, han sido cumplidos.

Atentamente,

  
Ph. D. Héctor Rodríguez Papiuco  
VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN

Ciudad Universitaria  
Av. Miraflores S/N  
051 052 58 3000 Anexo: 2134

Nota. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann.

## Anexo 7. Informe de ensayo microbiológico e hidrobiológico de agua de mar extraída



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LE 003



### INFORME DE ENSAYO N° 1-14739/19

Pág. 1/2

Solicitante : UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE G.  
Domicilio legal : Av. Miraflores Nro. Sn Cercado - Tacna  
Producto declarado : AGUA DE MAR  
Cantidad de Muestras para el Ensayo : 1 muestra x 3,5 L.  
Muestra proporcionada por el solicitante  
Identificación de la muestra : PLAYA LLOSTAY - AGUA DE MAR SIN TRATAR  
FECHA Y HORA DE MUESTREO: 2019-09-26 09:54  
COORDENADAS: UTM WGS84 Zona 19K  
325904,381 E / 7989105,767 N  
Altitud (m.s.n.m): 28  
Forma de Presentación : En frasco de plástico, cerrado, refrigerado y preservado  
Fecha de recepción : 2019 - 09 - 27  
Fecha de inicio del ensayo : 2019 - 09 - 27  
Fecha de término del ensayo : 2019 - 10 - 03  
Ensayo realizado en : Laboratorio Microbiología (Callao) Toxinas e Hidrobiología (Callao)  
Identificado con : H/S 19010714 (EXMA-14984-2019)  
Validez del documento : Este documento es válido solo para las muestras descritas

#### Análisis Microbiológico:

Ensayos	Unidad	Resultados
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	< 1,8
Coliformes Totales	NMP/100 mL	< 1,8
(*) Colifagos	UFP/mL	<1 Estimado
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100 mL	< 1,8
(*) Recuento de Heterótrofos en placa	UFC/mL	<1 estimado

UFP: Unidades formadoras de placas

(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA\*

#### Análisis Hidrobiológico:

##### Huevos de Helmintos:

GRUPO	CLASE	ESPECIE	RESULTADOS (Huevos/L)
		<i>Fasciola hepatica</i>	< 1
	Trematoda	<i>Paragonimus sp.</i>	< 1
		<i>Schistosoma sp.</i>	< 1
		<i>Clonorchis sp.</i>	< 1
		<i>Echinostoma sp.</i>	< 1
H	Cestoda	<i>Taenia sp.</i>	< 1
E		<i>Dipylidium sp.</i>	< 1
L		<i>Hymenolepis sp.</i>	< 1
M		<i>Diphyllobothrium sp.</i>	< 1
I		<i>Alicans sp.</i>	< 1
N		<i>Ancylostoma sp. / Necator sp.</i>	< 1
T	Nematoda	<i>Trichuris sp.</i>	< 1
O		<i>Capillaria sp.</i>	< 1
		<i>Trichostrongylus sp.</i>	< 1
		<i>Strongyloides sp.</i>	< 1
S		<i>Enterobius sp.</i>	< 1
	Acanthocephala	<i>Macracanthorhynchus sp.</i>	< 1

Nota: <1 es equivalente a la no detección de huevos de helmintos



AREQUIPA  
Calle Teniente Rodríguez N° 1415  
Miraflores - Arequipa  
T. (054) 265572

CALLAO  
Oficina Principal  
Av. Santa Rosa 601, La Perla - Callao  
T. (511) 319 9000

info@cerper.com - www.cerper.com

PIURA  
Urb. Angamos A - 2 - Piura  
T. (073) 322 908 / 9975 63161

Nota. Certificaciones del Perú S.A. informe de ensayo N° 1-14739/19.



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LE 003



### INFORME DE ENSAYO N° 1-14739/19

Pág. 2/2

#### MÉTODOS

**Detección y/o enumeración de huevos de helmintos:** CERPER LE-ME-HPA (Método Validado) 2011. Detección y/o Enumeración de Huevos de Helmintos en Aguas para uso y consumo humano, residual, subterráneo, de mar y superficial

**Coliformos Termotolerantes (NMP):** SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E1, 23 rd Ed 2017. Multiple-tube fermentation technique for members of the Coliform group. Fecal Coliform procedure. Thermotolerant coliform test (EC medium)

**Coliformos Totales (NMP):** SMEWW-APHA AWWA-WEF Part 9221 B, 23 rd Ed 2017 Multiple - Tube Fermentation technique for Members of the Coliform group Standard Total Coliform Fermentation Technique.

**(\*) Colifagos (virus):** SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9224B, 23 rd Ed 2017. Detection of coliphages. Somatic Coliphage Assay

**Escherichia coli:** SMEWW-APHA AWWA-WEF Part 9221 F1, 23 rd Ed 2017. Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Escherichia coli Procedure Using Fluorogenic Substrate. Escherichia coli Test (EC-MUG Medium)

**(\*) Recuento de Heterótrofos en placa:** SMEWW-APHA AWWA-WEF Part 9215 B, 23 rd Ed.2017. Heterotrophic Plate Count. Pour Plate Method.

#### OBSERVACIONES

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin la autorización escrita de CERPER S.A.  
Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de la calidad de la entidad que lo produce.

Callao, 04 de octubre de 2019  
AAA

CERTIFICACIONES DEL PERU S.A.  
-----  
ING. ROSA PALOMINO LOO  
C.I.P. 40302  
COORDINADOR DE LABORATORIOS

TEL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE

**"Los ensayos acreditados del presente informe, al estar en el marco de la acreditación del INACAL-DA, se encuentran dentro del ámbito de reconocimiento mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC"**

AREQUIPA  
Calle Teniente Rodríguez N° 1415  
Miraflores - Arequipa  
T. (054) 265572

CALLAO  
Oficina Principal  
Av. Santa Rosa 601, La Perla - Callao  
T. (511) 319 9000  
info@cerper.com - www.cerper.com

PIURA  
Urb. Angamos A - 2 - Piura  
T. (073) 322 908 / 9975 63161

Nota. Certificaciones del Perú S.A. informe de ensayo N° 1-14739/19.

## Anexo 8. Informe de ensayo microbiológico e hidrobiológico de agua de mar tratada



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA CON REGISTRO N° LE 003



Registro N° LE - 003

### INFORME DE ENSAYO N° 1-14740/19

Pág. 1/2

Solicitante : UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE G.  
 Domicilio legal : Av. Miraflores Nro. Sn Cercado - Tacna  
 Producto declarado : AGUA DE MAR  
 Cantidad de Muestras para el Ensayo : 1 muestra x 3,5 L  
 Muestra proporcionada por el solicitante  
 Identificación de la muestra : PLAYA LLOSTAY - AGUA DE MAR TRATADA  
 FECHA Y HORA DE MUESTREO: 2019-09-26 11:33  
 COORDENADAS: UTM WGS84 Zona 19K  
 367342,245 E / 8004935,561 N  
 Altitud (m.s.n.m): 566  
 Forma de Presentación : En frasco de plástico, cerrado, refrigerado y preservado  
 Fecha de recepción : 2019 - 09 - 27  
 Fecha de inicio del ensayo : 2019 - 09 - 27  
 Fecha de término del ensayo : 2019 - 10 - 03  
 Ensayo realizado en : Laboratorio Microbiología (Callao) Toxinas e Hidrobiología (Callao)  
 Identificado con : H/S 19010714 (EXMA-14984-2019)  
 Validez del documento : Este documento es válido solo para las muestras descritas

#### Análisis Microbiológico:

Ensayos	Unidad	Resultados
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 mL	< 1,8
Coliformes Totales	NMP/100 mL	< 1,8
(*) Colifagos	UFP/mL	<1 Estimado
<i>Escherichia coli</i>	NMP/100 mL	< 1,8
(*) Recuento de Heterótrofos en placa	UFC/mL	<1 estimado

UFP: Unidad formadora de placas

(\*) \*Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL-DA\*

#### Análisis Hidrobiológico:

##### Huevos de Helmintos:

GRUPO	CLASE	ESPECIE	RESULTADOS (Huevos/L)
H E L M I N T O S	Trematoda	<i>Fasciola hepatica</i>	< 1
		<i>Paragonimus sp</i>	< 1
		<i>Schistosoma sp</i>	< 1
		<i>Clonorchis sp.</i>	< 1
		<i>Echinostoma sp</i>	< 1
	Cestoda	<i>Taenia sp.</i>	< 1
		<i>Dipylidium sp.</i>	< 1
		<i>Hymenolepis sp.</i>	< 1
		<i>Diphyllibothrium sp.</i>	< 1
		<i>Alscaris sp.</i>	< 1
	Nematoda	<i>Ancylostoma sp / Necator sp.</i>	< 1
		<i>Trichuris sp.</i>	< 1
		<i>Capillaria sp.</i>	< 1
		<i>Trichostrongylus sp.</i>	< 1
		<i>Strongyloides sp.</i>	< 1
Acanthocephala	<i>Enterobius sp.</i>	< 1	
	<i>Macracanthorhynchus sp.</i>	< 1	

Nota <1 es equivalente a la no detección de huevos de helmintos



AREQUIPA  
Calle Teniente Rodríguez N° 1415  
Miraflores - Arequipa  
T. (054) 265572

CALLAO  
Oficina Principal  
Av. Santa Rosa 601, La Perla - Callao  
T. (511) 319 9000  
info@cerper.com - www.cerper.com

PIURA  
Urb. Angamos A - 2 - Piura  
T. (073) 322 908 / 9975 63161

"EL USO INDEBIDO DE ESTE INFORME DE ENSAYO CONSTITUYE DELITO SANCIONADO CONFORME A LA LEY, POR LA AUTORIDAD COMPETENTE"

Nota. Certificaciones del Perú S.A. informe de ensayo N° 1-14740/19.



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL  
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL - DA  
CON REGISTRO N° LE 003



INFORME DE ENSAYO N° 1-14740/19

Pág. 2/2

MÉTODOS

Detección y/o enumeración de huevos de helmintos: CERPER LE-ME-HPA (Método Validado). 2011. Detección y/o Enumeración de Huevos de Helmintos en Aguas: para uso y consumo humano, residual, subterráneo, de mar y superficial  
Coliformes Termotolerantes (NMP): SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 E1, 23 rd Ed.2017. Multiple-tube fermentation technique for members of the Coliform group. Fecal Coliform procedure. Thermotolerant coliform test (EG medium)  
Coliformes Totales (NMP): SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 B, 23 rd Ed.2017 Multiple - Tube Fermentation technique for Members of the Coliform group Standard Total Coliform Fermentation Technique.  
(\*) Colifagos (virus): SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9224B, 23 rd Ed.2017. Detection of coliphages. Somatic Coliphage Assay  
Escherichia coli: SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 F1, 23 rd Ed.2017. Multiple-Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Escherichia coli Procedure Using Fluorogenic Substrate. Escherichia coli Test (EC-MUG Medium)  
(\*) Recuento de Heterótrofos en placa: SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9215 B, 23 rd Ed.2017. Heterotrophic Plate Count/Pour Plate Method.

OBSERVACIONES

Prohibida la reproducción total o parcial de este informe, sin la autorización escrita de CERPER S.A.  
Los resultados de los ensayos no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de la calidad de la entidad que lo produce.

Callao, 04 de octubre de 2019  
AAA

CERTIFICACIONES DEL PERÚ S.A.

ING. ROSA PALOMINO LOO  
C.I.P. 40302  
COORDINADOR DE LABORATORIOS

"Los ensayos acreditados del presente informe, al estar en el marco de la acreditación del INACAL-DA, se encuentran dentro del ámbito de reconocimiento mutuo de los miembros firmantes de IAAC e ILAC"

AREQUIPA  
Calle Teniente Rodríguez N° 1415  
Miraflores - Arequipa  
T. (054) 265572

CALLAO  
Oficina Principal  
Av. Santa Rosa 601, La Perla - Callao  
T. (511) 319 9000  
info@cerper.com - www.cerper.com

PIURA  
Urb. Angamos A - 2 - Piura  
T. (073) 322 908 / 9975 63161

Nota. Certificaciones del Perú S.A. informe de ensayo N° 1-14740/19.



## Anexo 10. Carta de responsabilidad para la muestra agua de mar extraída y tratada para análisis microbiológico e hidrobiológico



UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN  
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN



"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para mujeres y hombres"  
"Año de la lucha contra la corrupción e impunidad"

### CARTA DE RESPONSABILIDAD

Tacna, 17 de setiembre del 2019,

Yo, **HÉCTOR RODRÍGUEZ PAPIICO** representante del **VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN DE LA UNJBG** con DNI N° 08107556, RUC N° 20147796634, declaro bajo juramento, las especificaciones del producto que llega.

Como:

Muestras de agua de mar (4 litros) y agua de mar microfiltrada (4 litros)

Además, estas cargas es sin valor comercial y las muestras están envasadas en envase plástico, empacado con gel pack en una caja térmica plástica embalada y no representan peligro alguno para el transporte aéreo.

Función o uso: Las muestras tienen como función o uso el ser analizadas para determinación de Colifagos, Coliformes Totales, Coliformes Termotolerantes, Escherichia coli, Recuento de Heterótrofos en placa, detección y/o enumeración de huevos de helmintos, en las instalaciones de Certificaciones del Perú S.A. con Dirección en Av. Santa Rosa 601, La Perla – Callao/Lima.

Por la presente declaro que, el contenido de esta encomienda está total y acuciosamente declarado más arriba por su nombre apropiado y está clasificado, embalado, marcado, etiquetado, rotulado y que en todos los aspectos está en condiciones apropiadas para el transporte de acuerdo a las regulaciones gubernamentales nacionales e internacionales aplicables.

Yo, considero que todos los requerimientos aplicables al transporte aéreo y recomendados por la empresa transportadora OLVA COURIER de Tacna, han sido cumplidos.

Atentamente,

  
  
**Héctor Rodríguez Papuico**  
**VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN**

Ciudad Universitaria  
Av. Miraflores S/N  
051 052 58 3000 Anexo: 2134

Nota. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann.

Anexo 11. Ficha de ensayo de determinación de minerales muestra 1 al 11 y muestra patrón



FDT 005

**INFORME DE ENSAYO: 73468/2019**

N° de Orden de Servicio : 58928.3  
 N° de Proceso Comercial : 13962/2019  
 Cliente : UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE G.  
 Dirección legal del cliente : AV. MIRAFLORES NRO. SN CERCADO (CIUDAD UNIVERSITARIA) TACNA TACNA TACNA  
 Muestra(s) declarada(s) : Pan Campesino - T1  
 Procedencia de la Muestra : Proporcionado por el Cliente  
 Cantidad de Muestra(s) para ensayo : 03 muestras (300 g)  
 Forma de Presentación : Bolsa de polietileno sellado  
 Identificación de la Muestra : Pan Campesino - T1  
 Cod. Lab. - INST: 635156/2019.01 al 635156/2019.03; FQ: 635156/2019.01 al 635156/2019.03  
 Fecha de recepción de muestra(s) : 07/11/2019  
 Fecha de Inicio del Ensayo : 08/11/2019  
 Fecha de Término del Ensayo : 15/11/2019  
 Fecha de Emisión de Informe : 15/11/2019

**ENSAYOS INSTRUMENTAL**  
 Pan Campesino - T1

Parámetro	Unidad	Resultados		
		635156/2019.01	635156/2019.02	635156/2019.03
Calcio (Ca)* (LC: 0,045)	mg/kg	327,41	317,93	330,11
Sodio (Na)* (LC: 0,8)	mg/kg	2550,64	2559,20	2506,72
Magnesio (Mg)* (LC: 0,10)	mg/kg	687,85	675,28	672,22
Potasio (K)* (LC: 0,125)	mg/kg	1318,15	1311,38	1367,88

**ENSAYOS QUÍMICOS**  
 Pan Campesino - T1

Parámetro	Unidad	Resultados		
		635156/2019.01	635156/2019.02	635156/2019.03
Fósforo (P)* (LC: 0,2)	mg/kg	1151	1158	1161

Observaciones :  
 (\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA  
 LC: Límite de Cuantificación

**REFERENCIA DE LOS MÉTODOS DE ENSAYO**

Parámetro	Método de Referencia
Contenido de Calcio y Magnesio*	Basado en ADAC 980.35 Minerals in Infant Formula, Enteral Products, and Pet Food. Revised 1997, Versión 2005/(Minerals in Infant Formula, Enteral Products, and Pet Foods (Ca, Mg))
Contenido de Sodio y Potasio*	Basado en ADAC 980.35 Minerals in Infant Formula, Enteral Products, and Pet Food. Revised 1997, Versión 2005/(Minerals in Infant Formula, Enteral Products, and Pet Foods (Ca, Mg))
Determinación de metales*	NOM-117-SIAI-1994/Bienes y servicios, método de prueba para la determinación de cadmio, arsénico, plomo, estaño, cobre, hierro, zinc y mercurio en alimentos, agua potable y agua purificada por espectrometría de absorción atómica. Lectura por ICP

*[Firma]*  
**Ing. Mercedes Milla Pascacio**  
 CIP: 199 107  
 Analista | Laboratorio Química Alimentos

FIN DE DOCUMENTO

Pág. 1 de 1

LIF: Calle Rusell 193 - Surquillo - Lima. Renovación de Acreditación a ALS Perú S.A.C. División-Alimentos. El presente documento es redactado íntegramente en ALS LS Perú S.A.C. Su adulteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia. Queda prohibida la reproducción parcial del presente informe, salvo autorización escrita de ALS LS Perú S.A.C. Solo es válido para las muestras referidas en el presente informe. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Calle Rusell 193 Surquillo, Lima, Perú Tel. +54 1 204.2000 - www.alsglobal.com

Revisión 02  
 Fecha de revisión: 20/03/2017

RIGHT SOLUTIONS. RIGHT PARTNER

Nota. Tratamiento 1 informe de ensayo N° 73468/2019, fuente ALS LS PERU S.A.C.



FDT 005

**INFORME DE ENSAYO: 73469/2019**

**N° de Orden de Servicio** : 58928  
**N° de Proceso Comercial** : 13962/2019  
**Cliente** : UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE G.  
**Dirección legal del cliente** : AV. MIRAFLORES NRO. SN CERCADO (CIUDAD UNIVERSITARIA) TACNA TACNA TACNA  
**Muestra(s) declarada(s)** : Pan Campesino - T2  
**Procedencia de la Muestra** : Proporcionado por el Cliente  
**Cantidad de Muestra(s) para ensayo** : 03 muestras (300 g )  
**Forma de Presentación** : Bolsa de polietileno sellado  
**Identificación de la Muestra** : Pan Campesino - T2  
 Cod. Lab. INST: 635157/2019.01 al 635157/2019.03; FQ: 635157/2019.01 al 635157/2019.03  
**Fecha de recepción de muestra(s)** : 07/11/2019  
**Fecha de Inicio del Ensayo** : 08/11/2019  
**Fecha de Término del Ensayo** : 15/11/2019  
**Fecha de Emisión de Informe** : 15/11/2019

**ENSAYOS INSTRUMENTAL**

Pan Campesino - T2

Parámetro	Unidad	Resultados		
		635157/2019.01	635157/2019.02	635157/2019.03
Calcio (Ca)* (LC: 0,045)	mg/kg	353,69	352,28	339,82
Sodio (Na)* (LC: 0,8)	mg/kg	2961,69	2991,52	3058,68
Magnesio (Mg)* (LC: 0,10)	mg/kg	764,75	733,73	713,74
Potasio (K)* (LC: 0,125)	mg/kg	1514,59	1568,30	1586,02

**ENSAYOS QUÍMICOS**

Pan Campesino - T2

Parámetro	Unidad	Resultados		
		635157/2019.01	635157/2019.02	635157/2019.03
Fósforo (P)* (LC: 0,2)	mg/kg	1165	1146	1139

**Observaciones**

(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

LC: Límite de Cuantificación

**REFERENCIA DE LOS MÉTODOS DE ENSAYO**

Parámetro	Método de Referencia
Contenido de Calcio y Magnesio*	Basado en AOAC 985.35 Minerals in Infant Formula, Enteral Products, and Pet Food; Revised 1997, Versión 2005/Minerals in Infant Formula, Enteral Products, and Pet Foods (Ca, Mg)
Contenido de Sodio y Potasio*	Basado en AOAC 985.35 Minerals in Infant Formula, Enteral Products, and Pet Food; Revised 1997, Versión 2005/Minerals in Infant Formula, Enteral Products, and Pet Foods (Ca, Mg)
Determinación de metales*	ISO 117-35A1-1994/Bienes y servicios, método de prueba para la determinación de cadmio, arsénico, plomo, estaño, cobre, hierro, zinc y mercurio en alimentos, agua potable y agua purificada por espectrometría de absorción atómica. Lectura por ICP

**Ing. Mercedes Milla Pascacio**  
**CIP: 199 107**  
**Analista I Laboratorio Química**  
**Alimentos**

FIN DE DOCUMENTO

Pág. 1 de 1

LIP: Calle Puzal 193 - Surquillo - Lima. Renovación de Acreditación a ALS LS PERU S.A.C. División Alimentos. El presente documento es redactado íntegramente en ALS LS PERU S.A.C. Su adulteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia. Queda prohibida la reproducción parcial del presente informe, salvo autorización escrita de ALS LS PERU S.A.C. Solo es válido para las muestras referidas en el presente informe. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Calle Rusell 193 Surquillo, Lima, Perú Tel. +54 1 204.2000 - www.alsglobal.com

Revisión 02  
 Fecha de revisión: 20/03/2017

RIGHT SOLUTIONS - RIGHT PARTNER

Nota. Tratamiento 2 informe de ensayo N° 73469/2019, fuente ALS LS PERU S.A.C.



FDT 005

### INFORME DE ENSAYO: 73470/2019

N° de Orden de Servicio : 58928  
 N° de Proceso Comercial : 19962/2019D  
 Cliente : UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE G.  
 Dirección legal del cliente : AV. MIRAFLORES NRO. SN CERCADO (CIUDAD UNIVERSITARIA) TACNA TACNA TACNA  
 Muestra(s) declarada(s) : Pan Campesino - T3  
 Procedencia de la Muestra : Proporcionado por el Cliente  
 Cantidad de Muestra(s) para ensayo : 03 muestras (300 g)  
 Forma de Presentación : Bolsa de polietileno sellado  
 Identificación de la Muestra : Pan Campesino - T3  
 Cod. Lab. INST: 635158/2019.01 al 635158/2019.03; FQ: 635158/2019.01 al 635158/2019.03  
 Fecha de recepción de muestra(s) : 07/11/2019  
 Fecha de inicio del Ensayo : 08/11/2019  
 Fecha de Término del Ensayo : 15/11/2019  
 Fecha de Emisión de Informe : 15/11/2019

#### ENSAYOS INSTRUMENTAL

Pan Campesino - T3

Parámetro	Unidad	Resultados		
		635158/2019.01	635158/2019.02	635158/2019.03
Calcio (Ca)* (LC: 0,045)	mg/kg	350.93	357.08	372.07
Sodio (Na)* (LC: 0,8)	mg/kg	3357.42	3379.85	3398.23
Magnesio (Mg)* (LC: 0,10)	mg/kg	772.31	787.65	788.12
Potasio (K)* (LC: 0,125)	mg/kg	1539.96	1509.69	1557.50

#### ENSAYOS QUÍMICOS

Pan Campesino - T3

Parámetro	Unidad	Resultados		
		635158/2019.01	635158/2019.02	635158/2019.03
Fósforo (P)* (LC: 0,2)	mg/kg	1166	1185	1188

#### Observaciones

(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

LC: Límite de Cuantificación

#### REFERENCIA DE LOS MÉTODOS DE ENSAYO

Parámetro	Método de Referencia
Contenido de Calcio y Magnesio*	Basado en AOAC 985.35 Minerals in Infant Formula, Enteral Products, and Pet Food. Revised 1997, Versión 2005/(Minerals in Infant Formula, Enteral Products, and Pet Foods (Ca, Mg))
Contenido de Sodio y Potasio*	Basado en AOAC 985.35 Minerals in Infant Formula, Enteral Products, and Pet Food. Revised 1997, Versión 2005/(Minerals in Infant Formula, Enteral Products, and Pet Foods (Ca, Mg))
Determinación de metales*	NOM-117-SSA1-1994/Alimentos y servicios. método de prueba para la determinación de cadmio, arsénico, plomo, estaño, cobre, fierro, zinc y mercurio en alimentos, agua potable y agua purificada por espectrometría de absorción atómica. Lectura por ICP

Ing. Mercedes Milla Pascacio  
 CIP: 199 107  
 Analista I Laboratorio Química  
 Alimentos

FIN DE DOCUMENTO

Pág. 1 de 1

Lif. Calle Rusell 193 - Surquillo - Lima. Renovación de Acreditación a ALS LS Perú S.A.C. División Alimentos. El presente documento es redactado íntegramente en ALS LS Perú S.A.C. Su adherencia o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia. Queda prohibida la reproducción parcial del presente informe, salvo autorización escrita de ALS LS Perú S.A.C. Solo es válido para las muestras referidas en el presente informe. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Calle Rusell 193 Surquillo, Lima, Perú. Tel. +54 1 204.2000 · www.alsglobal.com

Revisión 02  
 Fecha de revisión: 20/03/2017

RIGHT SOLUTIONS RIGHT PARTNER

Nota. Tratamiento 3 informe de ensayo N° 73470/2019, fuente ALS LS PERU S.A.C.



FDT 005

**INFORME DE ENSAYO: 73471/2019**

**N° de Orden de Servicio** : 58928  
**N° de Proceso Comercial** : 13962/2019  
**Cliente** : UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE G.  
**Dirección legal del cliente** : AV. MIRAFLORES NRO. SN CERCADO (CIUDAD UNIVERSITARIA) TACNA TACNA TACNA  
**Muestra(s) declarada(s)** : Pan Campesino - T4  
**Procedencia de la Muestra** : Proporcionado por el Cliente  
**Cantidad de Muestra(s) para ensayo** : 03 muestras (300 g)  
**Forma de Presentación** : Bolsa de polietileno sellado  
**Identificación de la Muestra** : Pan Campesino - T4  
**Cod. Lab. INST:** 635159/2019.01 al 635159/2019.03; FQ: 635159/2019.01 al 635159/2019.03  
**Fecha de recepción de muestra(s)** : 07/11/2019  
**Fecha de Inicio del Ensayo** : 08/11/2019  
**Fecha de Término del Ensayo** : 15/11/2019  
**Fecha de Emisión de Informe** : 15/11/2019

**ENSAYOS INSTRUMENTAL****Pan Campesino - T4**

Parámetro	Unidad	Resultados		
		635159/2019.01	635159/2019.02	635159/2019.03
Calcio (Ca)* (LC: 0,045)	mg/kg	350,49	342,20	324,77
Sodio (Na)* (LC: 0,8)	mg/kg	3139,03	3111,17	3154,95
Magnesio (Mg)* (LC: 0,10)	mg/kg	747,05	746,10	725,38
Potasio (K)* (LC: 0,125)	mg/kg	1306,55	1286,51	1311,10

**ENSAYOS QUÍMICOS****Pan Campesino - T4**

Parámetro	Unidad	Resultados		
		635159/2019.01	635159/2019.02	635159/2019.03
Fósforo (P)* (LC: 0,2)	mg/kg	1117	1111	1115

**Observaciones**

(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

LC: Límite de Cuantificación

**REFERENCIA DE LOS MÉTODOS DE ENSAYO**

Parámetro	Método de Referencia
Contenido de Calcio y Magnesio*	Basado en AOAC 985.35 Minerals in Infant Formula, Enteral Products, and Pet Food. Revised 1997, Versión 2005/Minerals in Infant Formula, Enteral Products, and Pet Foods (Ca, Mg)
Contenido de Sodio y Potasio*	Basado en AOAC 985.35 Minerals in Infant Formula, Enteral Products, and Pet Food. Revised 1997, Versión 2005/Minerals in Infant Formula, Enteral Products, and Pet Foods (Ca, Mg)
Determinación de metales*	NOM-117-SSA1-1994/Bienes y servicios, método de prueba para la determinación de cadmio, arsénico, plomo, estaño, cobre, fierro, zinc y mercurio en alimentos, agua potable y agua purificada por espectrometría de absorción atómica. Lectura por ICP

**Ing. Mercedes Milia Pascacelo**  
**CIP: 199 107**  
**Analista | Laboratorio Química**  
**Alimentos**

**FIN DE DOCUMENTO**

Pág. 1 de 1

Lf: Calle Rusell 193 - Surquillo - Lima. Renovación de Acreditación a ALS LS Perú S.A.C. División-Alimentos. El presente documento es redactado íntegramente en ALS LS Perú S.A.C. Su adulteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones chiles y penales de la materia. Queda prohibida la reproducción parcial del presente Informe, salvo autorización escrita de ALS LS Perú S.A.C. Solo es válido para las muestras referidas en el presente informe. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Calle Rusell 193 Surquillo, Lima, Perú Tel. +54 1 204.2000 - www.alsglobal.com

Revisión 02  
 Fecha de revisión: 20/03/2017

RIGHT SOLUTIONS. RIGHT PARTNER

Nota. Tratamiento 4 informe de ensayo N° 73471/2019, fuente ALS LS PERU S.A.C.



FDT 005

### INFORME DE ENSAYO: 73472/2019

**N° de Orden de Servicio** : 58928  
**N° de Proceso Comercial** : 13962/2019  
**Cliente** : UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE G.  
**Dirección legal del cliente** : AV. MIRAFLORES NRO. SN CERCADO (CIUDAD UNIVERSITARIA) TACNA TACNA TACNA  
**Muestra(s) declarada(s)** : Pan Campesino - TS  
**Procedencia de la Muestra** : Proportionado por el Cliente  
**Cantidad de Muestra(s) para ensayo** : 03 muestras (300 g)  
**Forma de Presentación** : Bolsa de polietileno sellado  
**Identificación de la Muestra** : Pan Campesino - TS  
**Cod. Lab. INST:** 635160/2019.01 al 635160/2019.03; FQ: 635160/2019.01 al 635160/2019.03  
**Fecha de recepción de muestra(s)** : 07/11/2019  
**Fecha de Inicio del Ensayo** : 08/11/2019  
**Fecha de Término del Ensayo** : 15/11/2019  
**Fecha de Emisión de Informe** : 15/11/2019

#### ENSAYOS INSTRUMENTAL

##### Pan Campesino - TS

Parámetro	Unidad	Resultados		
		635160/2019.01	635160/2019.02	635160/2019.03
Calcio (Ca)* (LC: 0,045)	mg/kg	365,20	353,13	346,99
Sodio (Na)* (LC: 0,8)	mg/kg	3651,22	3553,85	3581,94
Magnesio (Mg)* (LC: 0,10)	mg/kg	784,53	789,77	830,17
Potasio (K)* (LC: 0,125)	mg/kg	1502,79	1446,37	1441,90

#### ENSAYOS QUÍMICOS

##### Pan Campesino - TS

Parámetro	Unidad	Resultados		
		635160/2019.01	635160/2019.02	635160/2019.03
Fósforo (P)* (LC: 0,2)	mg/kg	1127	1118	1164

**Observaciones**  
 (\*) Los métodos Indicados no han sido acreditados por el INACAL – DA  
 LC: Limite de Cuantificación

#### REFERENCIA DE LOS MÉTODOS DE ENSAYO

Parámetro	Método de Referencia
Contenido de Calcio y Magnesio*	Basado en AOAC 985.35 Minerals in Infant Formula, Enteral Products, and Pet Food. Revised 1997, Versión 2005/Minerals in Infant Formula, Enteral Products, and Pet Foods (Ca, Mg)
Contenido de Sodio y Potasio*	Basado en AOAC 985.35 Minerals in Infant Formula, Enteral Products, and Pet Food. Revised 1997, Versión 2005/Minerals in Infant Formula, Enteral Products, and Pet Foods (Ca, Mg)
Determinación de metales*	NOM-117-SSA1-1994/Bienes y servicios. método de prueba para la determinación de cadmio, arsénico, plomo, estaño, cobre, hierro, zinc y mercurio en alimentos, agua potable y agua purificada por espectrometría de absorción atómica. Lectura por ICP

**Ing. Mercedes Milla Pascual**  
**CIP: 199 107**  
**Analista I Laboratorio Química**  
**Alimentos**

FIN DE DOCUMENTO

Pág. 1 de 1

LIF: Calle Rusell 193 - Surquillo - Lima. Renovación de Acreditación a ALS LS Perú S.A.C. División Alimentos. El presente documento es redactado íntegramente en ALS LS Perú S.A.C. Su adulteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia. Queda prohibida la reproducción parcial del presente informe, salvo autorización escrita de ALS LS Perú S.A.C. Solo es válido para las muestras referidas en el presente informe. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Calle Rusell 193 Surquillo, Lima, Perú · Tel. +54 1 204.2000 · www.alsglobal.com

Revisión 02  
 Fecha de revisión: 20/03/2017

RIGHT SOLUTIONS · RIGHT PARTNER

Nota. Tratamiento 5 informe de ensayo N° 73472/2019, fuente ALS LS PERU S.A.C.



FDT 005

**INFORME DE ENSAYO: 73473/2019**

N° de Orden de Servicio : 58928  
 N° de Proceso Comercial : 13962/2019  
 Cliente : UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE G.  
 Dirección legal del cliente : AV. MIRAFLORES NRO. SN CERCADO (CIUDAD UNIVERSITARIA) TACNA TACNA TACNA  
 Muestra(s) declarada(s) : Pan Campesino - T6  
 Procedencia de la Muestra : Proporcionado por el Cliente  
 Cantidad de Muestra(s) para ensayo : 03 muestras (300 g)  
 Forma de Presentación : Bolsa de polietileno sellado  
 Identificación de la Muestra : Pan Campesino - T6  
 Cod. Lab. INST: 635161/2019.01 al 635161/2019.03; FQ: 635161/2019.01 al 635161/2019.03  
 Fecha de recepción de muestra(s) : 07/11/2019  
 Fecha de Inicio del Ensayo : 08/11/2019  
 Fecha de Término del Ensayo : 15/11/2019  
 Fecha de Emisión de Informe : 15/11/2019

**ENSAYOS INSTRUMENTAL**

Pan Campesino - T6

Parámetro	Unidad	Resultados		
		635161/2019.01	635161/2019.02	635161/2019.03
Calcio (Ca)* (LC: 0,045)	mg/kg	348,87	343,79	344,34
Sodio (Na)* (LC: 0,8)	mg/kg	3793,40	3805,82	3829,80
Magnesio (Mg)* (LC: 0,10)	mg/kg	798,52	797,67	793,95
Potasio (K)* (LC: 0,125)	mg/kg	1498,80	1472,34	1423,32

**ENSAYOS QUÍMICOS**

Pan Campesino - T6

Parámetro	Unidad	Resultados		
		635161/2019.01	635161/2019.02	635161/2019.03
Fósforo (P)* (LC: 0,2)	mg/kg	1068	1082	1087

Observaciones  
 (\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA  
 LC: Límite de Cuantificación

**REFERENCIA DE LOS MÉTODOS DE ENSAYO**

Parámetro	Método de Referencia
Contenido de Calcio y Magnesio*	Basado en AOAC 985.35 Minerals in Infant Formula, Enteral Products, and Pet Food. Revised 1997, Versión 2005/Minerals in Infant Formula, Enteral Products, and Pet Foods (Ca, Mg)
Contenido de Sodio y Potasio*	Basado en AOAC 985.35 Minerals in Infant Formula, Enteral Products, and Pet Food. Revised 1997, Versión 2005/Minerals in Infant Formula, Enteral Products, and Pet Foods (Ca, Mg)
Determinación de metales*	NOM-117-SSA1-1994/Bienes y servicios método de prueba para la determinación de cadmio, arsénico, plomo, estaño, cobre, hierro, zinc y mercurio en alimentos, agua potable y agua purificada por espectrometría de absorción atómica. Lectura por ICP

Ing. Mercedes Milla Pascacio  
 CIP: 199 107  
 Analista I Laboratorio Química  
 Alimentos

FIN DE DOCUMENTO

Pág. 1 de 1

L.P. Calle Rusell 193 - Surquillo - Lima. Renovación de Acreditación a ALS LS PERU S.A.C. División-Alimentos. El presente documento es redactado íntegramente en ALS LS PERU S.A.C. Su adulteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia. Queda prohibida la reproducción parcial del presente informe, salvo autorización escrita de ALS LS PERU S.A.C. Solo es válido para las muestras referidas en el presente informe. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Calle Rusell 193 Surquillo, Lima, Perú Tel. +54 1 204.2000 · www.alsglobal.com

Revisión 02  
 Fecha de revisión: 20/03/2017

RIGHT SOLUTIONS - RIGHT PARTNER

Nota. Tratamiento 6 informe de ensayo N° 73473/2019, fuente ALS LS PERU S.A.C.



FDT 005

### INFORME DE ENSAYO: 73474/2019

N° de Orden de Servicio : 58928  
 N° de Proceso Comercial : 13962/2019  
 Cliente : UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE G.  
 Dirección legal del cliente : AV. MIRAFLORES NRO. SN CERCADO (CIUDAD UNIVERSITARIA) TACNA TACNA TACNA  
 Muestra(s) declarada(s) : Pan Campesino - T7  
 Procedencia de la Muestra : Proporcionado por el Cliente  
 Cantidad de Muestra(s) para ensayo : 03 muestras (300 g)  
 Forma de Presentación : Bolsa de polietileno sellado  
 Identificación de la Muestra : Pan Campesino - T7  
 Cod. Lab. INST: 635162/2019.01 al 635162/2019.03; FQ: 635162/2019.01 al 635162/2019.03  
 Fecha de recepción de muestra(s) : 07/11/2019  
 Fecha de Inicio del Ensayo : 08/11/2019  
 Fecha de Término del Ensayo : 15/11/2019  
 Fecha de Emisión de Informe : 15/11/2019

#### ENSAYOS INSTRUMENTAL

Pan Campesino - T7

Parámetro	Unidad	Resultados		
		635162/2019.01	635162/2019.02	635162/2019.03
Calcio (Ca)* (LC: 0,045)	mg/kg	384,81	376,58	368,20
Sodio (Na)* (LC: 0,8)	mg/kg	4189,43	4186,14	4122,51
Magnesio (Mg)* (LC: 0,10)	mg/kg	887,59	885,56	884,22
Potasio (K)* (LC: 0,125)	mg/kg	1651,78	1648,11	1594,29

#### ENSAYOS QUÍMICOS

Pan Campesino - T7

Parámetro	Unidad	Resultados		
		635162/2019.01	635162/2019.02	635162/2019.03
Fósforo (P)* (LC: 0,2)	mg/kg	1175	1189	1145

#### Observaciones

(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

LC: Límite de Cuantificación

#### REFERENCIA DE LOS MÉTODOS DE ENSAYO

Parámetro	Método de Referencia
Contenido de Calcio y Magnesio*	Basado en AOAC 985.35 Minerals in Infant Formula, Enteral Products, and Pet Food. Revised 1997, Versión 2005/Minerals in Infant Formula, Enteral Products, and Pet Foods (Ca, Mg)
Contenido de Sodio y Potasio*	Basado en AOAC 985.35 Minerals in Infant Formula, Enteral Products, and Pet Food. Revised 1997, Versión 2005/Minerals in Infant Formula, Enteral Products, and Pet Foods (Ca, Mg)
Determinación de metales*	NOM-117-SSA1-1994/Bienes y servicios. método de prueba para la determinación de cadmio, arsénico, plomo, estaño, cobre, hierro, zinc y mercurio en alimentos, agua potable y agua purificada por espectrometría de absorción atómica. Lectura por ICP

Ing. Mercedes Milla Pascacio  
 CIP: 199 107  
 Analista I Laboratorio Química  
 Alimentos

FIN DE DOCUMENTO

Pág. 1 de 1

Lif. Calle Rusell 193 - Surquillo - Lima. Renovación de Acreditación a ALS LS Perú S.A.C. División-Alimentos. El presente documento es redactado íntegramente en ALS LS Perú S.A.C. Su adulteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia. Queda prohibida la reproducción parcial del presente informe, salvo autorización escrita de ALS LS Perú S.A.C. Solo es válido para las muestras referidas en el presente informe. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Calle Rusell 193 Surquillo, Lima, Perú Tel. +54 1 204.2000 - www.alsglobal.com

Revisión 02  
 Fecha de revisión: 20/03/2017

RIGHT SOLUTIONS. RIGHT PARTNER

Nota. Tratamiento 7 informe de ensayo N° 73474/2019, fuente ALS LS PERU S.A.C.



FDT 005

**INFORME DE ENSAYO: 73475/2019**

**N° de Orden de Servicio** : 58928  
**N° de Proceso Comercial** : 13962/2019  
**Cliente** : UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE G.  
**Dirección legal del cliente** : AV. MIRAFLORES NRO. SN CERCADO (CIUDAD UNIVERSITARIA) TACNA TACNA TACNA  
**Muestra(s) declarada(s)** : Pan Campesino - TB  
**Procedencia de la Muestra** : Proporcionado por el Cliente  
**Cantidad de Muestra(s) para ensayo** : 03 muestras (300 g)  
**Forma de Presentación** : Bolsa de polietileno sellado  
**Identificación de la Muestra** : Pan Campesino - TB  
**Cod. Lab. INST:** 635165/2019.01 al 635165/2019.03; **Fq:** 635165/2019.01 al 635165/2019.03  
**Fecha de recepción de muestra(s)** : 07/11/2019  
**Fecha de Inicio del Ensayo** : 08/11/2019  
**Fecha de Término del Ensayo** : 15/11/2019  
**Fecha de Emisión de Informe** : 15/11/2019

**ENSAYOS INSTRUMENTAL**

Pan Campesino - TB

Parámetro	Unidad	Resultados		
		635165/2019.01	635165/2019.02	635165/2019.03
Calcio (Ca)* (LC: 0,045)	mg/kg	357,02	366,63	366,89
Sodio (Na)* (LC: 0,8)	mg/kg	4061,39	4272,29	4134,69
Magnesio (Mg)* (LC: 0,10)	mg/kg	863,46	857,06	849,33
Potasio (K)* (LC: 0,125)	mg/kg	1486,19	1494,81	1481,90

**ENSAYOS QUÍMICOS**

Pan Campesino - TB

Parámetro	Unidad	Resultados		
		635165/2019.01	635165/2019.02	635165/2019.03
Fósforo (P)* (LC: 0,2)	mg/kg	1094	1105	1091

**Observaciones**

(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL – DA

LC: Limite de Cuantificación

**REFERENCIA DE LOS MÉTODOS DE ENSAYO**

Parámetro	Método de Referencia
Contenido de Calcio y Magnesio*	Basado en ADAC 985.35 Minerals in Infant Formula, Enteral Products, and Pet Food. Revised 1997, Versión 2005/Minerals in Infant Formula, Enteral Products, and Pet Food (Ca, Mg)
Contenido de Sodio y Potasio*	Basado en ADAC 985.35 Minerals in Infant Formula, Enteral Products, and Pet Food. Revised 1997, Versión 2005/Minerals in Infant Formula, Enteral Products, and Pet Food (Ca, Mg)
Determinación de metales*	NOM-117-SSA1-1994/Bienes y servicios. método de prueba para la determinación de cadmio, arsénico, plomo, estaño, cobre, hierro, zinc y mercurio en alimentos, agua potable y agua purificada por espectrometría de absorción atómica. Lectura por ICP

Ing. Mercedes Milla Pascacio  
 CIP: 199 107  
 Analista I Laboratorio Química  
 Alimentos

FIN DE DOCUMENTO

Pág. 1 de 1

Lf: Calle Rusell 193 - Surquillo - Lima. Renovación de Acreditación a ALS LS Perú S.A.C. División-Alimentos. El presente documento es redactado íntegramente en ALS LS Perú S.A.C. Su adulteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia. Queda prohibida la reproducción parcial del presente informe, salvo autorización escrita de ALS LS Perú S.A.C. Solo es válido para las muestras referidas en el presente informe. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Calle Rusell 193 Surquillo, Lima, Perú Tel. +54 1 204.2000 - www.alsglobal.com

Revisión 02  
 Fecha de revisión: 20/03/2017

RIGHT SOLUTIONS. RIGHT PARTNER

Nota. Tratamiento 8 informe de ensayo N° 73475/2019, fuente ALS LS PERU S.A.C.



FDT 005

**INFORME DE ENSAYO: 73477/2019**

N° de Orden de Servicio : 58928  
 N° de Proceso Comercial : 13962/2019  
 Cliente : UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE G.  
 Dirección legal del cliente : AV. MIRAFLORES NRO. SN CERCADO (CIUDAD UNIVERSITARIA) TACNA TACNA TACNA  
 Muestra(s) declarada(s) : Pan Campesino - T09  
 Procedencia de la Muestra : Proporciónado por el Cliente  
 Cantidad de Muestra(s) para ensayo : 03 muestras (300 g )  
 Forma de Presentación : Bolsa de polietileno sellado  
 Identificación de la Muestra : Pan Campesino - T09  
 Cod. Lab. INST: 635167/2019.01 al 635167/2019.03; FO: 635167/2019.01 al 635167/2019.03  
 Fecha de recepción de muestra(s) : 07/11/2019  
 Fecha de Inicio del Ensayo : 08/11/2019  
 Fecha de Término del Ensayo : 15/11/2019  
 Fecha de Emisión de Informe : 15/11/2019

**ENSAYOS INSTRUMENTAL**

Pan Campesino - T09

Parámetro	Unidad	Resultados		
		635167/2019.01	635167/2019.02	635167/2019.03
Calcio (Ca)* (LC: 0,045)	mg/kg	370,22	354,76	354,52
Sodio (Na)* (LC: 0,8)	mg/kg	4487,12	4542,74	4566,32
Magnesio (Mg)* (LC: 0,10)	mg/kg	930,84	887,46	904,09
Potasio (K)* (LC: 0,125)	mg/kg	1542,26	1494,89	1497,06

**ENSAYOS QUÍMICOS**

Pan Campesino - T09

Parámetro	Unidad	Resultados		
		635167/2019.01	635167/2019.02	635167/2019.03
Fósforo (P)* (LC: 0,2)	mg/kg	1137	1077	1110

**Observaciones**

(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

LC: Limite de Cuantificación

**REFERENCIA DE LOS MÉTODOS DE ENSAYO**

Parámetro	Método de Referencia
Contenido de Calcio y Magnesio*	Basado en AOAC 985.35 Minerals in Infant Formula, Enteral Products, and Pet Food. Revised 1997, Version 2005/Minerals in Infant Formula, Enteral Products, and Pet Foods (Ca, Mg)
Contenido de Sodio y Potasio*	Basado en AOAC 985.35 Minerals in Infant Formula, Enteral Products, and Pet Food. Revised 1997, Version 2005/Minerals in Infant Formula, Enteral Products, and Pet Foods (Ca, Mg)
Determinación de metales*	NOM-117-SSA1-1994/Bienes y servicios. método de prueba para la determinación de cadmio, arsénico, plomo, estaño, cobre, hierro, zinc y mercurio en alimentos, agua potable y agua purificada por espectrometría de absorción atómica. Lectura por ICP

Ing. Mercedes Milla Pascacio

CIP: 199 107

Analista I Laboratorio Química

Alimentos

FIN DE DOCUMENTO

Pag. 1 de 1

LIF: Calle Rusell 193 - Surquillo - Lima. Renovación de Acreditación a ALS LS Perú S.A.C. División-Alimentos. El presente documento es redactado íntegramente en ALS LS Perú S.A.C. Su adulteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia. Queda prohibida la reproducción parcial del presente Informe, salvo autorización escrita de ALS Perú S.A.C. Solo es válido para las muestras referidas en el presente informe. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Calle Rusell 193 Surquillo, Lima, Perú. Tel. +54 1 204.2000 · www.alsglobal.com

Revisión 02  
 Fecha de revisión: 20/03/2017

RIGHT SOLUTIONS - RIGHT PARTNER

Nota. Tratamiento 9 informe de ensayo N° 73477/2019, fuente ALS LS PERU S.A.C.



FDT 005

**INFORME DE ENSAYO: 73476/2019**

N° de Orden de Servicio : 58928  
 N° de Proceso Comercial : FC13962/2019  
 Cliente : UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE G.  
 Dirección legal del cliente : AV. MIRAFLORES NRO. SN CERCADO (CIUDAD UNIVERSITARIA) TACNA TACNA TACNA  
 Muestra(s) declarada(s) : Pan Campesino – T10  
 Procedencia de la Muestra : Proporcionado por el Cliente  
 Cantidad de Muestra(s) para ensayo : 03 muestras (300 g)  
 Forma de Presentación : Bolsa de polietileno sellado  
 Identificación de la Muestra : Pan Campesino – T10  
 Cod. Lab. INST: 635166/2019.01 al 635166/2019.03; FQ: 635166/2019.01 al 635166/2019.03  
 Fecha de recepción de muestra(s) : 07/11/2019  
 Fecha de Inicio del Ensayo : 08/11/2019  
 Fecha de Término del Ensayo : 15/11/2019  
 Fecha de Emisión de Informe : 15/11/2019

**ENSAYOS INSTRUMENTAL**

Pan Campesino – T10

Parámetro	Unidad	Resultados		
		635166/2019.01	635166/2019.02	635166/2019.03
Calcio (Ca)* (LC: 0,045)	mg/kg	343,14	338,96	342,00
Sodio (Na)* (LC: 0,8)	mg/kg	3670,79	3730,40	3746,77
Magnesio (Mg)* (LC: 0,10)	mg/kg	793,78	806,94	789,34
Potasio (K)* (LC: 0,125)	mg/kg	1509,39	1509,36	1469,56

**ENSAYOS QUÍMICOS**

Pan Campesino – T10

Parámetro	Unidad	Resultados		
		635166/2019.01	635166/2019.02	635166/2019.03
Fósforo (P)* (LC: 0,2)	mg/kg	1099	1108	1104

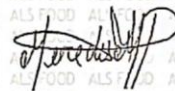
**Observaciones**

(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL – DA

LC: Límite de Cuantificación

**REFERENCIA DE LOS MÉTODOS DE ENSAYO**

Parámetro	Método de Referencia
Contenido de Calcio y Magnesio*	Basado en ADAC 985.35 Mineral in Infant Formula, Enteral Products, and Pet Food. Revised 1997, Versión 2005/Minerals in Infant Formula, Enteral Products, and Pet Foods (Ca, Mg)
Contenido de Sodio y Potasio*	Basado en ADAC 985.35 Mineral in Infant Formula, Enteral Products, and Pet Food. Revised 1997, Versión 2005/Minerals in Infant Formula, Enteral Products, and Pet Foods (Ca, Mg)
Determinación de metales*	NOM-117-SSA3-1994/Bienes y servicios, método de prueba para la determinación de cadmio, arsénico, plomo, estaño, cobre, hierro, zinc y mercurio en alimentos, agua potable y agua purificada por espectrometría de absorción atómica. Lectura por ICP

  
 Ing. Mercedes Milla Pascacio  
 CIP: 199 107  
 Analista I Laboratorio Química  
 Alimentos

FIN DE DOCUMENTO

Pg. 1 de 1

Lf. Calle Rusell 193 - Surquillo - Lima. Renovación de Acreditación a ALS LS Perú S.A.C. División-Alimentos. El presente documento es redactado íntegramente en ALS LS Perú S.A.C. Su adulteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia. Queda prohibida la reproducción parcial del presente informe, salvo autorización escrita de ALS LS Perú S.A.C. Solo es válido para las muestras referidas en el presente informe. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Calle Rusell 193 Surquillo, Lima, Perú Tel. +54 1 204.2000 - www.alsglobal.com

Revisión 02  
 Fecha de revisión: 20/03/2017

RIGHT SOLUTIONS... RIGHT PARTNER

Nota. Tratamiento 10 informe de ensayo N° 73476/2019, fuente ALS LS PERU S.A.C.



FDT 005

### INFORME DE ENSAYO: 73478/2019

N° de Orden de Servicio : 58928  
 N° de Proceso Comercial : 13962/2019  
 Cliente : UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE G.  
 Dirección legal del cliente : AV. MIRAFLORES NRO. SN CERCADO (CIUDAD UNIVERSITARIA) TACNA TACNA TACNA  
 Muestra(s) declarada(s) : Pan Campesino - T11  
 Procedencia de la Muestra : Proporcionado por el Cliente  
 Cantidad de Muestra(s) para ensayo : 03 muestras (300 g)  
 Forma de Presentación : Bolsa de polietileno sellado  
 Identificación de la Muestra : Pan Campesino - T11  
 Cod. Lab. INST: 635168/2019.01 al 635168/2019.03; FQ: 635168/2019.01 - al 635168/2019.03  
 Fecha de recepción de muestra(s) : 07/11/2019  
 Fecha de Inicio del Ensayo : 08/11/2019  
 Fecha de Término del Ensayo : 15/11/2019  
 Fecha de Emisión de Informe : 15/11/2019

#### ENSAYOS INSTRUMENTAL

Pan Campesino - T11

Parámetro	Unidad	Resultados		
		635168/2019.01	635168/2019.02	635168/2019.03
Calcio (Ca)* (LC: 0,045)	mg/kg	319,82	328,06	324,50
Sodio (Na)* (LC: 0,8)	mg/kg	3441,45	3491,43	3449,47
Magnesio (Mg)* (LC: 0,10)	mg/kg	773,27	773,28	760,65
Potasio (K)* (LC: 0,125)	mg/kg	1475,53	1464,15	1436,21

#### ENSAYOS QUÍMICOS

Pan Campesino - T11

Parámetro	Unidad	Resultados		
		635168/2019.01	635168/2019.02	635168/2019.03
Fósforo (P)* (LC: 0,2)	mg/kg	1081	1086	1079

#### Observaciones

(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

LC: Límite de Cuantificación

#### REFERENCIA DE LOS MÉTODOS DE ENSAYO

Parámetro	Método de Referencia
Contenido de Calcio y Magnesio*	Basado en AOAC 985.35 Minerals in Infant Formula, Enteral Products, and Pet Food. Revised 1997, Versión 2005/Minerals in Infant Formula, Enteral Products, and Pet Foods (Ca, Mg)
Contenido de Sodio y Potasio*	Basado en AOAC 985.35 Minerals in Infant Formula, Enteral Products, and Pet Food. Revised 1997, Versión 2005/Minerals in Infant Formula, Enteral Products, and Pet Foods (Ca, Mg)
Determinación de metales*	NOM-117-SSA3-1994/Bienes y servicios. método de prueba para la determinación de cadmio, arsénico, plomo, estaño, cobre, hierro, zinc y mercurio en alimentos, agua potable y agua purificada por espectrometría de absorción atómica. Lectura por ICP

Ing. Mercedes Milla Pascaclo  
 CIP: 199 107  
 Analista I Laboratorio Químico  
 Alimentos

FIN DE DOCUMENTO

Pág. 1 de 1

Lf: Calle Rusell 193 - Surquillo - Lima. Renovación de Acreditación a ALS Perú S.A.C. División Alimentos. El presente documento es redactado íntegramente en ALS Perú S.A.C. Su adulteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia. Queda prohibida la reproducción parcial del presente informe, salvo autorización escrita de ALS Perú S.A.C. Solo es válido para las muestras referidas en el presente informe. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Calle Rusell 193 Surquillo, Lima, Perú. Tel. +54 1 204,2000 · www.alsglobal.com

Revisión 02  
 Fecha de revisión: 20/03/2017

RIGHT SOLUTIONS. RIGHT PARTNER

Nota. Tratamiento 11 informe de ensayo N° 73478/2019, fuente ALS LS PERU S.A.C.



FOT 005

### INFORME DE ENSAYO: 73479/2019

N° de Orden de Servicio : 58928  
 N° de Proceso Comercial : 13962/2019  
 Cliente : UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE G.  
 Dirección legal del cliente : AV. MIRAFLORES NRO. SN CERCADO (CIUDAD UNIVERSITARIA) TACNA TACNA TACNA  
 Muestra(s) declarada(s) : Pan Campesino - Muestra Estándar  
 Procedencia de la Muestra : Proporcionado por el Cliente  
 Cantidad de Muestra(s) para ensayo : 01 muestra (300 g)  
 Forma de Presentación : Bolsa de polietileno sellado  
 Identificación de la Muestra : Pan Campesino - Muestra Estándar  
 Cod. Lab. INST: 635169/2019 01; FQ: 635169/2019.01  
 Fecha de recepción de muestra(s) : 07/11/2019  
 Fecha de Inicio del Ensayo : 08/11/2019  
 Fecha de Término del Ensayo : 15/11/2019  
 Fecha de Emisión de Informe : 15/11/2019

#### ENSAYOS INSTRUMENTAL

Pan Campesino - Muestra Estándar

Parámetro	Unidad	Resultados
		635169/2019.01
Calcio (Ca)* (LC: 0.045)	mg/kg	235,42
Sodio (Na)* (LC: 0,8)	mg/kg	4715,63
Magnesio (Mg)* (LC: 0,10)	mg/kg	363,91
Potasio (K)* (LC: 0,125)	mg/kg	1351,41

#### ENSAYOS QUÍMICOS

Pan Campesino - Muestra Estándar

Parámetro	Unidad	Resultados
		635169/2019.01
Fósforo (P)* (LC: 0,2)	mg/kg	1119

#### Observaciones

(\*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA

LC: Límite de Cuantificación

#### REFERENCIA DE LOS MÉTODOS DE ENSAYO

Parámetro	Método de Referencia
Contenido de Calcio y Magnesio*	Basado en ADAC 985.35 Minerals in Infant Formula, Enteral Products, and Pet Food, Revised 1997, Versión 2005/Minerals in Infant Formula, Enteral Products, and Pet Foods (Ca, Mg)
Contenido de Sodio y Potasio*	Basado en ADAC 985.35 Minerals in Infant Formula, Enteral Products, and Pet Food, Revised 1997, Versión 2005/Minerals in Infant Formula, Enteral Products, and Pet Foods (Ca, Mg)
Determinación de metales*	NOM-117-S5A1-1994/Bienes y servicios: método de prueba para la determinación de calcio, arsénico, plomo, estaño, cobre, hierro, zinc y mercurio en alimentos, agua potable y agua purificada por espectrometría de absorción atómica. Lectura por ICP

Ing. Mercedes Milla Pascacio  
 CIP: 199 107  
 Analista I Laboratorio Química Alimentos

FIN DE DOCUMENTO

Pág. 1 de 1

LIF - Calle Rusell 193 - Surquillo - Lima. Renovación de Acreditación a ALS LS Perú S.A.C. División-Alimentos. El presente documento es redactado íntegramente en ALS LS Perú S.A.C. Su adulteración o su uso indebido constituye delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones civiles y penales de la materia. Queda prohibida la reproducción parcial del presente informe, salvo autorización escrita de ALS LS Perú S.A.C. Solo es válido para las muestras referidas en el presente informe. Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce.

Calle Rusell 193 Surquillo, Lima, Perú Tel. +54 1 204.2000 · www.alsglobal.com

Revision 02  
Fecha de revisión: 20/03/2017

RIGHT SOLUTIONS. RIGHT PARTNER

Nota. Muestra estándar informe de ensayo N° 73479/2019, fuente ALS LS PERU S.A.C.

## Anexo 12. Tabla lexicon (términos y definiciones) para análisis sensorial de productos de pan este estudio

Grupo sensorial	Descriptor	Definición	Referencia*
<b>Apariencia</b>			
Producto completo	Corteza superior (superior)	<i>Color</i>	Intensidad de color
		<i>Brillo</i>	Reflejo de luz sobre la pieza
		<i>Agrietado</i>	Presencia de grietas en la superficie de la muestra
Producto completo	Puntuación	<i>Harina</i>	Cantidad de harina en la superficie de la muestra
		<i>Número (score)</i>	Número de cortes en la superficie de la muestra
		<i>Brecha (greña)</i>	Ancho de la partitura (score) de la superficie
Producto completo	Corteza inferior (inferior)	<i>Color</i>	Intensidad del color
		<i>Color</i>	Intensidad de color
		<i>Harina</i>	Cantidad de harina en la superficie de la muestra
Producto cortado	Corteza	<i>Volumen</i>	Distancia desde el eje horizontal que divide la corteza superior de la corteza inferior a la parte superior, medida en una sección transversal de pan. (Figura 1).
		<i>Concavidad</i>	Distancia desde el eje horizontal que divide la corteza superior desde la corteza inferior hasta el fondo, medida en una sección transversal del pan, cuando hay concavidad (Fig.2)
		<i>Convexidad</i>	Distancia desde la superficie donde reposa el pan hasta el eje horizontal que divide la corteza superior de la corteza inferior al fondo, medida en un corte transversal del pan, cuando hay convexidad (Fig. 2).
		<i>Profundidad</i>	Profundidad de la partitura (score) desde la superficie hasta el fondo
	Miga	<i>Grosor</i>	Ancho de la corteza
		<i>Color</i>	Intensidad del color
		<i>Tamaño de poro</i>	Tamaño de los agujeros en la miga
		<i>Regularidad de los poros</i>	Homogeneidad de los poros en la miga
		<i>Color</i>	Intensidad de color
		<i>Harina</i>	Cantidad de harina en la superficie de la muestra
<b>Aroma</b>			
Corteza	<i>Ácido acético</i>	El aroma agrio asociado con el vinagre	
	<i>Ácido butírico</i>	El aroma asociado con la leche regurgitada	
	<i>Ácido láctico</i>	El aroma asociado con la leche agria	
	<i>Mantequilla</i>	El aroma asociado con la mantequilla	
	<i>Grasa láctica</i>	El aroma asociado con la grasa de la leche	
	<i>Madera</i>	El aroma asociado con la madera seca	
	<i>Caramelo</i>	El aroma asociado con el azúcar tostado	
	<i>Humo</i>	El aroma asociado con el polvo y el fuego	
	<i>Mohoso</i>	Los aromáticos asociados con espacios de aire cerrados húmedos	
	<i>Grasa de cerdo</i>	El aroma asociado con grasa animal	
Miga	Los descriptores para la corteza		
<b>Gusto y sabor</b>			
Corteza	<i>Dulce</i>	Sabor básico dulce	
	<i>Salado</i>	Sabor básico salado	
	<i>Agrio</i>	Sabor básico ácido	
	<i>Amargo</i>	Sabor básico amargo	
	<i>Acre</i>	Una sensación de picazón en el trigémino en la punta de la lengua.	
	<i>Paja</i>	Un sabor general asociado a los campos de cereales maduros.	
	<i>Tostado</i>	El aromático asociado a las notas tostadas	
	<i>A levadura</i>	Un sabor a levadura fermentada	
	<i>Aceitoso</i>	El sabor general del aceite	
	<i>Regusto</i>	La impresión general de todo el sabor de la muestra	
Miga	Los descriptores para la corteza		
<b>Textura</b>			
Corteza	<i>Crocancia (crustiness)</i>	Ruido producido en el primer mordisco de la muestra entre los molares (valoración auditiva)	
	<i>Dureza</i>	Fuerza requerida para morder primero a través de la muestra con los molares	
	<i>Elasticidad</i>	Recuperación de la muestra después del primer bocado	
	<i>Friabilidad</i>	Facilidad con la que la muestra se rompe en partículas más pequeñas durante la masticación (desmenuzable)	
	<i>Granulosidad</i>	Tamaño de las partículas una vez que la muestra ha sido masticada hasta que se desintegró y luego formó un bolo homogéneo.	
	<i>Pastoso</i>	Sensación pastosa (harina y agua) que se percibe en la boca al masticar	
	<i>Masticabilidad</i>	Dureza de la muestra percibida durante la masticación	
	<i>Residuos bucales</i>	Cantidad de partículas residuales adheridas a la boca después de masticar	
Miga	Los descriptores para la corteza		

\* Referencias liquidadas por el panel después de la primera prueba de validación.

† Pequeño Pan pequeño tradicional catalán.

‡ Pan popular catalán (actualmente en aplicación IGP).

§ Pan registrado altamente hidratado.

¶ Pan tradicional español con miga muy compacta.

\*\* Pan blando elaborado con mantequilla.

†† Pan tradicional catalán elaborado en horno de leña (actualmente bajo aplicación IGP).

IGP, Indicación Geográfica Protegida

Nota. Elía, (2011).

## Anexo 13. Ficha de medición de la percepción sensorial de las muestras de pan

**ESCALA MUESTRAS EN ESTUDIO**

<b>Nombres y Apellidos:</b>	<b>Ficha:</b>	<b>Fecha:</b>	<b>Hora:</b>
-----------------------------	---------------	---------------	--------------

COD:	COD:		
Descripción	Descripción	Exemplarmente Fuerte	Exemplarmente Fuerte
Ausente	Ausente		

COD:	COD:		
Descripción	Descripción	Exemplarmente Fuerte	Exemplarmente Fuerte
Ausente	Ausente		

© Muy agradecidos por su participación!

## Anexo 14. Análisis de la intensidad de color en corteza superior

### Coefficientes codificados

Término	Coef	EE del coef.	Valor T	Valor p	FIV
Constante	5,022	0,513	9,78	0,000	
X1: AM/MM	-0,469	0,409	-1,15	0,303	1,00
X2: AM/MP	-0,813	0,409	-1,99	0,103	1,00
X1: AM/MM*X1: AM/MM	-0,406	0,629	-0,65	0,547	1,08
X2: AM/MP*X2: AM/MP	0,728	0,629	1,16	0,299	1,08
X1: AM/MM*X2: AM/MP	-0,375	0,500	-0,75	0,487	1,00

### Resumen del modelo

S	R-cuadrado	R-cuadrado(ajustado)	R-cuadrado (pred)
1,00072	59,34%	18,69%	0,00%

### Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Modelo	5	7,3088	1,4618	1,46	0,344
Lineal	2	5,2825	2,6413	2,64	0,165
X1: AM/MM	1	1,3171	1,3171	1,32	0,303
X2: AM/MP	1	3,9655	3,9655	3,96	0,103
Cuadrado	2	1,4638	0,7319	0,73	0,527
X1: AM/MM*X1: AM/MM	1	0,4167	0,4167	0,42	0,547
X2: AM/MP*X2: AM/MP	1	1,3418	1,3418	1,34	0,299
Interacción de 2 factores	1	0,5625	0,5625	0,56	0,487
X1: AM/MM*X2: AM/MP	1	0,5625	0,5625	0,56	0,487
Error	5	5,0072	1,0014		
Falta de ajuste	3	3,4526	1,1509	1,48	0,427
Error puro	2	1,5547	0,7773		
Total	10	12,3160			

### Ecuación de regresión en unidades no codificadas

$$\text{Color} = 2,1 + 0,296 \text{ X1: AM/MM} - 0,137 \text{ X2: AM/MP} - 0,00180 \text{ X1: AM/MM} \times \text{X1: AM/MM} + 0,00116 \text{ X2: AM/MP} \times \text{X2: AM/MP} - 0,00100 \text{ X1: AM/MM} \times \text{X2: AM/MP}$$

## Anexo 15. Análisis de la intensidad de ácido acético en miga

### Coefficientes codificados

Término	Coef	EE del coef.	Valor T	Valor p	FIV
Constante	3,131	0,313	10,00	0,000	
X1: AM/MM	-0,017	0,249	-0,07	0,949	1,00
X2: AM/MP	0,341	0,249	1,37	0,230	1,00
X1: AM/MM*X1: AM/MM	-0,044	0,384	-0,12	0,913	1,08
X2: AM/MP*X2: AM/MP	0,006	0,384	0,02	0,988	1,08
X1: AM/MM*X2: AM/MP	0,111	0,305	0,36	0,731	1,00

### Resumen del modelo

S	R-cuadrado	R-cuadrado(ajustado)	R-cuadrado (pred)
0,610524	28,77%	0,00%	0,00%

### Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Modelo	5	0,75271	0,150542	0,40	0,829
Lineal	2	0,69829	0,349146	0,94	0,451
X1: AM/MM	1	0,00167	0,001667	0,00	0,949
X2: AM/MP	1	0,69663	0,696626	1,87	0,230
Cuadrado	2	0,00503	0,002517	0,01	0,993
X1: AM/MM*X1: AM/MM	1	0,00494	0,004938	0,01	0,913
X2: AM/MP*X2: AM/MP	1	0,00009	0,000087	0,00	0,988
Interacción de 2 factores	1	0,04938	0,049383	0,13	0,731
X1: AM/MM*X2: AM/MP	1	0,04938	0,049383	0,13	0,731
Error	5	1,86370	0,372740		
Falta de ajuste	3	1,77703	0,592344	13,67	0,069
Error puro	2	0,08667	0,043333		
Total	10	2,61641			

### Ecuación de regresión en unidades no codificadas

$$\text{Ac acético} = 2,83 + 0,004 \text{ X1: AM/MM} - 0,009 \text{ X2: AM/MP} - 0,00020 \text{ X1: AM/MM} \times \text{X1: AM/MM} + 0,000009 \text{ X2: AM/MP} \times \text{X2: AM/MP} + 0,000296 \text{ X1: AM/MM} \times \text{X2: AM/MP}$$

## Anexo 16. Análisis de la intensidad de agrio en miga

### Coefficientes codificados

Término	Coef	EE del coef.	Valor T	Valor p	FIV
Constante	2,384	0,372	6,40	0,001	
X1: AM/MM	0,050	0,296	0,17	0,873	1,00
X2: AM/MP	0,461	0,296	1,56	0,180	1,00
X1: AM/MM*X1: AM/MM	0,302	0,456	0,66	0,537	1,08
X2: AM/MP*X2: AM/MP	0,313	0,456	0,69	0,523	1,08
X1: AM/MM*X2: AM/MP	0,831	0,363	2,29	0,071	1,00

### Resumen del modelo

S	R-cuadrado	R-cuadrado(ajustado)	R-cuadrado (pred)
0,725934	64,10%	28,19%	0,00%

### Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Modelo	5	4,70389	0,94078	1,79	0,270
Lineal	2	1,29074	0,64537	1,22	0,369
X1: AM/MM	1	0,01500	0,01500	0,03	0,873
X2: AM/MP	1	1,27574	1,27574	2,42	0,180
Cuadrado	2	0,65386	0,32693	0,62	0,575
X1: AM/MM*X1: AM/MM	1	0,23112	0,23112	0,44	0,537
X2: AM/MP*X2: AM/MP	1	0,24844	0,24844	0,47	0,523
Interacción de 2 factores	1	2,75929	2,75929	5,24	0,071
X1: AM/MM*X2: AM/MP	1	2,75929	2,75929	5,24	0,071
Error	5	2,63490	0,52698		
Falta de ajuste	3	2,46050	0,82017	9,41	0,098
Error puro	2	0,17440	0,08720		
Total	10	7,33879			

### Ecuación de regresión en unidades no codificadas

$$\text{Agrio} = 21,8 - 0,351 \text{ X1: AM/MM} - 0,212 \text{ X2: AM/MP} + 0,00134 \text{ X1: AM/MM} * \text{X1: AM/MM} + 0,000501 \text{ X2: AM/MP} * \text{X2: AM/MP} + 0,002215 \text{ X1: AM/MM} * \text{X2: AM/MP}$$

## Anexo 17. Análisis de la intensidad de salado en miga

### Coefficientes codificados

Término	Coef	EE del coef.	Valor T	Valor p	FIV
Constante	3,522	0,218	16,13	0,000	
X1: AM/MM	0,174	0,199	0,87	0,412	1,00
X2: AM/MP	0,724	0,199	3,63	0,008	1,00
X2: AM/MP*X2: AM/MP	0,291	0,296	0,98	0,358	1,00

### Resumen del modelo

S	R-cuadrado	R-cuadrado(ajustado)	R-cuadrado (pred)
0,488311	68,07%	54,38%	17,91%

### Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Modelo	3	3,5580	1,1860	4,97	<b>0,037</b>
Lineal	2	3,3275	1,6638	6,98	0,022
X1: AM/MM	1	0,1818	0,1818	0,76	0,412
X2: AM/MP	1	3,1457	3,1457	13,19	0,008
Cuadrado	1	0,2305	0,2305	0,97	0,358
X2: AM/MP*X2: AM/MP	1	0,2305	0,2305	0,97	0,358
Error	7	1,6691	0,2384		
Falta de ajuste	5	1,3178	0,2636	1,50	0,446
Error puro	2	0,3514	0,1757		
Total	10	5,2272			

### Ecuación de regresión en unidades no codificadas

$$\text{Salado} = 3,15 + 0,0116 \text{ X1: AM/MM} - 0,0408 \text{ X2: AM/MP} + 0,000465 \text{ X2: AM/MP}^2$$

## Anexo 18. Análisis de la intensidad de dureza en corteza

### Coefficientes codificados

Término	Coef	EE del coef.	Valor T	Valor p	FIV
Constante	4,285	0,533	8,04	0,000	
X1: AM/MM	-0,356	0,424	-0,84	0,440	1,00
X2: AM/MP	-0,169	0,424	-0,40	0,707	1,00
X1: AM/MM*X1: AM/MM	-0,773	0,653	-1,18	0,289	1,08
X2: AM/MP*X2: AM/MP	0,844	0,653	1,29	0,253	1,08
X1: AM/MM*X2: AM/MP	0,181	0,519	0,35	0,742	1,00

### Resumen del modelo

S	R-cuadrado	R-cuadrado(ajustado)	R-cuadrado (pred)
1,03865	40,57%	0,00%	0,00%

### Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Modelo	5	3,6815	0,7363	0,68	0,657
Lineal	2	0,9289	0,4645	0,43	0,672
X1: AM/MM	1	0,7585	0,7585	0,70	0,440
X2: AM/MP	1	0,1704	0,1704	0,16	0,707
Cuadrado	2	2,6222	1,3111	1,22	0,371
X1: AM/MM*X1: AM/MM	1	1,5141	1,5141	1,40	0,289
X2: AM/MP*X2: AM/MP	1	1,8027	1,8027	1,67	0,253
Interacción de 2 factores	1	0,1304	0,1304	0,12	0,742
X1: AM/MM*X2: AM/MP	1	0,1304	0,1304	0,12	0,742
Error	5	5,3939	1,0788		
Falta de ajuste	3	4,3183	1,4394	2,68	0,284
Error puro	2	1,0756	0,5378		
Total	10	9,0754			

### Ecuación de regresión en unidades no codificadas

$$\text{Dureza} = -0,3 + 0,421 \text{ X1: AM/MM} - 0,243 \text{ X2: AM/MP} - 0,00344 \text{ X1: AM/MM} * \text{X1: AM/MM} + 0,00135 \text{ X2: AM/MP} * \text{X2: AM/MP} + 0,00048 \text{ X1: AM/MM} * \text{X2: AM/MP}$$

## Anexo 19. Análisis de la intensidad de elasticidad en miga

### Coefficientes codificados

Término	Coef	EE del coef.	Valor T	Valor p	FIV
Constante	6,691	0,136	49,12	0,000	
X1: AM/MM	-0,013	0,108	-0,12	0,909	1,00
X2: AM/MP	0,076	0,108	0,70	0,515	1,00
X1: AM/MM*X1: AM/MM	-0,200	0,167	-1,20	0,284	1,08
X2: AM/MP*X2: AM/MP	-0,245	0,167	-1,47	0,202	1,08
X1: AM/MM*X2: AM/MP	-0,106	0,133	-0,79	0,463	1,00

### Resumen del modelo

S	R-cuadrado	R-cuadrado(ajustado)	R-cuadrado (pred)
0,265567	54,61%	9,22%	0,00%

### Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Modelo	5	0,424228	0,084846	1,20	0,422
Lineal	2	0,035597	0,017798	0,25	0,786
X1: AM/MM	1	0,001008	0,001008	0,01	0,909
X2: AM/MP	1	0,034588	0,034588	0,49	0,515
Cuadrado	2	0,344063	0,172032	2,44	0,182
X1: AM/MM*X1: AM/MM	1	0,101630	0,101630	1,44	0,284
X2: AM/MP*X2: AM/MP	1	0,151737	0,151737	2,15	0,202
Interacción de 2 factores	1	0,044568	0,044568	0,63	0,463
X1: AM/MM*X2: AM/MP	1	0,044568	0,044568	0,63	0,463
Error	5	0,352629	0,070526		
Falta de ajuste	3	0,323905	0,107968	7,52	0,120
Error puro	2	0,028724	0,014362		
Total	10	0,776857			

### Ecuación de regresión en unidades no codificadas

Elasticidad =  $-1,52 + 0,145 X1: AM/MM + 0,0815 X2: AM/MP$   
 $- 0,000890 X1: AM/MM*X1: AM/MM$   
 $- 0,000392 X2: AM/MP*X2: AM/MP - 0,000281 X1: AM/MM*X2: AM/MP$

## Anexo 20. Análisis de la aceptabilidad sensorial global

### Coefficientes codificados

Término	Coef	EE del coef.	Valor T	Valor p	FIV
Constante	4,303	0,151	28,57	0,000	
X1: AM/MM	0,167	0,204	0,82	0,441	1,00
X2: AM/MP	0,469	0,204	2,30	0,055	1,00
X1: AM/MM*X2: AM/MP	0,129	0,250	0,51	0,622	1,00

### Resumen del modelo

S	R-cuadrado	R-cuadrado(ajustado)	R-cuadrado (pred)
0,499411	47,07%	24,39%	14,77%

### Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Modelo	3	1,55282	0,51761	2,08	0,192
Lineal	2	1,48670	0,74335	2,98	0,116
X1: AM/MM	1	0,16667	0,16667	0,67	0,441
X2: AM/MP	1	1,32003	1,32003	5,29	0,055
Interacción de 2 factores	1	0,06612	0,06612	0,27	0,622
X1: AM/MM*X2: AM/MP	1	0,06612	0,06612	0,27	0,622
Error	7	1,74588	0,24941		
Falta de ajuste	5	0,30533	0,06107	0,08	0,987
Error puro	2	1,44054	0,72027		
Total	10	3,29870			

### Ecuación de regresión en unidades no codificadas

$$\begin{aligned} \text{Acep.} &= 3,92 - 0,0146 \text{ X1: AM/MM} - 0,0052 \text{ X2: AM/MP} \\ \text{general} &+ 0,000343 \text{ X1: AM/MM} * \text{X2: AM/MP} \end{aligned}$$

## Anexo 21 Análisis del contenido de calcio

### Coefficientes codificados

Término	Coef	EE del coef.	Valor T	Valor p	FIV
Constante	341,08	4,37	78,02	0,000	
X1: AM/MM (%)	4,12	3,99	1,03	0,342	1,00
X2: AM/MP (%)	10,32	3,99	2,59	0,041	1,00
X2: AM/MP (%)*X2: AM/MP (%)	15,22	5,92	2,57	0,042	1,00
X1: AM/MM (%)*X2: AM/MP (%)	-12,89	4,89	-2,64	0,039	1,00

### Resumen del modelo

S	R-cuadrado	R-cuadrado(ajustado)	R-cuadrado (pred)
9,77552	78,04%	63,40%	48,27%

### Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Modelo	4	2037,70	509,42	5,33	<b>0,035</b>
Lineal	2	741,26	370,63	3,88	0,083
X1: AM/MM (%)	1	101,63	101,63	1,06	0,342
X2: AM/MP (%)	1	639,63	639,63	6,69	0,041
Cuadrado	1	631,48	631,48	6,61	0,042
X2: AM/MP (%)*X2: AM/MP (%)	1	631,48	631,48	6,61	0,042
Interacción de 2 factores	1	664,95	664,95	6,96	0,039
X1: AM/MM (%)*X2: AM/MP (%)	1	664,95	664,95	6,96	0,039
Error	6	573,36	95,56		
Falta de ajuste	4	91,44	22,86	0,09	0,975
Error puro	2	481,92	240,96		
Total	10	2611,06			

### Ecuación de regresión en unidades no codificadas

$$\begin{aligned}
 Ca = & 247,3 + 2,85 X1: AM/MM (\%) - 0,83 X2: AM/MP (\%) \\
 & + 0,02435 X2: AM/MP (\%)*X2: AM/MP (\%) \\
 & - 0,0344 X1: AM/MM (\%)*X2: AM/MP (\%)
 \end{aligned}$$

## Anexo 22. Análisis del contenido de sodio

### Coefficientes codificados

Término	Coef	EE del coef.	Valor T	Valor p	FIV
Constante	3550,3	63,5	55,92	0,000	
X1: AM/MM	313,4	50,5	6,20	0,002	1,00
X2: AM/MP	655,5	50,5	12,97	0,000	1,00
X1: AM/MM*X1: AM/MM	-17,3	77,8	-0,22	0,833	1,08
X2: AM/MP*X2: AM/MP	90,4	77,8	1,16	0,297	1,08
X1: AM/MM*X2: AM/MP	-118,4	61,9	-1,91	0,114	1,00

### Resumen del modelo

S	R-cuadrado	R-cuadrado(ajustado)	R-cuadrado (pred)
123,757	97,69%	95,39%	86,88%

### Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Modelo	5	3244118	648824	42,36	<b>0,000</b>
Lineal	2	3167198	1583599	103,40	0,000
X1: AM/MM	1	589257	589257	38,47	0,002
X2: AM/MP	1	2577942	2577942	168,32	0,000
Cuadrado	2	20842	10421	0,68	0,548
X1: AM/MM*X1: AM/MM	1	755	755	0,05	0,833
X2: AM/MP*X2: AM/MP	1	20714	20714	1,35	0,297
Interacción de 2 factores	1	56077	56077	3,66	0,114
X1: AM/MM*X2: AM/MP	1	56077	56077	3,66	0,114
Error	5	76579	15316		
Falta de ajuste	3	43979	14660	0,90	0,565
Error puro	2	32600	16300		
Total	10	3320697			

### Ecuación de regresión en unidades no codificadas

$$Na = -1098 + 55,3 X1: AM/MM + 26,6 X2: AM/MP - 0,077 X1: AM/MM*X1: AM/MM + 0,145 X2: AM/MP*X2: AM/MP - 0,316 X1: AM/MM*X2: AM/MP$$

## Anexo 23. Análisis del contenido de magnesio

### Coefficientes codificados

Término	Coef	EE del coef.	Valor T	Valor p	FIV
Constante	781,2	10,9	71,85	0,000	
X1: AM/MM	30,52	8,65	3,53	0,017	1,00
X2: AM/MP	75,22	8,65	8,69	0,000	1,00
X1: AM/MM*X1: AM/MM	-1,2	13,3	-0,09	0,932	1,08
X2: AM/MP*X2: AM/MP	27,7	13,3	2,08	0,092	1,08
X1: AM/MM*X2: AM/MP	-20,6	10,6	-1,95	0,109	1,00

### Resumen del modelo

S	R-cuadrado	R-cuadrado(ajustado)	R-cuadrado (pred)
21,1933	95,07%	90,14%	67,08%

### Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Modelo	5	43289,3	8657,9	19,28	<b>0,003</b>
Lineal	2	39537,1	19768,6	44,01	0,001
X1: AM/MM	1	5588,8	5588,8	12,44	0,017
X2: AM/MP	1	33948,3	33948,3	75,58	0,000
Cuadrado	2	2047,7	1023,9	2,28	0,198
X1: AM/MM*X1: AM/MM	1	3,7	3,7	0,01	0,932
X2: AM/MP*X2: AM/MP	1	1943,4	1943,4	4,33	0,092
Interacción de 2 factores	1	1704,5	1704,5	3,79	0,109
X1: AM/MM*X2: AM/MP	1	1704,5	1704,5	3,79	0,109
Error	5	2245,8	449,2		
Falta de ajuste	3	1633,4	544,5	1,78	0,380
Error puro	2	612,4	306,2		
Total	10	45535,1			

### Ecuación de regresión en unidades no codificadas

$$\text{Mg} = 347 + 6,91 \text{ X1: AM/MM} + 0,21 \text{ X2: AM/MP} - 0,0053 \text{ X1: AM/MM} * \text{X1: AM/MM} + 0,0443 \text{ X2: AM/MP} * \text{X2: AM/MP} - 0,0550 \text{ X1: AM/MM} * \text{X2: AM/MP}$$

## Anexo 24. Análisis del contenido de potasio

### Coefficientes codificados

Término	Coef	EE del coef.	Valor T	Valor p	FIV
Constante	1458,0	34,8	41,86	0,000	
X1: AM/MM	41,1	27,7	1,48	0,198	1,00
X2: AM/MP	34,3	27,7	1,24	0,271	1,00
X1: AM/MM*X1: AM/MM	-52,6	42,7	-1,23	0,272	1,08
X2: AM/MP*X2: AM/MP	86,3	42,7	2,02	0,099	1,08
X1: AM/MM*X2: AM/MP	-80,8	33,9	-2,38	0,063	1,00

### Resumen del modelo

S	R-cuadrado	R-cuadrado(ajustado)	R-cuadrado (pred)
67,8994	73,69%	47,38%	0,00%

### Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Modelo	5	64570,9	12914,2	2,80	0,141
Lineal	2	17211,2	8605,6	1,87	0,248
X1: AM/MM	1	10142,7	10142,7	2,20	0,198
X2: AM/MP	1	7068,5	7068,5	1,53	0,271
Cuadrado	2	21239,2	10619,6	2,30	0,195
X1: AM/MM*X1: AM/MM	1	7011,3	7011,3	1,52	0,272
X2: AM/MP*X2: AM/MP	1	18848,6	18848,6	4,09	0,099
Interacción de 2 factores	1	26120,5	26120,5	5,67	0,063
X1: AM/MM*X2: AM/MP	1	26120,5	26120,5	5,67	0,063
Error	5	23051,7	4610,3		
Falta de ajuste	3	22224,8	7408,3	17,92	0,053
Error puro	2	826,9	413,4		
Total	10	87622,5			

### Ecuación de regresión en unidades no codificadas

$$K = -338 + 51,6 X1: AM/MM - 4,2 X2: AM/MP - 0,234 X1: AM/MM*X1: AM/MM + 0,1380 X2: AM/MP*X2: AM/MP - 0,2155 X1: AM/MM*X2: AM/MP$$

## Anexo 25. Análisis del contenido de fósforo

### Coefficientes codificados

Término	Coef	EE del coef.	Valor T	Valor p	FIV
Constante	1103,1	10,2	108,10	0,000	
X1: AM/MM (%)	-12,33	9,31	-1,32	0,234	1,00
X2: AM/MP (%)	-18,67	9,31	-2,00	0,092	1,00
X2: AM/MP (%)*X2: AM/MP (%)	40,4	13,8	2,92	0,027	1,00
X1: AM/MM (%)*X2: AM/MP (%)	-21,2	11,4	-1,86	0,113	1,00

### Resumen del modelo

S	R-cuadrado	R-cuadrado(ajustado)	R-cuadrado (pred)
22,8161	74,74%	57,90%	0,00%

### Análisis de Varianza

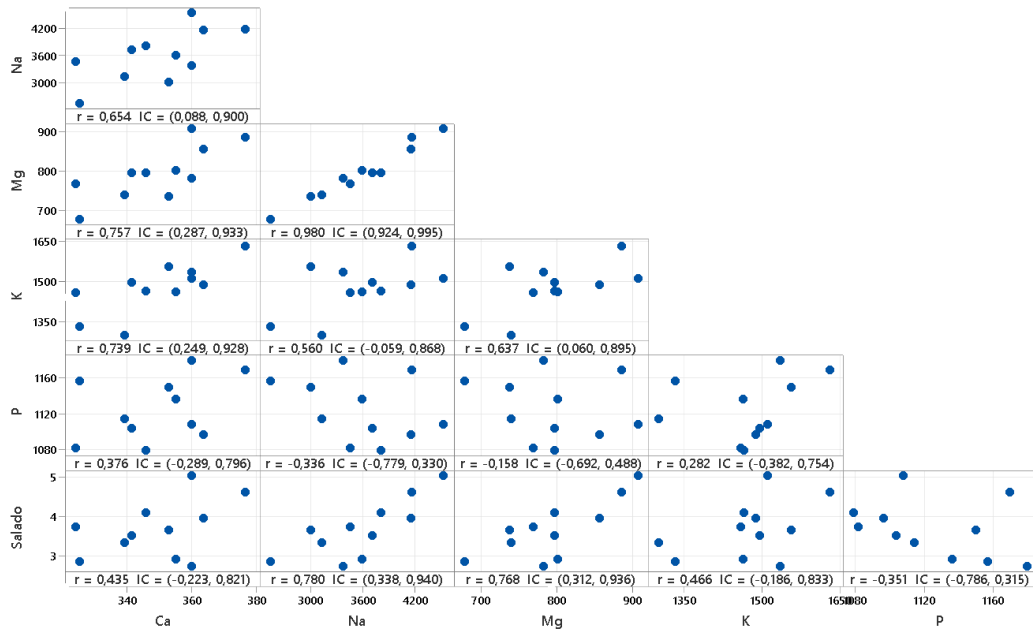
Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Modelo	4	9241,9	2310,5	4,44	0,052
Lineal	2	3003,3	1501,7	2,88	0,132
X1: AM/MM (%)	1	912,7	912,7	1,75	0,234
X2: AM/MP (%)	1	2090,7	2090,7	4,02	0,092
Cuadrado	1	4446,4	4446,4	8,54	0,027
X2: AM/MP (%)*X2: AM/MP (%)	1	4446,4	4446,4	8,54	0,027
Interacción de 2 factores	1	1792,1	1792,1	3,44	0,113
X1: AM/MM (%)*X2: AM/MP (%)	1	1792,1	1792,1	3,44	0,113
Error	6	3123,5	520,6		
Falta de ajuste	4	1627,2	406,8	0,54	0,729
Error puro	2	1496,2	748,1		
Total	10	12365,4			

### Ecuación de regresión en unidades no codificadas

$$\begin{aligned}
 P = & 1284 + 3,41 X1: AM/MM (\%) - 6,49 X2: AM/MP (\%) \\
 & + 0,0646 X2: AM/MP (\%)*X2: AM/MP (\%) \\
 & - 0,0564 X1: AM/MM (\%)*X2: AM/MP (\%)
 \end{aligned}$$

Anexo 26. Correlación entre el contenido de minerales (Ca, Na, Mg, K y P) con la intensidad de salado del pan elaborado con agua de mar tratada

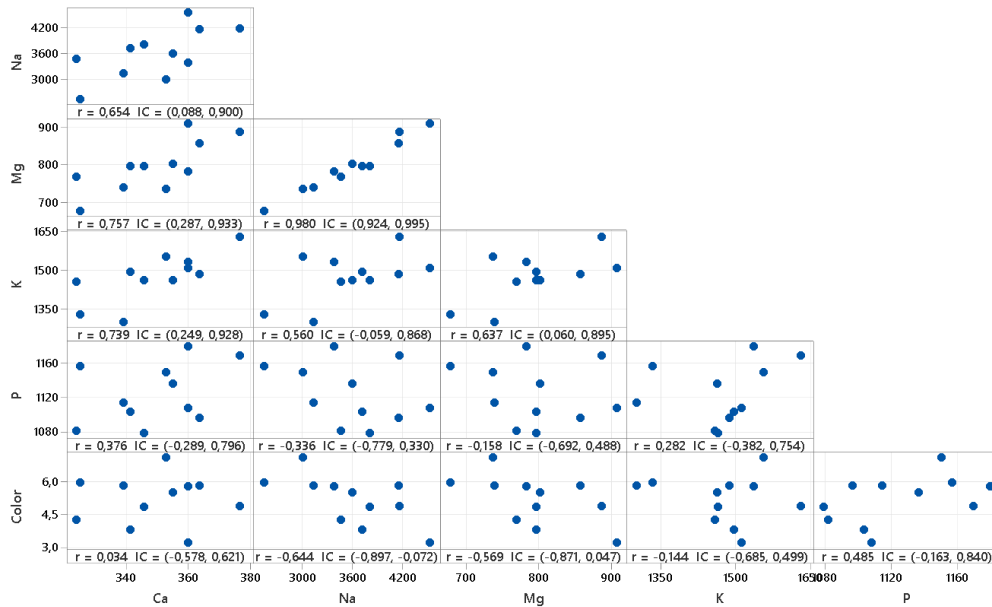
Gráfica de matriz de Ca; Na; Mg; K; P; Salado  
IC de 95% para la correlación de Pearson



Nota. Elaborado con Minitab 20.3.

Anexo 27. Correlación entre el contenido de minerales (Ca, Na, Mg, K y P) con la intensidad de color en corteza superior del pan elaborado con agua de mar tratada

Gráfica de matriz de Ca; Na; Mg; K; P; Color  
IC de 95% para la correlación de Pearson

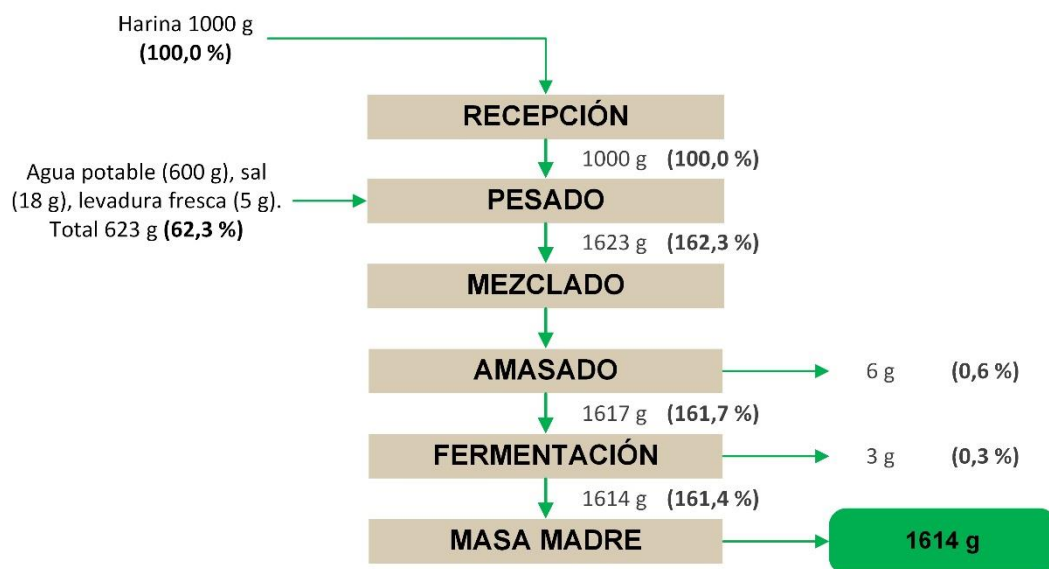


Nota. Elaborado con Minitab 20.3.

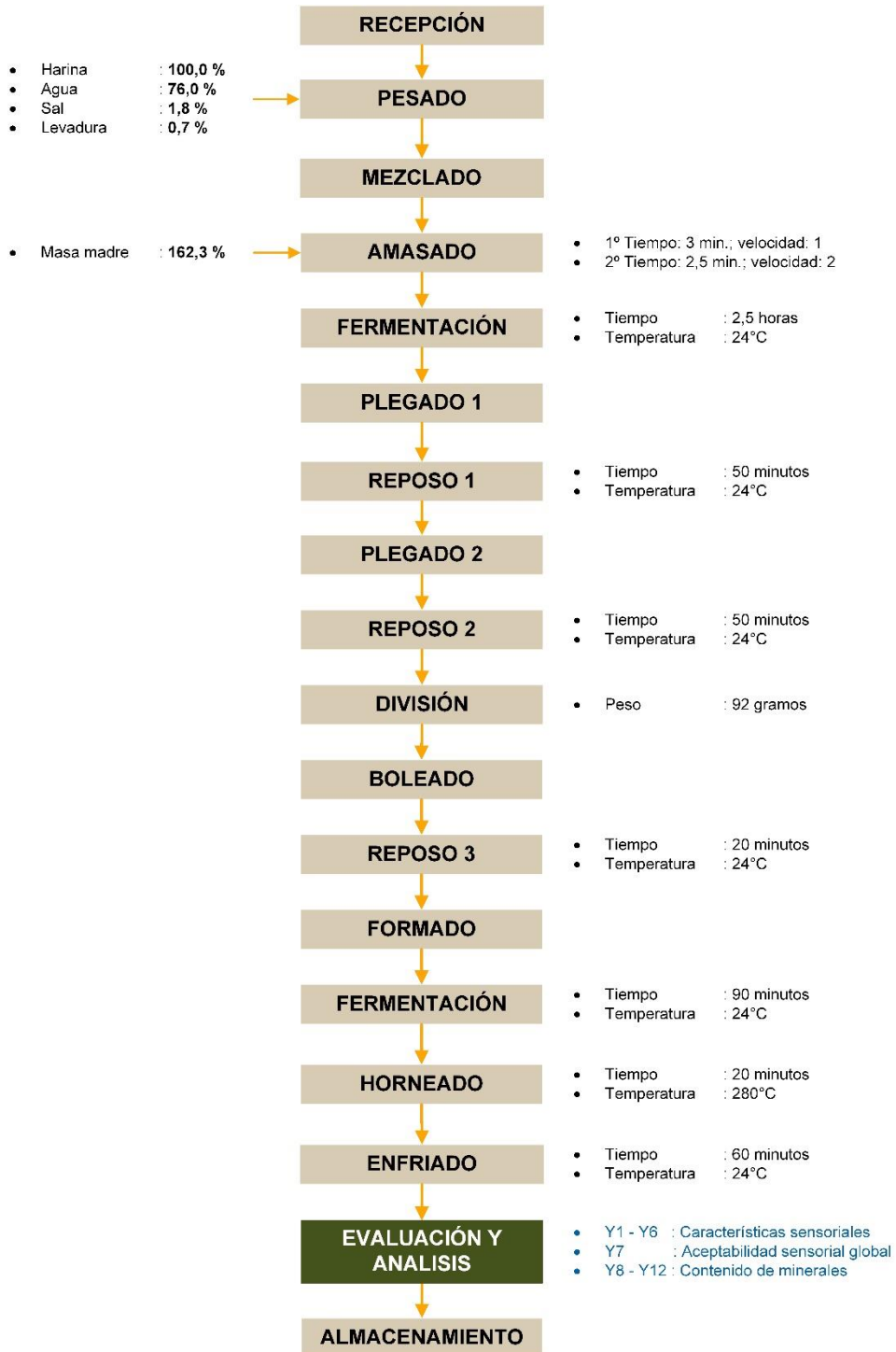
## Anexo 28. Proceso de elaboración de masa madre de levadura del pan campesino



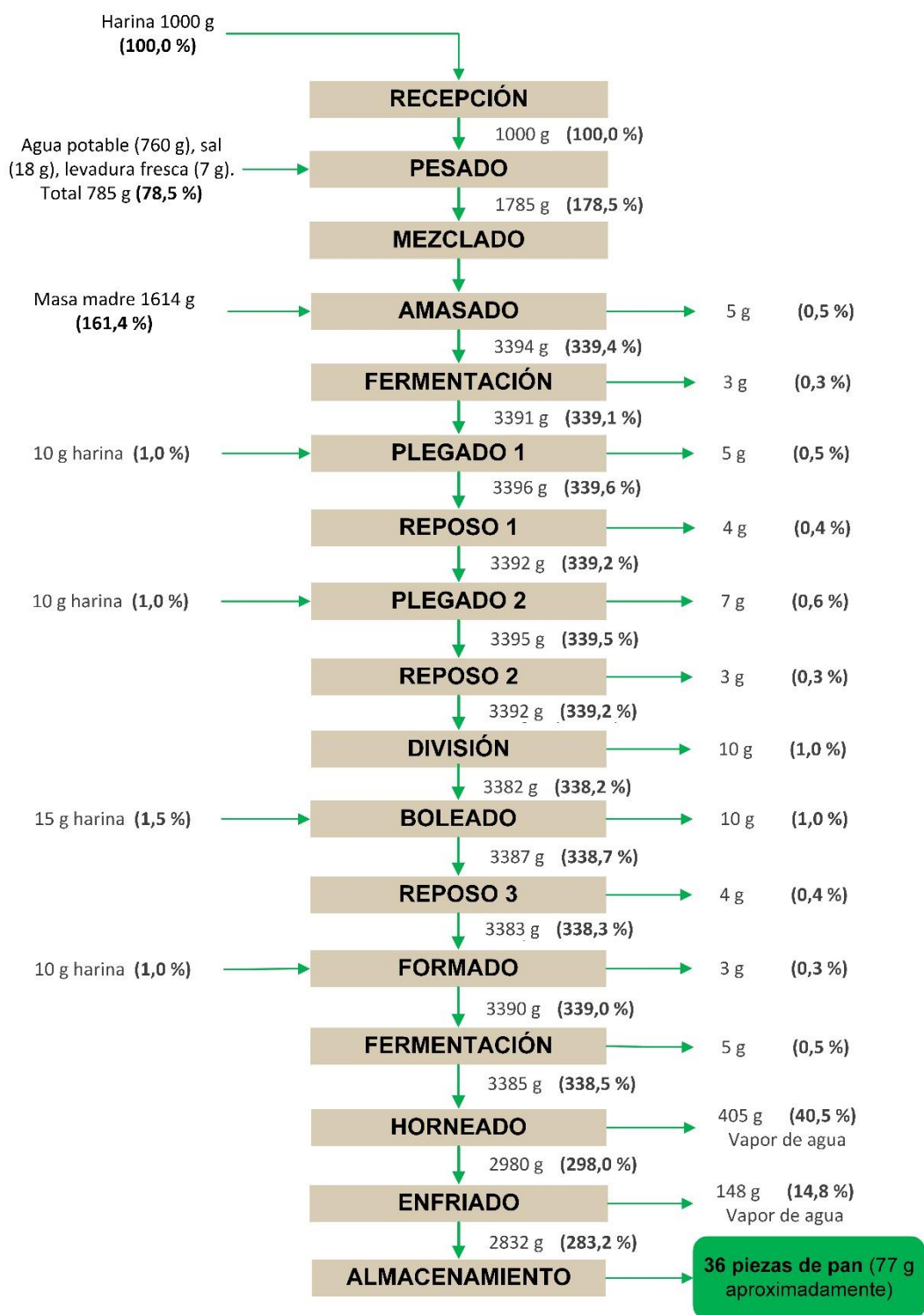
## Anexo 29. Balance de materia de masa madre de levadura del pan campesino



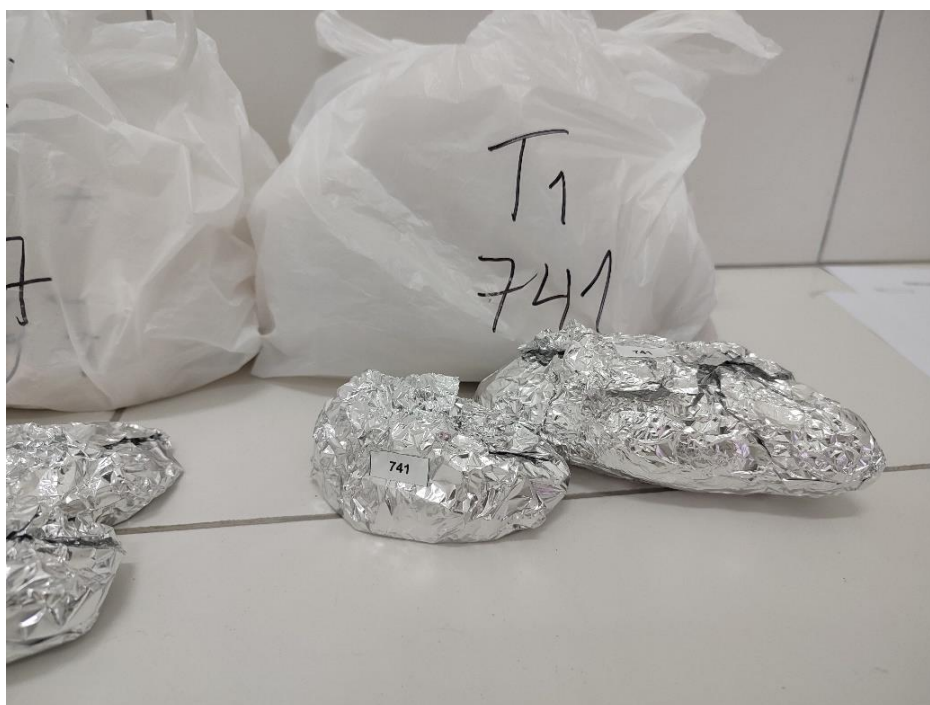
## Anexo 30. Proceso de elaboración de la masa final del pan campesino



### Anexo 31. Balance de materia de la masa final del pan campesino



Anexo 32. Identificación de los bloques de tratamientos para análisis sensorial



Anexo 33. Criterios físico químicos de calidad para productos de panificación

<b>Producto</b>	<b>Parámetro</b>	<b>Límites máximos permisibles</b>
Pan de molde (blanco, integral y sus productos tostados)	Humedad	40% - Pan de molde 6% - Pan tostado
	Acidez (expresada en ácido sulfúrico)	0.5% (Base seca)
	Cenizas	4.0% (Base seca)
Pan común o de labranza (francés, baguette, y similares)	Humedad	23% (mín.) – 35% (máx.)
	Acidez (expresada en ácido sulfúrico)	No más del 0.25% calculada sobre la base de 30% de agua

*Nota.* Fuente RM N° 1020-2010/MINSA.

Anexo 34. Criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para productos de panificación, galletería y pastelería

<b>Productos que no requieren refrigeración, con o sin relleno y/o cobertura (pan, galletas, panes enriquecidos o fortificados, tostadas, bizcochos, panetón, queques, obleas, pizzas, otros).</b>						
Agente microbiano	Categoría	Clase	N	c	Límite por g	
					m	M
Mohos	2	3	5	2	102	103
<i>Escherichia coli</i> (*)	6	3	5	1	3	20
<i>Staphylococcus aureus</i> (*)	8	3	5	1	10	102
<i>Clostridium perfringens</i> (**)	8	3	5	1	10	102
<i>Salmonella sp.</i> (*)	10	2	5	0	Ausencia/25 g	-
<i>Bacillus cereus</i> (***)	8	3	5	1	102	104

Nota. Fuente RM N° 1020-2010/MINSA.

(\*) Para productos con relleno

(\*\*) Adicionalmente para productos con rellenos de carne y/o vegetales

(\*\*\*) Para aquellos elaborados con harina de arroz y/o maíz