

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

Escuela Profesional de Ingeniería de Industrias
Alimentarias



Una Institución Adventista

Optimización de las concentraciones de sales diferentes al sodio en la elaboración de pan

Por:

Nuñez Zuñiga Karen Edel

Asesor:

Dr. Rodrigo Alfredo Matos Chamorro

Lima, diciembre de 2019

DECLARACIÓN JURADA DE AUTORÍA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Dr. Rodrigo Alfredo Matos Chamorro, de la Facultad de Ingeniería,
Escuela Profesional de Ingeniería de Industrias Alimentarias, de la
Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que el presente trabajo de investigación titulado: "OPTIMIZACIÓN DE LAS CONCENTRACIONES DE SALES DIFERENTES AL SODIO EN LA ELABORACIÓN DE PAN" constituye la memoria que presentan las estudiantes Karen Edel Nuñez Zuñiga, para aspirar al grado de bachiller en Ingeniería en Industrias Alimentarias, cuyo trabajo de investigación ha sido realizado en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

Las opiniones y declaraciones en este trabajo de investigación son de entera responsabilidad del autor, sin comprometer a la institución.

Y estando de acuerdo, firmo la presente declaración en Lima, el 03 de diciembre de 2019



Dr. Alfredo Matos Chamorro

Optimización de las concentraciones de sales
diferentes al sodio en la elaboración de pan

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Presentado para optar el grado de bachiller de
Ingeniería de Industrias Alimentarias

JURADO CALIFICADOR

Dr. Reynaldo Silva Paz
Presidente

MSc. Daniel Sumire Qqenta
Secretario

Mg. Angel Apaza Payahuanca
Vocal

Ing. Guido Anglas Hurtado
Vocal

Dr. Alfredo Matos Chamorro
Asesor

Lima, 02 de diciembre de 2019

Optimización de las concentraciones de sales diferentes al sodio en la elaboración de pan

Karen Edel Núñez Zúñiga

EP. Ingeniería de Industrias alimentarias, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Universidad Peruana Unión

Resumen

En el Perú, el consumo de sal es un problema de salud cuya ingesta supera la necesidad fisiológica, el consumo per cápita del pan es 35 kilogramos/persona/año (96g/persona/día), con un contenido de sodio en pan alrededor de 800mg de sodio/100g de pan, representando una ingesta excesiva de sodio en la dieta, factor principal de riesgo de la hipertensión arterial, así como un contribuyente a enfermedades cardiovasculares. El objetivo de este trabajo fue determinar la concentración óptima de sales diferentes al sodio en la elaboración de pan. Para determinar la aceptabilidad de los panes, se sometió a 50 panelistas universitarios no entrenados, usando una escala hedónica de 9 puntos (1 – extremadamente desagradable, 5 – ni agradable ni desagradable, 9 – extremadamente agradable), donde los atributos sensoriales evaluados fueron aceptación general, sabor y textura. Luego, se realizó una evaluación CATA, con 32 atributos, y por último una encuesta de frecuencia de consumo. La sal común en el pan blanco puede reducirse significativamente con la sustitución de sales de potasio y magnesio sin cloruro, sin comprometer la aceptabilidad. El producto que tuvo mayor aceptabilidad es el 348 que tiene una concentración de sales KCl:MgCl (1:0,50%) conformado por el Cluster 3 y 5, con una población mayoritaria del género Masculino, de la región Costa con hábitos alimenticios de bajo consumo de sal.

Palabras clave: Reducción de sal, optimización, sodio, hipertensión

Abstract

In Peru, salt consumption is a health problem whose intake exceeds the physiological need, percapita bread consumption is 35 kilograms / person / year (96gr / person / day), with a sodium content in bread around 800mg of sodium / 100g of bread, representing an excessive intake of sodium in the diet with a loss of sodium consumption per person per day through bread, the main risk factor for high blood pressure, as well as a contributor to cardiovascular diseases. The objective of this work was to determine the optimal concentration of sales other than sodium in bread making. To determine the acceptability of the panels, on occasion, 50 untrained university panelists, using a 9-point hedonic scale (1 - extremely unpleasant, 5 - neither pleasant nor unpleasant, 9 - extremely pleasant), where the sensory attributes evaluated were Accepted general, taste and texture. Then, a CATA evaluation was carried out, with 32 attributes, and finally a consumption frequency survey. Common salt in white bread can be reduced by replacing sales of potassium and magnesium without chloride, without compromising acceptability. The product that had the highest acceptability is 348, which has a concentration of sales KCl: MgCl (1: 0.50%) formed by Cluster 3 and 5, with a majority population of the male gender, of the Costa region with eating habits of Low salt intake

Keywords: Salt reduction, optimization, sodium, hypertension

Introducción

El incremento de los niveles de presión arterial en los individuos, a nivel mundial, se considera un factor de riesgo importante como precursor para las enfermedades cardiovasculares (Saavedra-García et al., 2016), incluido los accidentes cerebrovasculares, el infarto de miocardio y la enfermedad renal crónica, que actualmente afecta principalmente a los países de ingresos bajos y medios (Reynoso-Marreros et al., 2018), ocasionado por los cambios en los hábitos de vida y estilo de alimentación, relacionado con el incremento del consumo de productos industriales, donde la sal es uno de los ingredientes más usados. Fisiológicamente, el exceso de sodio ingerido se absorbe rápidamente en el intestino delgado, determinando un aumento de la osmolaridad plasmática, estimulando la sensación de sed y provocando el consumo de agua con la consiguiente expansión del volumen intravascular (Zehnder, 2015). Para lograr eliminar el exceso de sodio, se incrementa la presión de filtración en los glomérulos y de esta manera, aumentar la carga filtrada y la excreción urinaria de sodio (Monckeberg, 2012). En condiciones normales existe un balance entre la presión de perfusión renal (aproximadamente 100 mmHg) y la eliminación urinaria de sodio (aproximadamente 100 – 120 mEq), el consumo exagerado de sal rompe este equilibrio, afectando la funcionalidad renal y ocasionando daños estructurales. Además, al aumentarse la concentración tubular de sodio en el nefrón distal, promueve la eliminación urinaria de potasio, siendo remplazado parcialmente por sodio, alterando la tonicidad y el volumen de las células (Zehnder, 2015). Actualmente la ingesta de sodio supera los 100 mEq (>5.8g) (Monckeberg, 2012) y existe déficit del consumo de potasio (<3.7g/día), este desequilibrio en la relación Na/K, que generalmente es de 0.13 – 2.51mmol, aumentando el riesgo de desarrollar esta patología (Zárate ,2013).

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), para prevenir enfermedades crónicas, la ingesta diaria máxima de sodio para adultos debe ser inferior a 5g de NaCl/día (equivalente a 2000 mg de sodio) recomendando reducir esa cantidad hasta 3 gramos de sal diarios. Un análisis reciente de los registros de compra de alimentos en el Reino Unido, identifica que las principales fuentes de sodio, son los productos de panadería y pastelería representando el 13%, los

productos de cereales el 5%, las carnes procesadas el 18% y las salsas el 11% (Daugirdas,2013). Por otro lado, los cereales y sus derivados, como el pan, hojuelas o laminados para el desayuno, las galletas y los pasteles, contribuyen entre el 30 y el 50% de la ingesta total estimada de sodio en los EE. UU, En países asiáticos, como Japón, una gran proporción en la dieta proviene del sodio agregado en la cocción (salsa de soja). La ingesta promedio de sodio en los Estados Unidos se estima en 140–160 mmol Na/día (8.2–9.4 g NaCl/día), Reino Unido 161 mmol Na / día (9.4 g NaCl/día), en países asiáticos más altos de 206 mmol Na / día (12.0 g NaCl/día) (Liem et al. 2011). Sosa et al. (2008) menciona que en Argentina solo una porción grande de pizza aporta 1000 mg de sodio o sea el 43% de la ingesta diaria máxima de sodio (2300 mg de Na/día; 5.8 g de NaCl/día). En Perú, el mayor contribuyente de sodio, es el pan, el consumo percapita 24kg/año, puede ser responsable de la presión elevada, del 14.8 % en jóvenes de 15 años, siendo más frecuente en hombres (18.5 %) que en mujeres (11.6 %) (Bernabe-Ortiz et al., 2015). De hecho, el producto más vendido por las panaderías de la ciudad de Lima es el pan francés, para su preparación, se usa de 16 a 25 g de sal por kg de harina comercial (7-11g Na) (Saavedra-Garcia et al.,2016).

Estos estudios muestran que los niveles de consumo de sodio son superiores al requerido para una salud óptima. Por tal motivo, al promover el consumo de potasio y magnesio, podría reducir los niveles medios de presión arterial sistólica y diastólica, y también podría contribuir a la prevención de la hipertensión, especialmente en poblaciones con presión arterial elevada. Por otro lado, en el proceso tecnológico, el remplazo del sodio por potasio tiene un efecto similar en el fortalecimiento del gluten, por lo tanto, los sustitutos de sal a base de cloruro de potasio y cloruro de magnesio pueden ayudar a superar este problema. El objetivo de este trabajo es determinar la concentración óptima de sales diferentes al sodio en la elaboración de pan.

Materiales y Métodos

Elaboración de Pan

Se utilizó la formulación tradicional de un pan francés, y el diseño Dohlet para los diferentes porcentajes de sales, tal como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Mezcla de sales con sus respectivos porcentajes

Corrida	x1	x2	%KCl	%MgCl ₂
1	0	0	1,00	0,50
2	1	0	1,80	0,50
3	0,5	0,866	1,40	0,76
4	-1	0	0,20	0,50
5	-0,5	-0,866	0,60	0,24
6	0,5	-0,866	1,40	0,24
7	-0,5	0,866	0,60	0,76

Se utilizó harina de trigo blando (*Triticum spp*) comercial, con una mezcla de sales KCl: MgCl₂ a diferentes concentraciones (1:0.50; 1.80:0.50; 1.40:0.76; 0.20:0.50; 0.60:0.24; 1.40:0.24; 0.60:0.76%).

El proceso consistió en mezclar la harina con las sales, azúcar, levadura, manteca y mejorador en una amasadora marca MaiGas modelo HS20 durante 6 minutos para la integración de los ingredientes y la formación de la masa, y finalmente se agregó orégano al 0.06%. El corte de masa se realizó en una divisora de Pedestal, obteniendo 32 pedazos con 30g c/u, luego se boleó dándole forma redonda y finalmente se dejó reposar la masa por 10 min. La fermentación se realizó a 35°C por 75 min. Por último, el horneado del pan se realizó a una temperatura de 180°C por 15 min. La figura 1 muestra el proceso para la elaboración del pan francés.

- Harina Panadera
- Sales: KCl y MgCl₂
- Azúcar blanca
- Levadura
- Mejorador
- Grasa Vegetal

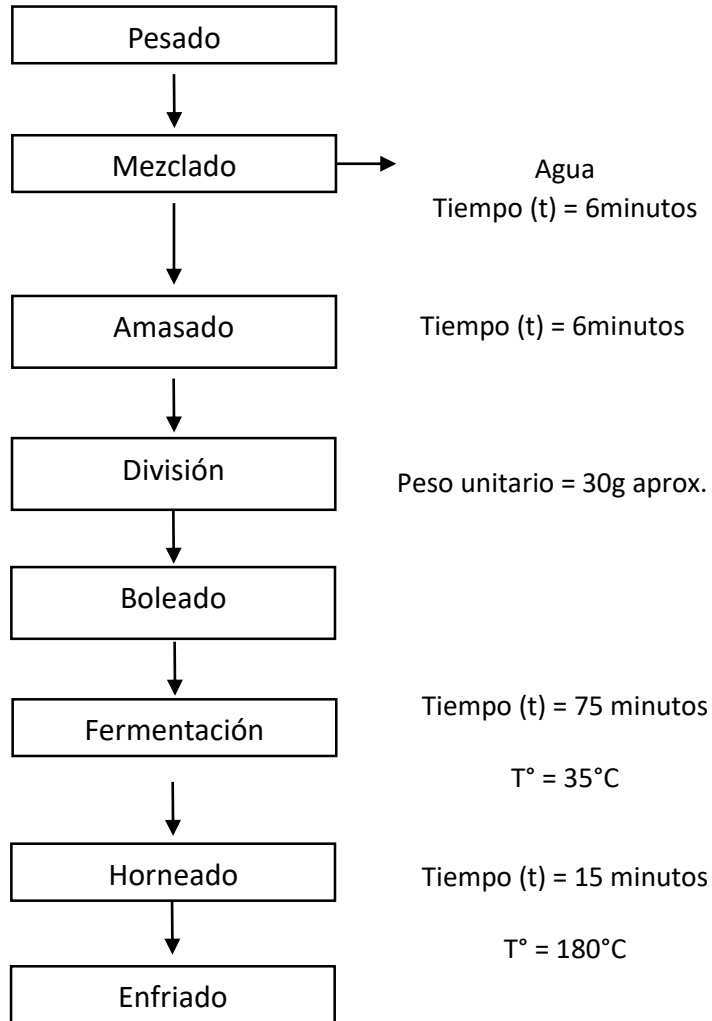


Figura 1. Flujograma para la elaboración del pan francés utilizando sales diferentes al sodio

Evaluación sensorial

Para determinar la aceptabilidad de los panes se sometió a 50 panelistas universitarios no entrenados, a una prueba con escala hedónica de 9 puntos (1 – extremadamente desagradable, 5 – ni agradable ni desagradable, 9 – extremadamente agradable), donde los atributos sensoriales evaluados fueron aceptación general, sabor y textura. Luego, se realizó una evaluación CATA, con 32 atributos, y por último una encuesta de frecuencia de consumo. En la figura 2 y 3 se muestra las cartillas de evaluación sensorial utilizadas.

	Extremadamente Desagradable	Muy Desagradable	Desagradable	Poco Desagradable	NI Desagradable ni Agradable	Poco Agradable	Agradable	Muy Agradable	Extremadamente Agradable
General	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Sabor	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Textura	1	2	3	4	5	6	7	8	9

Según la muestra analizada, marque todos los atributos que percibe describen el producto.

<input type="checkbox"/> Color Claro	<input type="checkbox"/> Esponjoso	<input type="checkbox"/> Agrietado	<input type="checkbox"/> Plano
<input type="checkbox"/> Color oscuro	<input type="checkbox"/> Duro	<input type="checkbox"/> Corteza dura	<input type="checkbox"/> Sabor a grasa
<input type="checkbox"/> Amargo	<input type="checkbox"/> Compacto	<input type="checkbox"/> Miga blanda	<input type="checkbox"/> Algo claro
<input type="checkbox"/> Insípido	<input type="checkbox"/> Suave	<input type="checkbox"/> Crocante	<input type="checkbox"/> No tan típico
<input type="checkbox"/> Normal	<input type="checkbox"/> Húmedo	<input type="checkbox"/> Corteza blanda	<input type="checkbox"/> Color atípico
<input type="checkbox"/> Chiclosos	<input type="checkbox"/> Elástico	<input type="checkbox"/> Redondeado	<input type="checkbox"/> Masticable
<input type="checkbox"/> Olor a levadura	<input type="checkbox"/> Dorada	<input type="checkbox"/> Sabor residual	<input type="checkbox"/> Sabor extraño
<input type="checkbox"/> Dificil de masticar	<input type="checkbox"/> Color uniforme	<input type="checkbox"/> Aveolos grandes	<input type="checkbox"/> Cohesividad

Figura 2. Formato de encuesta CATA con escala hedónica

Evaluación Sensorial de "Pan"

Luego de analizar las muestras de pan, por favor ayúdenos relleno la siguiente información. Los datos son anónimos, no coloque su nombre.

1. Genero: () Masculino () Femenino
2. Edad: _____
3. Departamento del Perú de donde proviene: _____
4. ¿Cuántos panes consume al día? _____
5. ¿Cuál es el tipo de pan favorito? (francés, yema, xiabata, blanco molde, integral molde) (especifique): _____
6. ¿Cuál es el tipo de pan que consume mayormente? (Especifique): _____
7. Actualmente, ¿lleva alguna dieta para reducir el consumo de sal en sus comidas?
() Sí () No
8. Al momento en que usted consume sus comidas (desayuno, almuerzo o cena), ¿cómo califica su consumo de sal?
() Muy poco () Cantidad normal () Más de lo normal
9. Al momento del desayuno, almuerzo o cena. ¿Tiende a agregar más sal a su comida?
() Muy pocas veces () A veces () Frecuentemente
10. ¿Qué tipos de alimentos disfruta más comer fuera del desayuno, almuerzo o cena?
() Alimentos no salados, () Alimentos con bajo contenido de sal
() Alimentos saladas () Alimentos con alto contenido de sal

Figura 3. Formato de encuesta de preferencia de consumo

Análisis Estadístico

En base a los resultados de la escala hedónica se segmentó a los consumidores en clusters, utilizando el método de distancias Euclidianas. Se graficó un mapa de preferencia para identificar el producto con mayor aceptación, en conjunción con una prueba de Fisher.

Los resultados de la prueba de CATA fueron analizados mediante la prueba Ji-cuadrada de Pearson para identificar la existencia de relación entre los números de tratamientos y los atributos. Se utilizó el análisis de correspondencias para proyectar en dos dimensiones la relación entre los atributos y los tratamientos, las coordenadas espaciales de los productos fueron utilizadas para generar un mapa externo de preferencias, graficando la variación en la preferencia promedio de cada clúster a través de un modelo vectorial. Los resultados fueron analizados en el programa R v. 3.5.3. utilizando la librería FactoMineR y SensoMineR.

Resultados y Discusión

Los panelistas no entrenados que han participado de la evaluación sensorial, fueron 20 estudiantes de pregrado, con edades que oscilan entre 24- 30 años y 30 estudiantes de posgrado, cuyas edades oscilan entre 28 a 52 años, todos del mismo estrato social.

Prueba Hedónica

Los panes elaborados con KCl y MgCl₂ fueron sometidos a la prueba de aceptabilidad mediante una escala hedónica. Al existir diferencia significativa del producto ($p: 0.0000$) y el consumidor ($p: 0.0000$) en la aceptabilidad, y al aplicar una comparación de medias (Fisher) los consumidores se dividieron en cinco conglomerados, de acuerdo a la semejanza o similitud de los resultados entre los consumidores. Tal como se muestra en la figura 4

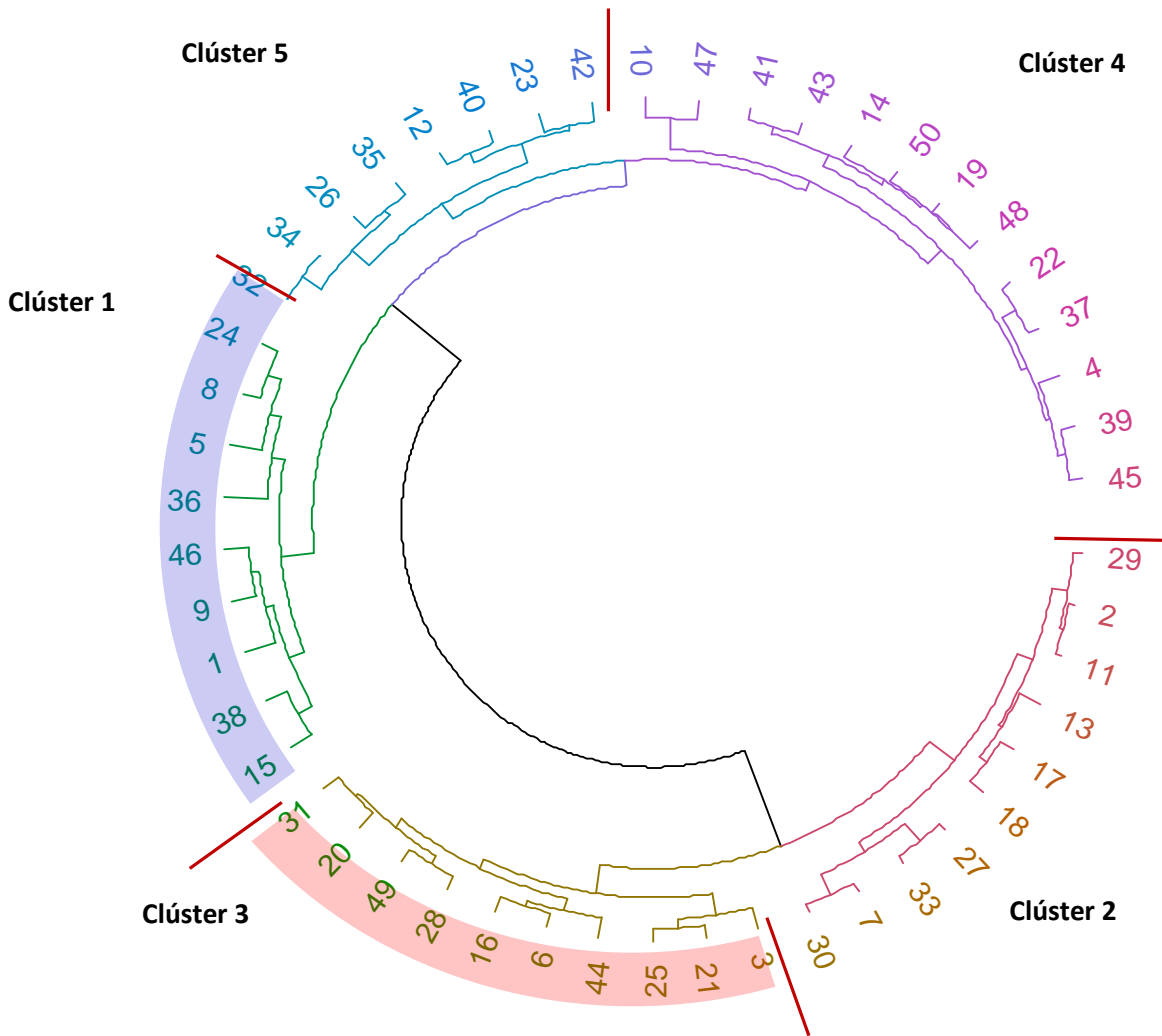


Figura 4. Dendrograma de los resultados de los consumidores en base a la aceptabilidad General

La figura 5 muestra la proyección de los resultados de cada panelista hacia los productos en los dos componentes, que reúnen el 47.97% de la inercia de los datos en base a la aceptabilidad general. Existe una mayor aglomeración en torno al producto 348, porque este es el producto más aceptado por los consumidores.

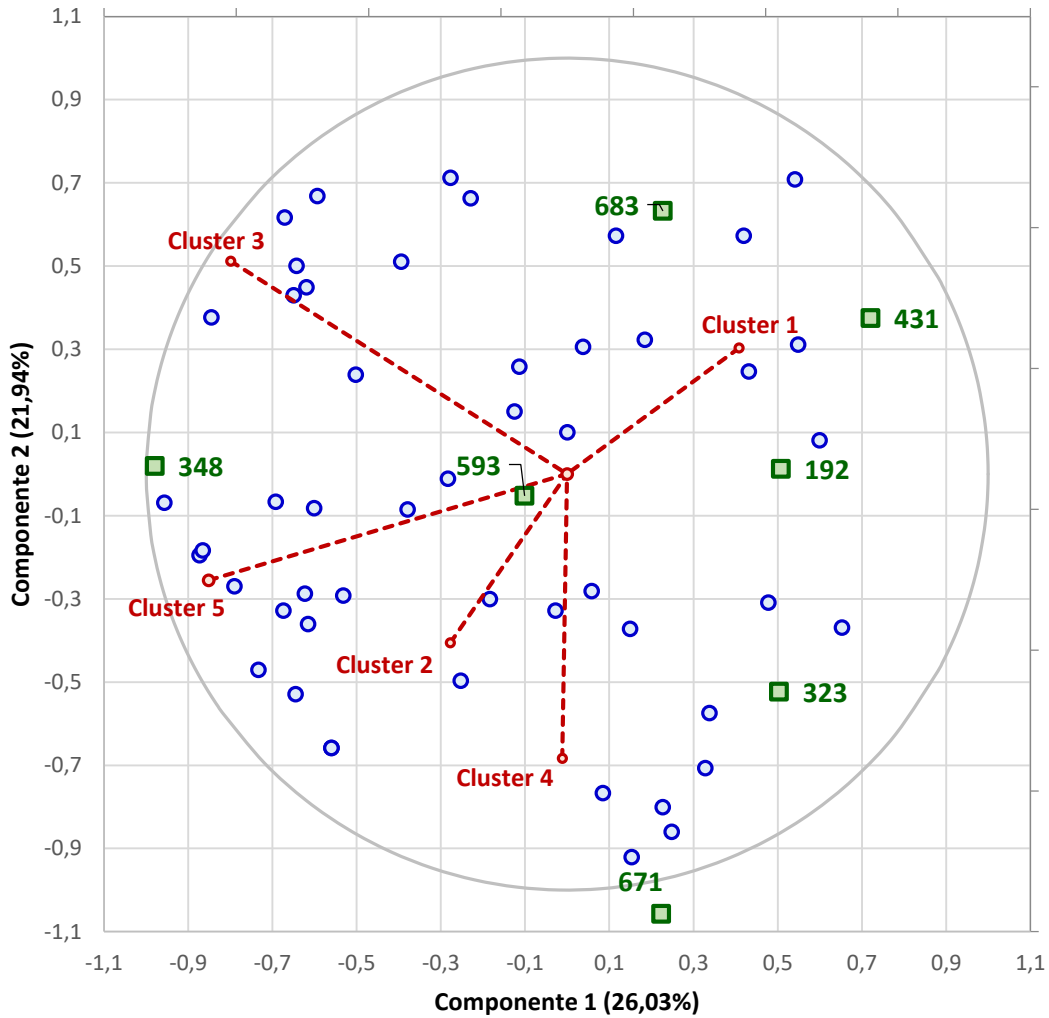


Figura 5. Mapa de Preferencia Interno. Cada punto representa un consumidor, y cada cuadrado un tipo de producto.

El análisis de variación de cada conglomerado, según el diseño DOEHLET, no muestra diferencia significativa entre los conglomerados 1 y 2, pero si muestra diferencia significativa entre los conglomerados 3 y 4 (Tabla 2)

Tabla 2. ANOVA del Efecto sobre los Clústeres 3 y 4

Factor	GL	Clúster 3		Clúster 5	
		SS	p	SS	p
(1) KCl (L)	1	0.0083	0.93291	0.009375	0.77129
KCl (Q)	1	18.15	0.000201**	4.6875	0.04396*
(2) MgCl ₂ (L)	1	5.625	0.03174*	0.78125	0.40285
MgCl ₂ (Q)	1	16.0167	0.000443**	28.52083	0.000005**
1L by 2L	1	5.625	0.03174*	3.78125	0.06932
Error	64	74.6667		129.7788	
Total	69	107.9429		161.9196	

** : diferencia altamente significativa $p < 0.01$, y * : diferencia significativa a $p < 0.05$

La superficie de respuesta para el clúster 3 se muestra en la figura 6, donde tiene una máxima aceptabilidad para niveles de cloruro de potasio y magnesio de corresponden a concentraciones de 0.97% y 0.45% para KCl y MgCl₂ respectivamente,

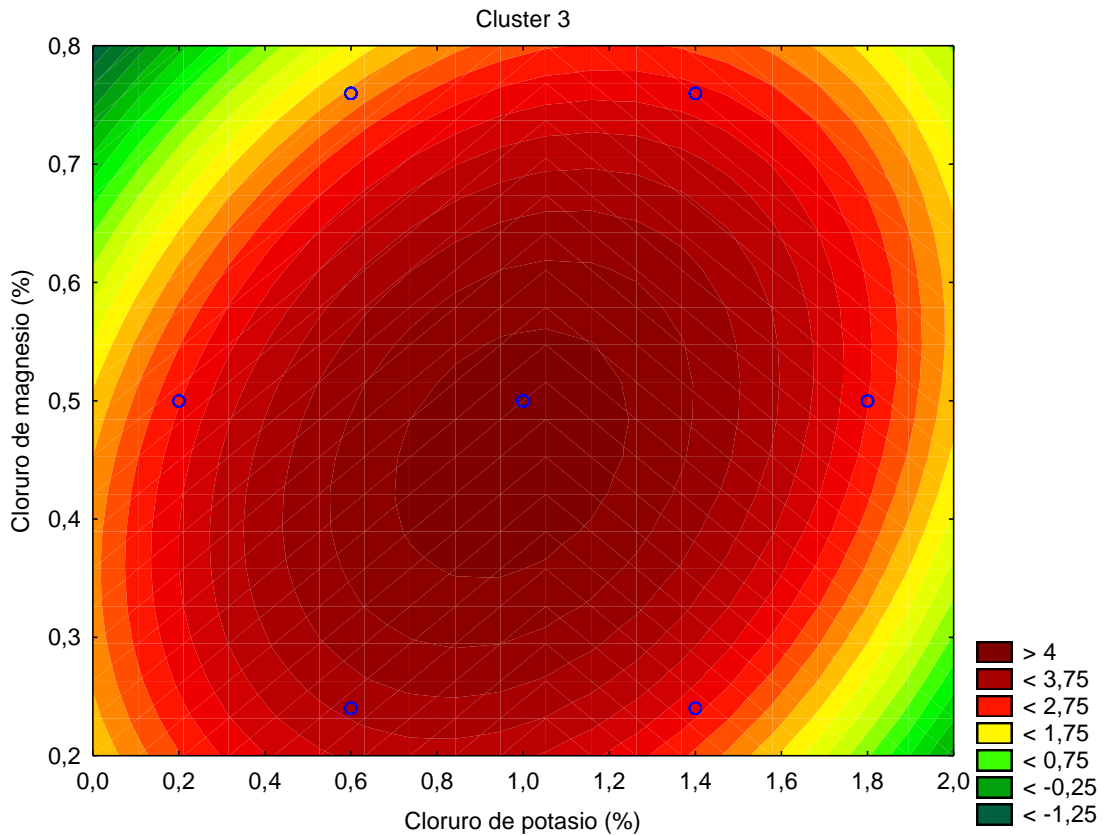


Figura 6. Optimización de las sales en base a la aceptabilidad de los consumidores

Resultados de la Prueba CATA

Los resultados de prueba CATA, muestran que los atributos presentan diferencias significativas según la prueba Q-Cochran fueron sabor amargo, textura chiclosa, suave, masticable, sabor extraño, normal, difícil de masticar, duro y corteza dura. Las frecuencias desarrolladas por estos atributos se muestran en la Tabla 3, obteniendo un valor Ji-cuadrado de 97,44 (p-valor = 0.000) indicando que existe una relación significativa entre el tipo de tratamientos y los atributos.

Tabla 3. Uso de los términos del Cuestionario CATA para describir los atributos de los diferentes tipos de pan con KCl y MgCl₂ (n=50)

Atributos/Trat	192	323	348	431	593	671	683
Amargo*	22	13	15	14	23	21	14
Chicloso*	9	6	8	14	11	8	13
Suave***	8	3	19	3	13	8	10
Masticable**	5	6	17	9	7	6	8
Sabor extraño*	32	27	21	23	21	28	28
Normal*	1	4	11	8	5	2	3
Difícil masticar*	15	12	4	12	7	9	17
Duro***	21	21	7	18	8	13	17
Corteza dura*	13	7	2	11	3	5	8

Según la prueba Q de Cochran: ***: indica diferencia a $p < 0.001$, **: diferencia significativa a $p < 0.01$, y *: diferencia a $p < 0.05$

En base a las frecuencias de la Tabla 3, un análisis de correspondencias mostró que las dos primeras dimensiones acumulan el 85.5% de la inercia de los datos (Figura 7), lo que indica que pueden utilizarse sólo las dos primeras dimensiones para describir las variaciones en la prueba CATA. Para generar el mapa externo de preferencias los promedios de aceptabilidad de cada conglomerado (mostrado en la tabla 3) fueron estandarizados y ajustados a un modelo vectorial en base a las coordenadas de las muestras del espacio del análisis de correspondencias, tal como ilustra la figura 7, siendo significativo en los Clústeres 3 ($p = 0,0436$) y 5 ($p = 0,0383$).

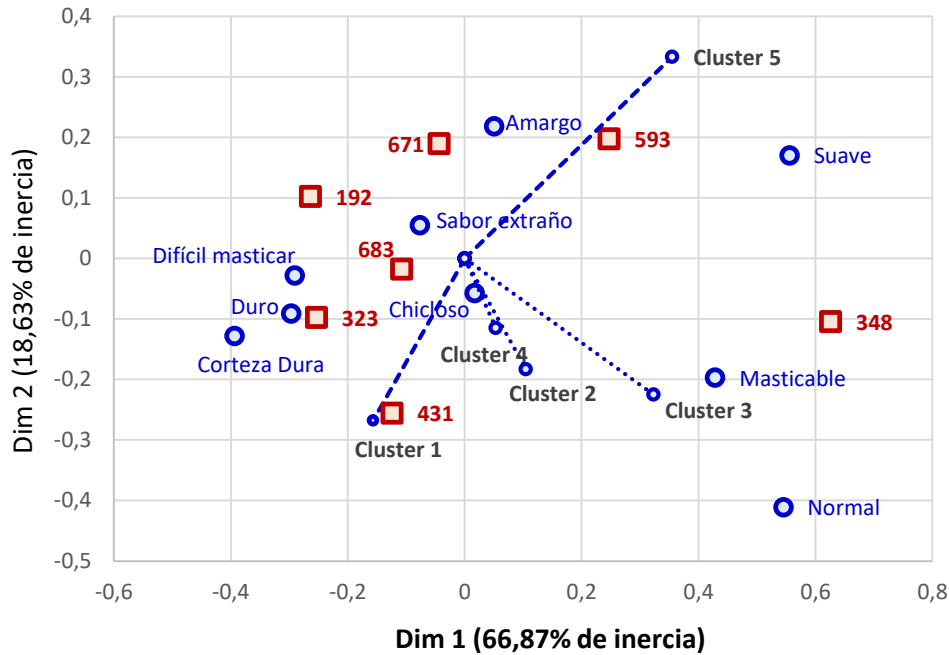


Figura 7. Mapa externo de preferencias en base al cuestionario CATA

La figura 7 muestra que el producto 348 está relacionado con los atributos suave, masticable y sabor normal y es preferido por las personas del conglomerado 3 y 5, este conglomerado al mismo tiempo rechaza el pan con sabor extraño, y textura dura. El producto 593 está relacionado con el sabor amargo y extraño y es preferido por las personas del conglomerado 4, quienes rechazan los productos con corteza dura, difícil de masticar y chicloso. Los productos 431, 323 y 683 tienen relación con una textura chiclosa, dura, difícil de masticar y de corteza dura. Los conglomerados 2 y 1 tienen una mayor preferencia por el pan de la muestra 431.

Los resultados de Pérez et al., (2012) se asimilan con los atributos del producto 593 que tiene la mayor concentración de KCL (1,80%), siendo que para la reducción de sal en salchichas el F3 (75% KCl) fueron las que obtuvieron las calificaciones más bajas en la gran mayoría de atributos evaluados y fue descrita por la gran mayoría como blanda y pastosa.

1.1. Caracterización de los Conglomerados

Sobre los datos socio demográficos de la encuesta se determina los valores relativos para cada uno de los cinco clústeres, tal como muestra la Tabla 4. De la figura 7 se deduce que los clústeres 3 y 5 prefieren el producto 348 mientras

que el clúster 2 y 4 está más orientado hacia el producto 671. La tabla 4 muestra que el clúster 2 está conformado principalmente por género femenino, procedencia de la costa, consume la cantidad normal de sal. Mientras que el clúster 3 y 5 está conformado por personas del género masculino, procedentes de la costa, y que consumen alimentos bajos en sal o no salados.

Tabla 4. Características Demográficas de los Clústeres

Característica	Clúster 1	Clúster 2	Clúster 3	Clúster 4	Clúster 5	Preguntas
Femenino	44.44	80	50	53.85	37.5	Genero
Masculino	55.56	20	50	46.15	62.5	
Sierra	66.67	20	10	30.77	25	Departamento
Costa	22.22	80	70	61.54	75	
Selva	11.11	0	20	7.69	0	
Sí	77.78	70	76.92	76.92	87.5	Dieta para reducir el consumo de sal
No	22.22	30	23.08	23.08	12.5	
Normal	77.78	60	80	61.54	75	Calificación de consumo de sal en comidas
Más de lo normal	0	0	0	15.38	0	
Muy poco	22.22	40	20	23.08	25	
A veces	33.33	30	20	38.46	12.5	Tendencia a agregar sal en las comidas
Muy pocas veces	66.67	70	70	46.15	87.5	
Frecuente	0	0	10	15.38	0	
A. bajo sal	33.33	30	40	53.85	50	Tipos de alimentos disfruta más comer fuera de comidas
A. salados	33.33	30	30	23.08	0	
A. no Salados	33.33	30	20	23.08	50	
A. alto sal	0	10	10	0	0	

Según el RDI (Tabla 5) para adultos el consumo de KCl y MgCl₂ es proporcional a los valores obtenidos en este estudio se percibe que los consumidores detectaron la reducción de sal, sin embargo, esas reducciones no se asociaron con una disminución en la aceptabilidad de las características sensoriales.

Tabla 5. Ingesta Dietética de Referencia(DRI) en las diferentes etapas de la vida

	Magnesio (mg/d)	Potasio (mg/d)
Niños (ambos sexos)		
1 a 3 años	80	400
4 a 8 años	130	860
Hombres		
9 a 13 años	240	2500
14 a 18 años	410	3000
19 a >70 años	420	3400
Mujeres		
9 a 13 años	240	2300
14 a 18 años	360	2300
19 a 30 años	310	2600
50 a >70 años	320	2600
Gestantes	360	2900

Fuente: Food and Agriculture Organization /World Health Organization (FAO/WHO) Requeriments of Vitamina A, iron, folate and vitamin B12, 2012

En Reino unido, Braschi et al. (2009) realizaron un estudio de compra de pan blanco sustituidos el 30% y 50% de NaCl con KCL. El pan sustituido el 30% tuvo un puntaje promedio más alto en apariencia, textura, sabor y aceptabilidad general, esto indica como el producto fue aceptable por los panelistas no entrenados que estaban acostumbrados a consumir menos sal o eran hipertensos. En comparación a nuestros resultados, los panelistas aceptaron el producto 348, con una sustitución parcial por la mezcla de sales KCl: MgCl₂ al (1- 0.50%). Sin embargo, menciona que al sustituir la sal con sales de potasio dan la percepción de un sabor desagradable amargo.

Los esfuerzos para modificar las sales de cloruro de potasio para negar los efectos sensoriales son relativamente nuevos. Stanley et al. (2017) realizaron formulaciones de salchicha de cerdo con cloruro de sodio reducido tengan un contenido de sodio más bajo y con la adición de sales de cloruro de potasio, el

contenido de potasio aumentó. Por otro lado Karanja et al. (2007) tuvieron diferencias estadísticas, donde el nivel de sodio más alto recibió un puntaje más bajo, antes que el nivel de sodio más bajo de salinidad (4.3 vs 4.9, $P = 0.02$). Según la dieta general, los participantes dieron los puntajes de aceptabilidad más altos al nivel de sal intermedio, lo cual se logró en solo tres de las ocho posibles comparaciones con el nivel intermedio (valores de P de sodio intermedio vs inferior: 0.01 a 0.0004)

Un estudio de reducción de sal en quesos, Katsiari et al. (1997) encontraron los puntajes de sabor, cuerpo y textura para los quesos con 0.5% de NaCl + 1.5% de KCL fueron significativamente más bajos ($P < 0.01$) que los de otros quesos en el estudio debido a un sabor ligeramente menos salado y ligeramente más amargo

Marchetti et al., (2015) realizaron la optimización de ClNa y KCl para la elaboración de salchichas, y como resultado obtuvo como mejor nivel de KCl = 0,57 g / 100 g. En Finlandia, el contenido de cloruro de sodio de los productos cárnicos se ha reducido, el contenido de NaCl de las salchichas cocidas fue de 2.4% en promedio y de 1.7% (Ruusunen y Puolanne 2005). En los Estados Unidos, el Centro de Ciencias y Salud Pública, demostró que el contenido de sodio de 100 productos alimenticios estudiados se redujo en un 10-15%. Pérez et al. (2012) informaron que una reducción del 25% en NaCl probablemente se puede lograr sin afectar de manera perjudicial las características del producto (sabor, textura, vida útil). Por supuesto, es más fácil reducir los contenidos de sal más altos que los contenidos de sal más bajos sin ningún efecto perjudicial.

Pires et al. (2019) realizaron una prueba sensorial CATA, donde consistía reemplazar la grasa de cerdo en salchichas de mortadela con contenido reducido de sodio. El análisis estadístico de la CATA mostró que el tratamiento de 100% reemplazo de grasa es significativo ($p < 0.05$) de los demás, debido a los siguientes atributos: color brillante, color rojo, olor a pescado, opaco, seco, insípido, sal ideal, sin sal y textura suave. Tal como se muestra en la figura 8

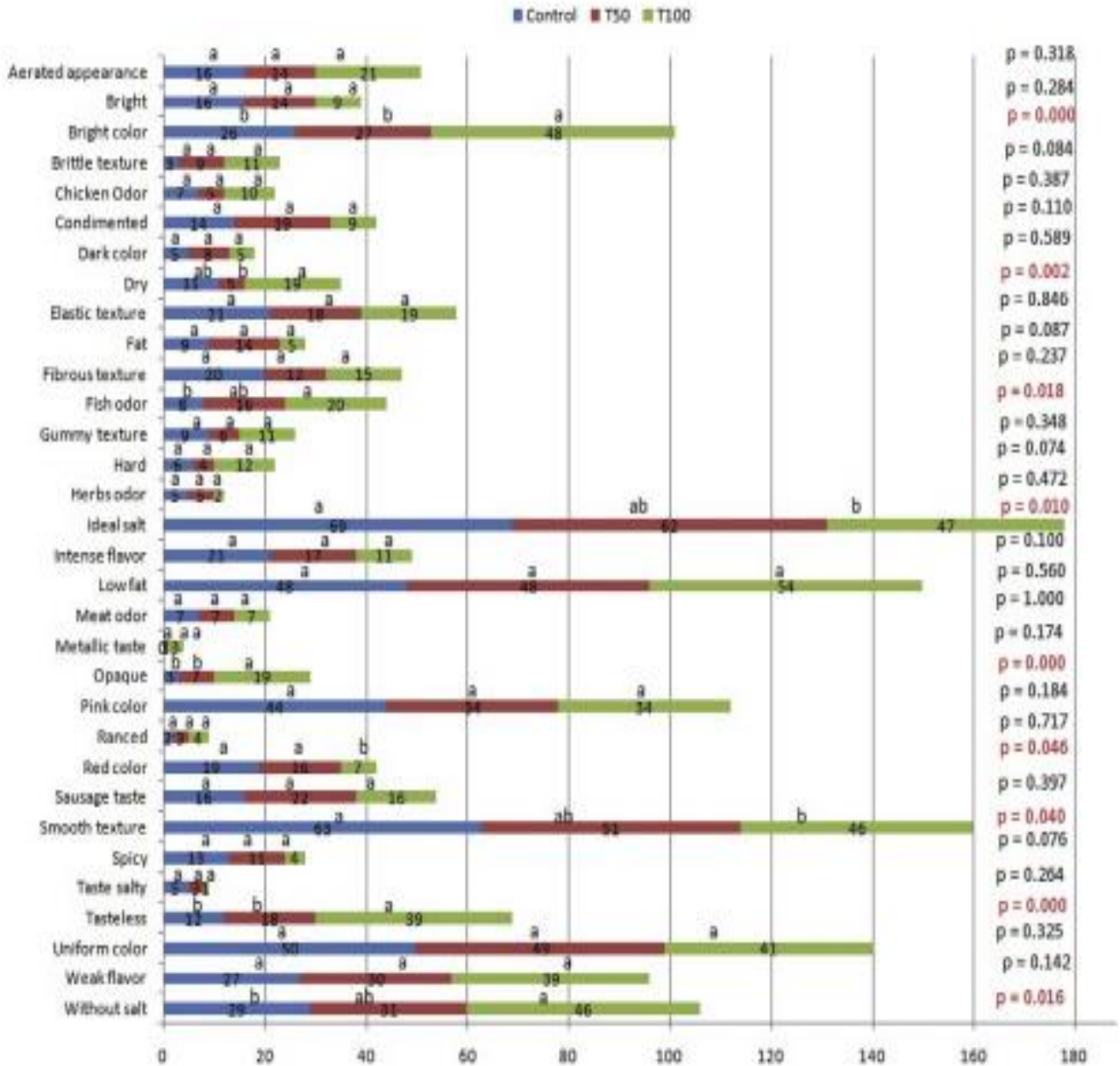


Figura 8. Resultado de los atributos sensoriales asignado en la prueba CATA de diferentes mortadelas.

Un estudio de (Sacks et al. 2001) calcularon que un bajo nivel de sodio redujo la presión arterial sistólica en 11.5 mm Hg en participantes con hipertensión (12.6 mm Hg para los negros; 9.5 mm Hg para otros), en 7.1 mm Hg en participantes sin hipertensión (7.2 mm Hg para negros; 6.9 mm Hg para otros), y en 6.8 mm Hg en hombres y 10.5 mm Hg en mujeres (P <0.001 en todos los subgrupos). Un metaanálisis preparado por la OMS (2012) concluye que existe una fuerte evidencia de la rentabilidad de las estrategias nacionales de reducción de sodio. Por ejemplo, las enfermedades cardiovasculares son el problema de salud más

costoso y representan el 11% del gasto total en salud en todo el mundo. Se espera que la estrategia de reducción de sodio promedio cueste solo el 0.3% del gasto actual en el programa de control de la hipertensión junto con otros costos asociados a enfermedades cardiovasculares en todo el mundo.

Conclusión

La sal común en el pan blanco puede reducirse significativamente con la sustitución de sales de potasio y magnesio sin cloruro, sin comprometer la aceptabilidad. El producto que tuvo mayor aceptabilidad es el 348 que tiene una concentración de sales KCl:MgCl (1:0,50%) conformado por el Cluster 3 y 5, con una población mayoritaria del género Masculino, de la región Costa con hábitos alimenticios de bajo consumo de sal con un consumo bajo en sal. Por otro lado, se recomienda estudiar otros productos como la carne. Además, se podría evaluar como la sal afecta a sus características físicas.

Referencias

- Bernabe-Ortiz A, Gilman RH, Diez-Canseco F, et al (2015) Applying the triangle taste test to assess differences between low sodium salts and common salt: Evidence from Peru. PLoS One 10:1–10. doi: 10.1371/journal.pone.0134700
- Braschi A, Gill L, Naismith DJ (2009) Partial substitution of sodium with potassium in white bread : feasibility and bioavailability. 60:. doi: 10.1080/09637480701782118
- Daugirdas JT (2013) Potential Importance of Low-Sodium Bread and Breakfast Cereal to a Reduced Sodium Diet. J. Ren. Nutr. 23:1–3
- Karanja N, Lancaster KJ, Vollmer WM, et al (2007) Acceptability of Sodium-Reduced Research Diets, Including the Dietary Approaches to Stop Hypertension Diet, among Adults with Prehypertension and Stage 1 Hypertension. J Am Diet Assoc 107:1530–1538. doi: 10.1016/j.jada.2007.06.013
- Katsiari MC, Voutsinas LP, Alichanidis E, Roussis IG (1997) Reduction of sodium content in Feta cheese by partial substitution of NaCl by KCl. Int Dairy J 7:465–472. doi: 10.1016/S0958-6946(97)00032-0
- Liem DG, Miremadi F, Keast RSJ (2011) Reducing Sodium in Foods : The Effect on Flavor. 694–711. doi: 10.3390/nu3060694
- Marchetti L, Argel N, Andrés SC, Califano AN (2015) Sodium-reduced lean sausages with fish oil optimized by a mixture design approach. Meat Sci 104:67–77. doi: 10.1016/j.meatsci.2015.02.005
- Monckeberg Barros F (2012) Salt is indispensable for life, but how much? Rev

Chil Nutr 39:

- Pérez WAP, Muñoz CEA, Molina DAR (2012) Efecto de la Reducción de Cloruro de Sodio sobre las Características de Calidad de una Salchicha Tipo Seleccionada. *Medellin* 65:6779–6787
- Pires MA, Santos IR dos, Barros JC, Trindade MA (2019) Effect of replacing pork backfat with Echium oil on technological and sensory characteristics of bologna sausages with reduced sodium content. *Lwt* 109:47–54. doi: 10.1016/j.lwt.2019.04.009
- Reynoso-Marreros IA, Piñarreta-Cornejo PK, Mayta-Tristán P, Bernabé-Ortiz A (2018) Effect of a salt-reduction strategy on blood pressure and acceptability among customers of a food concessionaire in Lima, Peru. *Nutr Diet* 1–7. doi: 10.1111/1747-0080.12449
- Ruusunen M, Puolanne E (2005) Reducing sodium intake from meat products. *Meat Sci* 70:531–541. doi: 10.1016/j.meatsci.2004.07.016
- Saavedra-Garcia L, Sosa-Zevallos V, Diez-Canseco F, et al (2016) Reducing salt in bread: A quasi-experimental feasibility study in a bakery in Lima, Peru. *Public Health Nutr* 19:976–982. doi: 10.1017/S1368980015001597
- Sacks FM, Svetkey LP, Vollmer WM, et al (2001) Effects on blood pressure of reduced dietary sodium and the dietary approaches to stop hypertension (dash) diet. *N Engl J Med* 344:3–10. doi: 10.1056/NEJM200101043440101
- Sosa M, Flores A, Hough G, et al (2008) Optimum level of salt in French-type bread. Influence of income status, salt level in daily bread consumption, and test location. *J Food Sci* 73:392–397. doi: 10.1111/j.1750-3841.2008.00898.x
- Stanley RE, Bower CG, Sullivan GA (2017) Influence of sodium chloride reduction and replacement with potassium chloride based salts on the sensory and physico-chemical characteristics of pork sausage patties. *Meat Sci* 133:36–42. doi: 10.1016/j.meatsci.2017.05.021
- Zárate H (2013) Sodio & Potasio. *J Chem Inf Model* 53:1689–1699. doi: 10.1017/CBO9781107415324.004
- Zehnder C (2015) Sodio, potasio e hipertensión arterial. *Rev Médica Clínica Las Condes* 21:508–515. doi: 10.1016/s0716-8640(10)70566-6