



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE QUÍMICA

**EVALUACIÓN SENSORIAL DE PRODUCTOS CÁRNICOS
REDUCIDOS EN SODIO Y FOSFATO**

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
QUÍMICA DE ALIMENTOS
P R E S E N T A

MARIANA DOMÍNGUEZ GARCÍA



MÉXICO, D.F.

2011



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

JURADO ASIGNADO:

PRESIDENTE: Profesor: JOSÉ LANDEROS VALDEPEÑA

VOCAL: Profesor: PATRICIA SEVERIANO PÉREZ

SECRETARIO: Profesor: HÉCTOR BERNARDO ESCALONA BUENDÍA

1er. SUPLENTE: Profesor: ABRAHAM ITZCOATL ACATZI SILVA

2° SUPLENTE: Profesor: VERONICA HERNÁNDEZ BRIONES

SITIO DONDE SE DESARROLLÓ EL TEMA:

**LABORATORIO DE EVALUACIÓN SENSORIAL, R010. DEPARTAMENTO DE BIOTECNOLOGÍA.
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA. UNIDAD IZTAPALAPA.**

ASESOR DEL TEMA:

Dr. Héctor Bernardo Escalona Buendía

SUPERVISOR TÉCNICO:

Dra. Edith Ponce Alquicira

SUSTENTANTE:

Mariana Domínguez García

Agradecimientos

A Dios por acompañarme siempre en mi camino.

A la Universidad Nacional Autónoma de México, por ser mi casa y el lugar donde me he formado para llegar a ser la profesionista y persona que ahora soy.

A la Universidad Autónoma Metropolitana por recibirme y darme el apoyo en la realización de mi tesis.

A la Dra. Edith Ponce por creer en mí, por su apoyo durante mi estancia en la UAM y permitirme ser parte de su equipo de trabajo.

Al Dr. Héctor Escalona, por ser un ejemplo a seguir, por compartir sus conocimientos y experiencias conmigo. Gracias por su apoyo y depositar su confianza en mí.

A mis jueces por enriquecer este trabajo, por asesorarme y aconsejarme durante este proceso.

A mis profesores por compartirme sus conocimientos, por su paciencia y apoyo en este camino.

A Ivonne García Rojas porque... "nadie se cruza en tu vida por error"...gracias por ser las relaciones públicas de este proyecto, por brindarme tu amistad y abrirme las puertas de tu hogar.

A mi madre, gracias por tu apoyo, tus consejos y ser la persona que me ha impulsado a convertirme en una profesionista, porque gracias a ti he logrado llegar a la meta más importante de mi vida.

Gracias. Mariana D. García

Dedicatoria

A ti mami, porque este triunfo también es tuyo. Y porque sin tu apoyo y tus consejos nunca hubiera llegado este momento. Gracias por tus desvelos y por tu lucha constante cuando parecía que nada tenía solución. Eres mi ejemplo de vida, mi razón de ser y la mejor mamá de mundo. Te amo.

A mi hermana Esther y mi hermano Ismael, por aguantarme en mis lapsos de "quimi-caprichosa". Porque no pretendo ser un ejemplo de perfección sino un ejemplo de que con esfuerzo pueden llegar a sus metas. Sepan que siempre podrán contar conmigo y que los quiero mucho.

A mi abuelito, por inculcarme los valores que ahora tengo y por ser un padre para mí. Gracias por apoyarnos siempre.

A mi Ángel de la guarda, a ti Miguel por ser mi apoyo y el de mi familia. Gracias por saber esperar. Por compartir conmigo los buenos y malos momentos de este camino, por enseñarme que todo tiene solución y porque me has demostrado que siempre podré contar contigo. Te amo.

A mi familia, gracias por estar siempre pendiente de mí, por sus bendiciones y mostrarme que unidos todo se puede lograr.

A todos mis amigos, porque las personas que se cruzan en tu camino siempre dejan una enseñanza y recuerdos inolvidables, gracias por compartir tantos momentos conmigo.

A Nadia, Jeny, Christian y Ricardo porque sé que siempre podré contar con ustedes. Los quiero mucho.

Con cariño. Mariana D. García

*No se llegar a cielo de un solo brinco,
sino que la escalera se construye desde la baja tierra
a los abovedados cielos,
y subimos paso a paso hasta la cumbre.*

J. G. Holland

Índice

	Página
1. Resumen	8
2. Introducción	9
3. Objetivos	12
3.1 Objetivo general	12
3.2 Objetivos específicos	12
4. Antecedentes	13
4.1 Sentido del gusto	13
4.1.1 Gusto salado	13
4.1.2 Gusto amargo	14
4.2 Sabor	14
4.3 Textura	15
4.4 Función del sodio en productos cárnicos	16
4.5 Función del fosfato en productos cárnicos	17
4.6 Fibra en productos cárnicos	19
4.7 Sodio e hipertensión	19
4.8 Reducción de sodio y fosfatos en productos cárnicos	20
4.9 Productos cárnicos	24
4.9.1 Salchicha	25
4.9.2 Jamón	26
4.10 Evaluación sensorial	26
4.10.1 Requerimientos generales	27
4.10.2 Pruebas analíticas	29
4.10.2.1 Métodos sensitivos	29
4.10.2.2 Métodos cuantitativos	29
4.10.2.3 Métodos descriptivos	30
4.10.3 Pruebas afectivas	31
4.10.4 Escalas	32
4.10.4.1 Escalas hedónicas	33
4.10.4.2 Escala Just-About-Right (Justo como lo esperaba)	33
4.10.4.3 Escala de intensidad	33
4.11 Métodos del análisis estadístico	34
4.11.1 Análisis de varianza	34
5. Hipótesis	35
6. Metodología	36
6.1 Descripción de la metodología	38
6.1.1 Puebas preliminares	38
6.1.1.1 Pueba de nivel de agrado	38
6.1.1.2 Prueba de expectativa	38
6.1.1.3 Análisis descriptivo (QDA)	39
6.1.2 Selección de mezclas de sales y fosfatos parecidos al control	40
6.1.2.1 Pueba de intervalos	40
6.1.2.2 Evaluación sensorial de jamones y salchichas reducidos en sodio y fosfato	41
7. Resultados y discusión	42
7.1 Reformulación y pruebas preliminares	43
7.1.1 Nivel de agrado	43
7.1.2 Prueba de expectativa	46

7.2	Análisis descriptivo cuantitativo con mezclas de sales	47
7.3	Selección de mezclas de sales y concentración de fosfatos	51
7.3.1	Mezclas de NaCl/KCl	52
7.3.1.1	Expectativa de salado y firmeza	53
7.3.1.2	Nivel de agrado	55
7.3.1.3	Intensidad de resabio amargo y metálico	56
7.3.2	Mezclas de NaCl/KCl/MgCl ₂	58
7.3.2.1	Expectativa de salado y firmeza	59
7.3.2.2	Nivel de agrado	61
7.3.2.3	Intensidad de resabio amargo y metálico	62
7.4	Evaluación sensorial de mezclas similares al control	64
7.4.1	Expectativa de salado y firmeza	65
7.4.2	Nivel de agrado	67
7.4.3	Intensidad de resabio amargo y metálico	68
7.5	Evaluación sensorial de salchichas tipo Viena reducidas en sodio y fosfato	69
7.5.1	Salchichas tipo Viena con menor contenido de proteína	70
7.5.1.1	Expectativa de salado y firmeza	70
7.5.1.2	Nivel de agrado	73
7.5.1.3	Resabio amargo y metálico	74
7.5.2	Salchichas tipo Viena con menor contenido de proteína	75
7.5.2.1	Expectativa de salado y firmeza	76
7.5.2.2	Nivel de agrado	79
7.5.2.3	Intensidad de resabio amargo y metálico	80
7.6	Evaluación sensorial de jamón reducido en sodio y fosfato	81
7.6.1	Evaluación sensorial de jamón con menor contenido de proteína	82
7.6.1.1	Expectativa de salado y firmeza	82
7.6.1.2	Nivel de agrado	84
7.6.1.3	Intensidad de resabio amargo y metálico	86
7.6.2	Evaluación sensorial de jamón con mayor contenido de proteína	88
7.6.2.1	Expectativa de salado y firmeza	88
7.6.2.2	Nivel de agrado	91
7.6.2.3	Intensidad de resabio amargo y metálico	92
7.7	Comparación de los productos desarrollados contra un producto ideal	95
8.	Conclusiones.....	98
9.	Bibliografía.....	100
10.	Anexo Análisis de Varianza y Pruebas de Rango Múltiple.....	104
11.	Anexo Cuestionarios.....	118
11.1	Prueba de expectativa, nivel de agrado e intensidad	118
11.2	Prueba QDA	120

ABREVIATURAS

ANOVA: Análisis de varianza

Aw: actividad de agua (*Water activity*)

g/día/persona: gramos por día por persona

HA: Hipertensión Arterial

JAR: Justo como lo esperaba (*Just About Right*)

LSD: Diferencia mínima significativa

QDA: Análisis descriptivo cuantitativo

UAM: Universidad Autónoma Metropolitana

1. RESUMEN

Se ha reportado que el alto consumo de sodio en la dieta humana incide principalmente en problemas de hipertensión, es por esto que se ha procurado reducir su contenido en productos cárnicos, ya que la mayoría del sodio proviene de alimentos procesados, principalmente en forma de cloruro de sodio. La sal común es utilizada en productos cárnicos por su efecto en la textura, sabor y vida de anaquel. La reducción del cloruro de sodio puede tener efectos adversos en la capacidad de retención de agua, textura y en su calidad sensorial, principalmente en el sabor.

Con el fin de determinar el impacto sensorial que tienen los cambios en el contenido de cloruro de sodio y fosfato en formulaciones de salchicha y jamón, se realizarán diversas evaluaciones sensoriales con consumidores.

Se reducirá el contenido de cloruro de sodio sustituyéndolo por mezclas de sales de potasio y magnesio; así como el contenido de fosfato mediante el uso de fibra.

Se pretende evaluar principalmente la intensidad de salado y firmeza, así como el nivel de agrado del producto en general y determinar si las mezclas de sales podrían generar algún resabio amargo o metálico en el consumidor, a través de la siguiente metodología:

Estudios de jueces hedónicos no entrenados (consumidores)

a) Pruebas de nivel de agrado.

Lawless T. Harry (1998). Sensory Evaluation of food. Principles and practices.
Pretende establecer la preferencia de los consumidores por un producto, midiendo cuanto les gusta o les disgusta. En este tipo de pruebas se utilizan escalas hedónicas.

b) Expectativas de los consumidores. Metodología JAR.

Lawless T. Harry (1998). Sensory Evaluation of food. Principles and practices.
Se realizan para estimar como percibe o cómo espera el consumidor un producto en algunos atributos que sean de interés, mediante el uso de la escala "punto perfecto" o "just about right".

c) Pruebas de intensidad.

Lawless T. Harry (1998). Sensory Evaluation of food. Principles and practices.
Se realiza para determinar la intensidad con el consumidor percibe atributos específicos, mediante el uso de escalas de intensidad.

2. INTRODUCCIÓN

El cloruro de sodio en productos cárnicos es un ingrediente esencial puesto que provee de diferentes funcionalidades. Primero, la sal es usada como un medio para prevenir el deterioro de alimentos perecederos reduciendo la actividad de agua (a_w) cuando ésta es adicionada. Segundo, la sal es la que provee a este tipo de productos las características de sabor. En tercer lugar, la sal juega un papel clave en el desarrollo de la textura deseada en productos cárnicos debido a que influye directamente en la solubilidad de las proteínas miofibrilares (miosinas y actinas). A pesar de todas las características favorables de la sal antes mencionadas existe actualmente una fuerte presión por parte de numerosas organizaciones de salud para reducir el contenido de sal en este tipo de productos, puesto que las altas cantidades de ésta, están relacionadas directamente con la hipertensión arterial que en ocasiones aumenta el riesgo de ataques cardiovasculares y muerte prematura. Con el objetivo de disminuir el contenido de sal existen tres soluciones potenciales:

El cloruro de sodio puede ser remplazado por cloruro de potasio y magnesio, sin embargo pueden generar un sabor ligeramente amargo.

Uso de potenciadores de sabor como carboximetilcelulosa y carrageninas combinados con bajas cantidades de sal que den la nota salada deseada.

Puede ser alterada la estructura física del cloruro de sodio. Un cambio en el tamaño de partícula de cristales de sal no disueltos podría acelerar la sensación en boca del salado.

En una población base se ha establecido que el consumo de más de 6 g NaCl/día/persona está asociado con un aumento de presión sanguínea con la edad. Por lo tanto, se ha recomendado que la cantidad total de sal en la dieta se debe mantener alrededor de 5-6g/día. Estas recomendaciones están dirigidas al público en general. Esto es sin embargo, reconociendo a los individuos susceptibles genéticamente a la sal e hipertensos que particularmente se

benefician de dietas bajas en sodio, el contenido de sal debe oscilar entre 1 y 3 g/día.

Entre los alimentos con alto contenido de sodio encontramos:

Carne y derivados: jamón (1235 mg/100 g), salchichas de pavo (878 mg/100 g), tocino, carnes curadas y ahumadas.

Productos lácteos: queso cottage, queso cheddar (620 mg/100 g), queso mozzarella (373 mg/100 g), mantequilla (286 mg/100 g).

Botanas: papas fritas (656mg/100g), palomitas de maíz (365mg/100g), avellanas saladas (780 mg/100g).

Alimentos enlatados: tomate en conserva (420 mg/100 g), atún (310 mg/100 g), sardina (280 mg/100 g).

Cereales: Special K (935 mg/ 100 g), Corn flakes (900 mg/100 g).

Además del sodio, la presencia de cantidades excesivas de fosfatos puede influir en los balances de calcio, hierro y magnesio en el cuerpo humano y pueden como consecuencia incrementar el riesgo de enfermedades óseas.

La evaluación sensorial es una disciplina científica usada para evocar, medir, analizar e interpretar las reacciones de las características de los alimentos y materiales percibidos por los sentidos de la vista, olfato, gusto, tacto y oído.

Entre dichas características se puede mencionar:

Apariencia: Se conoce así a las propiedades visuales de un producto incluyendo tamaño, forma, color, textura visual, brillo, transparencia, oscuridad, etc.

Olor: La fragancia de un producto percibidos por la nariz a través de las narinas externas.

Textura: Son todos los atributos reológicos y estructurales (geométricos y superficiales) de un alimento; que son percibidos por medio de receptores mecánicos, táctiles, visuales y auditivos (Voilley & Etiévant, 2006).

Gusto: Es la combinación de sensaciones químicas que se percibe en la cavidad bucal con la intervención de las papilas gustativas, donde se localizan los receptores, situados en lugares muy diversos: el paladar blando, en la pared posterior de la faringe, en la epiglotis y, sobre todo, en la lengua, donde son más abundantes(Lawless,1999).

Existen técnicas para la evaluación de los atributos sensoriales de los alimentos. Las metodologías de ensayos sensoriales se incluyen en tres grandes clases:

Ensayos discriminativos= ¿existe diferencia?

Ensayos descriptivos= ¿cuál es la diferencia y como es esa diferencia?

Ensayos hedónicos/afectivos = ¿a quién le gusta y por qué le gusta?

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo general

Evaluar el efecto sensorial de diversas formulaciones empleadas en la elaboración de jamón y salchicha reducidos en sodio y fosfatos.

3.2. Objetivos específicos

- Desarrollar un análisis sensorial que permita determinar la combinación y concentración de sales diferentes al cloruro de sodio las cuales proporcionen la nota salada idónea en salchichas tipo Viena y jamón.
- Determinar la proporción y tipo de sales que sensorialmente obtengan el mayor nivel de agrado para los consumidores.
- Determinar si la reducción de sodio y fosfatos en productos cárnicos afecta las características de textura.
- Determinar la concentración de sales de potasio y magnesio que sensorialmente no presenten resabio amargo o metálico.

4. ANTECEDENTES

4.1. Sentido del gusto

El sentido del gusto es la combinación de sensaciones químicas que se percibe en la cavidad bucal con la intervención de las papilas gustativas, donde se localizan los receptores situados en lugares muy diversos: el paladar blando, en la pared posterior de la faringe, en la epiglotis y, sobre todo, en la lengua, donde son más abundantes.

Para que una sustancia química ofrezca un sabor necesita cumplir tres requisitos:

- a) Ser soluble en agua.
- b) Tomar contacto con el receptor, una vez que se ha disuelto en la saliva.
- c) Disponer de una estructura química concreta (Bello, 2000).

El gusto de un alimento es detectado por las papilas, y el mensaje nervioso de éstas llega al cerebro, donde es interpretado. El gusto de un alimento puede ser salado, dulce, amargo o ácido. Actualmente se conoce un quinto gusto básico: umami; el cual se aplica a la sensación gustativa provocada por un grupo heterogéneo de sustancias entre las que cabe destacar las sales del ácido glutámico (GMS) y las sales disódicas de los purín-5'-monofosfatos. (Anzaldúa-Morales, 1994).

4.1.1. Gusto salado

Las papilas específicas del gusto salado se localizan en los bordes de la lengua. A pesar de que el Na^+ es el ión más relevante, este atributo es obtenido también por iones como; LiCl , KCl , NH_4Cl y CaCl_2 . Esto es especialmente evidente en los humanos (Voilley and Etiévant, 2006).

Con respecto al gusto salado, uno de los principales factores es la concentración de sodio en la saliva. Aunque mucha gente adiciona cloruro de sodio para potenciar el sabor de alimentos, su preferencia puede cambiar debido a que el agrado del cloruro de sodio es mediado por los niveles en la dieta del consumidor.

Cuando alguien sigue una dieta baja en sodio por varias semanas o meses, se acostumbra al sabor ligero de los productos bajos en sodio (Puolane, 2001).

4.1.2. Gusto amargo

Las papilas específicas del gusto amargo se encuentran al final y en la zona central de la lengua. La percepción de éste comprende una familia compleja de componentes químicos pertenecientes a una multitud de sales como el cloruro de potasio e isotiocianato de sodio; la mayoría de los L-aminoácidos y moléculas orgánicas más complejas como alcaloides, polifenoles, los compuestos del terpeno, flavonoides, la cafeína, péptidos, algunos compuestos de la reacción de Maillard y ácidos grasos oxidados. El genoma humano solo posee 25 receptores a esta sensación sin embargo, los consumidores pueden percibir cientos de componentes amargos (Voilley and Etiévant, 2006).

El conocer los receptores del gusto amargo no sólo sirve para un mejor entendimiento del mecanismo molecular de la percepción sino que permitirá predecir e influenciar dicha percepción, así como determinar que componente deja gusto amargo a los humanos y cual no.

4.2. Sabor

La percepción de muchas características de sabor depende en gran nivel de la naturaleza de la matriz alimentaria, ésta juega un importante rol en el control de la liberación de sabor.

Este atributo de los alimentos es muy complejo, ya que combina tres propiedades, el gusto, aroma en boca y las sensaciones táctiles (trigeminales). El sabor es la suma de las tres características y, por lo tanto su medición y apreciación son más complejas que las de cada propiedad por separado.

El sabor de los alimentos es dependiente del tiempo ya que hay sabores que se perciben más rápidos que otros. Incluso con los gustos básicos, en el caso de la acidez existen diferencias de acidez, no solo en cuanto a la intensidad, sino también en cuanto a la prontitud con la que las personas perciben esa sensación.

Otra característica de sabor relacionada con el tiempo es la persistencia, la cual es conocida también como deajo, regusto o resabio. Hay alimentos y sustancias con sabor que dejan un cierto resabio después de haberlos probado. Un ejemplo de esto es el caso de la sacarina, la cual sustituye al azúcar en cuanto al gusto dulce pero, sin embargo, deja un resabio amargo o metálico desagradable. Es muy importante considerar esta característica ya que un alimento puede ser aceptado inicialmente por su sabor agradable, pero posteriormente puede ser rechazado por los consumidores debido a algún resabio molesto o desagradable que pudiera sentirse tiempo después de haber terminado de consumir el producto (Anzaldúa-Morales, 1994).

4.3. Textura

Los dos mayores componentes para la aceptación de los alimentos por los consumidores son el sabor y la textura. Los análisis reológicos pueden permitir la caracterización de la textura percibida.

Las características de textura de los alimentos son aspectos importantes para la aceptación de los consumidores. Muchos métodos instrumentales han sido desarrollados para la determinación de las propiedades de textura de los alimentos. Estos métodos tienen la ventaja de obtener parámetros que pueden ser correlacionados con análisis sensoriales.

La textura se define como la propiedad sensorial de los alimentos que es detectada por los sentidos del tacto, la vista y el oído, y que se manifiesta cuando el alimento sufre una deformación.

Las propiedades o características de textura han sido clasificadas en tres categorías: atributos mecánicos, geométricos y de composición.

1. Atributos mecánicos: indican el comportamiento mecánico antes de la deformación y pueden dividirse en:
 - a. Primarios: se correlacionan con una propiedad mecánica tal como fuerza, deformación o energía.

- i. Dureza: fuerza requerida para comprimir una sustancia entre las muelas (sólidos) o entre la lengua y el paladar (semisólidos).
 - ii. Cohesividad
 - iii. Elasticidad
 - iv. Adhesividad
 - v. Viscosidad
 - b. Secundarios: resultan de la combinación de las propiedades primarias.
 - i. Fragilidad
 - ii. Masticabilidad
 - iii. Gomosidad
- 2. Atributos geométricos: son aquellos relacionados con la forma o la orientación de las partículas del alimento.
 - a. Fibrosidad
 - b. Granulosidad
 - c. Esponjosidad
 - d. Aspereza
- 3. Atributos de composición: son los que aparentemente indican la presencia de algún componente en el alimento:
 - a. Humedad
 - b. Grasosidad
 - c. Aceitosidad
 - d. Harinosidad (Anzaldúa-Morales, 1994).

4.4. Función del sodio en productos cárnicos

La sal ha sido utilizada desde tiempos antiguos para la preservación de productos cárnicos y por lo tanto es uno de los ingredientes más comunes en dichos productos procesados.

En la industria cárnica moderna, la sal es utilizada como un condimento o potenciador de sabor, la percepción de salado del NaCl en productos cárnicos es principalmente debida al catión Na^+ con el anión Cl^- . La grasa y la sal conjuntamente contribuyen en gran medida en las propiedades sensoriales, se ha mostrado que conforme los niveles de sal aumentan, el incremento en el salado es más notable en productos grasos que en otros. También se ha mostrado que un incremento en el contenido de proteína cárnica reduce la percepción de salado y recientemente se ha observado que el efecto del contenido de carne en la percepción de salado es más fuerte que el efecto del contenido de grasa (Desmond, 2006).

Además de potenciador de sabor, el sodio es responsable de las propiedades de textura deseadas, ya que además, activa las proteínas para incrementar la hidratación y capacidad de retención de agua, aumentando las propiedades de unión proteína-proteína y grasa-agua por la expansión de los filamentos de las miofibrillas y por la solubilización parcial de las proteínas miofibrilares para proporcionar textura, incrementar la viscosidad de pastas cárnicas y facilitar la incorporación de grasa para formar pastas estables (Desmond, 2006).

El desarrollo de productos y estudios sobre la reducción de sal se deben dirigir hacia los efectos científicos que pueden tener en las funciones tecnológicas como capacidad de retención de agua, unión de grasa, textura, propiedades sensoriales, estabilidad y vida de anaquel (Ruusenen & Puolane, 2005).

4.5. Función de los fosfatos en productos cárnicos

Se pueden usar un conjunto de fosfatos alcalinos en los embutidos cocidos. Los más comunes son el tripolifosfato sódico, el hexametáfosfato sódico y el pirofosfato tetrasódico, bien solos o en asociación. También pueden usarse algunos fosfatos potásicos

Entre las funciones de los fosfatos se encuentran:

Estabilizadores de color, los polifosfatos proporcionan pH 6.5-6.6 para retardar la oxidación de los pigmentos cárnicos naturales que se aceleran en el pH normal de la carne (5.2-6.0).

Los fosfatos imparten cohesión y modifican la capacidad de retención de agua del músculo post-rigor mediante el incremento del pH del músculo. Estas cargas negativas incrementan la repulsión electrostática entre fibras y por último incrementan la hidratación del músculo. La mayoría de los fosfatos grado alimenticio aumentan el pH de la carne, sin embargo, la relación entre los efectos del pH y la capacidad de retención de agua varía con los diferentes tipos de fosfatos (Keenan, et al., 2010).

Como resultado, los fosfatos mejorarán la estabilidad de la emulsión y la unión de trozos de carne en productos de carne cortados y embutidos. Los fosfatos también protegen la emulsión de los productos de variaciones en temperaturas de emulsión y cocimiento, y serán muy valiosos en la producción de productos cárnicos bajos en sodio.

La sal (cloruro de sodio y cloruro de potasio) es muy importante para la funcionalidad de los fosfatos. A los niveles limitados en los que se añaden los fosfatos, la adición de sal tiene un mayor efecto en la fuerza iónica. Más específicamente, el ión cloruro juega un papel importante causando la repulsión electrostática de las proteínas del músculo, lo que permite que se ligue más agua o quede atrapada dentro de las fibras o células del músculo, reduciendo la pérdida de fluido durante el cocimiento.

En términos de efectos en sabor de los fosfatos, algunos investigadores han indicado que los fosfatos, particularmente a niveles altos, producen sabores amargos o 'jabonosos'. Para los niveles de fosfato por debajo de los límites aprobados (ej., 0.3%), sólo en el caso del pirofosfato tetrapotásico se ha notado un resabio no deseado en los productos emulsionados (Knipe, 2004).

4.6. Fibra en productos cárnicos

Los consumidores son cada vez más conscientes de la relación que existe entre los alimentos en la dieta con los problemas de la salud y por lo tanto exigen ingredientes naturales que sean seguros para poder tener una mejor calidad de vida.

El fabricante dispone de una serie de productos no cárnicos que puede incorporar a la carne en los embutidos. A estas sustancias se les denomina de ligazón o de relleno y menos frecuentemente estabilizantes o emulsificantes. Se añaden en las formulaciones por alguna de las siguientes razones: para favorecer la estabilidad de la emulsión, aumentar la retención de agua, para aumentar el rendimiento en el tratamiento térmico, para mejorar las características de fileteado, para mejorar el sabor y para reducir los costos de formulación. Su empleo está estrictamente regulado. Muchos de ellos realizan funciones útiles en los sistemas cárnicos contribuyendo a la unión del agua y la grasa. Su uso se limita generalmente al 3.5% con la excepción de la proteína de soya con un límite del 2% (Schweigert & Price, 1994).

Se ha reportado que el salvado y fibra de avena, proporcionan sabor, textura y sensación en boca de grasa en salchichas de cerdo (García et al., 2002).

Estudios realizados por Flores et al. [12], indican que la adición de 0.5%, 1% y 1.5% de fibras de avena y trigo no tuvieron efecto significativo sobre el sabor o resabio de la salchicha Viena.

4.7. Sodio e hipertensión

La ingesta de sal en exceso ha sido identificada como una de las causas principales de enfermedades cardiovasculares, las cuales representan ya una de las mayores causas de muerte en todo el mundo (Morris et al., 2010).

El sodio es consumido principalmente vía los alimentos procesados, principalmente de productos cárnicos y derivados de cereales. Aunque la recomendación es

consumir de entre 3.5-5 g por día, el consumo estimado puede alcanzar hasta 9 g/día.

La hipertensión arterial esencial (HA) es la enfermedad crónica más frecuente en nuestro medio, afecta a sujetos en las etapas más productivas de la vida. La importancia del padecimiento radica en su repercusión sobre la esperanza y calidad de vida de quien tiene este padecimiento porque no se diagnóstica oportunamente y cursa asintomático hasta que aparecen una o varias complicaciones (Cruz, 2006).

De acuerdo a la Encuesta Nacional de Salud del 2006, la prevalencia en México de esta enfermedad en la población de 20 años o más resultó de un 30.8%. Más de 50% de los hombres a partir de 60 años presenta hipertensión arterial, mientras que, en las mujeres, la afección se presenta en casi el 60% para el mismo periodo de edad (Totosaus, 2007).

4.8.Reducción de sodio y fosfato en productos cárnicos.

Existe una considerable evidencia que el consumo de alimentos está fuertemente ligado a la salud, de modo que altos niveles de ingesta de sodio puede ser crucial para el desarrollo de hipertensión y el ascenso de la presión arterial relacionada con la edad, típicamente observada en la sociedad moderna. Lo anterior y la resistencia de los consumidores hacia los aditivos en alimentos ha estimulado el interés de los procesadores cárnicos en el desarrollo de productos con niveles reducidos de sodio y fosfatos (Blesa et al., 2008).

A diferencia del calcio, el fósforo en la dieta es absorbido (55-80%) en el intestino y esto incrementa la concentración de fosfato sérico (S-Pi) en pocas horas resultado en un incremento de la hormona paratiroidea. El efecto en la concentración de S-Pi por el incremento de la cantidad de fósforo en la dieta, es principalmente controlado por cambios en la excreción urinaria de fosfato. La alta ingesta de fósforo en la dieta genera típicamente en ciudades con alimentos procesados con aditivos. Aunque algunos alimentos ricos en fósforo son también

buena fuente de calcio, por ejemplo los productos lácteos; muchos otros contienen muy poca cantidad de éste. Este tipo de hábitos alimenticios pueden disminuir el balance P:Ca y generar problemas de hiperparatiroidismo y disminución de la densidad mineral en la sangre (Kemi et al., 2006).

La mayor ingesta de cloruro de sodio en la dieta proviene de alimentos procesados, el consumo de productos cárnicos contribuye aproximadamente del 16 al 25% de la ingesta diaria total de cloruro de sodio (Weiss et al., 2010). A pesar de esto, el contenido de NaCl de productos cárnicos procesados puede ser reducido, sin embargo, el control de la ingesta de sodio a partir de estos productos es difícil debido a los diferentes niveles de sodio encontrados en el mismo tipo de producto; por ejemplo, en 30 salchichas de diferentes fabricaciones el contenido de sodio varió de 0.5 a 1.0 g/100g. La reducción de cloruro de sodio depende de aspectos como el tipo de producto, su composición, el tipo de proceso requerido y las condiciones de preparación (Ruusenen & Puolane, 2005).

La reducción directa de sodio puede modificar algunas propiedades de los sistemas de emulsión de la carne ya que la solubilización de las proteínas del músculo en las soluciones salinas es uno de los procesos fisicoquímicos más importantes para la manufactura de productos cárnicos, en la cual, la solubilización normalmente ocurre como resultado de la mezcla de sal y carne, además, la reducción de sal en muchos productos tendrá un efecto adverso en la unión de grasa-agua afectando la textura y el incremento de pérdida de agua por cocción.

Estudios han mostrado que el uso de mezclas de sales minerales es un buen camino para reducir el contenido de sodio en productos cárnicos. El cloruro de potasio es probablemente el más común sustituto de sal usado en alimentos bajos o reducidos en sal/sodio. Sin embargo esta técnica plantea diferentes cuestiones como la posible reducción del gusto salado; introducción de sabores metálicos, amargos y astringentes; anomalías en el color y textura; la acción de los diferentes cationes en la actividad enzimática durante el proceso de curado; la cantidad de sal necesaria para obtener un producto seguro y microbiológicamente estable; el

tiempo de salado necesario, cuando se usan diferentes mezclas de sales y finalmente la velocidad de difusión de las diferentes sales en el interior de productos curados (Blesa et al., 2008; Morris et al., 2010).

Sobre mezclas 50:50 cloruro de sodio/potasio en solución ha significado un incremento en el amargor y se ha observado reducción en el salado. La misma percepción de salado puede ser lograda con mezclas de sales de bajo contenido de sodio. Algunas mezclas comerciales han reemplazado casi la mitad del sodio con cloruro de potasio, sulfato de magnesio y el aminoácido esencial L-lisina. Investigaciones indican que del 20 al 40% de reemplazo aparentemente puede ser el rango al cual el impacto en el sabor no es notable (García-García & Totosaus, 2008).

En jamones cocidos se ha encontrado que un 50% de reemplazo con KCl da superiores uniones y aceptables resultados sensoriales. En jamones se declaró que el uso de mezclas 70% NaCl/30% KCl o 70% NaCl/30% MgCl₂ no fueron diferentes en términos de sabor, suavidad y aceptación en general comparada con jamones hechos con 100% NaCl (Desmond, 2006).

En presencia de cloruro de sodio, la funcionalidad de las proteínas miofibrilares puede ser mejorada utilizando bajas concentraciones de sales divalentes. Se ha reportado que las sales de calcio, magnesio o potasio mejoran la extractabilidad y solubilización de las proteínas en batidos cárnicos y mejoran la estabilidad de la emulsión. A la misma concentración (0.43M), el cloruro de calcio y magnesio extraen menos proteína total que el cloruro de sodio o potasio; pero la proteína que más extrae el cloruro de magnesio es miosina, la cual no es extraída por el cloruro de calcio (Totosaus, 2007).

Un aceptable producto cárnico bajo en sodio sin la adición de fosfatos se puede conseguir mediante el incremento de proteínas cárnicas o por la reducción de las cantidades de agua adicionada, porque el contenido de sal en la fase acuosa determina su efecto en la unión de agua y gelificación, también, numerosos aditivos, por ejemplo, el citrato de sodio e ingredientes han sido usados en

productos cárnicos libres de fosfatos para mejorar la capacidad de retención de agua. Un aislado de proteína de soya es usado como un agente estabilizador de la emulsión (Ruusenen et al., 2006).

Las fibras solubles e insolubles pueden proveer una multitud de propiedades funcionales cuando se incorporan a sistemas alimentarios debido a que sus constituyentes pueden interactuar con los componentes de los alimentos durante el procesamiento consiguiendo cambios en la biodisponibilidad de los nutrientes, así como en la textura y sabor del producto final

De acuerdo a estudios realizados, a medida que aumenta la concentración de fibra, disminuye el % de grasa, por lo tanto ésta puede ser usada en productos cárnicos no sólo como sustituto de la grasa sino para obtener un efecto benéfico sobre la salud de los consumidores. (Vásquez-Villalobos, et al., 2010).

De acuerdo a Ruusenen et al. en 2006 [32]; el contenido de sal en rangos de 2 a 2.5% es necesario para la manufactura de salchichas tipo Frankfurt sin la adición de fosfatos y en la ausencia de cualquier otro ingrediente que pueda suplir los efectos del cloruro de sodio. En Finlandia la sal contenida en salchichas cocidas con fosfatos adicionados tiene en promedio 1.7%. La meta es continuar reduciendo los contenidos de sal mientras que la demanda por productos hechos sin la adición de fosfatos se incrementa.

García-García y Tototosaus en el 2008[10] evaluaron productos cárnicos bajos en grasa y con 2.5% de sodio; encontraron que adicionando 0.5% de cloruro de potasio y 0.11% de cloruro de calcio se obtenían estructuras más débiles, con menor dureza y un aumento en la cohesividad, resistencia y gomosidad. Por el contrario, en mezclas de $KCl/MgCl_2$, se obtuvieron estructuras más sólidas y también un aumento en la cohesividad, resistencia y gomosidad.

Ruusenen et al. en 2003, encontraron que en productos cárnicos reducidos en sodio a niveles de 1.10, 1.35 y 1.6%, libres de fosfato y adicionados con almidón de tapioca, salvado de trigo y citrato de sodio; la sal y el almidón aumentan la retención de agua, principalmente en salchichas con mayor porcentaje de grasa;

también, que el contenido de sal aumenta la firmeza y la jugosidad. Se observó que el salvado de trigo y el citrato de sodio aumentan la percepción de salado más que el almidón de tapioca y que el contenido de grasa no tiene efecto en el salado.

En estudios realizados por Keenan et al. en el 2010 [17] con productos cárnicos utilizando niveles de fosfatos de 0.3 y 0.15% se encontró que los niveles de fosfatos no tienen efectos en la terneza (utilizando una escala hedónica de 8 puntos), textura y aceptabilidad (escala hedónica de 6 puntos). Se indica que dichos resultados pueden deberse a que los fosfatos pueden impartir sabor amargo generando algunas veces sabores desagradables a niveles de 0.3 y 0.5% en productos cárnicos. También se obtuvo que una reducción en los niveles de fosfatos generan un menor índice de jugosidad, lo cual es resultado del rol sinergista de los fosfatos con la sal para la unión de agua.

Lawrence et al. en el 2009 [21] estudiaron las interacciones olor-sabor como una forma de incrementar la salinidad en soluciones con bajo contenido de sal. El objetivo de este estudio fue probar dicha hipótesis (como el uso de aromas puede compensar la reducción de sal en los alimentos). El primer experimento consistió en investigar sensorialmente que tipo de aromas pueden evocar salinidad. El segundo experimento consistió en grabar o fijar (en un papel el cual fue dado a oler a los panelistas) la salinidad de soluciones con dichos olores y también con cloruro de sodio con el objetivo de demostrar la efectividad de dichos olores. Los resultados demostraron que ciertos aromas de alimentos como el tocino, anchoas, queso etc. pueden incrementar la salinidad en soluciones sencillas de agua conteniendo una pequeña cantidad de sal.

4.9. Productos cárnicos

Se entiende por productos cárnicos curados y cocidos a los elaborados con carne de animales de las especies declaradas aptas para consumo humano por la autoridad sanitaria, sometidos a la acción de los agentes de curación en seco o húmedo y a cocción hasta una temperatura de 68°C en su centro térmico. Los

productos genéricos correspondientes a este punto son jamones tales como: horneado, tipo americano, tipo Virginia, tipo holandés, tipo York, ahumado y otras variedades, lomos, tocinos, chuletas, entrecot, espaldilla y otros productos sujetos al mismo proceso (NOM-122-SSA1-1994).

Se definen productos reducidos en sodio cuando el contenido de sodio es al menos un 25% menor en relación al contenido de sodio del alimento original o de su similar.

Para efectos de la elaboración de alimentos y bebidas no alcohólicas con modificaciones en su composición, son sucedáneos de la sal (NaCl), las mezclas de sustancias inocuas que no contienen sodio, permitiéndose las siguientes: sales de potasio, calcio o amonio de los ácidos adípico, glutámico, carbónico, succínico, tartárico, cítrico, acético, clorhídrico u ortofosfórico, el contenido de potasio no debe exceder del 4% m/m y el de NH_4 de 3% de la mezcla sucedánea de la sal; sales de magnesio de los ácidos adípico, glutámico, carbónico, succínico, acético, clorhídrico u ortofosfórico, solas o mezcladas con los otros sucedáneos de la sal.

El contenido de Mg^{2+} no debe ser mayor del 20% m/m del total de cationes de K^+ , Ca^{2+} y NH_4^+ presentes en la mezcla sucedánea de la sal y el fósforo no debe exceder del 4% m/m de la mezcla sucedánea de la sal (NOM-086-SSA1994).

4.9.1. Salchicha

La palabra salchicha proviene del latín “salsus” que significa sal. Desde los tiempos de los romanos las formulaciones para salchichas incluían la sal pues ya se conocía el importante papel de ésta en la unión de los trozos de carne. En la actualidad la Norma Mexicana define salchicha como: producto alimenticio de pasta semifirme de color característico elaborado con mezcla de carne (60% por lo menos) de ternera, res o cerdo y grasas de las especies antes mencionadas adicionado de condimentos, especias y aditivos alimentarios.

En nuestro país, las salchichas son de alto consumo, debido a su conveniencia, fácil preparación, la variedad de productos en el mercado, su bajo precio y, según su valor nutricional, ya que puede ser considerada como una buena fuente de proteína animal (Totosaus, 2007).

De acuerdo a NMX-F-065 1984, los productos denominados salchichas en sus tipos, deben cumplir con las siguientes especificaciones sensoriales:

- Color: Rosado característico, según el tipo de que se trate.
- Olor: Agradable característico, exento de olores extraños.
- Sabor: Agradable, característico, exento de sabores extraños.
- Consistencia: Masa compactada, semiblanda.

4.9.2. Jamón

El jamón o jamón de pierna es un producto alimenticio, elaborado exclusivamente con la carne de las piernas traseras del cerdo *Suis scrofa domesticus*, declarados aptos para el consumo humano por la autoridad responsable de acuerdo con sus criterios y especificaciones generales.

De acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-158-SCFI-2003, se indica que las especificaciones organolépticas del jamón o jamón de pierna son:

- Color: rosado característico
- Olor: Agradable, característico, exento de olores extraños.
- Sabor: Agradable, característico, exento de sabores extraños.

4.10. Evaluación sensorial

El primer juicio sobre el valor del origen de un alimento es hecho respecto a su apariencia y olor. El alimento que luce y huele atractivo es aceptado en la cavidad oral, todo esto basado en un análisis sensorial complejo que no solo está restringido al sentido del gusto sino del tacto, olor y oído(Stone H. and Sidel J., 2004).

Nuevos sabores, nuevos materiales y nuevas funcionalidades es lo que tienen que innovar las compañías para mantener el liderazgo en ventas en un mercado que se encuentra ya saturado de nuevos productos que tratan de atraer y satisfacer al consumidor. El mercado sensorial puede ser definido como un grupo de herramientas que están controladas por los productores y/o por los distribuidores para crear una atmósfera específica multisensorial alrededor del producto, el servicio o incluso para crear un ambiente que comunique las características sensoriales del producto. La opinión de los consumidores es necesaria para explotar las nuevas bases de mercadotecnia basadas en las preferencias de estos (Raz et al., 2008).

La calidad sensorial de los productos cárnicos resulta de la interacción entre las características de la materia fresca y de los cambios bioquímicos que ocurren durante todo el proceso. La extensión de estos cambios depende de la composición inicial de la materia prima, los procesos tecnológicos y el deterioro. Además de estos factores, existen otros como los hábitos de los consumidores y características socioculturales relacionadas a la región geográfica (Dolors-Guardia et al., 2010).

Existen dos diferentes pruebas en Evaluación Sensorial: pruebas analíticas y análisis de aceptación, típicamente involucran dos diferentes tipos de jueces. El análisis sensorial se realiza tanto con panelistas entrenados y no entrenados (consumidores), mientras que las pruebas de aceptación se realizan únicamente con consumidores (Macfie, 1994).

4.10.1. Requerimientos generales

Entre los requerimientos para realizar una evaluación sensorial ya sea con jueces entrenados o consumidores se encuentran:

- a) Líder del panel: se le llama panel al grupo de personas o jueces entrenados o no entrenados que realizan la evaluación de un producto utilizando algún método de prueba. El líder del panel es la persona que diseña y aplica las

diferentes pruebas. Debe estar familiarizado con los métodos y con el producto a evaluar.

b) Sujetos de prueba: cualquier persona con una sensibilidad olfativa y gustativa normal puede ser juez. La sobresensibilidad puede ser una desventaja. Los sentidos pueden ser entrenados. No hay preferencia en cuanto a edad o sexo.

c) Área de prueba: es importante tener claro que el objetivo de diseñar un área especial, es mantener el control de las condiciones de prueba, de manera que se eliminen los factores de ruido y sesgo.

- Ubicación: hay dos consideraciones principales: accesibilidad y separación de áreas congestionadas con ruido y fuentes de olor.

- Área de preparación: debe estar separada de los cubículos, contar con un sistema de aire para eliminar olores. Contar con un sistema de temperatura y humedad.

- Cubículos: los jueces deben ser separados utilizando paneles de color blanco con el suficiente espacio para que el juez pueda evaluar las muestras cómodamente. Los cubículos deben contar con luz blanca y una adicional para cubrir diferencias de color entre las muestras. Deben estar equipados con: muestras ordenadas, cuestionario, agua natural y/o alimento neutro para eliminar resabios, servilletas y escupidero.

d) Condiciones de prueba

- Horario: es mejor realizar las evaluaciones por la mañana, después de desayunar y antes de comer. Tomar el tiempo necesario para la evaluación.

- El número de pruebas a realizar en cada sesión depende del tipo de muestras a evaluar y el tipo de prueba. Se pueden realizar de 1 a 3 pruebas diferentes, de manera que no se llegue a fatigar a los jueces.

- Mujeres embarazadas: se debe tener cuidado, ya que sus sentidos tienen una mayor sensibilidad.

- Personas enfermas de vías respiratorias o cualquier alteración de los sentidos requeridos para la evaluación del producto, no podrán evaluar.

- Hábitos: aunque no existen limitantes, en el caso de personas con el hábito de tomar café o fumar, es importante que se establezcan horarios para lograr que los sentidos se encuentren los más limpios para realizar la evaluación, no ingerir productos irritantes ni fumar 30 minutos antes de la evaluación. No aplicar cosméticos ni perfumes fuertes (Severiano-Pérez, et al., 2009).

4.10.2. Pruebas analíticas

Entre las pruebas analíticas se encuentran:

4.10.2.1. Métodos sensitivos

1. Pruebas de umbral
 - a. Prueba de límites: umbral absoluto y umbral de diferencia
 - b. Prueba de error promedio o por ajuste
 - c. Prueba de frecuencia
2. Pruebas de diferenciación
 - a. Prueba de comparación por pares
 - b. Prueba dúo.trío
 - c. Prueba de doble referencia
 - d. Prueba triangular

4.10.2.2. Métodos cuantitativos

1. Gradiente
 - a. Prueba de ordenación (“Ranking test”)
 - b. Prueba de intervalos

Se basa en la percepción del juez de un estímulo y su cuantificación en una escala. Las muestras se le presentan al juez y se le pide asignar a cada producto un valor en la escala que representa la intensidad de un atributo específico. En

esta metodología se aceptan empates, es decir, otorgar la misma calificación a 2 muestras diferentes.

Un tipo de escalas utilizadas en este tipo de pruebas son:

- i. Escala no estructurada
- ii. Escala estructurada o de intervalos
- iii. Escala con estándares

Estas escalas no necesariamente requieren de los números para indicar diferencias en el mismo momento en que se están usando palabras descriptivas.

- Análisis de datos: para cuantificar las respuestas de las escalas, primero se asigna un valor numérico a cada respuesta, para entonces estructurar un cálculo de muestras contra jueces, este cuadro se estudia mediante el análisis de varianza, para finalmente determinar si las muestras son significativamente diferentes o no.

- c. Prueba de estimación por magnitudes o proporciones

2. Pruebas de duración

- a. Prueba de tiempo-intensidad

4.10.2.3. Métodos descriptivos

- a. Prueba del perfil del sabor
- b. Prueba de perfil por dilución
- c. Prueba de perfil de textura
- d. Prueba del análisis descriptivo cuantitativo (QDA).

- Objetivo: identificar y cuantificar las características sensoriales de un producto. La información generada sirve para construir un modelo multidimensional cuantitativo que perfila los parámetros que definen o describen a uno o varios productos.

- e. Prueba del análisis descriptivo comparativo (Pedrero & Pangborn, 1989).

4.10.3. Pruebas afectivas

La prueba afectiva es un valioso y necesario componente para cada programa sensorial. En el proceso de evaluación del producto, usualmente la prueba de aceptación, pero no siempre, sigue de las pruebas discriminativas y descriptivas. La tarea de esta evaluación es referirse a la aceptación, preferencia o pruebas de consumidor, etiquetas que pueden tener diferentes significados dependiendo de la experiencia y el personal responsable.

Las pruebas afectivas significan medir el gusto o preferencia de un producto. Preferencia es la expresión de atraernos hacia un producto contra otro. La preferencia puede ser medida directamente por comparación de dos o más productos con algún otro. La medida indirecta de preferencia es aplicada para determinar cuál producto es mejor calificado que otro en una prueba con varios productos. Para ser más eficiente, la evaluación sensorial debe enfatizar medir el agrado/aceptación de un producto en pruebas con varios productos y de estos datos determinar la preferencia.

Las pruebas afectivas pueden clasificarse en:

1. Pruebas de aceptación
2. Pruebas de preferencia
3. Pruebas de nivel de agrado
 - Juez afectivo: la población elegida para la evaluación debe corresponder a los consumidores potenciales o habituales de producto en estudio.
 - Análisis de datos: la escala hedónica se convierte en numérica y midiendo el punto de respuesta indicado por el consumidor. Cuando se trata de dos o más productos, las calificaciones de la prueba hedónica se tabulan por juez-consumidor (filas) y por producto (columnas), totalizando la sumatoria de cada columna y cada fila para obtener un gran total. Para analizar dos productos se recomienda utilizar la t de Student, y al tratarse de tres o más productos es necesario aplicar el análisis de varianza.

4.10.4. Escalas

La medición es crítica para cuantificar la respuesta a estímulos con el propósito de utilizar estadística descriptiva e inferencial. Dicha estadística proporciona bases racionales para tomar decisiones sobre los productos que son evaluados y los sujetos que realizaron la evaluación.

La selección de la escala para su uso en una prueba en particular es una de varias tareas que necesita hacer el profesional en sensorial. Determinar el objetivo de la prueba y las características del producto tendrán un impacto sobre la selección del método y la escala.

Las palabras usadas para preguntas o la escala de respuesta debe ser familiar, fácil de entender y sin ambigüedades hacia los sujetos. Las palabras deben ser fácilmente relacionadas hacia el producto. Aun cuando las preguntas y palabras que describan la prueba y la escala de respuesta sean comprendidas, la escala debe ser de fácil uso, de lo contrario, esto resultará en frustración hacia el sujeto, incrementando el error de medida y promover menos diferencia entre productos. Existen cuatro tipos de escalas:

- a) Escalas nominales: Para uso de clasificación. Definen el tipo o categoría de una percepción y no indica una relación cuantitativa entre las categorías. Frecuentemente los datos se usan para definir respuestas en términos de categorías que no tienen ningún tipo de implicación, por ejemplo, asignar un 0 a masculino y un 1 a femenino.
- b) Escalas ordinales: Las escalas ordinales usan ya sea números o letras para organizar de alto a bajo, mucho o poco, etc., con respecto a un atributo o producto. El número asignado incrementa conforme incrementa la cantidad o intensidad sensorial percibida. Las escalas ordinales son consideradas las primeras o las más básicas para medir la percepción de intensidad.
- c) Escalas de intervalos: Para medición de magnitudes, asumiendo distancias iguales entre los puntos de la escala. Consiste en unidades de intervalos iguales y sucesivos que indican la magnitud de un atributo del producto. A

las unidades se le asignan números que aumentan conforme el grado de la magnitud del atributo aumenta.

- d) Escalas de proporción: Para medición de magnitudes, asumiendo equidad de proporción entre puntos. El estímulo se cuantifica en una escala que posee un cero verdadero como la cuantificación de masa, longitud o temperatura. Se asume que se tiene una relación lineal entre la intensidad del estímulo o sensación percibida y la respuesta numérica dada (Stone & Sidel, 2004).

4.10.4.1. Escalas hedónicas

De todas las escalas y métodos de prueba, la escala hedónica de nueve puntos ocupa un lugar único en términos de aplicación general para medir la aceptación-preferencia de un producto. La escala hedónica es simple para describir y como resultado es fácil de utilizarse. Para evaluación sensorial, los resultados provenientes del uso de esta escala son los que generan más información. La información adicional sobre las diferencias entre productos es obtenida del análisis de varianza o la prueba t, dependiendo del número de productos y el número de respuestas por producto por sujeto (Stone & Sidel, 2004).

4.10.4.2. Escala Just-About-Right (Justo como lo esperaba)

La escala justo como lo esperaba es una de las más encontradas en pruebas de consumidor. Estas escalas bipolares tienen tres o cuatro categorías, usualmente ancladas con afirmaciones de demasiado, muy poco, o justo como lo esperaba para cada uno de los atributos.

4.10.4.3. Escalas de intensidad

Es una escala que contiene además de los puntos extremos uno o más puntos intermedios, por lo que se resuelve el problema de la subjetividad de los jueces. Este tipo de escalas suelen constar de 3, 4, 5 o más puntos (Severiano-Pérez, et al., 2009).

4.11. Métodos de análisis estadístico

La estadística es la disciplina de mayor relevancia para la evaluación sensorial. Esta ciencia proporciona un apoyo fundamental en la comprensión de la información que se genera mediante la prueba sensorial.

La estadística, que nos enseña los métodos de la probabilidad, puede dividirse en dos tipos:

1. Descriptiva: la cual trata de la clasificación de datos, como los histogramas contruidos a partir de una distribución de frecuencias, gráficas y pictogramas; cálculos de medias, medianas o modas; cómputo de varianzas y rangos.
2. Inferencial: que es el proceso por medio del cual se establecen enunciados inductivos con base en muestras aleatorias tomadas de una población objetivo; o sea que permite tomar la mejor decisión a partir de la información (muestra) que se tenga. Se considera que el muestreo de una población debe hacerse de manera aleatoria. Este proceso de inferencia estadística incluye la estimación de parámetros poblacionales (por ejemplo, media, varianza), así como a formulación y la prueba de una hipótesis referida a dicha población (Pedrero & Pangborn, 1989).

4.11.1. Análisis de varianza

ANOVA es probablemente el más útil así como el más frecuente método para análisis de datos en evaluación sensorial. Se utiliza principalmente en pruebas de análisis multivariado y pueden utilizarse datos de una variedad de situaciones experimentales.

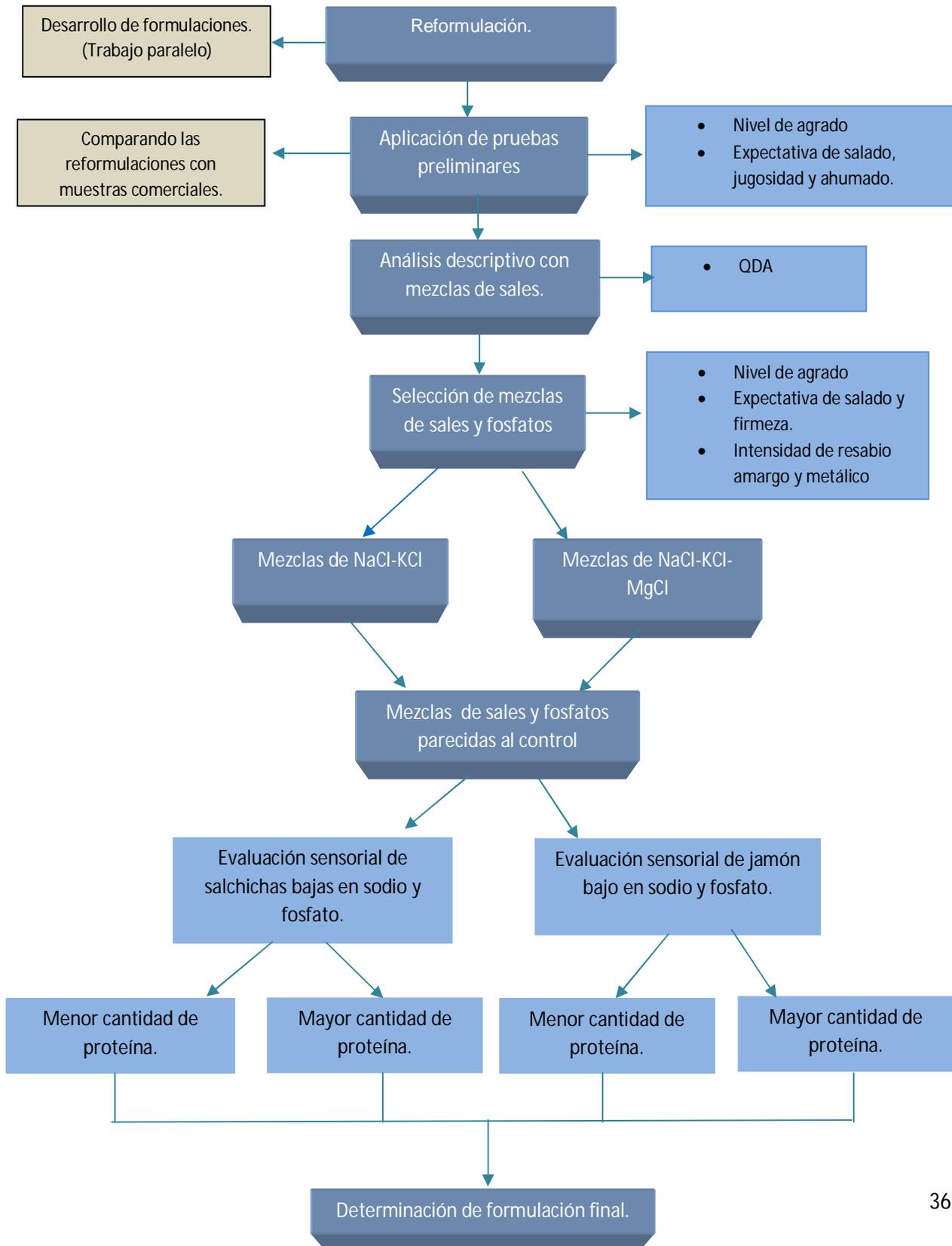
El análisis, como su nombre lo indica, es un procedimiento estadístico para repartir todas las fuentes de variabilidad en una prueba, por lo tanto, provee de una estimación más precisa de las variables en estudio.

5. HIPÓTESIS

Si se desarrolla una formulación para salchichas tipo Viena y jamón reducidos en sodio y fosfato sustituyendo al primero con una combinación de sales de potasio y magnesio, entonces se logrará igualar las características sensoriales de los mismos productos formulados convencionalmente.

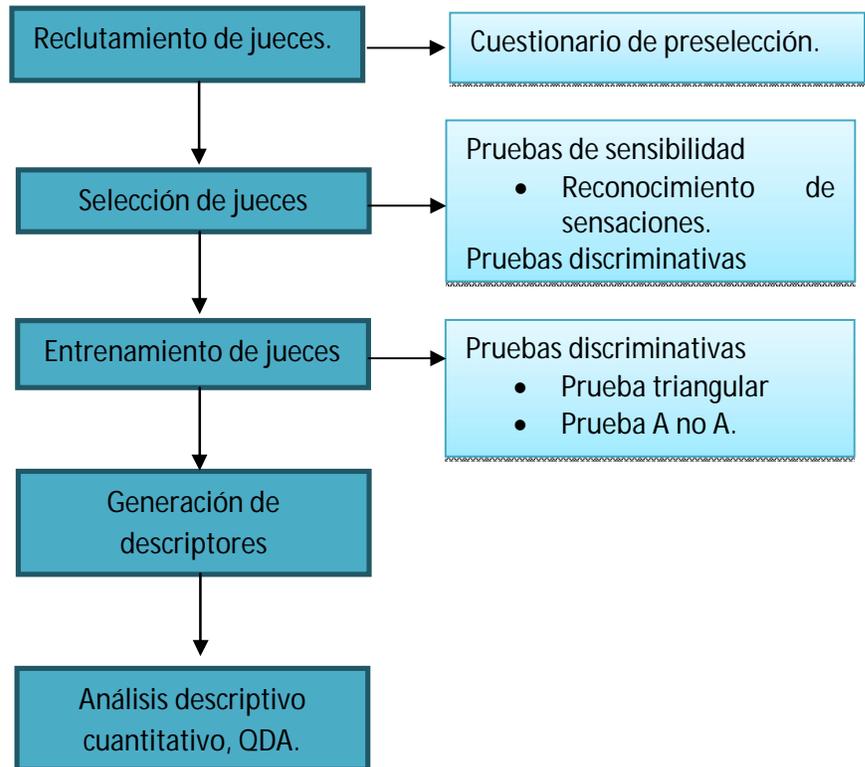
6. METODOLOGÍA

La evaluación sensorial de salchichas tipo Viena y jamón bajos en sodio y fosfato se llevó a cabo mediante la siguiente metodología:



➤ **Análisis Descriptivo Cuantitativo.**

La siguiente metodología se utilizó en la selección y entrenamiento de jueces en evaluación sensorial de carne de cerdo. El análisis descriptivo cuantitativo se realizó únicamente en la etapa de selección de sales.



6.1. Descripción de la metodología

6.1.1. Pruebas preliminares

En el inicio del proyecto se realizaron las pruebas preliminares que se mencionan a continuación en las cuales se compararon las reformulaciones con muestras comerciales de salchicha con la finalidad de obtener la formulación más parecida sensorialmente a estas últimas.

6.1.1.1. Prueba de nivel de agrado

Objetivo: localizar el nivel de agrado o desagrado que provoca una muestra específica. Es una prueba sencilla de aplicar y no requiere entrenamiento o experiencia por parte de los jueces-consumidores. Esta prueba permite detectar el nivel de agrado que una muestra representa para una población en particular.

Escala: Se utiliza una escala estructurada (también llamada escala hedónica), de cinco o nueve puntos que describen desde un extremo agrado hasta un extremo desagrado.

6.1.1.2. Prueba de expectativa

Objetivo: Medir lo más deseable de un atributo en específico, es usada frecuentemente para determinar niveles óptimos de los atributos en un producto. Esta prueba asume que los consumidores deben tener una idea en común y conocida del atributo en cuestión.

Escala: utiliza la escala Just-About-Right. La palabra justo como lo esperaba al centro de una escala de intensidad se usa para proporcionar información direccional para la reformulación u optimización de productos alimenticios.

Posteriormente a la aplicación de pruebas preliminares se realizaron análisis descriptivos de las formulaciones evaluadas hasta ese momento con la finalidad de seleccionar el tipo y proporción de sales que podrían sustituir al cloruro de sodio.

6.1.1.3. Análisis descriptivo (QDA)

Objetivo: Identificar y cuantificar las características sensoriales de un producto. La información generada sirve para construir un modelo multidimensional cuantitativo que perfila los parámetros que definen o describen al producto. Esta prueba se caracteriza por que los jueces generan los términos que definen al producto en estudio. Esta prueba se apoya en análisis estadísticos, por ejemplo en los análisis de varianza, de regresión y de componentes principales. Las etapas en la selección y entrenamiento de jueces analíticos son las siguientes:

Reclutamiento de jueces: Consiste en determinar la población de candidatos a juez mediante la aplicación de un cuestionario donde se especifiquen los puntos de interés relacionados con los objetivos del estudio. Entre estos puntos encontramos:

- a) Datos generales: nombre, edad, sexo, estado de salud, etc.
- b) Datos específicos: número de cigarrillos que se fuman al día, costumbres alimentarias, condiciones de la dentadura, alergias, malestares o intolerancias a ciertos alimentos.

Selección de jueces: Determinar pruebas de sensibilidad utilizando muestras semejantes a las que se emplearán en la prueba definitiva. Estos ensayos pretenden servir de entrenamiento, a la vez que estudiar el comportamiento de los jueces ante los resultados y determinar que individuo:

- a) Señala las diferencias mínimas (sensibilidad).
- b) Es constante en su juicio (reproducibilidad).

Durante esta etapa se eliminarán los individuos que hayan contestado mal más del 60% de las respuestas; quienes hayan alcanzado calificaciones medias podrán formar parte del grupo de reserva; los individuos que hayan conseguido mayor porcentaje de respuestas correctas pasarán a la etapa de entrenamiento para jueces sensoriales.

Entrenamiento de jueces:

- a) Prueba triangular. Tiene como objetivo determinar si existe diferencia sensorialmente perceptible entre dos muestras.
- b) Prueba "A" "No A". Tiene como objetivo la identificación de diferencias entre más de dos productos, uno de los cuales representa una referencia.

Generación de descriptores.

- a) El grupo de jueces genera y acuerda en sesión abierta una serie de términos que definen al producto en estudio y en sesión privada califica (asigna un valor) cada parámetro (jueces aislados).
- b) Esta prueba se apoya en análisis estadísticos.

Escala: Para calificar cada parámetro los jueces analíticos utilizan una escala de intensidad no estructurada para cada descriptor. En este tipo de escala el número asignado incrementa conforme incrementa la cantidad o intensidad sensorial percibida.

6.1.2. Selección de mezclas de sales y fosfatos parecidos al control

Una vez seleccionado el mejor tipo y proporción de sales se realizaron evaluaciones sensoriales utilizando dichas mezclas variando para la concentración de fosfatos y fibra, Para lo cual se realizaron nuevamente pruebas de nivel de agrado, expectativa y de intervalos.

6.1.2.1. Prueba de intervalos

Objetivo: Calificar de acuerdo con una escala determinada, la percepción de la intensidad o del nivel de agrado (con consumidores), de una característica sensorial específica.

Escala: usa una escala estructurada o de intervalos que contiene además de los extremos uno o más puntos intermedios, por lo que se resuelve el problema de la subjetividad de los jueces.

6.1.2.2. Evaluación sensorial de jamones y salchichas reducidos en sodio y fosfato

Después de realizar las pruebas anteriores se obtuvo como resultado 3 mezclas de sales y fosfatos sensorialmente más parecidas al control (100% NaCl).

Posteriormente a esto se realizaron las últimas evaluaciones sensoriales (expectativa de consumidor, nivel de agrado e intensidad de resabio amargo y metálico) con las 3 mezclas obtenidas anteriormente con la finalidad de determinar la formulación final para salchichas y jamón bajos en sodio y fosfato que sensorialmente cubran las características de productos con 100% cloruro de sodio.

7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 7-A. Pruebas y tratamientos utilizados en cada etapa del proyecto.

Etapa	Pruebas	Tratamientos	Jueces	
Reformulación y pruebas preliminares	Nivel de agrado de color, sabor y textura. Expectativa de salado, jugosidad y ahumado.	Formulación control y muestra comercial.	33 consumidores: 24 mujeres entre 20 y 35 años. 9 hombres entre 20 y 27 años.	
Selección del tipo y concentración de sales.	Análisis Descriptivo Cuantitativo.	Salchichas formuladas con mezclas de sales de sodio, potasio y magnesio.	11 jueces entrenados: 8 mujeres 3 hombres	
Selección de mezclas de sales y concentración de fosfatos.	Expectativa de salado y firmeza.	Mezclas de NaCl 25:KCl 75 variando la concentración de fosfatos y fibra comparadas con un control. (L1, L2, L3, L4 y L5)	21 consumidores: 15 mujeres entre 21 y 25 años. 6 hombres entre 22 y 27 años.	
		Mezclas de NaCl 25: KCl 62: MgCl ₂ 13 variando la concentración de fosfatos y fibra comparadas con un control. (L6, L7, L8, L9 y L10)	26 consumidores: 17 mujeres entre 21 y 26 años. 9 hombres entre 20 y 25 años.	
Evaluación sensorial de mezclas similares al control.		NaCl 25:KCl 75, 0.2% fosfatos, 1% fibra. NaCl 25: KCl 62: MgCl ₂ 13, 0.4 y 0.2% fosfatos, 1% fibra.	30 consumidores: 17 mujeres entre 22 y 31 años. 13 hombres entre 24 y 37 años.	
		Evaluación sensorial de salchichas tipo Viena reducidas en sodio y fosfato.	Nivel de agrado.	NaCl 25:KCl 75, 0.2% fosfatos, 1% fibra, 6.85% proteína. NaCl 25: KCl 62: MgCl ₂ 13, 0.2% fosfatos, 1% fibra, 6.85 % proteína.
Intensidad de resabio amargo y metálico.			NaCl 25:KCl 75, 0.2% fosfatos, 1% fibra, 7.42% proteína. NaCl 25: KCl 62: MgCl ₂ 13, 0.2% fosfatos, 1% fibra, 7.42 % proteína.	45 consumidores: 30 mujeres entre 19 y 45 años. 15 hombre entre 20 y 45 años.
Evaluación sensorial de jamón reducido en sodio y fosfato.		NaCl 25:KCl 75, 0.2% fosfatos, 1% fibra, 6.85 % proteína. NaCl 25: KCl 62: MgCl ₂ 13, 0.4 y 0.2% fosfatos, 1% fibra, 6.85% proteína.	30 consumidores: 21 mujeres y 9 hombres con un promedio de edad de 24.8 años.	
		NaCl 25:KCl 75, 0.2% fosfatos, 1% fibra, 7.42 % proteína. NaCl 25: KCl 62: MgCl ₂ 13, 0.4 y 0.2% fosfatos, 1% fibra, 7.42% proteína.	30 consumidores: 18 mujeres y 12 hombres con un promedio de edad de 31 años	

A continuación se muestran los resultados de las pruebas de expectativa de salado y firmeza, nivel de agrado e intensidad de resabio amargo y metálico realizadas a alumnos, profesores y trabajadores de la Universidad Autónoma Metropolitana unidad Iztapalapa.

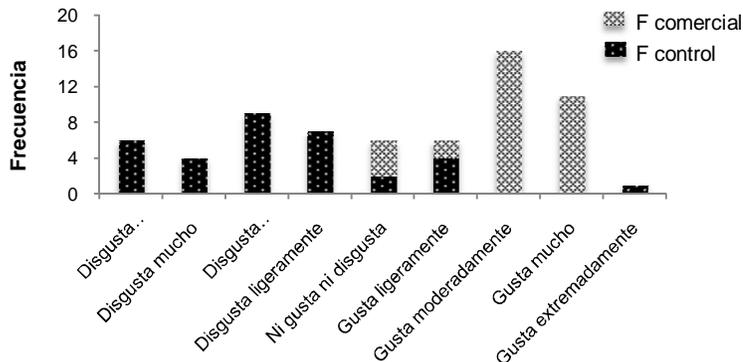
Los análisis de varianza y las pruebas de rango múltiple que se muestran a continuación se realizaron utilizando el programa estadístico STATGRAPHICS Plus, Versión 4.0.

7.1. Reformulación y pruebas preliminares

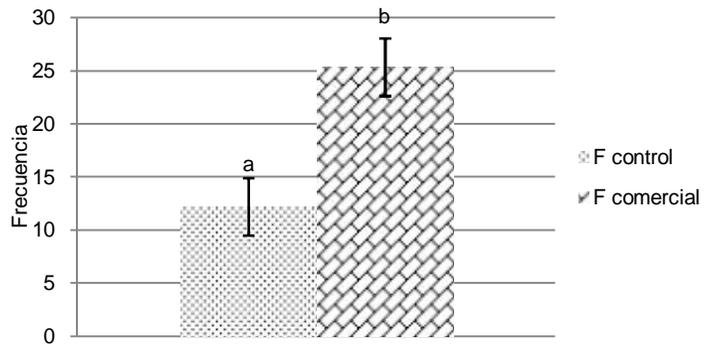
Esta etapa consistió en la evaluación sensorial de salchichas previamente formuladas en la UAM modificando algunos ingredientes y concentraciones con el fin de lograr un producto con las mejores características de retención de agua durante el almacenamiento.

7.1.1. Prueba de nivel de agrado

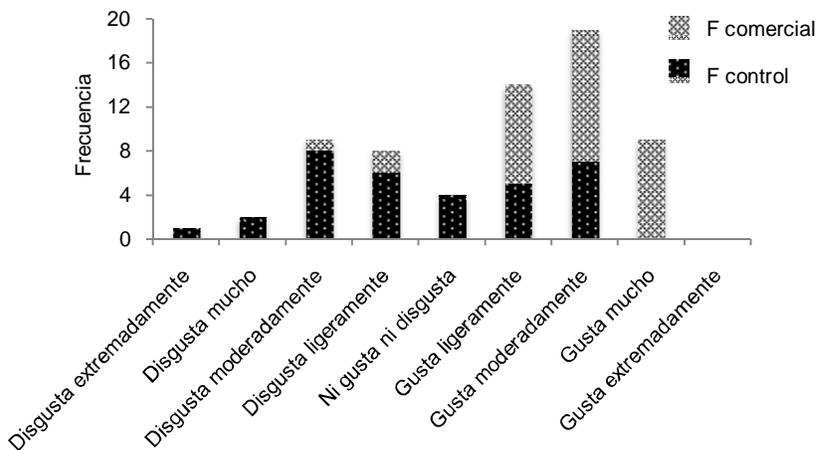
Se realizó una prueba de nivel de agrado de nueve puntos con 33 consumidores, 24 mujeres entre 20 y 35 años y 9 hombres entre 20 y 27 años, utilizando una muestra comercial de salchicha tipo Viena y la formulación que posteriormente sería el control, es decir, salchichas formuladas con 100% cloruro de sodio.



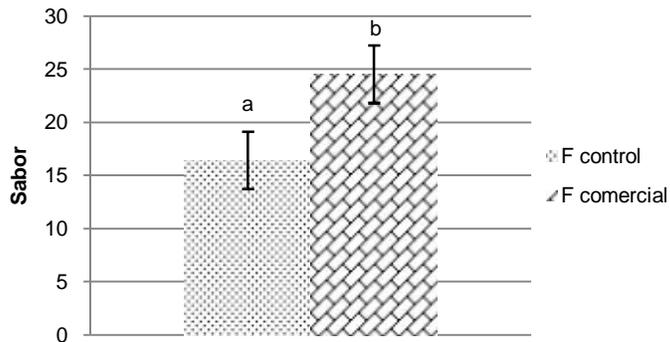
Grafica 7.1.1-A. Comparación del nivel de agrado del color entre una muestra comercial y el control.



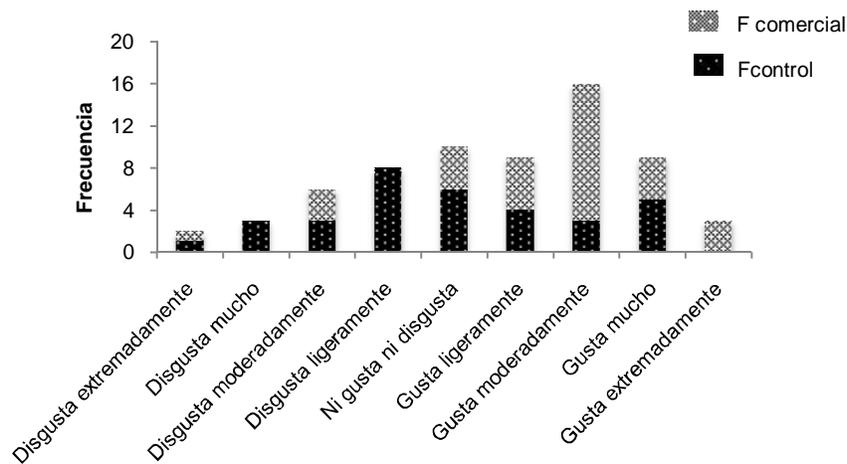
Grafica 7.1.1-B. Medias e intervalos LSD (95%) para nivel de agrado de color de una muestra comercial y el control. ^{a-b} Superíndice igual no existe diferencia significativa ($p < 0.05$).



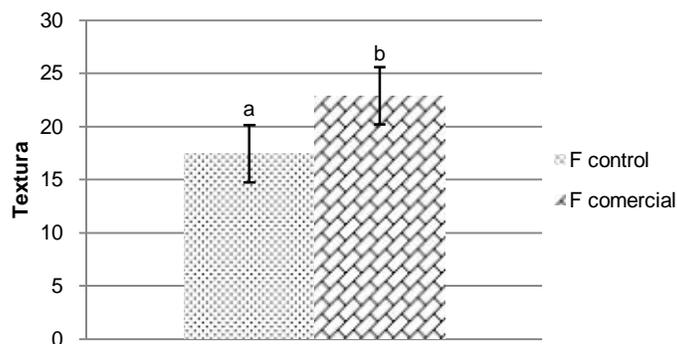
Gráfica 7.1.1-C. Comparación del nivel de agrado de sabor entre una muestra comercial y el control.



Grafica 7.1.1-D. Medias e intervalos LSD (95%) para nivel de agrado de sabor de una muestra comercial y el control. ^{a-b} Superíndice igual no existe diferencia significativa.



Gráfica 7.1.1-E. Comparación de nivel de agrado de textura entre una muestra comercial y la formulación control.



Gráfica 7.1.1-F. Medias e intervalos LSD (95%) para nivel de agrado de sabor de una muestra comercial y el control.^{a-b} Con la misma letra no existe diferencia significativa.

Como lo muestran las gráficas de la prueba hedónica preliminar, la formulación 1 se encuentra en la zona de desagrado para color (Gráfica 7.1.1-A) ya que no se pudo igualar este atributo con el de la muestra comercial que se encuentra principalmente en “gusta moderadamente”. En cuanto al sabor (Gráfica 7.1.1-C), más de la mitad de los consumidores indican disgusto hacia la formulación 1, lo cual se puede atribuir a los condimentos que contiene la muestra comercial. Para textura (Gráfica 7.1.1-E), las opiniones de los consumidores para F1 se encuentran distribuidas en toda la escala aunque las barras más grandes se encuentran en “disgusta ligeramente” y “ni gusta ni disgusta”.

La muestra comercial siempre se encontró en la zona de agrado, principalmente en “gusta moderadamente” para todos los atributos evaluados.

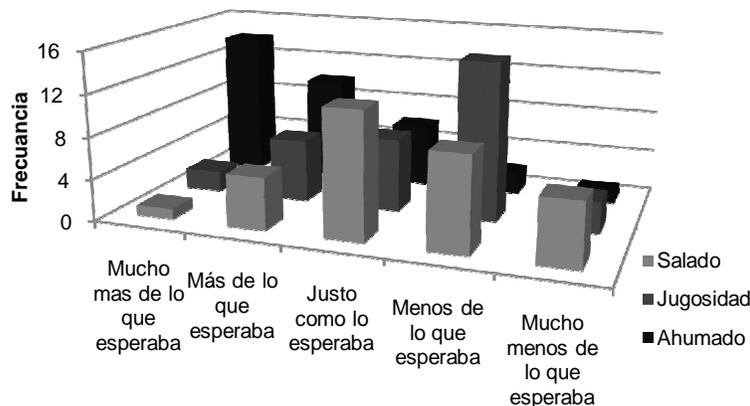
Además de la prueba de nivel de agrado, se pidió que indicaran cuales habían sido los aspectos que les gustaba y disgustaba para ambas muestras.

Tabla 7.1.1-A. Aspectos agradables y desagradables de F1 y la muestra comercial

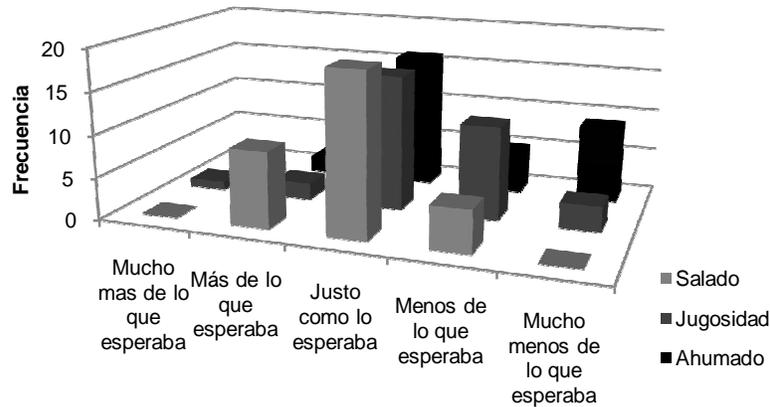
FORMULACIÓN CONTROL		MUESTRA COMERCIAL	
Agradó	Desagradó	Agradó	Desagradó
Suavidad.	Color opaco y pálido.	Color rosado	Intenso sabor a condimentos.
Sabor a pavo.	Intenso sabor ahumado.	Intensidad de salado.	Sabor a cerdo.
Intensidad de salado.	Sabor amargo.	Compacta.	Granulosa-grumosa.
	Grasosa.	Homogénea.	Seca.
	Aspecto heterogéneo (porosa).	Firmeza.	
	Textura granulosa.		
	Puntos blancos en la superficie.		

7.1.2. Prueba de expectativa

Además de la prueba hedónica se realizó una prueba de expectativa de los consumidores utilizando una escala JAR (Just About Right) de 5 puntos.



Gráfica 7.1.2-A. Prueba de expectativa (JAR) para la formulación control.



Gráfica 7.1.2-B. Prueba de expectativa (JAR) para la muestra comercial.

El salado para ambas muestras se encuentra en la zona “justo como lo esperaba”, aunque para la formulación 1, este atributo tiende más hacia “menos de lo que esperaba”.

Los consumidores esperaban mayor jugosidad en la formulación 1 e indican que el ahumado está en exceso. En contraste, para la muestra comercial, los consumidores opinan que la jugosidad y ahumado se encuentran en la intensidad que esperaban (Gráficas 7.1.2-A y 7.1.2-B).

Los resultados anteriores fueron útiles para realizar una formulación control cuidando aspectos del proceso como tiempo de homogenización de los ingredientes, concentración y tipo de colorante, así como la concentración del sabor humo.

7.2. Análisis descriptivo cuantitativo con mezclas de sales.

Se realizó una prueba preliminar QDA con un panel previamente entrenado en evaluación sensorial de carne de res y cerdo (proyecto paralelo), utilizando una escala no estructurada de 16 puntos que iba desde “ausente” hasta “muy intenso” para evaluar los atributos salado, amargo, metálico, firmeza y jugosidad de formulaciones básicas de salchichas.

Tabla 7.2-A. Datos y hábitos de los jueces entrenados en evaluación sensorial de carne de res y cerdo.

Juez	Edad	Sexo	Escolaridad	Hábitos
1	28	F	Maestría	Fuma
2	22	F	Licenciatura	Negados
3	23	F	Licenciatura	Fuma
4	21	F	Licenciatura	Negados
5	22	F	licenciatura	Negados
6	24	F	Licenciatura	Negados
7	22	M	Licenciatura	Negados
8	22	M	licenciatura	Negados
9	33	M	Licenciatura	Intolerancia a la lactosa
10	24	F	Licenciatura	Fuma y toma ocasionalmente
11	23	F	Licenciatura	Fuma ocasionalmente

Una vez realizado el entrenamiento y con el fin de conocer el desempeño de cada juez, así como determinar la confiabilidad sus resultados y establecer si era necesario continuar con el entrenamiento, se calculó el coeficiente de variación por juez obtenido del análisis descriptivo con muestras de carne de cerdo. Se consideró un bajo coeficiente cuando éste fuera menor al 50%.

Tabla 7.2-B. Promedios de coeficientes de variación para cada juez.

Juez	Aspecto	Olor	Sabor	Textura
1	20.40	53.86	41.52	38.36
2	28.72	53.55	61.56	49.83
3	37.47	50.67	49.12	54.70
4	13.20	43.40	54.12	31.63
5	29.70	37.54	46.65	35.17
6	26.97	31.73	50.01	47.44
7	28.55	53.70	51.15	36.58
8	17.55	59.20	47.58	32.05
9	56.89	40.12	48.45	56.17
10	43.23	57.89	49.03	46.11
11	38.89	46.77	51.04	37.84

A continuación se muestran los descriptores generados por jueces entrenados en evaluación sensorial de carne de res y cerdo que fueron útiles en la evaluación de formulaciones de salchicha tipo Viena reducidas en sodio.

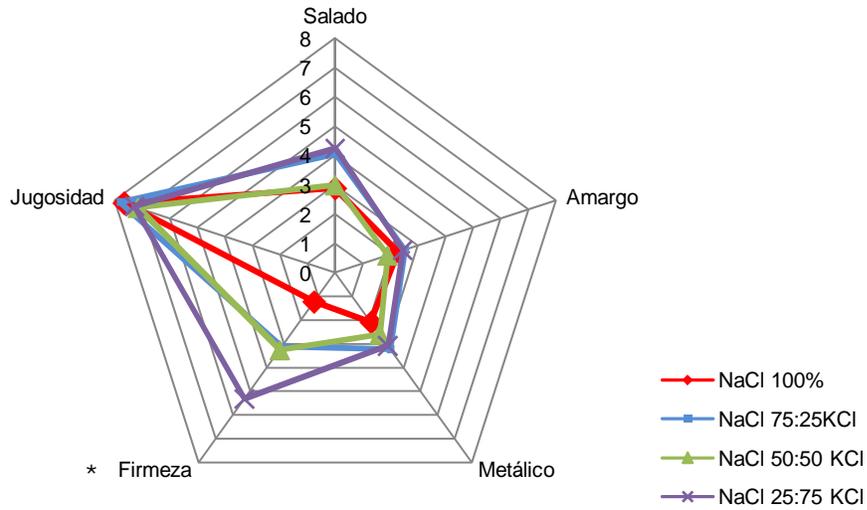
Tabla 7.2-C. Descriptores de salchichas tipo Viena

Descriptor	Definición	Escala
Salado	Gusto asociado con los iones sodio	Ausente-intenso
Amargo	Gusto asociado a la cafeína	Ausente-intenso
Metálico	Ligera impresión en boca de metal oxidado como cucharas de plata	Ausente-intenso
Firmeza	Fuerza necesaria para morder la carne	Suave-Firme
Jugosidad	Es la percepción de cantidad de agua liberada durante las primeras mordidas	Seco-jugoso

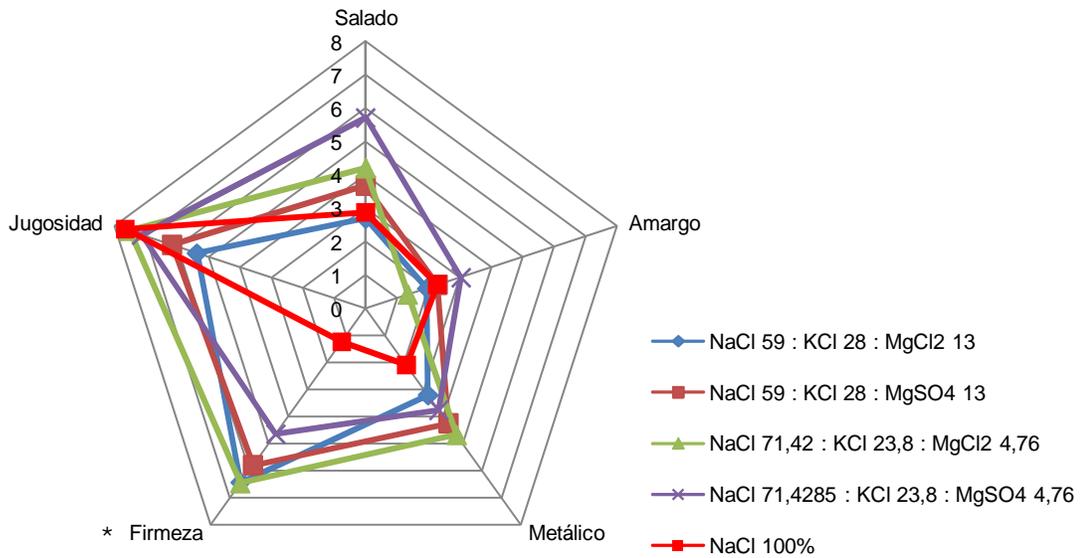
Tabla 7.2-D. Intensidades de los atributos evaluados para las diferentes mezclas de sales ($\alpha=0.05$)

MEZCLAS	SALADO	AMARGO	METÁLICO	FIRMEZA	JUGOSIDAD
NaCl 100%	2.87 ^a	2.28 ^a	2.10 ^a	1.24 ^a	7.65 ^a
NaCl 75:25KCl	4.05 ^a	2.52 ^a	3.23 ^a	3.13 ^{ab}	7.79 ^a
NaCl 50:50 KCl	2.98 ^a	1.89 ^a	2.60 ^a	3.26 ^{ab}	7.16 ^a
NaCl 25:75 KCl	4.23 ^a	2.45 ^a	3.09 ^a	5.33 ^{bc}	7.28 ^a
NaCl 59 : KCl 28 : MgCl₂ 13	2.70 ^a	1.95 ^a	3.21 ^a	6.44 ^c	5.36 ^a
NaCl 59 : KCl 28 : MgSO₄ 13	3.68 ^a	2.29 ^a	4.26 ^a	5.80 ^{bc}	6.16 ^a
NaCl 71,42 : KCl 23,8 : MgCl₂ 4,76	4.20 ^a	1.34 ^a	4.68 ^a	6.46 ^c	7.52 ^a
NaCl 71,4285 : KCl 23,8 : MgSO₄ 4,76	5.71 ^a	3.03 ^a	3.75 ^a	4.64 ^{bc}	7.13 ^a

^{a-b-c} Con la misma letra no existe diferencia significativa ($p < 0.05$).



Gráfica 7.2-A. Intensidad de salado, amargo, metálico, firmeza y jugosidad en formulaciones de salchichas con mezclas de dos sales comparadas con una formulación de salchichas con 100% cloruro de sodio. *Existe diferencia significativa.



Gráfica 7.2-B. Intensidad de salado, amargo, metálico, firmeza y jugosidad en formulaciones de salchichas con mezclas tres sales comparadas con una formulación de salchichas con 100% de cloruro de sodio. *Existe diferencia significativa.

Comparado con cloruro de sodio, las mayores intensidades de salado y firmeza se obtuvieron con mezclas de tres sales (Tabla 7.1-A), además, las estructuras más sólidas se lograron con las mezclas de NaCl/KCl/MgCl₂, tal como lo publica Totosa et al., (2009) y entre las dos mezclas que contenían dichas sales, la de mayor firmeza fue la que tuvo la más alta concentración de NaCl como lo reporta Ruusunen et al., (2008). En contraste a la firmeza, la mezcla que generó la mayor intensidad de salado fue NaCl/KCl/MgSO₄.

La mayoría de las mezclas presentaron intensidades bajas de amargo y metálico tomando en cuenta que se utilizó una escala de 16 puntos. Si nos referimos a las mezclas con menor concentración de cloruro de sodio, la que contiene cloruro de magnesio presentó alta firmeza y unas de las menores intensidades de amargo y metálico, sin embargo la jugosidad fue baja comparada con la que se obtuvo con 100% de cloruro de sodio (Gráfica 7.2-B).

En cuanto a las mezclas de dos sales, la que presentó mayor firmeza y una de las más altas intensidades de salado fue NaCl25:75 KCl.

Se pueden utilizar mezclas de sales con baja concentración de cloruro de sodio ya que las intensidades de metálico y amargo principalmente fueron bajas, el salado fue igual o mayor al que se obtuvo con 100% de cloruro de sodio y la firmeza fue muy alta comparada con salchichas formuladas únicamente con cloruro de sodio.

7.3. Selección de mezclas de sales y concentración de fosfatos

De la prueba preliminar QDA se decidió utilizar las mezclas NaCl 25:75 KCl y 59NaCl:28 KCl: 13 MgCl₂ ya que las salchichas formuladas con dichas sales resultaron ser las más firmes, con una intensidad de salado y firmeza similar a la formulación control y con una intensidad de resabio amargo y metálico menor a la que se esperaba de acuerdo a la literatura.

7.3.1. Mezclas de NaCl/KCl

Las muestras de salchicha fueron evaluadas por 21 consumidores, 15 mujeres entre 21 y 25 años y 6 hombres entre 22 y 27 años; los lotes evaluados se muestran a continuación.

Tabla 7.3.1-A. Composición porcentual de los diferentes lotes y el control

Lote	NaCl	KCl	Fosfatos	Fibra
1 (Control)	100	0	0.5	0
2	25	75	0.4	0.5
3	25	75	0.2	0.5
4	25	75	0.4	1
5	25	75	0.2	1

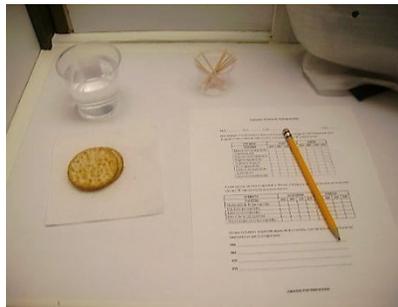


Figura 7.3.1-A. Panel de Evaluación Sensorial de productos cárnicos.



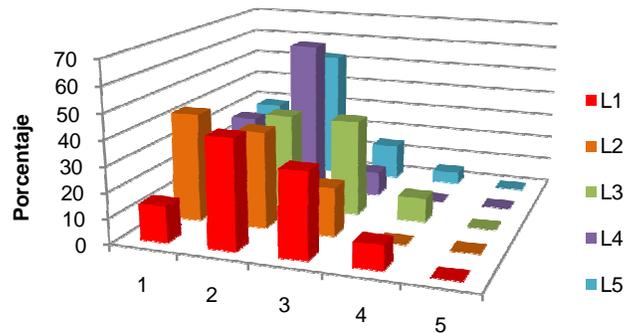
Figura 7.3.1-B. Presentación de las muestras de salchicha tipo Viena.



Figura 7.3.1-C. Jueces consumidores

7.3.1.1. Expectativa de salado y firmeza

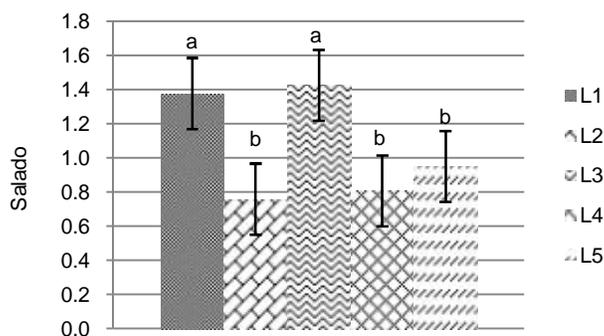
A continuación se muestran las gráficas de porcentajes por zona de intensidad de salado y firmeza en formulaciones de salchicha tipo Viena con mezclas de NaCl/KCl.



Gráfica 7.3.1.1-A. Expectativas de salado en donde: 1=Mucho menos de lo que esperaba, 2=Menos de lo que esperaba, 3=Justo como lo esperaba, 4=Más de lo que esperaba, 5=Mucho más de lo que esperaba.

Tabla 7.3.1.1-A. Porcentajes acumulados por zona para intensidad de salado en formulaciones básicas de salchichas.

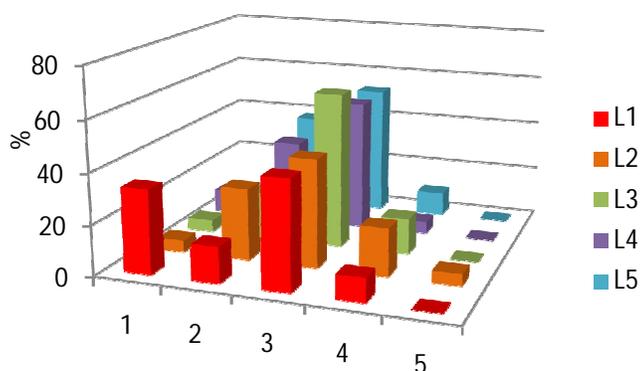
Zona	L1	L2	L3	L4	L5
Menos de lo que esperaba	57.14	80.95	52.38	90.48	80.95
Justo como lo esperaba	33.33	19.05	38.10	9.52	14.29
Más de lo que esperaba	9.52	0.00	9.52	0.00	4.76



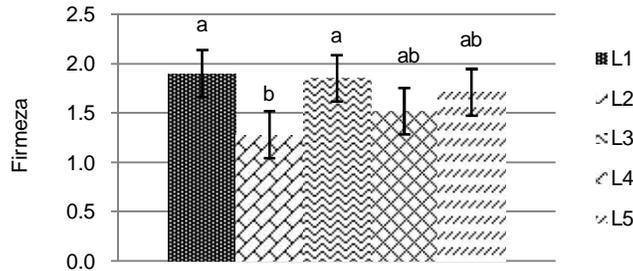
Gráfica 7.3.1.1-B. Promedios de expectativas de los consumidores para salado (LSD $\alpha=0.05$). Valor óptimo 3.^{a-b} Con la misma letra no existe diferencia significativa.

Tabla 7.3.1.1-B. Porcentajes acumulados por zona para expectativa de firmeza

Zona	L1	L2	L3	L4	L5
Menos de lo que esperaba	47.62	33.33	23.81	42.86	38.10
Justo como lo esperaba	42.86	42.86	61.90	52.38	52.38
Más de lo que esperaba	9.52	23.81	14.29	4.76	9.52



Gráfica 7.3.1.1-C. Expectativas de firmeza en donde: 1=Mucho menos de lo que esperaba, 2=Menos de lo que esperaba ,3=Justo como lo esperaba, 4=Más de lo que esperaba, 5=Mucho más de lo que esperaba.



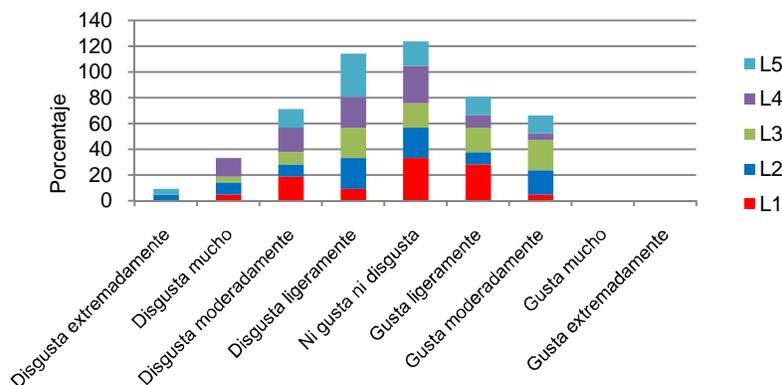
Gráfica 7.3.1.1-D. Promedios de expectativas de los consumidores para firmeza (LSD $\alpha=0.05$). Valor óptimo=3. ^{a-b} Con la misma letra no existe diferencia significativa.

De acuerdo a los resultados estadísticos las muestras que presentaron la misma intensidad de salado que la referencia (100% cloruro de sodio) fueron los lotes 3 y 5 (Gráfica 7.3.1.1-B), los cuales contienen la menor cantidad de fosfatos (Tabla 7.3.1.1-A); sin embargo, el lote 3 presentó la distribución más parecida al control.

Respecto a la intensidad de firmeza (Gráfica 7.3.1.1-C), dicho atributo se encontró principalmente en “justo como lo esperaba” para todos los lotes; aquellos que presentaron la misma percepción de firmeza que el control fueron los tratamientos 3,4 y 5.

7.3.1.2. Nivel de agrado

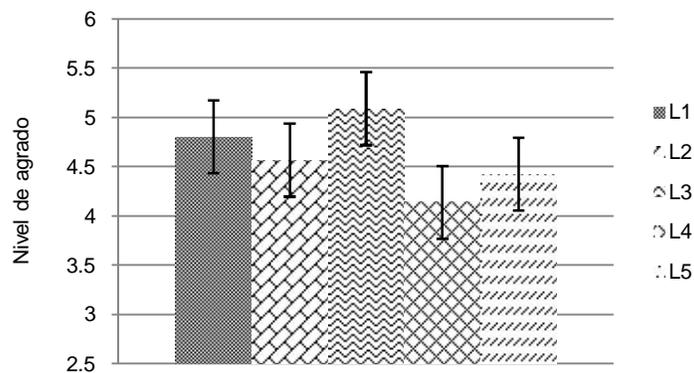
A continuación se muestra la gráficas de la distribución del nivel de agrado formulaciones de salchichas reducidas en sodio en una escala hedónica de 9 puntos.



Gráfica 7.3.1.2-A. Nivel de agrado de salchichas con mezclas de NaCl/KCl, bajas en fosfatos.

Tabla 7.3.1.2-A. Porcentajes acumulados por zona para nivel de agrado de salchichas con mezclas de NaCl/KCl.

Zona	L1	L2	L3	L4	L5
Desagrado	33.33	47.62	38.10	57.14	52.38
Ni gusta ni disgusta	33.33	23.81	19.05	28.57	19.05
Agrado	33.33	28.57	42.86	14.29	28.57



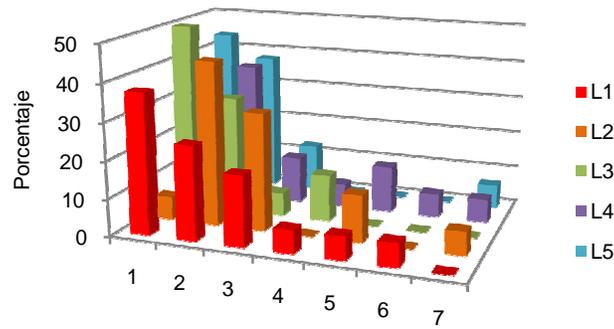
Gráfica 7.3.1.2-B. Promedios del nivel de agrado (LSD $\alpha=0.05$), en donde, valor óptimo >5. Todos los lotes son iguales.

El lote control se encontró distribuido en las tres zonas y la mayoría de los tratamientos diferentes a éste se encontraron principalmente en la zona de desagrado. El lote 3 (0.2% fosfatos, 0.5% fibra) presentó su mayor porcentaje en la zona de agrado; sin embargo, al realizar el análisis de varianza se observa que todos los tratamientos son iguales al control (Gráfica 7.3.1.2-B).

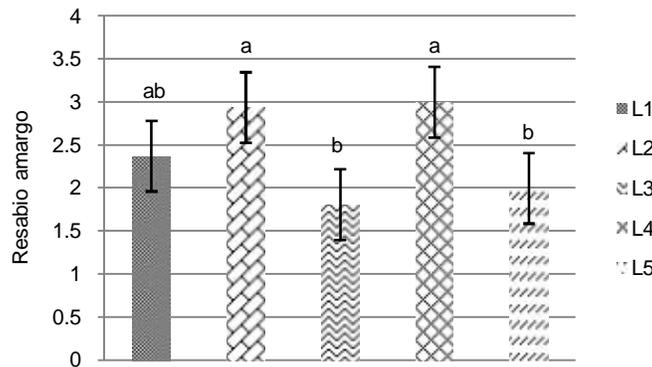
7.3.1.3. Intensidad de resabio amargo y metálico

Se realizó una prueba de rango utilizando una escala de intervalos de 7 puntos para determinar la intensidad con la que los consumidores detectaban el resabio amargo y metálico que posiblemente se podría presentar por efecto de la sal de potasio.

Del total de consumidores el 76.19% detectó resabio amargo en baja o alta intensidad y el 66.67% detectó algún resabio metálico.

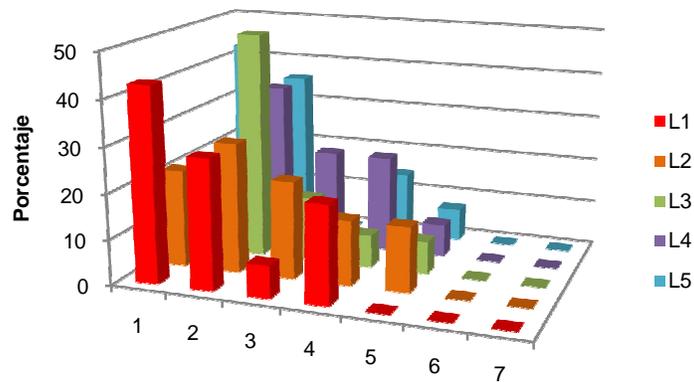


Gráfica 7.3.1.3-A. Intensidad de resabio amargo, en donde, 1=ausente, 2=muy ligero, 3= ligero, 4=intensidad intermedia, 5=intenso, 6= muy intenso, 7=extremadamente intenso.

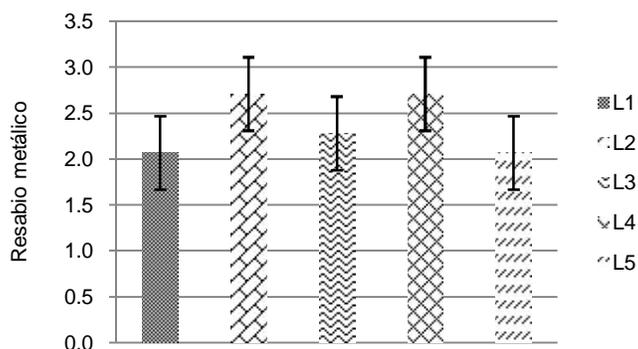


Gráfica 7.3.1.3-B. Escalamiento de resabio amargo (LSD $\alpha=0.05$). En donde, valor óptimo <4. Con la misma letra no existe diferencia significativa.

a-b



Gráfica 7.3.1.3-C. Intensidad de resabio metálico en salchichas tipo Viena, en donde, 1=ausente, 2=muy ligero, 3= ligero, 4=intensidad intermedia, 5=intenso, 6= muy intenso, 7=extremadamente intenso.



Grafica 7.3.1.3-D. Intensidad de resabio amargo (LSD $\alpha=0.05$). En donde, valor óptimo <4. Todos los lotes son iguales.

De acuerdo a la prueba de intervalos más del 50% de los consumidores detectaron algún resabio. A pesar de que las barras más grandes se encuentran en la zona de baja intensidad (Gráficas 7.3.1.3-A y C), algunos consumidores evaluaron la intensidad de resabio amargo y/o metálico como intenso. Sin embargos de acuerdo a las gráficas de medias e intervalos LSD, todos los lotes fueron iguales al control y se encontraron dentro del rango óptimo (Gráficas 7.3.1.3-B y D).

7.3.2. Mezclas de NaCl/KCl/MgCl₂

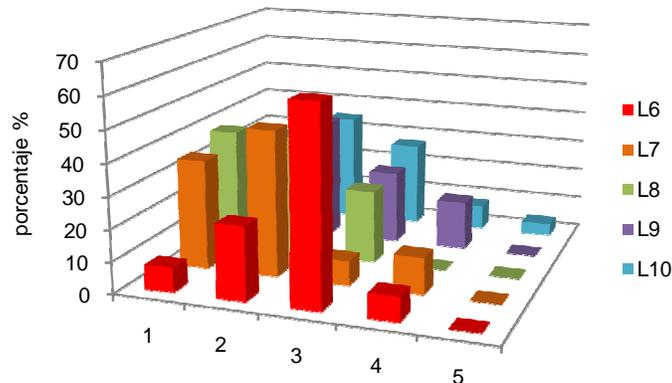
Además de la mezcla de cloruro de sodio con cloruro de potasio se adicionó cloruro de magnesio, la cual fue la sal con la que se obtuvo mayor firmeza en la prueba QDA, esto fue variando nuevamente las concentraciones de fosfatos y fibra.

Tabla 7.3.2-A. Composición porcentual de los diferentes lotes y el control.

LOTE	NaCl	KCl	MgCl ₂	Fosfatos	Fibra
6 (control)	100	0	0	0,5	0
7	25	62	13	0,4	0,5
8	25	62	13	0,2	0,5
9	25	62	13	0,4	1
10	25	62	13	0,2	1

7.3.2.1. Expectativa de salado y firmeza

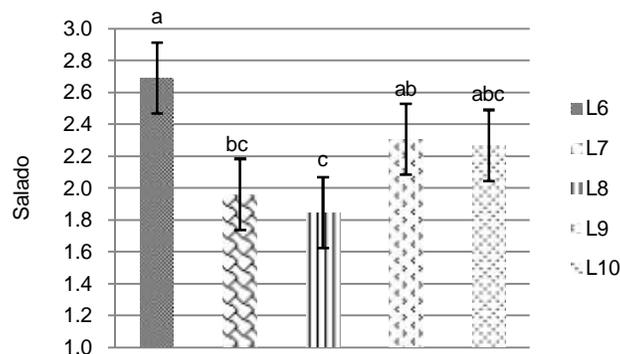
Se realizó una prueba de expectativa de salado y firmeza con 26 consumidores, 17 mujeres entre 21 y 26 años y 9 hombres entre 20 y 25 años, utilizando una escala JAR (just about right).



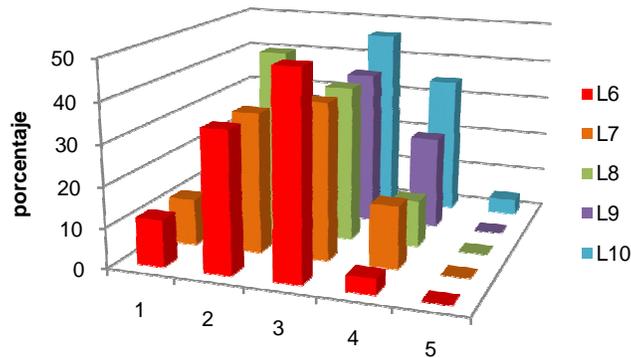
Gráfica 7.3.2.1-A. Expectativas de salado en salchichas reducidas en sodio y fosfato, en donde: 1=Mucho menos de lo que esperaba, 2=Menos de lo que esperaba, 3=Justo como lo esperaba, 4=Más de lo que esperaba, 5=Mucho más de lo que esperaba.

Tabla 7.3.2.1-A. Porcentajes acumulados por zona para expectativa de salado.

Zona	L6	L7	L8	L9	L10
Menos de lo que esperaba	30.77	80.77	76.92	61.54	61.54
Justo como lo esperaba	61.54	7.69	23.08	23.08	26.92
Más de lo que esperaba	7.69	11.54	0.00	15.38	11.54



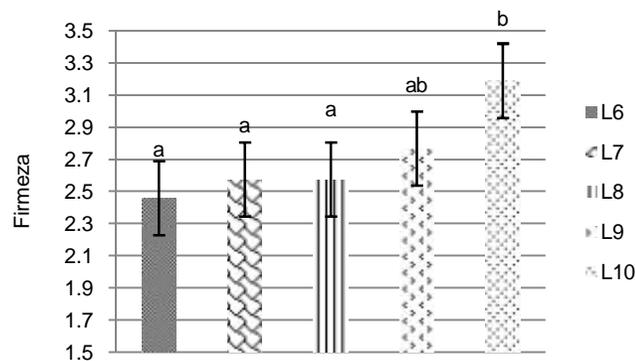
Gráfica 7.3.2.1-B. Medias e intervalos LSD al 95% para salado. Valor óptimo 3.^{a-b-c} Con la misma letra no existe diferencia significativa.



Gráfica 7.3.2.1-C. Expectativas de los consumidores para firmeza de salchichas reducidas en sodio y fosfato, en donde: 1=Mucho menos de lo que esperaba, 2=Menos de lo que esperaba, 3=Justo como lo esperaba, 4=Más de lo que esperaba, 5=Mucho más de lo que esperaba.

Tabla 7.3.2.1-B. Porcentajes acumulados por zona para expectativa de firmeza en salchichas tipo Viena reducidas en sodio y fosfatos.

Zona	L6	L7	L8	L9	L10
Menos de lo que esperaba	46.15	46.15	50.00	38.46	15.38
Justo como lo esperaba	50.00	38.46	38.46	38.46	46.15
Más de lo que esperaba	3.85	15.38	11.54	23.08	38.46



Gráfica 7.3.2.1-D. Medias e intervalos LSD al 95 % para expectativa de firmeza, en donde el valor óptimo es 3. ^{a-b} Con la misma letra no existe diferencia significativa.

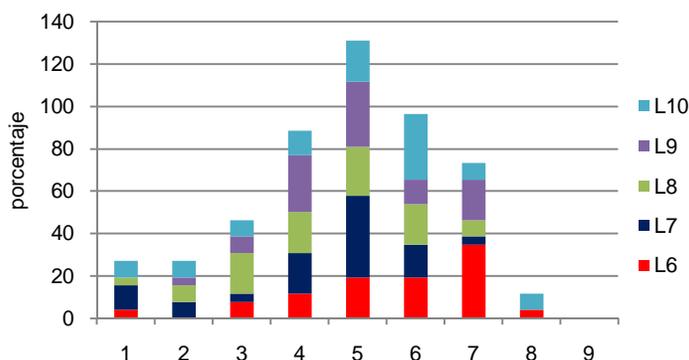
Como se observa en la gráfica 7.3.2.1-A, el lote control cumple con la expectativa de los consumidores en cuanto al salado. En esta etapa, al igual que en la selección con mezclas de dos sales, se encontró que los lotes diferentes al control fueron evaluados por los consumidores como “menos de lo que esperaba”; sin

embargo, de acuerdo a los resultados estadísticos, los lotes 9 y 10 (1% de fibra) presentan la misma intensidad de salado que la referencia (Gráfica 7.3.2.1-B).

La expectativa de los consumidores para firmeza se encontró distribuida principalmente en las zonas “menos de lo que esperaba” y “justo como lo esperaba”. De acuerdo al análisis de varianza los lotes 7, 8 y 9 obtuvieron la misma intensidad de firmeza que el control; el lote diferente fue el 10 porque obtuvo el mayor porcentaje en “JAR” y “más de lo que esperaba” y por lo tanto su promedio se acerca más al valor óptimo.

7.3.2.2. Nivel de agrado

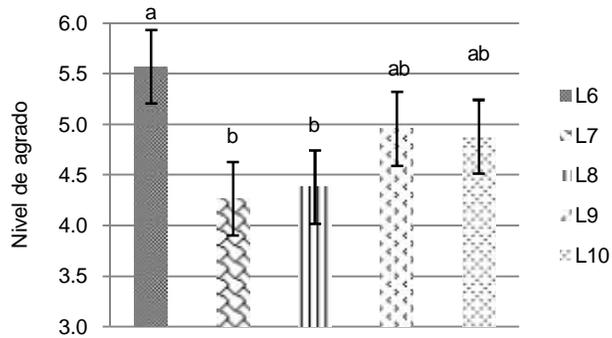
Se realizó una prueba de nivel de agrado utilizando una escala hedónica de 9 puntos, los resultados se muestran a continuación.



Gráfica 7.3.2.2-A. Nivel de agrado de mezclas NaCl/KCl/MgCl₂ bajas en fosfatos, en donde, 1=Disgusta extremadamente, 2= Disgusta mucho, 3= Disgusta moderadamente, 4= Disgusta ligeramente, 5 =Ni gusta ni disgusta, 6= Gusta ligeramente, 7=Gusta moderadamente, 8=Gusta mucho, 9=Gusta extremadamente.

Tabla 7.3.2.2-A. Porcentajes acumulados por zona para nivel de agrado de salchichas reducidas en sodio y fosfato.

Zona	L6	L7	L8	L9	L10
Desagrado	23.08	42.31	50.00	38.46	34.62
Ni gusta ni disgusta	19.23	38.46	23.08	30.77	19.23
Agrado	57.69	19.23	26.92	30.77	46.15



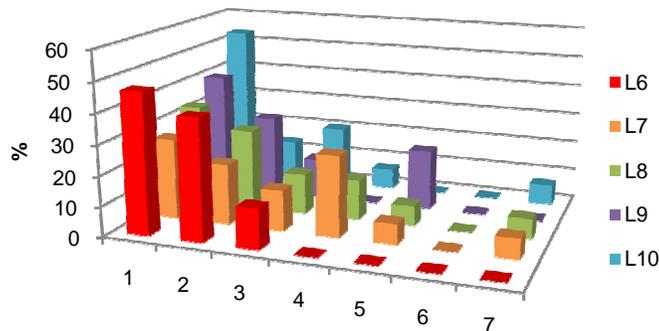
Gráfica 7.3.2.2-B. Medias e intervalos LSD al 95% para nivel de agrado en salchichas con mezclas de tres sales, bajas en fosfatos. Valor óptimo > 5.^{a-b} Con la misma letra no existe diferencia significativa.

De acuerdo al análisis estadístico las muestras que tuvieron el mismo nivel de agrado que la referencia (100% cloruro de sodio) fueron los lotes 9 y 10 (Gráfica 7.3.2.2-B), es decir, las salchichas que contienen el mayor porcentaje de fibra.

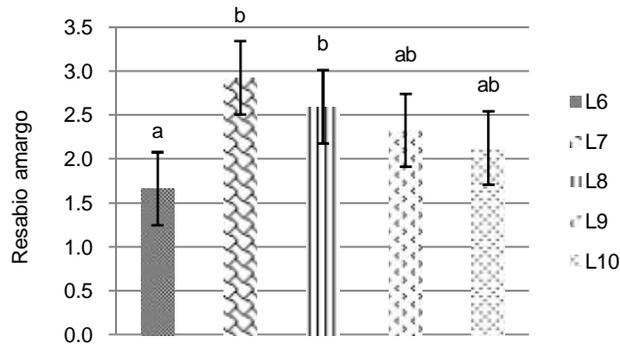
El lote 9 se encontró distribuido en las tres zonas; el lote 10, en los extremos (agrado y desagrado) y el control presentó un porcentaje importante en la zona de agrado (Tabla 7.3.2.2-A).

7.3.2.3. Escalamiento de resabio amargo y metálico

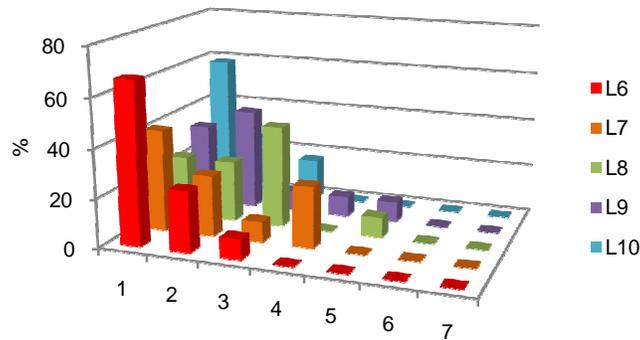
Del total de consumidores encuestados, el 57.69% identificó algún resabio amargo y el 46.15% un resabio metálico.



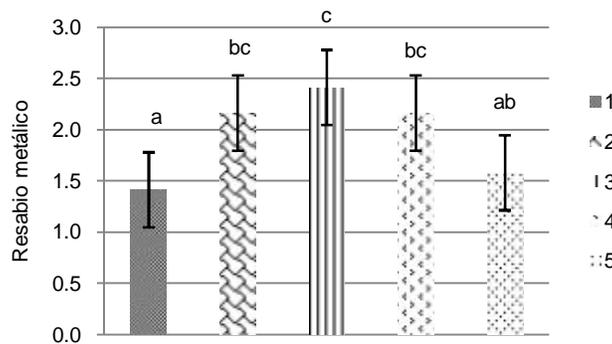
Gráfica 7.3.2.3-A. Escalamiento de resabio amargo, en donde, 1=ausente, 2=muy ligero, 3= ligero, 4=intensidad intermedia, 5=intenso, 6= muy intenso, 7=extremadamente intenso.



Gráfica 7.3.2.3-B. Medias e intervalos LSD al 95% para intensidad de resabio amargo. Valor óptimo <4. ^{a-b} Con la misma letra no existe diferencia significativa.



Gráfica 7.3.2.3-C. Escalamiento de resabio metálico, en donde, 1=ausente, 2=muy ligero, 3= ligero, 4=intensidad intermedia, 5=intenso, 6= muy intenso, 7=extremadamente intenso.



Gráfica 7.3.2.3-D. Promedios del escalamiento de los consumidores para resabio metálico (LSD $\alpha=0.05$). Valor óptimo <4. ^{a-b-c} Con la misma letra no existe diferencia significativa.

Comparando las gráfica de barras de ambos resabios (Gráficas 7.3.2.3-A y C), se tiene que el que tuvo mayores frecuencias en ambas intensidades fue el resabio amargo, sin embargo, en las gráficas de promedios todos los lotes se encuentran dentro del rango óptimo (<4) y en ambos casos, el control es el que presenta la menor intensidad.

De acuerdo al análisis de varianza, los lotes que presentaron la misma intensidad de resabio amargo al control fueron el 9 y 10 (1% fibra) y para resabio metálico solo el L10 (1% fibra y 0.2% fosfatos), (Gráficas 7.3.2.3-B y D).

7.4. Evaluación sensorial de mezclas similares al control.

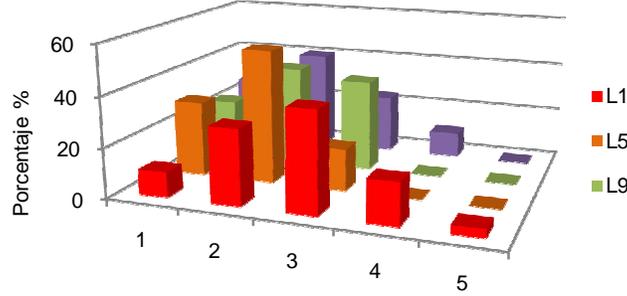
De la etapa anterior se logró seleccionar tres muestras, las cuales presentaron características sensoriales similares a la formulación con 100% cloruro de sodio.

Tabla 7.4-A. Composición porcentual de mezclas de sales, fosfatos y fibra similares al control.

Lote	NaCl	KCl	MgCl₂	Fosfatos	Fibra
1 (control)	100	0	0	0.5	0
5	25	75	0	0.2	1
9	25	62	13	0.4	1
10	25	62	13	0.2	1

Se realizaron las pruebas de consumidor anteriores para definir cuál sería la mezcla utilizada en las formulaciones definitivas, para esto se realizó una evaluación sensorial con 30 consumidores, 17 mujeres entre 22 y 31 años y 13 hombres entre 24 y 37 años.

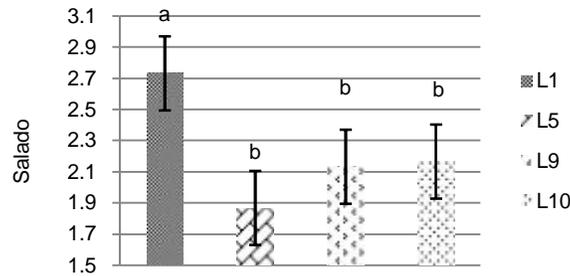
7.4.1. Expectativa de salado y firmeza



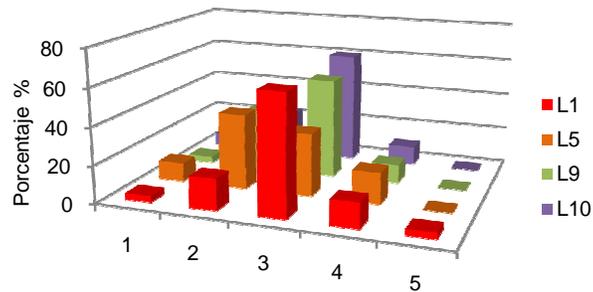
Gráfica 7.4.1-A. Expectativa de los consumidores para salado, en donde, 1=Mucho menos de lo que esperaba, 2=Menos de lo que esperaba, 3=Justo como lo esperaba, 4=Más de lo que esperaba, 5=Mucho más de lo que esperaba.

Tabla 7.4.1-A. Porcentajes acumulados por zona para expectativa de salado.

ZONA	L1	L5	L9	L10
Menos de lo que esperaba	40.00	83.33	63.33	66.67
Justo como lo esperaba	40.00	16.67	36.67	23.33
Más de lo que esperaba	20.00	0.00	0.00	10.00



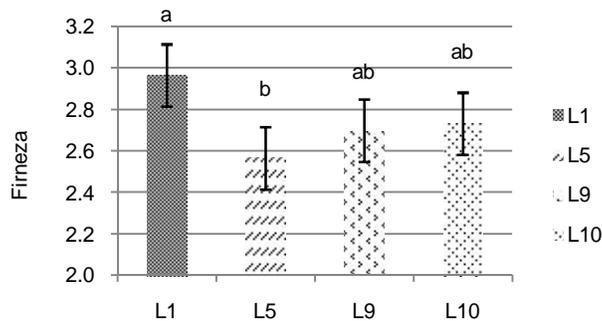
Gráfica 7.4.1-B. Promedios de expectativa de salado en salchichas reducidas en sodio y fosfato, (LSD $\alpha=0.05$). Valor óptimo=3. ^{a-b} Con la misma letra no existe diferencia significativa.



Gráfica 7.4.1-C. Expectativas de firmeza en salchichas tipo Viena, en donde: 1=Mucho menos de lo que esperaba, 2=Menos de lo que esperaba, 3=Justo como lo esperaba, 4=Más de lo que esperaba, 5=Mucho más de lo que esperaba.

Tabla 7.4.1-B. Porcentajes acumulados por zona para expectativa de firmeza en salchichas reducidas en sodio.

ZONA	L1	L5	L9	L10
Menos de lo que esperaba	20.00	50.00	36.67	30.00
Justo como lo esperaba	63.33	33.33	53.33	60.00
Más de lo que esperaba	16.67	16.67	10.00	10.00



Gráfica 7.4.1-D. Prueba de rango múltiple para expectativa de firmeza en salchichas tipo Viena. (LSD $\alpha=0.05$). Valor óptimo=3. ^{a-b} Con la misma letra no existe diferencia significativa.

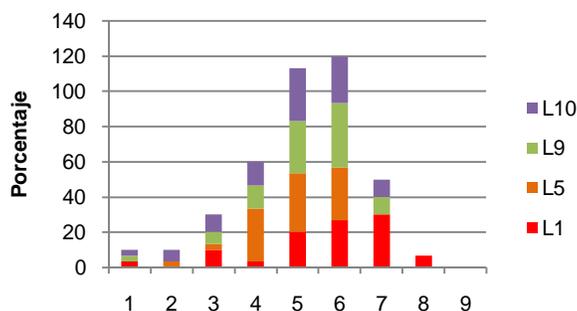
La gráfica 7.4.1-A y la tabla de porcentajes acumulados (Tabla 7.4.1-A) indican que las expectativas de salado para todas las muestras e incluso el control se encontraron en “menos de lo que esperaba”. Únicamente la muestra formulada con 100% cloruro de sodio presentó un porcentaje alto en la zona “justo como lo esperaba”; cabe mencionar que esta tendencia se ha observado durante todo el estudio.

Como se observa en el análisis estadístico de intensidad de salado (Gráfica 7.4.1-B), todas las muestras son diferentes al lote control (100% NaCl). Sin embargo, los lotes 9 y 10 son los que podrían presentar una mayor similitud con el lote formulado con 100% cloruro de sodio por tener los promedios más altos.

Respecto a la expectativa de firmeza (Gráfica 7.4.1-C); a comparación de los estudios anteriores, dicho atributo aumentó en la zona “justo como lo esperaba” para todas las muestras, a excepción del lote 5 el cual tiene el mayor porcentaje

en “menos de lo que esperaba”. La prueba de rango múltiple mostró que los lotes parecidos en firmeza al control fueron el 9 y 10, es decir, las formulaciones que contienen cloruro de magnesio.

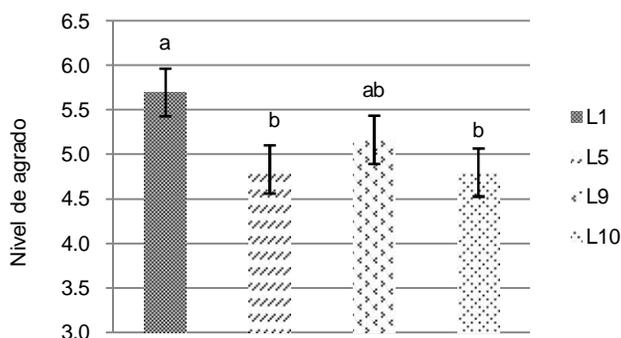
7.4.2. Nivel de agrado



Gráfica 7.4.2-A. Nivel de agrado de mezclas parecidas al control, en donde, 1=Disgusta extremadamente, 2= Disgusta mucho, 3= Disgusta moderadamente, 4= Disgusta ligeramente, 5 =Ni gusta ni disgusta, 6=Gusta ligeramente, 7=Gusta moderadamente, 8=Gusta mucho, 9=Gusta extremadamente.

Tabla 7.4.2-A. Porcentajes acumulados por zona para nivel de agrado en mezclas de sales y fosfatos parecidas al control.

ZONA	L1	L5	L9	L10
Desagrado	16.67	36.67	23.33	33.33
Ni gusta ni disgusta	20.00	33.33	30.00	30.00
Agrado	63.33	30.00	46.67	36.67



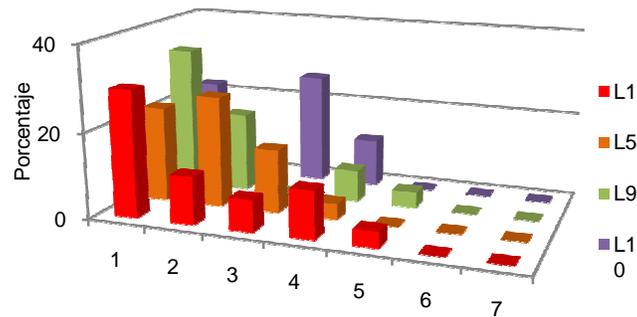
Gráfica 7.4.2-B. Medias e intervalos LSD al 95% para nivel de agrado, en donde, valor óptimo >5. ^{a-b} Con la misma letra no existe diferencia significativa.

A pesar de que la expectativa de salado fue baja para todos los lotes, el nivel de agrado se encontró distribuido en las tres zonas para los lotes 5 y 10 y en la zona de agrado principalmente para el lote 9 y el control; es por esto que todos los lotes se acercaron al valor óptimo en la gráfica de medias e intervalos LSD (Gráfica 7.4.2-B).

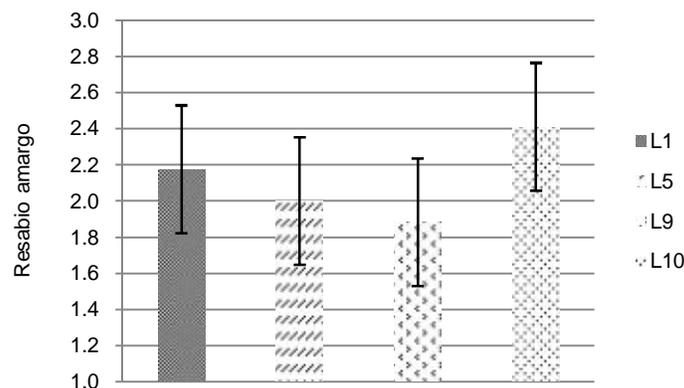
De acuerdo al análisis estadístico, el lote que presenta el mismo nivel de agrado al control es el 9.

7.4.3. Intensidad de resabio amargo y metálico.

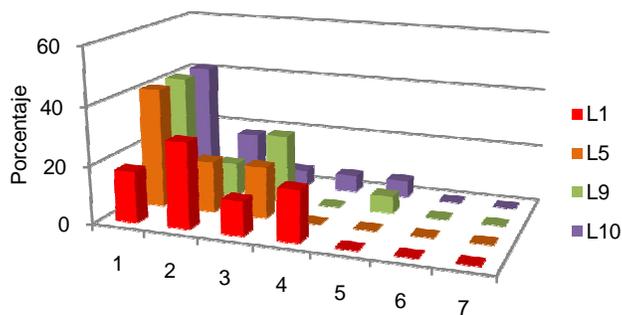
En esta etapa el 56.67% de los consumidores detectó un resabio amargo y el 43.33% resabio metálico en diferente intensidad. Los resultados se muestran a continuación:



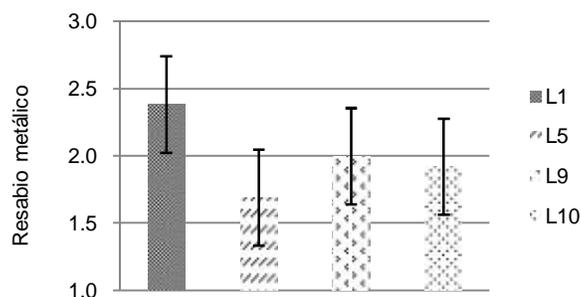
Gráfica 7.4.3-A. Escalamiento de resabio amargo, en donde, 1=Ausente, 2=Muy ligero, 3= Ligero, 4=Intensidad intermedia, 5=Intenso, 6=Muy intenso, 7=Extremadamente intenso.



Gráfica 7.4.3-B. Promedios del escalamiento de los consumidores para resabio amargo (LSD $\alpha=0.05$). Valor óptimo < 4. Todos los lotes son iguales.



Gráfica 7.4.3-C. Escalamiento de resabio metálico, en donde, 1=Ausente, 2=Muy ligero, 3= Ligero, 4=Intensidad intermedia, 5=Intenso, 6=Muy intenso, 7=Extremadamente intenso.



Gráfica 7.4.3-D. Promedios del escalamiento de los consumidores para resabio metálico (LSD $\alpha=0.05$). Valor óptimo < 4. Todos los lotes son iguales.

A comparación de los estudios anteriores, la intensidad de resabio amargo y metálico detectada por los consumidores disminuyó ligeramente. El escalamiento se mantiene dentro de la zona esperada, es decir, en baja intensidad para ambos resabios y todos los lotes presentan la misma intensidad que el control.

7.5. Evaluación sensorial de salchichas tipo Viena reducidas en sodio y fosfato

Una vez seleccionadas las mezclas de sales y fosfatos que dieron resultados sensoriales similares a una formulación control y que tuvieran los porcentajes más bajos de sodio y fosfatos, se evaluaron salchichas tipo Viena con bajo y alto contenido de proteína, elaboradas en planta piloto. Se determinó evaluar dos formulaciones, una con mezcla de dos sales (formulación 5) y otra con tres sales (formulación 10) para ambos tipos de salchicha.

7.5.1. Salchichas tipo Viena con menor contenido de proteína

Se realizó una evaluación sensorial con 45 consumidores, 15 hombres entre 20 y 45 años y 30 mujeres entre 19 y 45 años de edad. A continuación se muestran los porcentajes de sales, fosfatos y fibra sobre la formulación total:

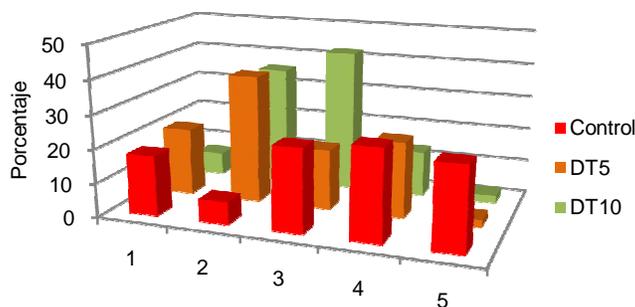
Tabla 7.5.1-A. Composición porcentual de sales, fosfatos y fibra sobre la formulación total de salchichas con menor contenido de proteína.

	Control	DT5	DT10
Total de sales %	2.07	2.07	2.07
Cloruro de sodio %	100	0.83	0.83
Cloruro de potasio %	0	1.24	0.97
Cloruro magnesio %	0	0	0.27
Fosfatos %	0.5	0.20	0.20
Fibra %	0	1	1
Proteína %	6.85	6.85	6.85

Tabla 7.5.1-B. Composición porcentual salchichas tipo Viena con menor contenido de proteína reducidas en sodio y fosfato.

Lote	NaCl	KCl	MgCl ₂	Fosfatos	Fibra
Control	100	0	0	0.5	0
DT5	25	75	0	0.2	1
DT10	25	62	13	0.2	1

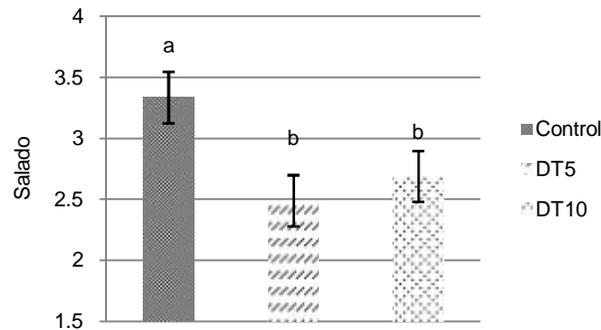
7.5.1.1. Expectativa de salado y firmeza



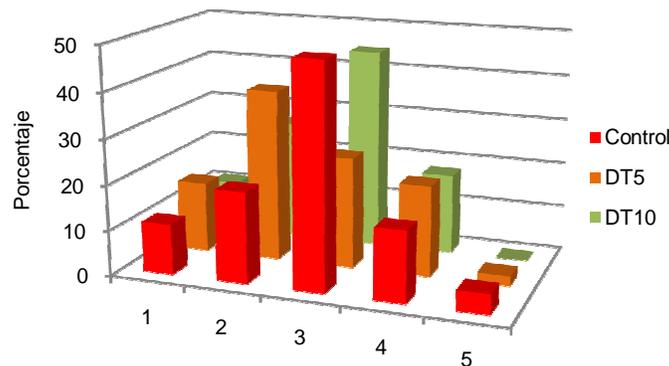
Gráfica 7.5.1.1-A. Expectativa de salado en salchichas con menor contenido de proteína, reducidas en sodio y fosfato, en donde: 1=Mucho menos de lo que esperaba, 2=Menos de lo que esperaba, 3=Justo como lo esperaba, 4=Más de lo que esperaba, 5=Mucho más de lo que esperaba.

Tabla 7.5.1.1-A. Porcentajes acumulados por zona para expectativa de salado en salchichas reducidas en sodio y fosfato.

Zona	Control	DT5	DT10
Menos de lo que esperaba	24.44	57.78	42.22
Justo como lo esperaba	24.44	17.78	42.22
Más de lo que esperaba	51.11	24.44	15.56



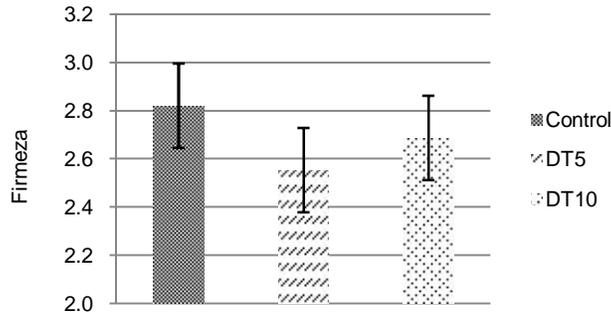
Gráfica 7.5.1.1-B. Promedios de expectativa de salado en salchichas reducidas en sodio y fosfato (LSD $\alpha=0.05$). Valor óptimo=3. Existe diferencia significativa entre lotes.



Gráfica 7.5.1.1-C. Expectativa de firmeza en salchichas con menor contenido de proteína, reducidas en sodio y fosfato, en donde: 1=Mucho menos de lo que esperaba, 2=Menos de lo que esperaba, 3=Justo como lo esperaba, 4=Más de lo que esperaba, 5=Mucho más de lo que esperaba.

Tabla 7.5.1.1-B. Porcentajes acumulados por zona para expectativa de firmeza.

Zona	Control	DT5	DT10
Menos de lo que esperaba	31.11	53.33	37.78
Justo como lo esperaba	48.89	24.44	44.44
Más de lo que esperaba	20.00	22.22	17.78

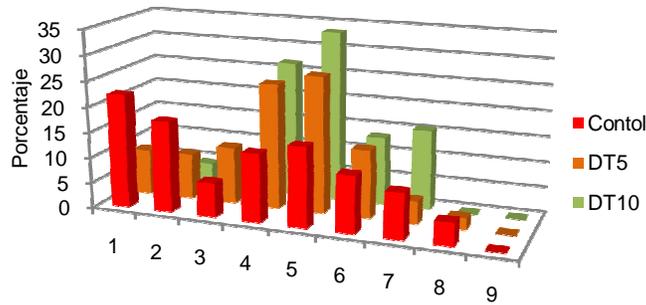


Gráfica 7.5.1.1-D. Prueba de rango múltiple para expectativa de firmeza en salchichas tipo Viena. (LSD $\alpha=0.05$). Valor óptimo=3. Todos los lotes son iguales.

El lote con 100% cloruro de sodio presentó el mayor porcentaje de expectativa en la zona “más de lo que esperaba”, las muestras DT5 y DT10 presentaron sus mayores porcentajes en “menos de lo que esperaba” sin embargo es importante resaltar que la muestra DT10 presentó un porcentaje importante en la zona “justo como lo esperaba” (Gráfica 7.5.1.1-A). De acuerdo a los resultados estadísticos (Gráfica 7.5.1.1-B), ninguna de las muestras presentó la misma intensidad de salado que la muestra control, la cual se encontró dentro del valor óptimo; la prueba de rango múltiple indicó que las muestras son iguales entre sí y diferentes al control.

Para firmeza, las muestras control y DT10 presentaron porcentajes importantes en la zona de “justo como lo esperaba”, mientras que DT5 se encontró en “menos de lo que esperaba” (Gráfica 7.5.1.1-C). Es importante mencionar que los resultados de la prueba de rango múltiple (Gráfica 7.5.1.1-D) indicaron que no existe diferencia entre muestras incluyendo el control.

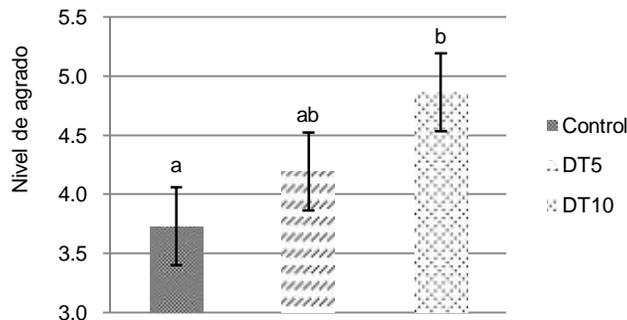
7.5.1.2. Nivel de agrado



Gráfica 7.5.1.2-A. Nivel de agrado en salchichas reducidas en sodio y fosfato, en donde, 1=Disgusta extremadamente, 2= Disgusta mucho, 3= Disgusta moderadamente, 4= Disgusta ligeramente, 5 =Ni gusta ni disgusta, 6=Gusta ligeramente, 7=Gusta moderadamente, 8=Gusta mucho, 9=Gusta extremadamente.

Tabla 7.5.1.2-A. Porcentajes acumulados por zona para nivel de agrado en salchichas con menor contenido de proteína, reducidas en sodio y fosfato.

Zona	Control	DT5	DT10
Desagrado	60.00	53.33	37.78
Ni gusta ni disgusta	15.56	26.67	33.33
Agrado	24.44	20.00	28.89



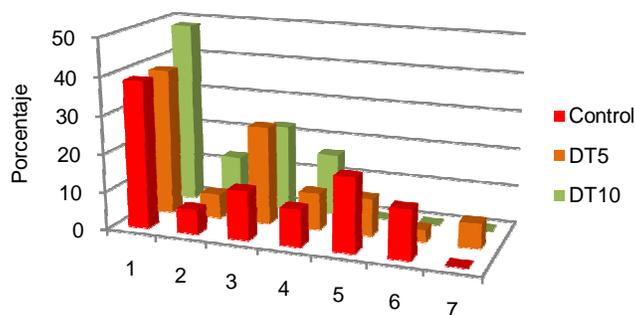
Gráfica 7.5.1.2-B. Prueba de rango múltiple para nivel de agrado de salchichas reducidas en sodio y fosfato. (LSD $\alpha=0.05$). Valor óptimo >5. ^{a-b} Con la misma letra no existe diferencia significativa.

Debido a que la muestra DT10 tuvo un porcentaje importante en la zona “justo como lo esperaba” para salado, también fue la mejor evaluada en cuanto al nivel de agrado, en la gráfica 7.5.1.2-A, se observa que éste lote se encuentra

distribuido en las tres zonas, obteniendo el mayor porcentaje en la zona de agrado a diferencia del lote control y DT5 que tuvieron el mayor porcentaje en la zona de desagrado y por lo tanto fueron estadísticamente iguales en la prueba de rango múltiple (Gráfica 7.5.1.2-B).

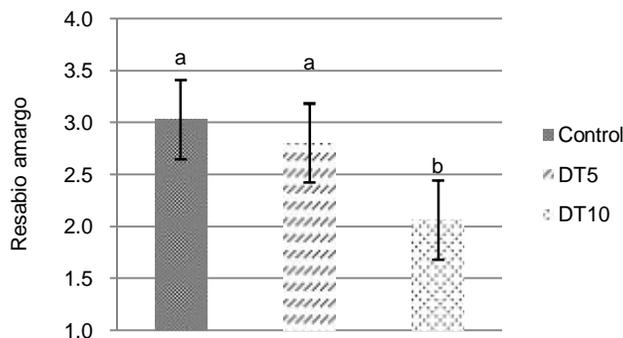
7.5.1.3. Escalamiento de resabio amargo y metálico

Del total de consumidores, el 68.9% detectó un resabio amargo y el 55.6% un resabio metálico.

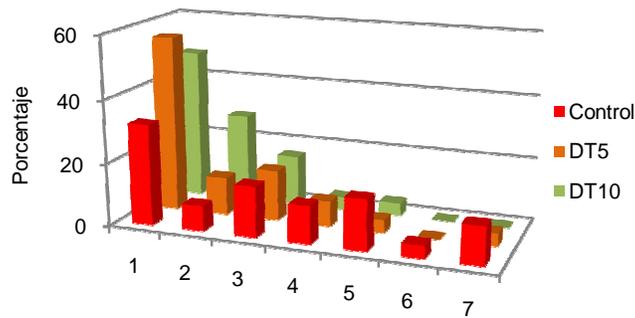


Gráfica 7.5.1.3-A. Escalamiento de resabio amargo en salchichas con menor contenido de proteína, reducidas en sodio y fosfato, en donde, 1=Ausente, 2=Muy ligero, 3= Ligero, 4=Intensidad intermedia, 5=Intenso, 6=Muy intenso, 7=Extremadamente intenso.

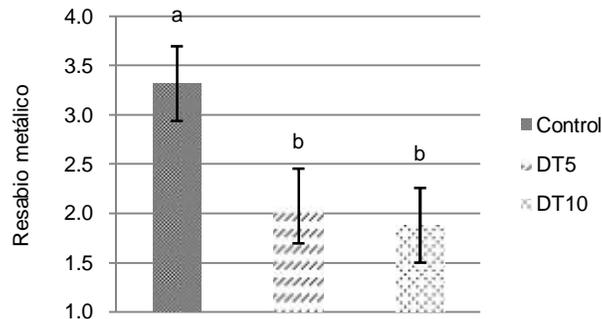
A continuación se muestra el análisis LSD de los diferentes lotes y el control para intensidad de resabio amargo:



Gráfica 7.5.1.3-B. Medias e intervalos LSD al 95% para intensidad de resabio amargo. Valor óptimo < 4.
^{a-b} Con la misma letra no existe diferencia significativa.



Gráfica 7.5.1.3-C. Escalamiento de resabio metálico en salchichas con menor contenido de proteína, reducidas en sodio y fosfato, en donde, 1=Ausente, 2=Muy ligero, 3= Ligero, 4=Intensidad intermedia, 5=Intenso, 6=Muy intenso, 7=Extremadamente intenso.



Gráfica 7.5.1.3-D. Promedios de desescalamiento de resabio metálico (LSD $\alpha=0.05$). Valor óptimo < 4.
^{a-b} Con la misma letra no existe diferencia significativa.

Como se observa en las gráficas 7.5.1.3-A y C, ambos resabios se encontraron en la zona de baja intensidad, además, todos los lotes se encuentran dentro del valor óptimo, sin embargo el lote DT10 es el que obtuvo el menor promedio en ambos resabios, incluso por debajo del lote control (Gráficas 7.5.1.3-B y D).

7.5.2. Salchichas tipo Viena con mayor contenido de proteína

Se realizó una evaluación sensorial con 45 consumidores, 15 hombres entre 20 y 45 años y 30 mujeres entre 19 y 45 años de edad.

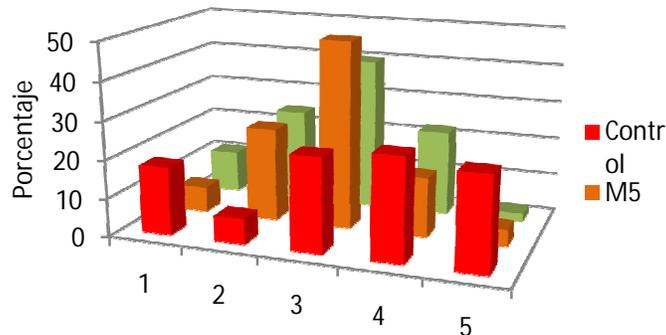
Tabla 7.5.2-A. Composición porcentual de sales, fosfatos y fibra sobre la formulación total de salchichas con mayor contenido de proteína.

	Control	M5	M10
Total de sales %	2.17	2.17	2.17
Cloruro de sodio %	100	0.87	0.87
Cloruro de potasio %	0	1.30	1.02
Cloruro magnesio %	0	0	0.28
Fosfatos %	0.50	0.20	0.20
Fibra %	0	1	1
Proteína %	7.42	7.42	7.42

Tabla 7.5.2-B. Composición porcentual de sales, fosfatos y fibra en salchichas con menor contenido de proteína, reducidas en sodio y fosfato.

Lote	NaCl	KCl	MgCl ₂	Fosfatos	Fibra
Control	100	0	0	0.5	0
M5	25	75	0	0.2	1
M10	25	62	13	0.2	1

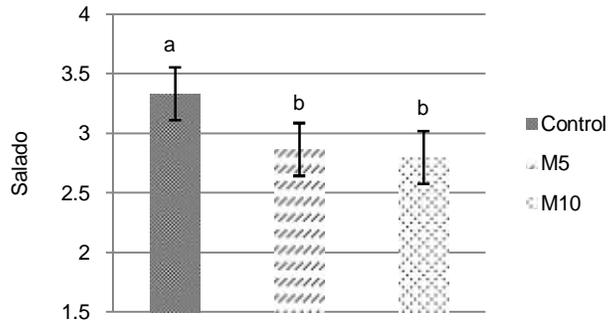
7.5.2.1. Expectativa de salado y firmeza



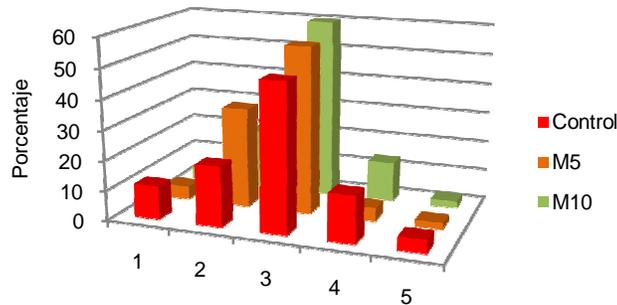
Gráfica 7.5.2.1-A. Expectativa de salado en salchichas con alto contenido de proteína, reducidas en sodio y fosfato, en donde: 1=Mucho menos de lo que esperaba, 2=Menos de lo que esperaba, 3=Justo como lo esperaba, 4=Más de lo que esperaba, 5=Mucho más de lo que esperaba.

Tabla 7.5.2.1-A. Porcentajes acumulados por zona para expectativa de salado en salchichas reducidas en sodio y fosfato.

Zona	Control	M5	M10
Menos de lo que esperaba	24.44	31.11	35.56
Justo como lo esperaba	24.44	48.89	40.00
Más de lo que esperaba	51.11	20.00	24.44



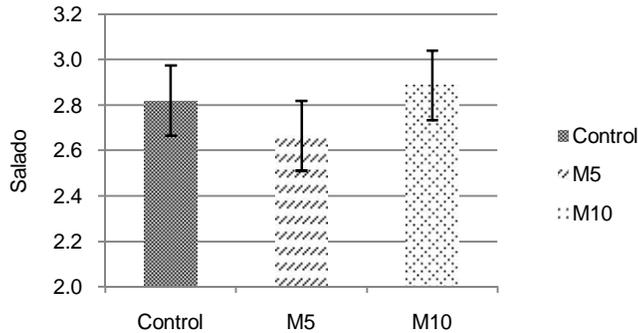
Gráfica 7.5.2.1-B. Medias e intervalos LSD al 95% para expectativa de salado en salchichas con mayor contenido de proteína reducidas en sodio y fosfatos, en donde el valor óptimo es 3.^{a-b} Con la misma letra no existe diferencia significativa.



Gráfica 7.5.2.1-C. Expectativa de firmeza en salchichas con mayor contenido de proteína, reducidas en sodio y fosfato, en donde: 1=Mucho menos de lo que esperaba, 2=Menos de lo que esperaba, 3=Justo como lo esperaba, 4=Más de lo que esperaba, 5=Mucho más de lo que esperaba.

Tabla 7.5.2.1-B. Porcentajes acumulados por zona para expectativa de firmeza en salchichas reducidas en sodio y fosfato.

Zona	Control	M5	M10
Menos de lo que esperaba	31.11	37.78	24.44
Justo como lo esperaba	48.89	55.56	60.00
Más de lo que esperaba	20.00	6.67	15.56

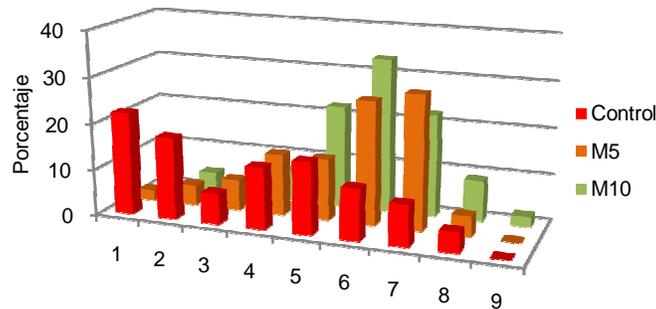


Gráfica 7.5.2.1-D. Medias e intervalos LSD al 95% para expectativa de salado en salchichas con mayor contenido de proteína reducidas en sodio y fosfatos, en donde el valor óptimo es 3. Todas las formulaciones son iguales.

De acuerdo a gráfica de expectativa de los consumidores, las formulaciones M5 y M10 se encontraron principalmente en “justo como lo esperaba”, sin embargo también presentan un porcentaje importante en la zona “menos de lo que esperaba”; a diferencia del control que fue percibido como el más salado, lo cual se observa en la gráfica de intervalos (Gráfica 7.5.2.1-B) en donde las formulaciones son estadísticamente iguales entre ellas y diferentes al control, estando éste por encima del valor óptimo y los lotes M5 y M10 muy cercanos a dicho valor.

En cuanto a la firmeza el lote M10 obtuvo el mayor porcentaje en la zona “justo como lo esperaba” tal como se ha presentado durante todo el proceso de selección de sales. De acuerdo a la prueba de rango múltiple todos los lotes son iguales al control y se encuentran muy cercanos al valor óptimo (Gráfica 7.5.2.1-D).

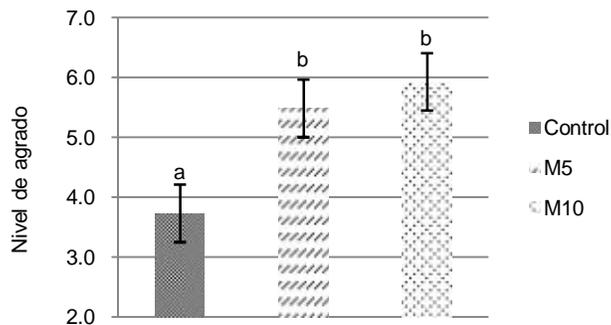
7.5.2.2. Nivel de agrado



Gráfica 7.5.2.2-A. Nivel de agrado de salchichas con mayor contenido de proteína reducidas en sodio y fosfato, en donde, 1=Disgusta extremadamente, 2= Disgusta mucho, 3= Disgusta moderadamente, 4= Disgusta ligeramente, 5 =Ni gusta ni disgusta, 6=Gusta ligeramente, 7=Gusta moderadamente, 8=Gusta mucho, 9=Gusta extremadamente.

Tabla 7.5.2.2-A. Porcentajes acumulados por zona para nivel de agrado de salchichas con mayor contenido de proteína, reducidas en sodio y fosfatos.

Zona	Control	M5	M10
Desagrado	60.00	26.67	11.11
Ni gusta ni disgusta	15.56	13.33	22.22
Agrado	24.44	60.00	66.67



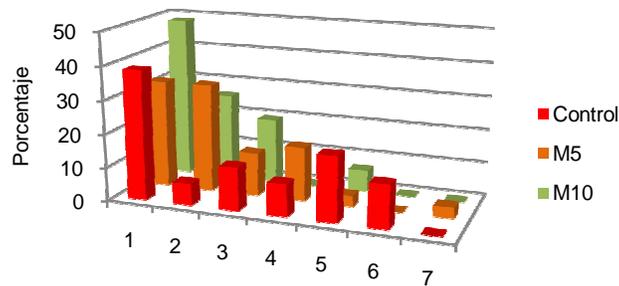
Gráfica 7.5.2.2-B. Promedios de nivel de agrado de salchichas con mayor contenido de proteína, reducidas en sodio y fosfatos (LSD $\alpha=0.05$). Valor óptimo >4 .

^{a-b} Misma letra no existe diferencia significativa.

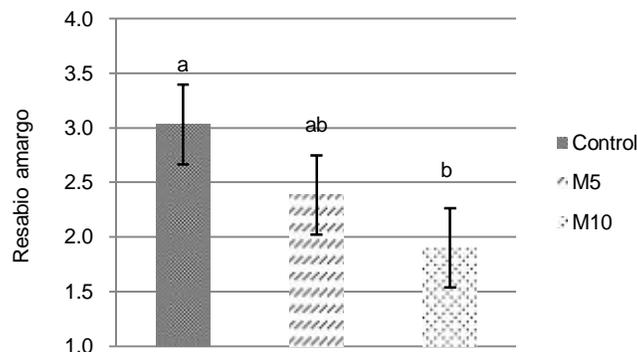
Como se observa en la tabla de porcentajes acumulados (Tabla 7.5.2.2-A), el control tiene el mayor porcentaje en la zona de desagrado, mientras que las formulaciones, las cuales son estadísticamente iguales, lo obtuvieron en la zona

de agrado, es decir, los lotes M5 y M10 fueron los que más gustaron al consumidor, incluso por encima del lote control que además fue evaluado como más salado de lo que se esperaba.

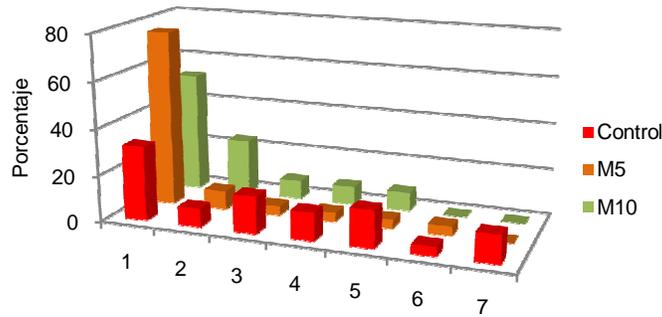
7.5.2.3. Escalamiento de resabio amargo y metálico



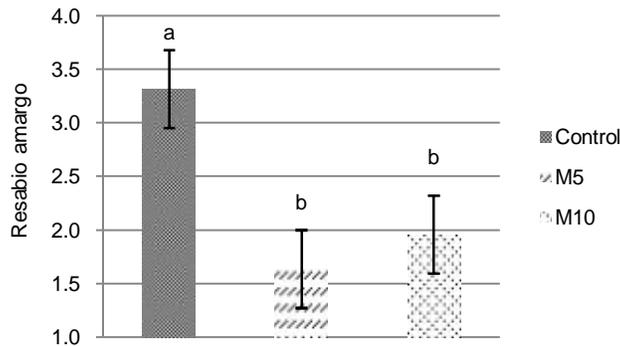
Gráfica 7.5.2.3-A. Escalamiento de resabio amargo en salchichas con mayor contenido de proteína, reducidas en sodio y fosfato, en donde, 1=Ausente, 2=Muy ligero, 3= Ligero, 4=Intensidad intermedia, 5=Intenso, 6=Muy intenso, 7=Extremadamente intenso.



Gráfica 7.5.2.3-B. Promedios de resabio amargo de salchichas con mayor contenido de proteína, reducidas en sodio y fosfatos (LSD $\alpha=0.05$). Valor óptimo <4.
^{a-b} Con la misma letra no existe diferencia significativa.



Gráfica 7.5.2.3-C. Escalamiento de resabio amargo de salchichas con mayor contenido de proteína, reducidas en sodio y fosfato; en donde, 1=Ausente, 2=Muy ligero, 3= Ligero, 4=Intensidad intermedia, 5=Intenso, 6=Muy intenso, 7=Extremadamente intenso.



Gráfica 7.5.2.3-D. Promedios de resabio metálico de salchichas reducidas en sodio y fosfatos (LSD $\alpha=0.05$). Valor óptimo <4. ^{a-b} Letras iguales no existe diferencia significativa.

Más del 50% de los consumidores que realizaron la prueba encontraron algún resabio en las muestras. El resabio amargo se encontró con mayor intensidad en el control, seguido de M5. En cuanto al resabio metálico, también se identificó con mayor frecuencia en el control y en baja intensidad para los lotes M5 y M10; sin embargo todas las formulaciones incluyendo el control se encuentran dentro del rango óptimo (Gráfica 7.5.2.3-B y D).

7.6. Evaluación sensorial de jamón reducido en sodio y fosfato.

Además de salchicha tipo Viena, se realizó la evaluación sensorial de jamón reducido en sodio y fosfato utilizando las mezclas de dos y tres sales parecidas al lote control en la etapa de selección de mezclas, es decir, los lotes 5, 9 y 10.

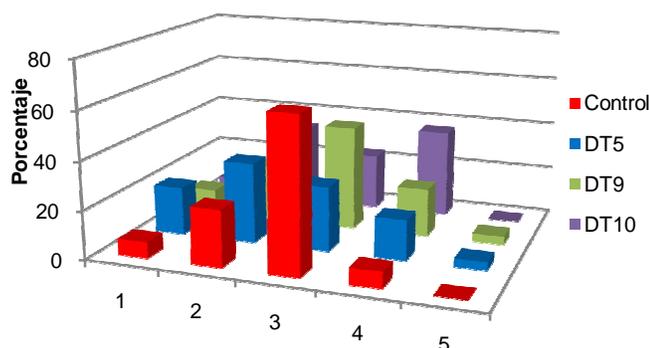
7.6.1. Evaluación sensorial de jamón con menor contenido de proteína

Se realizó la evaluación sensorial con 30 consumidores con un promedio de edad de 24.8 años de los cuales 21 fueron mujeres y 9 hombres.

Tabla 7.6.1-A. Composición porcentual de los diferentes lotes y el control.

Lote	NaCl	KCl	MgCl ₂	Fosfatos	Fibra	Proteína
Control	100	0	0	0.5	0	6.85
DT5	25	75	0	0.2	1	6.85
DT9	25	62	13	0,4	1	6.85
DT10	25	62	13	0,2	1	6.85

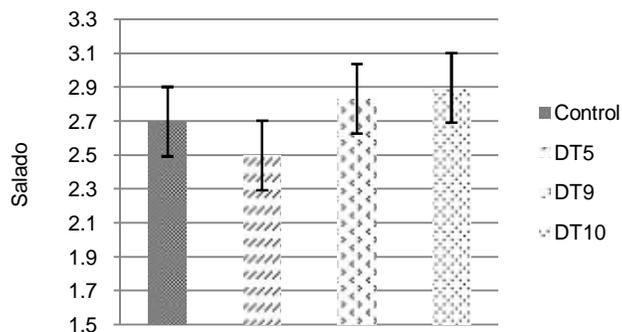
7.6.1.1. Expectativa de salado y firmeza



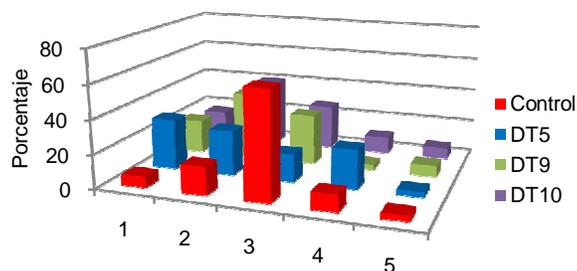
Gráfica 7.6.1.1-A. Expectativa de salado en jamones con menor contenido de proteína, en donde: 1=Mucho menos de lo que esperaba, 2=Menos de lo que esperaba, 3=Justo como lo esperaba, 4=Más de lo que esperaba, 5=Mucho más de lo que esperaba.

Tabla 7.6.1.1-A. Porcentajes acumulados por zona para expectativa de salado en jamones reducidos en sodio y fosfato.

Zona	Control	DT5	DT9	DT10
Menos de lo que esperaba	30.00	53.33	33.33	40.00
Justo como lo esperaba	63.33	26.67	43.33	23.33
Más de lo que esperaba	6.67	20.00	23.33	36.67



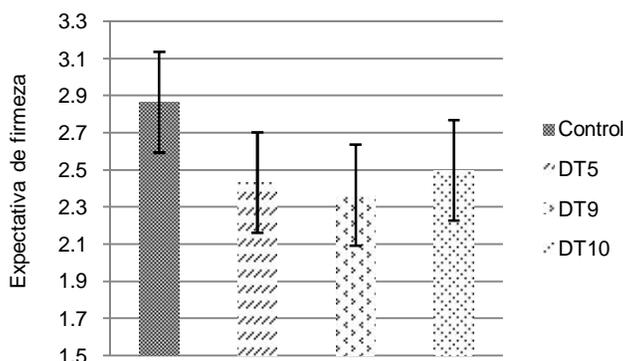
Gráfica 7.6.1.1-B. Promedios de expectativa de salado de jamones reducidos en sodio y fosfatos (LSD $\alpha=0.05$). Valor óptimo=3. Todos los lotes son iguales.



Gráfica 7.6.1.1-C. Expectativa de firmeza en jamones con menor contenido de proteína, reducidos en sodio y fosfato, en donde: 1=Mucho menos de lo que esperaba, 2=Menos de lo que esperaba, 3=Justo como lo esperaba, 4=Más de lo que esperaba, 5=Mucho más de lo que esperaba.

Tabla 7.6.1.1-B. Porcentajes acumulados por zona para expectativa de firmeza en jamones reducidos en sodio y fosfato.

Zona	Control	DT5	DT9	DT10
Menos de lo que esperaba	23.33	56.67	60.00	56.67
Justo como lo esperaba	63.33	16.67	30.00	26.67
Más de lo que esperaba	13.33	26.67	10.00	16.67

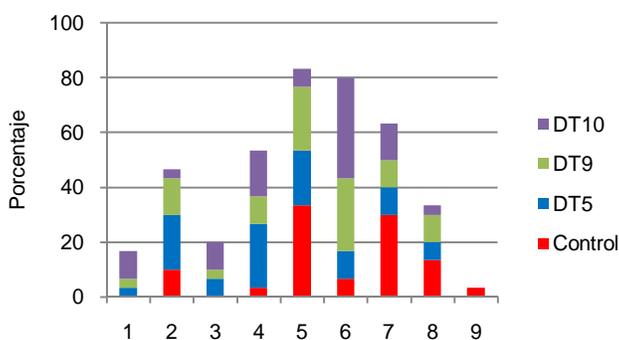


Gráfica 7.6.1.1-D. Promedios de expectativa de firmeza de jamones reducidos en sodio y fosfatos (LSD $\alpha=0.05$). Valor óptimo=3. Todos los lotes son iguales.

Las opiniones de los consumidores respecto al atributo salado indican que los lotes con mayor porcentaje en la zona “justo como lo esperaba” son el control y DT9 (Gráfica 7.6.1.1-A); sin embargo, la gráfica 7.6.1.1-B muestra que todas las muestras se encuentran muy cercanas al valor óptimo, siendo el de menor promedio el lote DT5 (NaCl 25%, KCl 75%, 0.2% fosfatos).

En cuanto a la firmeza, se observa el efecto de la reducción del sodio en dicho atributo, siendo el lote control el único que cumplió con las expectativas de los consumidores, a diferencia de los tratamientos que se encontraron principalmente en la zona “menos de lo que esperaba” (Gráfica 7.6.1.1-C).

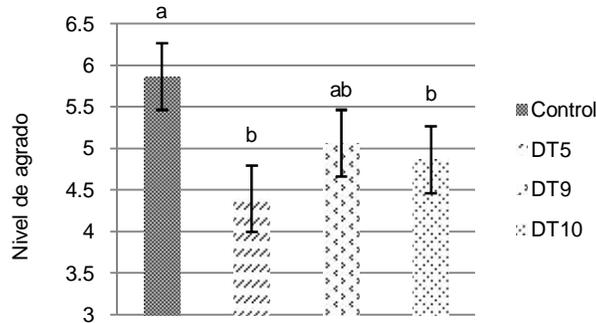
7.6.1.2. Nivel de agrado



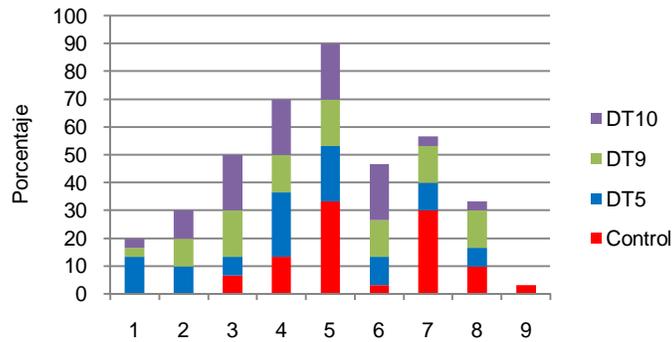
Gráfica 7.6.1.2-A. Nivel de agrado de sabor de salchichas reducidas en sodio y fosfato, en donde, 1=Disgusta extremadamente, 2= Disgusta mucho, 3= Disgusta moderadamente, 4= Disgusta ligeramente, 5 =Ni gusta ni disgusta, 6=Gusta ligeramente, 7=Gusta moderadamente, 8=Gusta mucho, 9=Gusta extremadamente.

Tabla 7.6.1.2-A. Porcentajes acumulados por zona para nivel de agrado de sabor en jamones reducidos en sodio y fosfato.

Zona	Control	L5	L9	L10
Desagrado	13.33	53.33	30.00	40.00
Ni gusta ni disgusta	33.33	20.00	23.33	6.67
Agrado	53.33	26.67	46.67	53.33



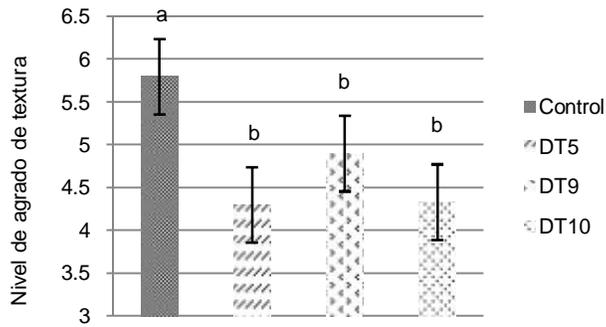
Gráfica 7.6.1.2-B. Prueba de rango múltiple para nivel de agrado de sabor en jamón reducido en sodio y fosfato. (LSD $\alpha=0.05$). Valor óptimo > 5. ^{a-b} Con la misma letra no existe diferencia significativa.



Gráfica 7.6.1.2-C. Nivel de agrado de textura de salchichas reducidas en sodio y fosfato, en donde, 1=Disgusta extremadamente, 2= Disgusta mucho, 3= Disgusta moderadamente, 4= Disgusta ligeramente, 5 =Ni gusta ni disgusta, 6=Gusta ligeramente, 7=Gusta moderadamente, 8=Gusta mucho, 9=Gusta extremadamente.

Tabla 7.6.1.2-B. Porcentajes acumulados por zona para nivel de agrado de textura en jamones reducidos en sodio y fosfato.

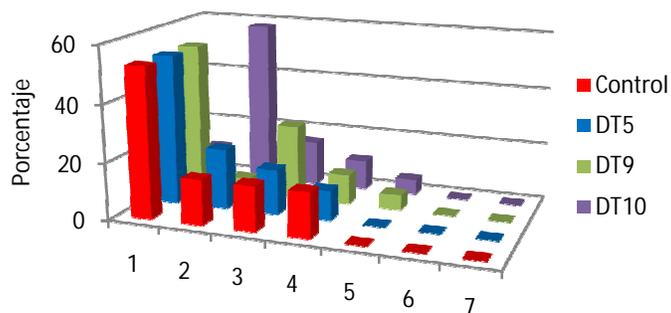
Zona	Control	DT5	DT9	DT10
Desagrado	20.00	53.33	43.33	53.33
Ni gusta ni disgusta	33.33	20.00	16.67	20.00
Agrado	46.67	26.67	40.00	26.67



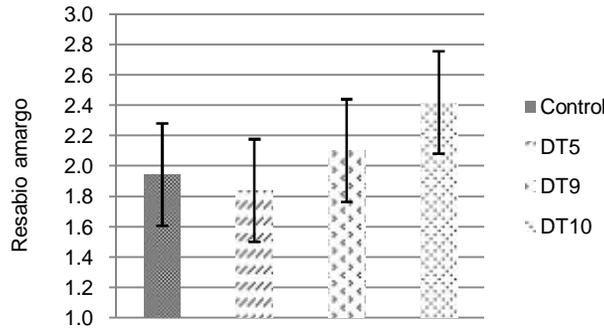
Gráfica 7.6.1.2-D. Prueba de rango múltiple para nivel de agrado de textura en jamón reducido en sodio y fosfato. (LSD $\alpha=0.05$). Valor óptimo >5. ^{a-b} Con la misma letra no existe diferencia significativa.

En esta prueba, al igual que en la expectativa de firmeza, se observa el efecto de la reducción de sodio tanto en el nivel de agrado del sabor en general como de textura. La tabla 7.6.1.2-A, muestra que el control es el único que presenta un alto porcentaje en la zona de agrado, mientras que los lotes DT9 y DT10 se encuentran repartidos en los extremos (agrado y desagrado). De acuerdo a la prueba de rango múltiple, todas las muestras son diferentes al control y la única que se acerca al valor óptimo, es el lote DT9 (Gráficas 7.6.1.2-B y D).

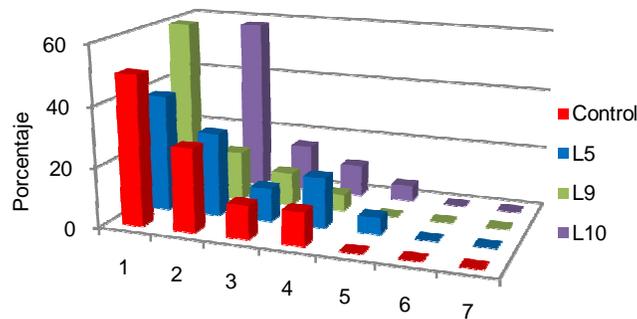
7.6.1.3. Intensidad de resabio amargo y metálico



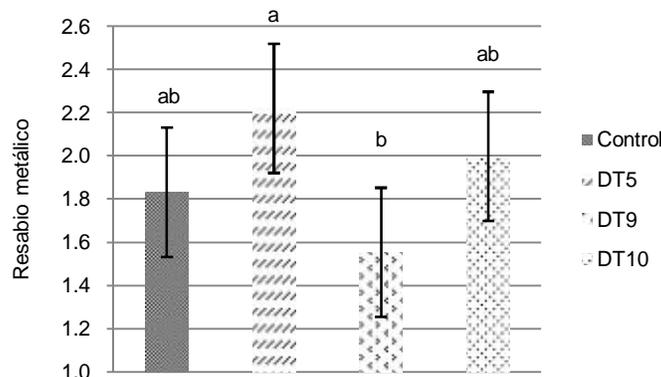
Gráfica 7.6.1.3-A. Intensidad de resabio amargo, en donde, 1=Ausente, 2=Muy ligero, 3= Ligero, 4=Intensidad intermedia, 5=Intenso, 6=Muy intenso, 7=Extremadamente intenso-



Gráfica 7.6.1.3-B. Medias e intervalos LSD al 95% para intensidad de resabio amargo, en donde, valor óptimo<math> < 4 </math>. Todos los lotes son iguales.



Gráfica 7.6.1.3-C. Escalamiento de resabio metálico, en donde, 1=Ausente, 2=Muy ligero, 3= Ligero, 4=Intensidad intermedia, 5=Intenso, 6=Muy intenso, 7=Extremadamente intenso



Gráfica 7.6.1.3-D. Medias e intervalos LSD al 95% para escalamiento de resabio metálico, en donde, valor óptimo<math> < 4 </math>. ^{a-b} Con la misma letra no existe diferencia significativa.

A pesar de que los consumidores encontraron algún tipo de resabio en las muestras cabe mencionar que este se reportó como muy ligero para todos los lotes y por lo tanto se encontró dentro del rango óptimo en las gráficas de medias e intervalos LSD (Gráficas 7.6.1.3-B y D).

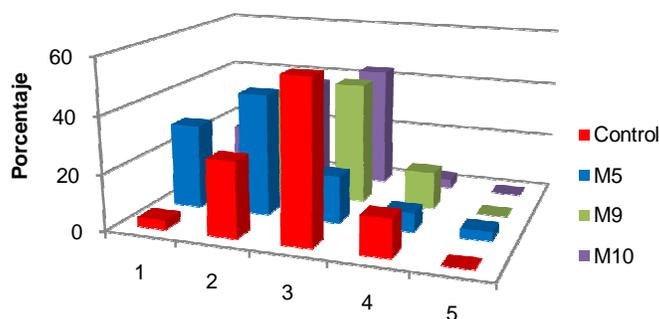
7.6.2. Evaluación sensorial de jamón con mayor contenido de proteína

Se realizó una evaluación sensorial con 30 consumidores con un promedio de edad de 31 años de los cuales 18 fueron mujeres y 12 hombres.

Tabla 7.6.2-A. Composición porcentual de los diferentes lotes y el control de jamones con mayor contenido de proteína.

Zona	NaCl	KCl	MgCl ₂	Fosfatos	Fibra	Proteína
Control	100	0	0	0.5	0	7.42
M5	25	75	0	0.2	1	7.42
M9	25	62	13	0,4	1	7.42
M10	25	62	13	0,2	1	7.42

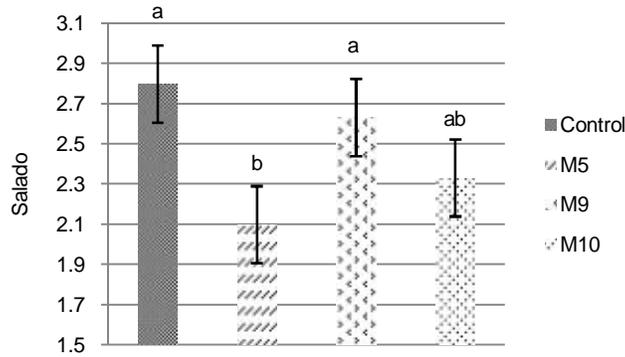
7.6.2.1. Expectativa de salado y firmeza



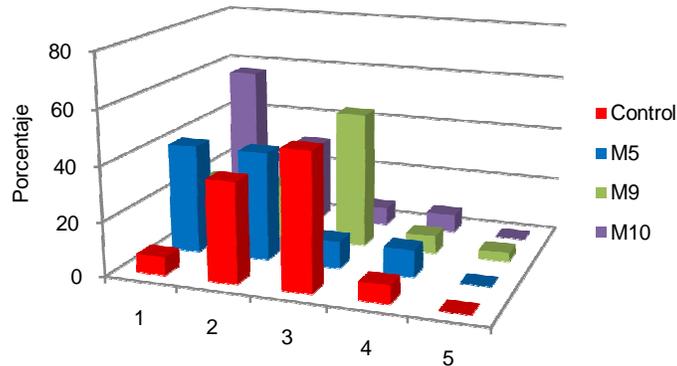
Gráfica 7.6.2.1-A. Expectativa de salado en jamones con mayor contenido de proteína, reducidos en sodio y fosfato, en donde: 1=Mucho menos de lo que esperaba, 2=Menos de lo que esperaba, 3=Justo como lo esperaba, 4=Más de lo que esperaba, 5=Mucho más de lo que esperaba.

Tabla 7.6.2.1-A. Porcentajes acumulados por zona para expectativa de salado en jamones reducidos en sodio y fosfato.

Zona	Control	M5	M9	M10
Menos de lo que esperaba	30.00	73.33	43.33	53.33
Justo como lo esperaba	56.67	16.67	43.33	43.33
Más de lo que esperaba	13.33	10.00	13.33	3.33



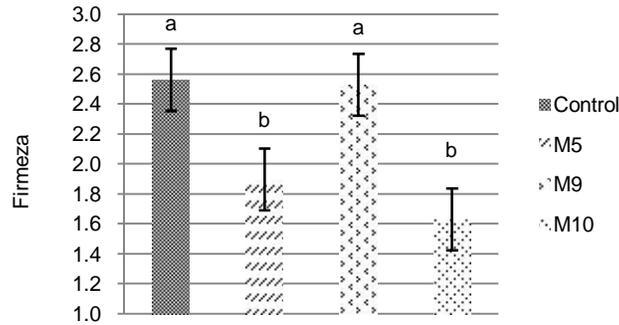
Gráfica 7.6.2.1-B. Medias e intervalos LSD al 95% para expectativa de salado en jamones reducidos en sodio y fosfato. Valor óptimo=3. Existe diferencia significativa entre muestras.



Gráfica 7.6.2.1-C. Expectativa de firmeza en jamones con mayor contenido de proteína, reducidos en sodio y fosfato, en donde: 1=Mucho menos de lo que esperaba, 2=Menos de lo que esperaba, 3=Justo como lo esperaba, 4=Más de lo que esperaba, 5=Mucho más de lo que esperaba.

Tabla 7.6.2.1-B. Porcentajes acumulados por zona para expectativa de firmeza en jamones reducidos en sodio y fosfato.

Zona	Control	M5	M9	M10
Menos de lo que esperaba	43.33	80.00	40.00	86.67
Justo como lo esperaba	50.00	10.00	50.00	6.67
Más de lo que esperaba	6.67	10.00	10.00	6.67

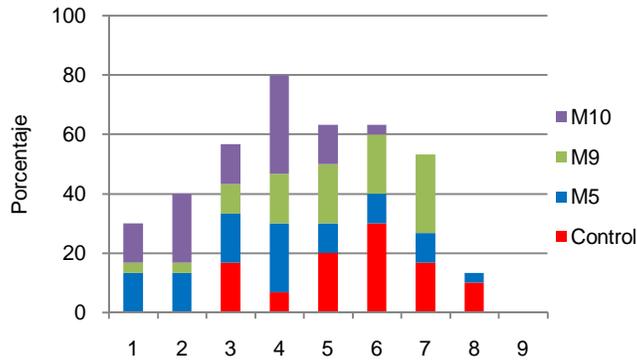


Gráfica 7.6.2.1-D. Promedios de expectativa de firmeza de jamones reducidos en sodio y fosfato (LSD $\alpha=0.05$). Valor óptimo=3. Existe diferencia significativa entre lotes.

De acuerdo al análisis estadístico, el lote que presentó la misma intensidad de salado con respecto al control es M9. Los consumidores opinaron que este atributo se encuentra principalmente en “justo como lo esperaba” para ambas muestras, sin embargo, cabe mencionar que el lote M9 obtuvo un porcentaje importante en la zona de “menos de lo que esperaba”. Por el contrario, el principal porcentaje de opinión de los consumidores para los lotes M5 y M10 se encontró en “menos de lo que esperaba” (Gráfica 7.6.2.1-A).

Como se observa en la gráfica de intervalos (Gráfica 7.6.2.1-D), el promedio para la firmeza fue bajo para todas las muestras. De acuerdo al análisis estadístico, el lote que presentó similitud con el control es M9 ya que dichas muestras estuvieron muy cercanas al valor óptimo y ambas obtuvieron los principales porcentajes de opinión de los consumidores en las zonas de “justo como lo esperaba” y “menos de lo que esperaba”. Los lotes M5 y M10 se encuentran principalmente en “menos de lo que esperaba”.

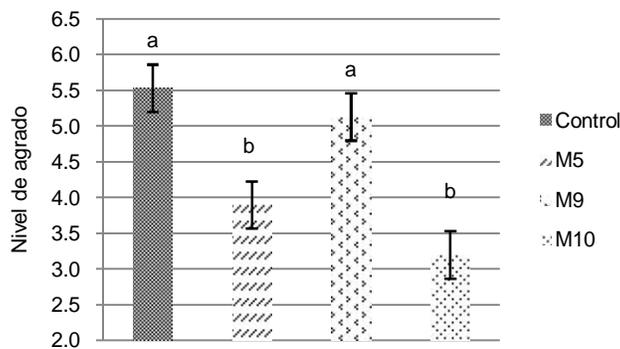
7.6.2.2. Nivel de agrado



Gráfica 7.6.2.2-A. Nivel de agrado de jamón reducido en sodio y fosfato, en donde, 1=Disgusta extremadamente, 2= Disgusta mucho, 3= Disgusta moderadamente, 4= Disgusta ligeramente, 5 =Ni gusta ni disgusta, 6=Gusta ligeramente, 7=Gusta moderadamente, 8=Gusta mucho, 9=Gusta extremadamente.

Tabla 7.6.2.2-A. Porcentajes acumulados por zona para nivel de agrado de sabor en jamones reducidos en sodio y fosfato.

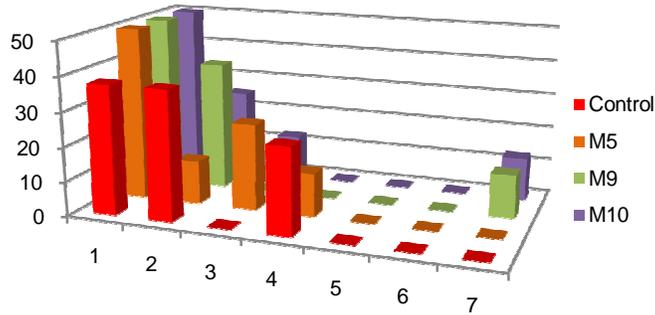
Zona	Control	M5	M9	M10
Desagrado	23.33	66.67	33.33	83.33
Ni gusta ni disgusta	20.00	10.00	20.00	13.33
Agrado	56.67	23.33	46.67	3.33



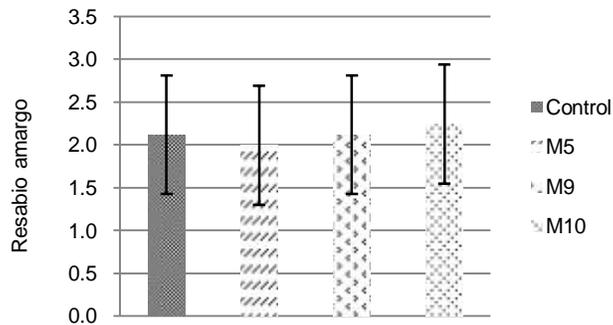
Gráfica 7.6.2.2-B. Promedios de nivel de agrado de jamones reducidos en sodio y fosfato (LSD $\alpha=0.05$). Valor óptimo >5. ^{a-b} Con la misma letra no existe diferencia significativa.

7.6.2.3. Intensidad de resabio amargo y metálico

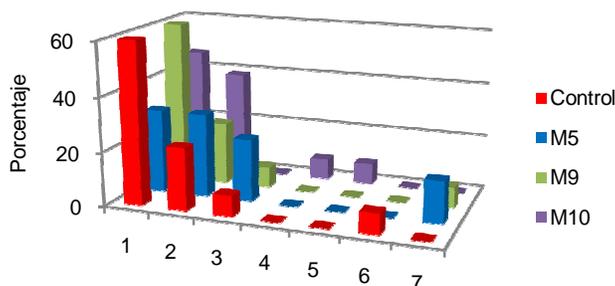
Del total de consumidores el 26.7% detectó algún resabio amargo y el 43.33% resabio metálico.



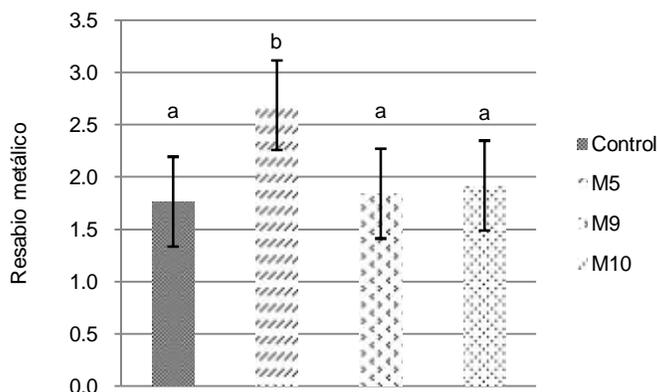
Gráfica 7.6.2.3-C. Escalamiento de resabio amargo de jamones con mayor contenido de proteína, reducidos en sodio y fosfato; en donde, 1=Ausente, 2=Muy ligero, 3= Ligero, 4=Intensidad intermedia, 5=Intenso, 6=Muy intenso, 7=Extremadamente intenso



Gráfica 7.6.2.3-B. Medias e intervalos LSD al 95% para resabio amargo, en donde, valor óptimo<4. Todos los lotes son iguales.



Gráfica 7.6.2.3-C. Escalamiento de resabio amargo en jamones con mayor contenido de proteína, reducidos en sodio y fosfato; en donde, 1=Ausente, 2=Muy ligero, 3= Ligero, 4=Intensidad intermedia, 5=Intenso, 6=Muy intenso, 7=Extremadamente intenso



Gráfica 7.6.2.3-D. Prueba de rango múltiple para escalamiento de resabio metálico en jamones reducidos en sodio y fosfatos (LSD $\alpha=0.05$). Valor óptimo < 4.
^{a-b} Con la misma letra no existe diferencia significativa.

Más del 50% de los consumidores encontraron algún resabio amargo o metálico; sin embargo, la mayoría de ellos calificaron la intensidad como “muy ligera” para todas las muestras.

Como se observa en la gráfica 7.6.2.3-B todas las muestras fueron similares al control a diferencia del resabio metálico en donde las muestras iguales al control fueron M9 y M10; la muestra M5 obtuvo el mayor promedio, sin embargo todos los lotes se encuentran dentro del rango óptimo (Gráfica 7.6.2.3-D).

Tabla 7.6.2.3-A. Principales resultados obtenidos durante el proyecto.

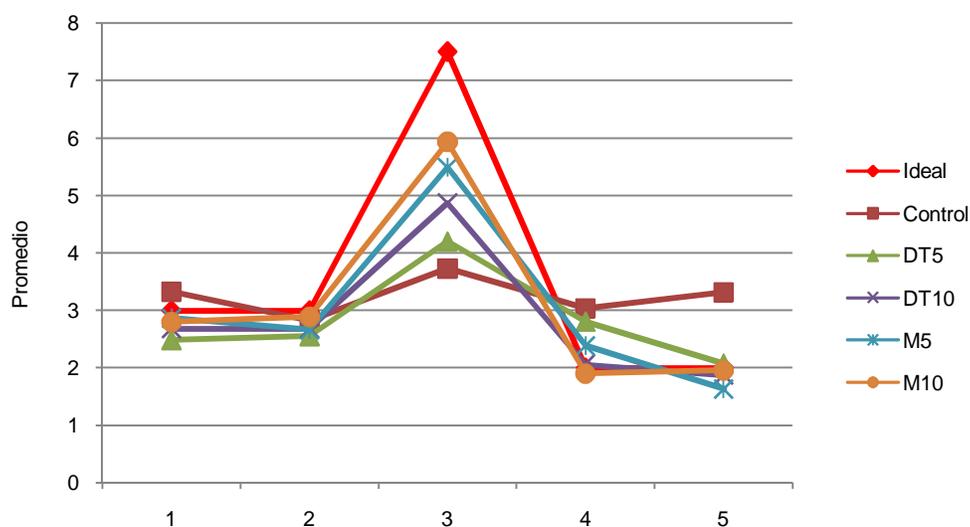
Etapa	Muestras	Resultados significativos
Reformulación y pruebas preliminares	Formulación control y muestra comercial.	Existe diferencia significativa en el nivel de agrado de color, sabor y textura.
Selección de tipo y concentración de sales.	Mezclas de sales de sodio, potasio y magnesio.	Existe diferencia significativa en intensidad de firmeza.
Selección de mezclas de sales y concentración de fosfatos.	Mezclas de NaCl 25:KCl 75 variando la concentración de fosfatos y fibra comparadas con un control (L1, L2, L3, L4 y L5)	Salado: L1=L3; con los mayores promedios.
		Firmeza: L1=L3=L4=L5; con los mayores promedios.
	Mezclas de NaCl 25: KCl 62: MgCl ₂ 13 variando la concentración de fosfatos y fibra comparadas con un control. (L6, L7, L8, L9 y L10)	Resabio amargo: L1=L2=L3=L4; L1=L3=L5. Todos dentro del rango óptimo,
		Salado: L6=L9=L10 (cercaos al valor óptimo); L7=L9=L10.
Evaluación sensorial de mezclas similares al control.	NaCl 25:KCl 75, 0.2% fosfatos, 1% fibra. NaCl 25: KCl 62: MgCl ₂ 13, 0.4 y 0.2% fosfatos, 1% fibra.	Firmeza: L6=L7=L8=L9; L9=L10 (cercaos al valor óptimo).
		Nivel de agrado: L6=L9=L10 (mayor porcentaje en agrado).
		L1 diferente a los tratamientos y más cercano al valor óptimo.
Evaluación sensorial de salchichas tipo Viena reducidas en sodio y fosfato.	NaCl 25:KCl 75, 0.2% fosfatos, 1% fibra, 6.85% proteína. NaCl 25: KCl 62: MgCl ₂ 13, 0.2% fosfatos, 1% fibra, 6.85 % proteína.	Firmeza: L6=L9=L10, cercaos al valor óptimo.
		Nivel de agrado: L6=L9 (mayor porcentaje en agrado).
		L1 diferente a los tratamientos y más cercano al valor óptimo.
	NaCl 25:KCl 75, 0.2% fosfatos, 1% fibra, 7.42% proteína. NaCl 25: KCl 62: MgCl ₂ 13, 0.2% fosfatos, 1% fibra, 7.42 % proteína.	Salado: Control (cercaos al valor óptimo) diferente a DT5 y DT10.
		Nivel de agrado DT5=DT10, alto porcentaje en agrado.
		Resabio amargo: DT10 (menor promedio) diferente a control y DT5.
Evaluación sensorial de jamón reducido en sodio y fosfato.	NaCl 25:KCl 75, 0.2% fosfatos, 1% fibra, 6.85 % proteína. NaCl 25: KCl 62: MgCl ₂ 13, 0.4 y 0.2% fosfatos, 1% fibra, 6.85% proteína.	Salado: MT5=M10, cercaos al valor óptimo.
		Nivel de agrado: MT5=MT10, dentro del rango óptimo.
	NaCl 25:KCl 75, 0.2% fosfatos, 1% fibra, 7.42 % proteína. NaCl 25: KCl 62: MgCl ₂ 13, 0.4 y 0.2% fosfatos, 1% fibra, 7.42% proteína.	Resabio amargo: M5=M10, baja intensidad de resabio.
		Nivel de agrado: DT1=DT9 (dentro del rango óptimo), DT5=DT9=DT10.
Evaluación sensorial de jamón reducido en sodio y fosfato.	NaCl 25:KCl 75, 0.2% fosfatos, 1% fibra, 6.85 % proteína. NaCl 25: KCl 62: MgCl ₂ 13, 0.4 y 0.2% fosfatos, 1% fibra, 6.85% proteína.	Resabio metálico: DT1=DT5=DT10; DT1=DT9=DT10 (baja intensidad).
		Salado: M1=M9=M10 cercaos al valor óptimo.
	NaCl 25:KCl 75, 0.2% fosfatos, 1% fibra, 7.42 % proteína. NaCl 25: KCl 62: MgCl ₂ 13, 0.4 y 0.2% fosfatos, 1% fibra, 7.42% proteína.	Firmeza: M1=M9 (cercaos al valor óptimo); M5=M10 (menor promedio).
		Nivel de agrado: M1=M9 (dentro del rango óptimo), M5=M10.

7.7 Comparación de los productos en estudio contra un producto ideal

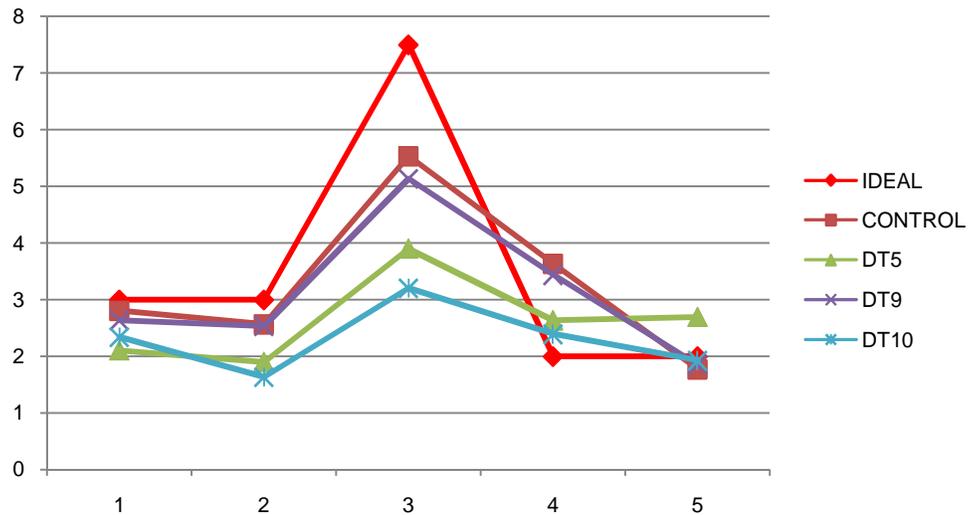
A continuación se muestran las gráficas en donde se comparan los productos desarrollados en la Universidad contra un producto ideal.

Para expectativa de salado y firmeza se supone que el promedio de opinión de todos los consumidores se encuentra en 3, es decir, en “justo como lo esperaba”.

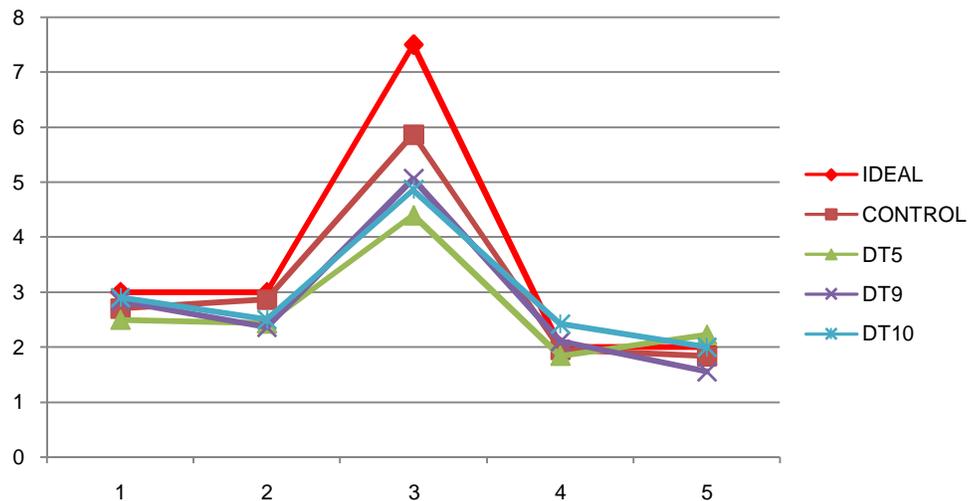
En cuanto al nivel de agrado, se realizó el promedio considerando que las evaluaciones de los consumidores para un producto ideal se distribuirían en toda la zona de agrado, dando como resultado un promedio de 7.5 y para los resabios amargo y metálico se supone que las evaluaciones se ubican en la zona de baja intensidad, siendo el promedio de 2.



Grafica 7.7-A. Comparación de las formulaciones de salchicha tipo Viena reducidas en sodio y fosfato contra un producto ideal. En donde 1 y 2=expectativa de salado y firmeza, 3=nivel de agrado, 4 y 5= resabio amargo y metálico.



Grafica 7.6-B. Comparación de las formulaciones de jamón con menor contenido de proteína reducido en sodio y fosfato contra un producto ideal. En donde 1 y 2=expectativa de salado y firmeza, 3=nivel de agrado, 4 y 5= resabio amargo y metálico.



Grafica 7.6-C. Comparación de las formulaciones de jamón con mayor contenido de proteína reducido en sodio y fosfato contra un producto ideal. En donde 1 y 2=expectativa de salado y firmeza, 3=nivel de agrado, 4 y 5= resabio amargo y metálico.

En la gráfica de salchichas tipo Viena se observa que en cuanto a expectativa de salado y firmeza, todos los lotes son muy cercanos al producto ideal, siendo el lote DT5 el que más se aleja al producto ideal. En cuanto al nivel de agrado, todos los lotes incluso el control se encuentran por debajo del valor ideal, estando más cercanos a éste, las salchichas con mayor contenido de proteína (7.42%

proteína) y entre éstas dos, se acerca más el lote que contiene la mezcla de tres sales, posteriormente siguen los productos con menor contenido de proteína (6.85 % de proteína) y por último el lote control. En resabio amargo y metálico el lote M10 es similar al producto ideal y el lote M9 incluso es menor en cuanto al resabio metálico.

En los jamones con menor contenido de proteína (6.85 % proteína) el lote que además del control se acerca a los valores de un producto ideal en cuanto a expectativa de salado y firmeza y nivel de agrado es DT9 (NaCl/KCl/MgCl₂, 0.4% fosfatos, 1% fibra). En cuanto a resabio amargo los lotes que más se acercan a lo ideal son aquellos que contienen el menor porcentaje de fosfatos y en metálico todos los lotes, excepto el que contiene la mezcla de NaCl/KCl.

En los jamones con mayor contenido de proteína (7.42 % proteína), todos los lotes se acercan a los valores del producto ideal y en cuanto al nivel de agrado, nuevamente se separan estando primero el control, seguido de las formulaciones que contienen cloruro de magnesio y por último el jamón que contiene la mezcla de dos sales. En cuanto al resabio amargo y metálico todos los lotes son similares al producto ideal.

8. CONCLUSIONES

- ✓ La intensidad de saladoes mayor con mezclas de NaCl/KCl/MgCl₂ y NaCl/KCl/MgSO₄ que con mezclas de NaCl/KCl.
- ✓ La reducción de sodio afecta la textura, sin embargo, el cloruro de magnesio genera productos cárnicos reducidos en sodio y fosfatos con mayor firmeza.
- ✓ La sustitución parcial del sodio por sales de potasio y magnesio no aumentó la intensidad del resabio amargo y/o metálico con respecto a un producto formulado con 100% cloruro de sodio.
- ✓ A menor concentración de fosfatos y mayor adición de fibra en productos cárnicos reducidos en sodio, disminuye la intensidad de resabio amargo y metálico.
- ✓ De acuerdo al análisis estadístico, los lotes que presentaron mayores similitudes sensoriales con una muestra formulada con 100 % de cloruro de sodio en la etapa de selección de mezclas de sales y concentración de fosfatos son los lotes 3 y 5 (25% NaCl, 75% KCl, 0.2% fosfatos, 0.5 y 1% de fibra respectivamente) y los lotes 9 y 10 (25% NaCl, 62% KCl, 13% MgCl₂, 1% de fibra, 0.4 y 0.2 % de fosfatos respectivamente).
- ✓ De acuerdo al análisis estadístico, las mezclas y concentración de sales, fosfatos y fibra que se pueden utilizar en productos cárnicos reducidos en sodio y fosfato por tener las mayores similitudes sensoriales con un producto formulado con 100% cloruro de sodio y un producto ideal son:

- Salchichas tipo Viena con menor contenido de proteína reducidas en sodio y fosfato: 25% NaCl, 62% KCl, 13% MgCl₂, 0.2% fosfatos, 1% fibra.
- Salchichas tipo Viena con mayor contenido de proteína reducidas en sodio y fosfato: 25% NaCl, 62% KCl, 13% MgCl₂, 0.2% fosfatos, 1% fibra.
- Jamón con menor contenido de proteína reducido en sodio y fosfato: 25% NaCl, 62% KCl, 13% MgCl₂, 0.4% fosfatos, 1% fibra.
- Jamón con mayor contenido de proteína reducido en sodio y fosfato: 25% NaCl, 62% KCl, 13% MgCl₂, 0.4% fosfatos, 1% fibra.

Recomendaciones

- Realizar una evaluación que comprenda además de los parámetros evaluados, otros como color y jugosidad.
- Realizar el perfil genérico de cada uno de los productos desarrollados con el fin de estandarizar principalmente los parámetros de salado, firmeza e intensidad de resabio amargo y metálico.
- Realizar un QDA de los productos desarrollados durante el almacenamiento.
- Realizar una evaluación sensorial de los productos cárnicos reducidos en sodio y fosfatos con una población amplia de consumidores para determinar la aceptabilidad de los productos desarrollados en la Universidad.
- Realizar un estudio de mercado para determinar el sector al que van dirigidos los productos y determinar costos.
- Comparar los productos desarrollados en la Universidad con un producto comercial reducido en sodio y fosfato existente en el mercado.
- Relacionar los resultados sensoriales con resultados de métodos instrumentales como TPA, color, pH, etc.

9. Bibliografía

1. Aliño M., Grau R. Fuentes A., Barat J. M. (2010). *Influence of low-sodium mixtures of salts on the post-salting stage of dry-cured ham process*. Journal of food engineering, 99, 198-205.
2. Anzaldúa-Morales A. (1994). *La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica*. Editorial Acribia, S.A.
3. Blesa E., Aliño M., Barat J. M., Grau R., Toldrá F., Pagán M. J. (2008). *Microbiology and physico-chemical changes of dry-cured ham during the post-salting stage as affected by partial replacement of NaCl by other salts*. Meat Science, 78, 135-142.
4. Chávez-Zepeda L P., Cruz-Méndez G., García de Caza L., Díaz-Vela J., Pérez-Chabela M. L. (2009). *Utilización de subproductos agroindustriales como fuente de fibra para productos cárnicos*. Nacameh, Vol. 3, No. 2, pp. 71-82.
5. Costa-Corredor A., Serra X., Arnau P., Gou P. (2009). *Reduction of NaCl content in restructured dry-cured hams: Post-resting temperature and drying level effects on physicochemical and sensory parameters*. Meat Science, 83, 390-397.
6. Cruz Corchado M. (2001). *Panorama epidemiológico de la hipertensión arterial en México*. Archivos de cardiología de México, Vol. 71, Supl. 1, 192-107.
7. Desmond E. (2006). *Reducing salt: A challenge for the meat industry*. Meat Science, 74, 188-196.
8. Dolores G. M., Aguiar A.P.S., Claret A., Arnau J., Guerrero L. (2010). *Sensory characterization of dry-cured ham using free-choice profiling*. Food Quality and Preference, 21, 148-155.
9. Epke E. M., McClure S. T., Lawless H. T. (2009). *Effects of nasal occlusion and oral contact on perception of metallic taste from metal salts*. Food Quality and Preference, 20, 133-137.
10. Escalona Buendía H. B. (1995). *Evaluación Estadística de Metodologías para pruebas Sensoriales a través de estudios de caso*. Tesis de maestría, Universidad Autónoma Metropolitana, México, D.F.

11. Escobedo-García I. H. (2010). *Percepción gustativa salina provocada por NaCl y otras sales en bebidas no alcohólicas y queso panela*. Tesis de Licenciatura, Facultad de Química, UNAM.
12. Flores E. A., Burciaga A. A., Soriano T. C., Alonso N. M., Ramírez B. P. *Uso de fibra de avena y trigo en salchichas Viena evaluando nivel de agrado y perfil de textura*. Universidad Juárez del Estado de Durango, Facultad de Ciencias Químicas.
13. García-García E., Totosaus A. (2008). *Low-fat sodium-reduced: Effect of the interaction between locust bean gum, potato starch and k-carrageenan by a mixture design approach*. Meat Science, 78, 406-413. (2002). Utilization of cereal and fruit fibres in low fat dry fermented sausages. Meat Science, 60, 227-236.
14. García M. Domínguez R., Galvez M. D., Casas C., Selgas M. D. (2002). *Utilization of cereal and fruit fibres in low fat dry fermented sausages*. Meat Science, 60, 227-236.
15. Hersleth M., Lengard V., Verbeke W., Guerrero L., Naes T. (2011). *Consumers' acceptance of innovations in dry-cured ham: Impact of reduced salt content, prolonged aging time and new origin*. Food Quality and Preference, 22, 31-41.
16. Kamp J. W., Asp N. G., Miller J., Schaafsma G. (2004). *Dietary Fibre bio-active carbohydrates for food and feed*. 1st Edition, Wageningen Academic Publishers, Netherlands, pp. 34, 69.
17. Keenan D. F., Desmond E. M., Hayes J. E., Kenny T. A., Kerry J. P. (2010). *The effect of hot-boning and reduced added phosphate on the processing and sensory properties of cured beef prepared from two forequarter muscles*. Meat Science, 84, 691-698.
18. Kemi V. E., Kärkkäinen M., Lamberg-Allardt C. (2006). *High phosphorus intakes acutely and negatively affect Ca and bone metabolism in a dose-dependent manner in healthy young females*. British Journal of Nutrition, 96, 545-552.
19. Kilcast D. (2004). *Texture in food. Volume 2: Solid foods*. 1st Edition, CRC Press, Boca Raton FL, USA.
20. Knipe L. (2004). *Use of phosphates in meat products*. Mundo lácteo y cárnico, pp. 6-11.

21. Lawless H. T. (1998). *Sensory Evaluation of Food (Principles and practices)*. Springer.
22. Lawrence G., Salles C., Septier C., Busch J., Thomas-Danguin T. (2009). *Odour-taste interactions: A way to enhance saltiness in low-salt content solutions*. Food Quality and Preference, 20, 241-248.
23. Morris C., Labarre C., Koliandria A. L., Hewson L., Wolf B. (2010). *Effect of pulsed delivery and bouillon base on saltiness and bitterness perceptions of salt delivery profiles partially substituted with KCl*. Food Quality and Preference, 21, 489-494.
24. NMX-F-065-1984. Alimentos. Salchichas. Especificaciones. Foods, Sausage. Specifications. Normas Mexicanas.
25. NORMA Oficial Mexicana NOM-051-SCFI-1994, Especificaciones generales de etiquetado para alimentos y bebidas no alcohólicas preenvasados.
26. NORMA Oficial Mexicana NOM-122-SSA1-1994, Bienes y servicios. Productos de la carne. Productos cárnicos curados y cocidos, y curados emulsionados y cocidos. Especificaciones sanitarias.
27. NORMA Oficial Mexicana NOM-158-SCFI-2003, Jamón-Denominación y clasificación comercial, especificaciones fisicoquímicas, microbiológicas organolépticas, información comercial y métodos de prueba.
28. Pedrero D. L., Pangborn R.M. (1989). *Evaluación sensorial de los alimentos. Métodos analíticos*. 1ª Edición, Alhambra Mexicana, México D.F.
29. Puolanne E. J., Ruusenen M., H., Vainionpää J. I. (2001). *Combined effects of NaCl and raw meat pH on water-holding in cooked sausage with and without added phosphate*. Meat Science, 58, 1-7.
30. Reineccius G. (2006). *Flavor Chemistry and Technology*. 2nd Edition, Taylor & Francis, Boca Raton, USA.
31. Ruusenen M., Puolane E. (2005). *Reducing sodium intake from meat products*. Meat Science, 70, 531-541.
32. Ruusenen M., Vainionpää J., Puolanne E., Lyly M., Lähtenmäki L., Niemistö M., Ahvenainen R., (2003). *Physical and sensory properties of low-salt phosphate-free frankfurters composed with various ingredients*. Meat Science, 63, 9-16.

33. Severiano-Pérez P., Gómez A. D., Méndez G. C., Pedrero F. D., Utrera A. M., Silva G. D., Barrios L. E., Cardena A. A., Carmona E. R. (2009). *Manual del taller de evaluación sensorial*. Facultad de Química, UNAM.
34. Stone H., Sidel J. L. (2004). *Sensory Evaluation Practices*. 3th Edition, ELSEVIER Academic Press, California, USA.
35. Totosaus A. (2007). *Implicación de la reducción de sodio en sistemas cárnicos emulsionados*. Nacameh, Vol. 1, No. 2, pp. 75-86.
36. Totosaus A. (2007). *Productos cárnicos emulsionados bajos en grasa y sodio*. Nacameh, Vol. 1, No. 1, pp. 53-66.
37. Totosaus A., García-García E. (2009). *Textural properties and microstructure of low-fat and sodium-reduced meat batters formulated with gellan gum and dicationic salts*. *Food Science and Technology. Meat Science*, 42, 563-569.
38. Vásquez Villalobos C., Soto Simental S., Villalobos Delgado L. H. (2010). *Efecto de la fibra dietética sobre la textura de salchichas tipo Viena*. Nacameh, Vol. 4, No. 2, pp. 37-43.
39. Ventanas S., Puolanne E., Tuorila H. (2010). *Temporal changes of flavour and texture in cooked bologna type sausages as affected by fat and salt content*. *Meat Science*, 85, 410-419.
40. Voilley A., Etiévant P. (2006). *Flavour in food*. 1st Edition, CRC Press, Boca Raton, USA.
41. Weiss J., Gibis M., Schuh V., Salminen H. (2010). *Advances in ingredient and processing systems for meat and meat products*. *Meat Science*, 86, 196-213.

10. ANEXO. Análisis de varianza y pruebas de rango múltiple.

➤ Selección de mezclas de sales

Tabla 1. ANOVA de la prueba de expectativa de salado en la etapa de selección de dos mezclas.

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:Lote	8.4381	4	2.10952	4.59	0.0022
B:Juez	25.3333	20	1.26667	2.76	0.0007
RESIDUAL	36.7619	80	0.459524		
TOTAL (CORRECTED)	70.5333	104			

Tabla 2. Prueba de rango múltiple para salado en la prueba de selección de mezclas.

Contrast	Difference	+/- Limits
1 - 2	*-0.619048	0.41632
1 - 3	0.047619	0.41632
1 - 4	*-0.571429	0.41632
1 - 5	*-0.428571	0.41632
2 - 3	*0.666667	0.41632
2 - 4	0.047619	0.41632
2 - 5	0.190476	0.41632
3 - 4	*-0.619048	0.41632
3 - 5	*-0.47619	0.41632
4 - 5	0.142857	0.41632

* denotes a statistically significant difference.

Tabla 3. ANOVA de expectativas de los consumidores para firmeza en la prueba de selección de mezclas.

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:Lote	5.46667	4	1.36667	2.29	0.0668
B:Juez	22.4571	20	1.12286	1.88	0.0252
RESIDUAL	47.7333	80	0.596667		
TOTAL (CORRECTED)	75.6571	104			

Tabla 4. Comparación de expectativa de firmeza (LSD) de mezclas de dos sales en la prueba de selección de mezclas.

Contrast	Difference	+/- Limits
1 - 2	*-0.619048	0.474394
1 - 3	-0.047619	0.474394
1 - 4	-0.380952	0.474394
1 - 5	-0.190476	0.474394
2 - 3	*0.571429	0.474394
2 - 4	0.238095	0.474394
2 - 5	0.428571	0.474394
3 - 4	-0.333333	0.474394
3 - 5	-0.142857	0.474394
4 - 5	0.190476	0.474394

* denotes a statistically significant difference.

Tabla 5. Análisis de varianza de la prueba de nivel de agrado para mezclas de dos sales

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value

MAIN EFFECTS					
A:Lote	11.0857	4	2.77143	1.90	0.1191
B:Juez	104.99	20	5.24952	3.59	0.0000
RESIDUAL	116.914	80	1.46143		

TOTAL (CORRECTED)	232.99	104			

Tabla 6. Comparación del nivel de agrado para mezclas de NaCl/KCl

Contrast	Difference	+/- Limits

1 - 2	0.238095	0.742441
1 - 3	-0.285714	0.742441
1 - 4	0.666667	0.742441
1 - 5	0.380952	0.742441
2 - 3	-0.52381	0.742441
2 - 4	0.428571	0.742441
2 - 5	0.142857	0.742441
3 - 4	*0.952381	0.742441
3 - 5	0.666667	0.742441
4 - 5	-0.285714	0.742441

* denotes a statistically significant difference.

Tabla 7. ANOVA para la prueba de escalamiento de resabio amargo de mezclas de NaCl/KCl

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value

MAIN EFFECTS					
A:Lote	18.425	4	4.60625	3.40	0.0142
B:Juez	91.95	15	6.13	4.53	0.0000
RESIDUAL	81.175	60	1.35292		

TOTAL (CORRECTED)	191.55	79			

Tabla 8. Prueba de rango múltiple para resabio amargo de mezclas de dos sales

Contrast	Difference	+/- Limits

1 - 2	-0.5625	0.822595
1 - 3	0.5625	0.822595
1 - 4	-0.625	0.822595
1 - 5	0.375	0.822595
2 - 3	*1.125	0.822595
2 - 4	-0.0625	0.822595
2 - 5	*0.9375	0.822595
3 - 4	*-1.1875	0.822595
3 - 5	-0.1875	0.822595
4 - 5	*1.0	0.822595

* denotes a statistically significant difference.

Tabla 9. Análisis de varianza de metálico para mezclas de dos sales.

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value

MAIN EFFECTS					
A:Lote	5.91429	4	1.47857	1.10	0.3679
B:Juez	32.3429	13	2.48791	1.85	0.0601
RESIDUAL	70.0857	52	1.3478		

TOTAL (CORRECTED)	108.343	69			

All F-ratios are based on the residual mean square error.

Tabla 10. Prueba de rango múltiple de la prueba de escalamiento de resabio metálico.

Contrast	Difference	+/- Limits

1 - 2	-0.642857	0.880513
1 - 3	-0.214286	0.880513
1 - 4	-0.642857	0.880513
1 - 5	0.0	0.880513
2 - 3	0.428571	0.880513
2 - 4	0.0	0.880513
2 - 5	0.642857	0.880513
3 - 4	-0.428571	0.880513
3 - 5	0.214286	0.880513
4 - 5	0.642857	0.880513

* denotes a statistically significant difference.

TABLA 11. ANOVA de la prueba de expectativa de salado para mezclas de tres sales.

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value

MAIN EFFECTS					
A:Lote	11.4308	4	2.85769	4.32	0.0029
B:Juez	40.3692	25	1.61477	2.44	0.0010
RESIDUAL	66.1692	100	0.661692		

TOTAL (CORRECTED)	117.969	129			

Tabla 12. Prueba de rango múltiple de salado para mezclas de NaCl/KCl/MgCl₂

Contrast	Difference	+/- Limits

6 - 7	*0.730769	0.447603
6 - 8	*0.846154	0.447603
6 - 9	0.384615	0.447603
6 - 10	0.423077	0.447603
7 - 8	0.115385	0.447603
7 - 9	-0.346154	0.447603
7 - 10	-0.307692	0.447603
8 - 9	*-0.461538	0.447603
8 - 10	-0.423077	0.447603
9 - 10	0.0384615	0.447603

* denotes a statistically significant difference.

Tabla 13. Análisis de varianza para firmeza en mezclas de NaCl/KCl/MgCl2

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value

MAIN EFFECTS					
A:Lote	8.66154	4	2.16538	3.05	0.0203
B:Juez	20.8692	25	0.834769	1.18	0.2797
RESIDUAL	70.9385	100	0.709385		

TOTAL (CORRECTED)	100.469	129			

All F-ratios are based on the residual mean square error.

Tabla 14. Prueba de rango múltiple para firmeza

Contrast	Difference	+/- Limits

6 - 7	-0.115385	0.463453
6 - 8	-0.115385	0.463453
6 - 9	-0.307692	0.463453
6 - 10	*-0.730769	0.463453
7 - 8	0.0	0.463453
7 - 9	-0.192308	0.463453
7 - 10	*-0.615385	0.463453
8 - 9	-0.192308	0.463453
8 - 10	*-0.615385	0.463453
9 - 10	-0.423077	0.463453

* denotes a statistically significant difference.

Tabla 15. Análisis de varianza para agrado en la selección de mezclas de tres sales

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value

MAIN EFFECTS					
A:Lote	28.3385	4	7.08462	4.04	0.0044
B:Juez	165.969	25	6.63877	3.79	0.0000
RESIDUAL	175.262	100	1.75262		

TOTAL (CORRECTED)	369.569	129			

All F-ratios are based on the residual mean square error.

Tabla 16. Prueba de rango múltiple para nivel de agrado en mezclas de NaCl/KCl/MgCl2

Contrast	Difference	+/- Limits

6 - 7	*1.30769	0.728464
6 - 8	*1.19231	0.728464
6 - 9	0.615385	0.728464
6 - 10	0.692308	0.728464
7 - 8	-0.115385	0.728464
7 - 9	-0.692308	0.728464
7 - 10	-0.615385	0.728464
8 - 9	-0.576923	0.728464
8 - 10	-0.5	0.728464
9 - 10	0.0769231	0.728464

* denotes a statistically significant difference.

➤ **Muestras parecidas al control**

Tabla 17. Análisis de varianza de salado en salchichas parecidas al control

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value

MAIN EFFECTS					
A:Lote	11.9583	3	3.98611	8.50	0.0001
B:Juez	44.175	29	1.52328	3.25	0.0000
RESIDUAL	40.7917	87	0.46887		

TOTAL (CORRECTED)	96.925	119			

Tabla 18. Prueba de rango múltiple para salado en muestras parecidas al control

Contrast	Difference	+/- Limits

1 - 5	*0.866667	0.351408
1 - 9	*0.6	0.351408
1 - 10	*0.566667	0.351408
5 - 9	-0.266667	0.351408
5 - 10	-0.3	0.351408
9 - 10	-0.0333333	0.351408

Tabla 19. ANOVA de firmeza en muestras parecidas al control

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value

MAIN EFFECTS					
A:Lote	2.49167	3	0.830556	2.43	0.0708
B:Juez	40.7417	29	1.40489	4.11	0.0000
RESIDUAL	29.7583	87	0.34205		

TOTAL (CORRECTED)	72.9917	119			

All F-ratios are based on the residual mean square error.

Tabla 20. Prueba de rango múltiple para firmeza

Contrast	Difference	+/- Limits

1 - 5	*0.4	0.300145
1 - 9	0.266667	0.300145
1 - 10	0.233333	0.300145
5 - 9	-0.133333	0.300145
5 - 10	-0.166667	0.300145
9 - 10	-0.0333333	0.300145

Tabla 21. Análisis de varianza del nivel de agrado de salchichas parecidas a una formulación con 100% cloruro de sodio.

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value

MAIN EFFECTS					
A:Lote	15.6917	3	5.23056	4.46	0.0058
B:Juez	123.375	29	4.25431	3.63	0.0000
RESIDUAL	102.058	87	1.17308		

TOTAL (CORRECTED)	241.125	119			

Tabla 22. Prueba de rango múltiple para nivel de agrado

Contrast	Difference	+/- Limits
1 - 5	*0.866667	0.555841
1 - 9	0.533333	0.555841
1 - 10	*0.9	0.555841
5 - 9	-0.333333	0.555841
5 - 10	0.033333	0.555841
9 - 10	0.366667	0.555841

* denotes a statistically significant difference.

Tabla 23. ANOVA de resabio amargo en muestras similares al control

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:Lote	2.70588	3	0.901961	0.85	0.4722
B:Juez	41.5588	16	2.59743	2.45	0.0085
RESIDUAL	50.7941	48	1.05821		
TOTAL (CORRECTED)	95.0588	67			

All F-ratios are based on the residual mean square error.

Tabla 24. Análisis de varianza de metálico en muestras parecidas al control

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:Lote	3.23077	3	1.07692	1.32	0.2815
B:Juez	35.5	12	2.95833	3.64	0.0013
RESIDUAL	29.2692	36	0.813034		
TOTAL (CORRECTED)	68.0	51			

All F-ratios are based on the residual mean square error.

➤ Salchichas con menor contenido de proteína

Tabla 25. Análisis de varianza para salado de salchichas con menor contenido de proteína

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:Muestras	17.5259	2	8.76296	8.72	0.0004
B:Juez	86.4148	44	1.96397	1.95	0.0039
RESIDUAL	88.4741	88	1.00539		
TOTAL (CORRECTED)	192.415	134			

All F-ratios are based on the residual mean square error.

Tabla 26. Prueba de rango múltiple para salado

Contrast	Difference	+/- Limits
1h - 2h	-0.2	0.420085
1h - 40	*-0.844444	0.420085
2h - 40	*-0.644444	0.420085

Tabla 27. ANOVA de firmeza en salchichas con menor contenido de proteína

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value

MAIN EFFECTS					
A:Muestras	1.6	2	0.8	1.14	0.3244
B:Juez	65.6	44	1.49091	2.13	0.0014
RESIDUAL	61.7333	88	0.701515		

TOTAL (CORRECTED)	128.933	134			

Tabla 28. Prueba de rango múltiple para firmeza

Contrast	Difference	+/- Limits

1h - 2h	-0.133333	0.350905
1h - 40	-0.266667	0.350905
2h - 40	-0.133333	0.350905

* denotes a statistically significant difference.

Tabla 29. Análisis de varianza de agrado en salchichas con menor contenido de proteína

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value

MAIN EFFECTS					
A:Muestras	29.2	2	14.6	5.87	0.0040
B:Juez	210.4	44	4.78182	1.92	0.0047
RESIDUAL	218.8	88	2.48636		

TOTAL (CORRECTED)	458.4	134			

All F-ratios are based on the residual mean square

Tabla 30. Prueba de rango múltiple para nivel de agrado

Contrast	Difference	+/- Limits

1h - 2h	*-0.666667	0.660622
1h - 40	0.466667	0.660622
2h - 40	*1.13333	0.660622

* denotes a statistically significant difference.

Tabla 31. Análisis de varianza de resabio amargo en salchichas reducidas en sodio con menor contenido de proteína

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value

MAIN EFFECTS					
A:Muestras	15.8925	2	7.94624	3.54	0.0353
B:Juez	124.903	30	4.16344	1.85	0.0212
RESIDUAL	134.774	60	2.24624		

TOTAL (CORRECTED)	275.57	92			

All F-ratios are based on the residual mean square error.

Tabla 32. Prueba de rango múltiple para expectativa de salado

Contrast	Difference	+/- Limits
1h - 2h	0.741935	0.761478
1h - 40	-0.225806	0.761478
2h - 40	*-0.967742	0.761478

* denotes a statistically significant difference.

Tabla 33. ANOVA para metálico en salchichas con menor contenido de proteína

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:Muestras	30.4267	2	15.2133	6.79	0.0025
B:Juez	88.3467	24	3.68111	1.64	0.0714
RESIDUAL	107.573	48	2.24111		
TOTAL (CORRECTED)	226.347	74			

All F-ratios are based on the residual mean square error.

Tabla 34. Prueba de rango múltiple para resabio metálico

Contrast	Difference	+/- Limits
1h - 2h	0.2	0.851355
1h - 40	*-1.24	0.851355
2h - 40	*-1.44	0.851355

* denotes a statistically significant difference.

➤ **Evaluación sensorial de salchichas con mayor contenido de proteína reducidas en sodio y fosfatos.**

Tabla 35. Análisis de varianza para salado

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:Lote	7.6	2	3.8	3.38	0.0387
B:Juez	67.3333	44	1.5303	1.36	0.1116
RESIDUAL	99.0667	88	1.12576		
TOTAL (CORRECTED)	174.0	134			

All F-ratios are based on the residual mean square error.

Tabla 36. Prueba de rango múltiple para expectativa de salado

Contrast	Difference	+/- Limits
Control - F10	*0.533333	0.444522
Control - F5	*0.466667	0.444522
F10 - F5	-0.066667	0.444522

* denotes a statistically significant difference.

Tabla 37. Análisis de varianza para firmeza

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:Lote	1.17037	2	0.585185	1.07	0.3477
B:Juez	44.8593	44	1.01953	1.86	0.0068
RESIDUAL	48.163	88	0.547306		
TOTAL (CORRECTED)	94.1926	134			

All F-ratios are based on the residual mean square error.

Tabla 38. Prueba de rango múltiple para firmeza en salchichas con mayor contenido de proteína

Contrast	Difference	+/- Limits
Control - F10	-0.0666667	0.309946
Control - F5	0.155556	0.309946
F10 - F5	0.222222	0.309946

* denotes a statistically significant difference.

Tabla 39. Análisis de varianza para nivel de agrado en salchichas reducidas en sodio con mayor contenido de proteína

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:Lote	121.793	2	60.8963	19.93	0.0000
B:Juez	159.97	44	3.63569	1.19	0.2424
RESIDUAL	268.874	88	3.05539		
TOTAL (CORRECTED)	550.637	134			

All F-ratios are based on the residual mean square error.

Tabla 40. ANOVA de resabio amargo

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:Lote	19.8925	2	9.94624	4.83	0.0113
B:Juez	91.5914	30	3.05305	1.48	0.0968
RESIDUAL	123.441	60	2.05735		
TOTAL (CORRECTED)	234.925	92			

All F-ratios are based on the residual mean square error.

Tabla 41. Prueba de rango múltiple para intensidad de resabio amargo

Contrast	Difference	+/- Limits
Control - F10	*1.12903	0.728758
Control - F5	0.645161	0.728758
F10 - F5	-0.483871	0.728758

* denotes a statistically significant difference.

Tabla 42. Análisis de varianza de resabio metálico

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:Lote	39.7867	2	19.8933	6.71	0.0027
B:Juez	51.9467	24	2.16444	0.73	0.7955
RESIDUAL	142.213	48	2.96278		
TOTAL (CORRECTED)	233.947	74			

All F-ratios are based on the residual mean square error.

Tabla 43. Prueba de rango múltiple para metálico

Contrast	Difference	+/- Limits
Control - F10	*1.36	0.978878
Control - F5	*1.68	0.978878
F10 - F5	0.32	0.978878

* denotes a statistically significant difference.

➤ Evaluación sensorial de jamón con menor contenido de proteína

Tabla 44. Análisis de varianza para salado en jamón con menor contenido de proteína

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:Lote	2.8	3	0.933333	1.46	0.2317
B:Juez	50.9667	29	1.75747	2.75	0.0002
RESIDUAL	55.7	87	0.64023		
TOTAL (CORRECTED)	109.467	119			

All F-ratios are based on the residual mean square error.

Tabla 45. Prueba de rango múltiple para expectativa de salado

Contrast	Difference	+/- Limits
Control - L10	-0.2	0.410633
Control - L5	0.2	0.410633
Control - L9	-0.133333	0.410633
L10 - L5	0.4	0.410633
L10 - L9	0.0666667	0.410633
L5 - L9	-0.333333	0.410633

Tabla 46. ANOVA para firmeza en jamón con menor contenido de proteína

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:Lote	4.49167	3	1.49722	1.34	0.2669
B:Juez	36.0417	29	1.24282	1.11	0.3441
RESIDUAL	97.2583	87	1.11791		
TOTAL (CORRECTED)	137.792	119			

All F-ratios are based on the residual mean square error.

Tabla 47. Prueba de rango múltiple para firmeza

Contrast	Difference	+/- Limits
Control - L10	0.366667	0.542613
Control - L5	0.433333	0.542613
Control - L9	0.5	0.542613
L10 - L5	0.0666667	0.542613
L10 - L9	0.133333	0.542613
L5 - L9	0.0666667	0.542613

* denotes a statistically significant difference.

Tabla 48. ANOVA del nivel de agrado de sabor en jamón con menor contenido de proteína

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:Lote	33.7	3	11.2333	4.60	0.0049
B:Juez	205.7	29	7.0931	2.91	0.0001
RESIDUAL	212.3	87	2.44023		
TOTAL (CORRECTED)	451.7	119			

All F-ratios are based on the residual mean square error.

Tabla 49. Prueba de rango múltiple para nivel de agrado de sabor

Control - L10	*1.0	0.801681
Control - L5	*1.46667	0.801681
Control - L9	0.8	0.801681
L10 - L5	0.466667	0.801681
L10 - L9	-0.2	0.801681
L5 - L9	-0.666667	0.801681

* denotes a statistically significant difference.

Tabla 50. ANOVA de nivel de agrado de textura en jamón reducido en sodio y fosfato con menor contenido de proteína

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:Lote	44.2	3	14.7333	4.98	0.0031
B:Juez	141.167	29	4.86782	1.65	0.0401
RESIDUAL	257.3	87	2.95747		
TOTAL (CORRECTED)	442.667	119			

All F-ratios are based on the residual mean square error.

Tabla 51. Prueba de rango múltiple para nivel de agrado de textura

Contrast	Difference	+/- Limits
Control - L10	*1.46667	0.882564
Control - L5	*1.5	0.882564
Control - L9	*0.9	0.882564
L10 - L5	0.0333333	0.882564
L10 - L9	-0.566667	0.882564
L5 - L9	-0.6	0.882564

Tabla 52. Análisis de varianza de intensidad de resabio amargo en jamones con menor contenido de proteína

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value

MAIN EFFECTS					
A:Lote	3.63158	3	1.21053	1.12	0.3491
B:Juez	37.5263	18	2.0848	1.93	0.0328
RESIDUAL	58.3684	54	1.0809		

TOTAL (CORRECTED)	99.5263	75			

All F-ratios are based on the residual mean square error.

Tabla 53. Prueba de rango múltiple para intensidad de resabio amargo

Contrast	Difference	+/- Limits

Control - L10	-0.473684	0.676269
Control - L5	0.105263	0.676269
Control - L9	-0.157895	0.676269
L10 - L5	0.578947	0.676269
L10 - L9	0.315789	0.676269
L5 - L9	-0.263158	0.676269

* denotes a statistically significant difference.

Tabla 54. ANOVA de intensidad de resabio metálico

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value

MAIN EFFECTS					
A:Lote	4.26389	3	1.4213	1.77	0.1649
B:Juez	37.0694	17	2.18056	2.71	0.0031
RESIDUAL	40.9861	51	0.803649		

TOTAL (CORRECTED)	82.3194	71			

Tabla 55. Prueba de rango múltiple para intensidad de resabio metálico

Contrast	Difference	+/- Limits

Control - L10	-0.166667	0.599911
Control - L5	-0.388889	0.599911
Control - L9	0.277778	0.599911
L10 - L5	-0.222222	0.599911
L10 - L9	0.444444	0.599911
L5 - L9	*0.666667	0.599911

➤ **Evaluación sensorial de jamón con mayor contenido de proteína reducido en sodio y fosfato**

Tabla 55. Análisis de varianza de expectativa de salado

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value

MAIN EFFECTS					
A:Lote	8.73333	3	2.91111	5.19	0.0024
B:Juez	34.3667	29	1.18506	2.11	0.0041
RESIDUAL	48.7667	87	0.560536		

TOTAL (CORRECTED)	91.8667	119			

Tabla 56. Prueba de rango múltiple para expectativa de salado

Contrast	Difference	+/- Limits
Control - L10	*0.466667	0.384227
Control - L5	*0.7	0.384227
Control - L9	0.166667	0.384227
L10 - L5	0.233333	0.384227
L10 - L9	-0.3	0.384227
L5 - L9	*-0.533333	0.384227

* denotes a statistically significant difference.

Tabla 57. ANOVA de expectativa de firmeza en jamón con mayor contenido de proteína

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:Lote	19.4917	3	6.49722	9.87	0.0000
B:Juez	37.2417	29	1.2842	1.95	0.0093
RESIDUAL	57.2583	87	0.658142		
TOTAL (CORRECTED)	113.992	119			

All F-ratios are based on the residual mean square error.

Tabla 58. Prueba de rango múltiple para firmeza

Contrast	Difference	+/- Limits
Control - L10	*0.933333	0.416338
Control - L5	*0.666667	0.416338
Control - L9	0.033333	0.416338
L10 - L5	-0.266667	0.416338
L10 - L9	*-0.9	0.416338
L5 - L9	*-0.633333	0.416338

* denotes a statistically significant difference.

Tabla 59. Análisis de varianza del nivel de agrado de sabor en jamón con mayor contenido de proteína

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value
MAIN EFFECTS					
A:Lote	105.158	3	35.0528	20.87	0.0000
B:Juez	174.342	29	6.01178	3.58	0.0000
RESIDUAL	146.092	87	1.67921		
TOTAL (CORRECTED)	425.592	119			

All F-ratios are based on the residual mean square error.

Tabla 60. Prueba de rango múltiple para nivel de agrado de sabor

Contrast	Difference	+/- Limits
Control - L10	*2.33333	0.665027
Control - L5	*1.63333	0.665027
Control - L9	0.4	0.665027
L10 - L5	*-0.7	0.665027
L10 - L9	*-1.93333	0.665027
L5 - L9	*-1.23333	0.665027

* denotes a statistically significant difference.

Tabla 61. ANOVA de intensidad de resabio metálico en jamón reducido en sodio y fosfato con menor contenido de proteína

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value

MAIN EFFECTS					
A:Lote	7.13462	3	2.37821	2.03	0.1266
B:Juez	85.5769	12	7.13141	6.10	0.0000
RESIDUAL	42.1154	36	1.16987		

TOTAL (CORRECTED)	134.827	51			

Tabla 62. Prueba de rango múltiple para intensidad de resabio metálico

Contrast	Difference	+/- Limits

Control - L10	-0.153846	0.860402
Control - L5	*-0.923077	0.860402
Control - L9	-0.0769231	0.860402
L10 - L5	-0.769231	0.860402
L10 - L9	0.0769231	0.860402
L5 - L9	0.846154	0.860402

* denotes a statistically significant difference.

Tabla 63. Análisis de varianza de resabio amargo en jamón con mayor contenido de proteína

Source	Sum of Squares	Df	Mean Square	F-Ratio	P-Value

MAIN EFFECTS					
A:Lote	0.25	3	0.0833333	0.05	0.9864
B:Juez	41.5	7	5.92857	3.30	0.0158
RESIDUAL	37.75	21	1.79762		

TOTAL (CORRECTED)	79.5	31			

All F-ratios are based on the residual mean square error.

Tabla 64. Prueba de rango múltiple para intensidad de resabio amargo

Contrast	Difference	+/- Limits

Control - L10	-0.125	1.39413
Control - L5	0.125	1.39413
Control - L9	0.0	1.39413
L10 - L5	0.25	1.39413
L10 - L9	0.125	1.39413
L5 - L9	-0.125	1.39413

* denotes a statistically significant difference.

11. Anexo. Cuestionarios

11.1. Prueba de expectativa, nivel de agrado e intensidad de resabio amargo y metálico.

El siguiente cuestionario se utilizó durante todo el proyecto para realizar la evaluación sensorial de productos cárnicos reducidos en sodio y fosfato con consumidores.

Universidad Nacional Autónoma de México
Universidad Autónoma Metropolitana
Evaluación sensorial de productos cárnicos reducidos en sodio y fosfato

Edad _____ Sexo: (F) (M) Fecha: _____

Instrucciones: A continuación se presentan cinco muestras de jamón; perciba el salado y firmeza, e indique la intensidad de cada uno marcando con una "X" sobre la escala para cada muestra.

ATRIBUTO MUESTRA	SALADO				FIRMEZA			
	380	238	654	471	380	238	654	471
Mucho menos de lo que esperaba								
Menos de lo que esperaba								
Justo como lo esperaba								
Más de lo que esperaba								
Mucho más de lo que esperaba								

A continuación indique que tanto le agradó en general cada muestra, marcando con una "X" sobre la escala.

MUESTRA	380	238	654	471
Disgusta extremadamente				
Disgusta mucho				
Disgusta moderadamente				
Disgusta ligeramente				
Ni gusta ni disgusta				
Gusta ligeramente				
Gusta moderadamente				
Gusta mucho				
Gusta extremadamente				

¿Usted percibe algún resabio? Si () No ()

¿Cuál(es)? Amargo () Metálico () Otro (anotarlo) _____

Si percibió algún resabio, favor de indicar la intensidad con que se presenta, marcando con una "X" sobre la escala para cada muestra.

ATRIBUTO MUESTRA	Amargo				Metálico			
	380	238	654	471	380	238	654	471
Ausente								
Muy ligero								
Ligero								
Intensidad intermedia								
Intenso								
Muy intenso								
Extremadamente intenso								

¡GRACIAS POR PARTICIPAR!

11.2. Prueba QDA

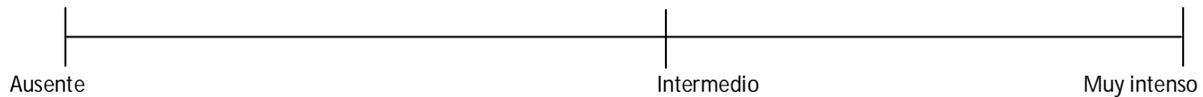
El siguiente cuestionario se utilizó únicamente con jueces entrenados en evaluación sensorial de carne de res y cerdo en la etapa de selección de mezclas de sales.

Universidad Nacional Autónoma de México
Universidad Autónoma Metropolitana
Evaluación sensorial de productos cárnicos reducidos en sodio y fosfato

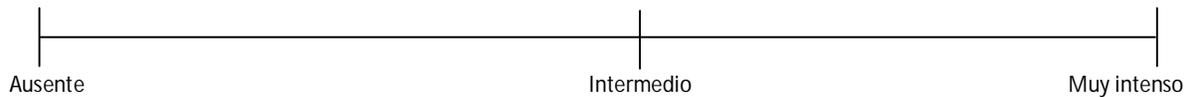
Nombre: _____ Fecha: _____

Instrucciones: Perciba el sabor y textura de las muestras que se le presentan a continuación e indique la intensidad de cada descriptor sobre la escala con una marca y el número de código de la muestra. Para cada descriptor, califique todas las muestras en la misma escala.

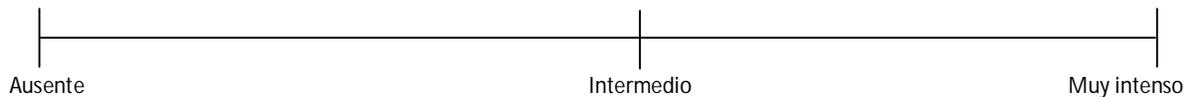
1. Salado



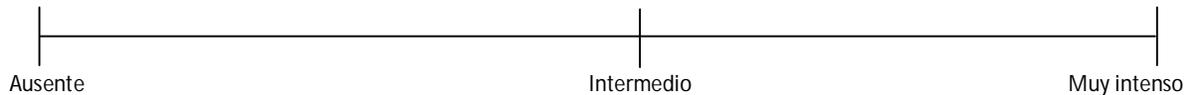
2. Firmeza



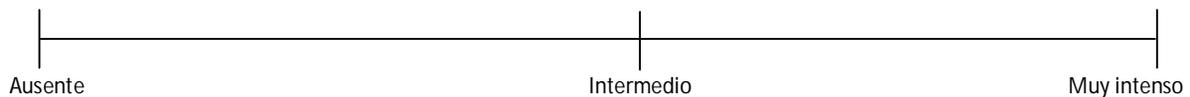
3. Jugosidad



4. Resabio amargo



5. Resabio metálico



¡GRACIAS POR PARTICIPAR!