



**Informe final: Relación entre el contenido de proteína y variables de respuesta sensoriales
en salmueras elaboradas por Tecnas S.A.**

Catalina Marín Osorio

Informe de práctica para optar al título de ingeniera química

Asesor

Jaime Andrés Becerra Chalá, ingeniero químico PhD

Universidad de Antioquia
Facultad de ingeniería
Ingeniería Química
Medellín, Antioquia, Colombia
2022

Cita	Marín Osorio, 2022)
Referencia	Marín Osorio, C (2022). <i>Informe final: Relación entre el contenido de proteína y variables de respuesta sensoriales en salmueras elaboradas por Tecnas S.A.</i> [Semestre de industria]. Universidad de Antioquia, Medellín.
Estilo APA 7 (2020)	



Centro de Documentación Ingeniería (CENDOI)

Repositorio Institucional: <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - www.udea.edu.co

Rector: John Jairo Arboleda Céspedes.

Decano/Director: Jesús Francisco Vargas Bonilla

Jefe departamento: Lina María González Rodríguez

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

Tabla de contenido

Resumen	7
Abstract	8
Introducción	9
1. Objetivos	11
1.1 Objetivo general	11
1.2 Objetivos específicos.....	11
2. Marco teórico	12
2.1. Preservación de alimentos	12
2.2. Aditivos cárnicos	12
2.3. Técnica de marinación	12
2.4. Evaluación sensorial de productos	13
2.5. Evaluación o prueba sensorial.....	14
2.6. Panel sensorial.....	14
3. Metodología	15
3.1. <i>Selección de las salmueras con las que se va a evaluar el panel sensorial.</i>	15
3.2. <i>Elección y descripción de las variables o atributos sensoriales que se estudiaron.</i>	15
3.3. <i>Preparación de las salmueras e inyección del pollo.</i>	15
3.3.1.....	15
3.3.2.....	15
3.3.3.....	15
3.3.4.....	16
3.3.5.....	16
3.4. <i>Cocción y preparación de muestras.</i>	16

3.4.1.....	16
3.4.2.....	16
3.4.3.....	16
3.4.4.....	17
3.5. <i>Sesiones grupales de discusión para establecer perfiles sensoriales de los productos en mención.</i>	18
3.6. <i>Sesiones individuales de pruebas de análisis sensoriales</i>	18
3.7. <i>Análisis de resultados y conclusiones.</i>	18
3.7.1.....	18
3.7.2.....	19
3.7.3.....	20
3.7.4.....	20
4. Resultados y análisis	21
4.1. Determinación de variables de respuesta de interés en salmueras	21
4.2. Pruebas sensoriales.....	23
4.3. Diseño experimental entre composiciones de salmueras y variables sensoriales	23
4.4. Efecto de composición de salmueras en variables de respuesta del análisis sensorial...37	
5. Conclusiones	38
6. Referencias.....	39

Lista de tablas

Tabla 1. Calificación de los atributos focus group.	21
Tabla 2. Calidad global de las muestras de pechugas de pollo.	22
Tabla 3. Calificación promedio de los atributos evaluados en las tres pruebas sensoriales.	23
Tabla 4. Resumen estadístico para la variable sensorial ‘sabor característico a pollo’	25
Tabla 5. ANOVA para la variable sensorial ‘sabor característico a pollo’.	26
Tabla 6. Medias para la variable sensorial ‘sabor característico a pollo’ por porcentaje de proteína con intervalos de confianza del 95%.	28
Tabla 7. Resumen estadístico de la variable sensorial ‘sabor a pluma’	30
Tabla 8. ANOVA para la variable sensorial ‘sabor a pluma’	31
Tabla 9. Medias para la variable sensorial ‘sabor a pluma ‘por porcentaje de proteína con intervalos de confianza del 95%.	32
Tabla 10. Resumen estadístico para la variable sensorial ‘sabor a pescado’	34
Tabla 11. ANOVA simple para la variable sensorial ‘sabor a pescado’.	35
Tabla 12. Medias para la variable sensorial ‘sabor a pescado’ con un intervalo de confianza del 95%.	36
Tabla 13. Resumen estadístico variables evaluadas.	37

Lista de figuras

<i>Ilustración 1.</i> Máquina inyectora.	16
<i>Ilustración 2.</i> Cocción pechugas de pollo.	17
<i>Ilustración 3.</i> Corte pechugas de pollo.....	17
<i>Ilustración 4.</i> Disposición de muestras prueba sensorial	18
<i>Ilustración 5.</i> Libro de datos STATGRAPHICS	19
<i>Ilustración 6.</i> Ventana de creación de diseño.	19
<i>Ilustración 7.</i> Tablas y gráficos seleccionados para el análisis.....	20
<i>Ilustración 8.</i> Valores mínimo y máximo de calificación.....	22

Lista de Gráficos

<i>Gráfica 1.</i> Medidas de dispersión para la variable sensorial ‘sabor característico a pollo’.....	24
<i>Gráfica 2.</i> ANOVA para la variable sensorial ‘sabor característico a pollo’.	26
<i>Gráfica 3.</i> Medias o probabilidad normal de la variable sensorial ‘ sabor característico a pollo’. ..	27
<i>Gráfica 4.</i> Diagrama de caja y bigotes para la variable sensorial ‘sabor característico a pollo’. ..	28
<i>Gráfica 5.</i> Medianas para la variable sensorial ‘sabor característico a pollo’.	29
<i>Gráfica 6.</i> Dispersión para la variable sensorial ‘sabor a pluma’.	30
<i>Gráfica 7.</i> ANOVA para la variable sensorial ‘sabor a pluma’.	31
<i>Gráfica 8.</i> Medias para variable sensorial ‘sabor a pluma’.....	32
<i>Gráfica 9.</i> Medianas para la variable sensorial ‘sabor a pluma’	33
<i>Gráfica 10.</i> Gráfico dispersión de la variable sensorial ‘sabor a pescado’.	34
<i>Gráfica 11.</i> ANOVA para la variable sensorial ‘sabor a pescado’.	35
<i>Gráfica 12.</i> Medias para la variable sensorial ‘sabor a pescado’	36
<i>Gráfica 13.</i> Gráfico de medianas para la variable sensorial ‘sabor a pescado’.	37

Resumen

El *marinado* en la industria de alimentos es un proceso que se ha estandarizado, debido a sus ventajas a la hora de su uso, entre ellas se encuentran la implementación de características organolépticas o sensoriales al producto deseado y a su vez mejorar no solo su sabor, sino también su textura y por ende la vida útil del producto. Existen diferentes métodos para la aplicación de salmuera principalmente en pechugas de pollo, como inmersión, masajeo e *inyección*. En este proyecto se llevó a cabo un proceso de inyección de salmuera previamente seleccionado, a la cual se le varió el porcentaje de proteína en 4 niveles diferentes: 0%, 2.5%, 3.75% y 5 %, este método permitió una inyección de salmuera de aproximadamente el 30%, fue más rápida y con una mayor absorción de esta. Se seleccionaron las pechugas que presentaron valores cercanos al 30% de inyección y se les realizó una triada de pruebas sensoriales, en ellas se realizó una prueba descriptiva para calificar en una escala de 0 a 7 los diferentes atributos sensoriales predominantes, estos atributos fueron: sabor característico a pollo, sabor a pluma y sabor a pescado. Con el resultado obtenido se optó por emplear un *diseño de experimentos libre al azar* o ANOVA simple en la herramienta computacional STATGRAPHIC 19, en ella se dispuso de forma aleatoria cada una de las calificaciones promedio obtenidas en las tres *pruebas sensoriales*. Con ellos se ejecutó el análisis y se obtuvo que, para los diferentes niveles de proteína empleados en las pechugas de pollo, no se generaron diferencias estadísticamente significativas para el *sabor característico a pollo, sabor a pluma y sabor a pescado*, sin embargo, por medio del coeficiente de variación se logró identificar como el sabor característico a pollo no se ve afectado de forma sensorial por las variaciones del porcentaje de proteína en las salmueras inyectadas.

Palabras clave: Marinado, pruebas sensoriales, proceso de inyección, diseño de experimentos

Abstract

Marinating in the food industry is a process that has been standardized, due to its advantages at the time of its use, among them are the implementation of organoleptic or sensory characteristics to the desired product and in turn improve not only its flavor, but also its texture and therefore the useful life of the product. There are different methods for the application of brine mainly in chicken breasts, such as immersion, massage and injection. In this project, a previously selected brine injection process was carried out, to which the percentage of protein was varied at 4 different levels: 0%, 2.5%, 3.75% and 5%, this method allowed an injection of brine of approximately 30%, it was. The breasts that presented values close to 30% injection were selected and a triad of sensory tests were carried out on them, a descriptive test was carried out to qualify the different predominant sensory attributes on a scale of 0 to 7, these attributes were: characteristic chicken flavor, feather flavor and fish flavor. With the result obtained, it was decided to use a free random design of experiments or simple ANOVA in the STATGRAPHIC 19 computational tool, in it, each of the average scores obtained in the three sensory tests were randomly arranged. With them, the analysis was carried out and it was obtained that, for the different levels of protein used in chicken breasts, no statistically significant differences were generated for the characteristic chicken flavor, feather flavor and fish flavor, however, By means of the coefficient of variation, it was possible to identify how the characteristic chicken flavor is not affected in a sensory way by variations in the percentage of protein in the injected brines.

Keywords: marinated, sensory tests, injection process, design of experiments

Introducción

La industria de alimentos si bien es de vital importancia a nivel mundial tiene una gran relación con la ingeniería química en el sector industrial. Por medio de la ingeniería de alimentos se lleva a cabo una formulación para generar un producto alimenticio, para ello los ingenieros de alimentos tienen un conocimiento amplio en su formulación, proceso de elaboración, sabor e ingredientes. El ingeniero químico brinda apoyo en dichos temas que pueden estar directa o indirectamente relacionados con el control de dichos procesos, mejoramiento de la calidad y el empleo de operaciones unitarias ideales para llevar a cabo los procesos. En este proyecto en particular se participó en el proceso de preparación e inyección de salmuera en productos alimenticios (pechugas de pollo), distribución de muestras y diseño de experimentos de forma estadística, que permitieron no solo lograr los objetivos del proyecto, sino poder obtener una relación específica entre el contenido de proteína en las salmueras inyectadas en los productos alimenticios con las variables de respuesta sensoriales.

Existen diversos métodos de conservación de la carne de pollo, que consisten en la incorporación de sal (NaCl) u otros aditivos de manera superficial. Sin embargo, estos aditivos superficiales tienen el inconveniente de que no evitan por completo el riesgo de descomposición de la carne o pollo por la acción de microorganismos. Debido a esto, se decidió que estos aditivos debían disolverse y depositarse en el interior de la pieza de carne para incrementar su preservación (Escamilla, 2020). En la industria de alimentos, especialmente en la cárnica, se emplea la técnica de marinación, esta se define como la retención de agua en la carne o pollo con el fin de aumentar su jugosidad, sabor y brindar una mejor textura (Massimiliano, 2014). Por lo tanto, la carne inyectada o marinada es aquella que se somete a un proceso de inyección de una salmuera, la cual es una mezcla de agua, NaCl y fosfatos, y se hace fundamental una evaluación sensorial de la incorporación de dichas sustancias en los productos alimenticios que son de consumo cotidiano. El presente trabajo se llevó cabo en la empresa TECNAS S.A, en el área de Innovación y desarrollo, por medio de un análisis estadístico que relaciona el contenido de proteína de la salmuera con variables de respuesta sensoriales evaluadas por un panel sensorial. En las salmueras objeto de estudio se modificó el contenido de proteína, iniciando con una salmuera libre de la misma, es decir, en su composición solo se tiene hidrocoloides, luego, una salmuera con el 2.5% de proteína, una segunda con un 3.75% y finalmente una salmuera con un 5% de proteína. Por medio de este

trabajo se pretende evaluar cómo afecta las diferentes variaciones en el nivel de proteína en el pollo inyectado por medio de cada una de las variables respuesta de textura y sabor analizadas por el panel sensorial. Las variables de respuesta sensoriales en pechugas de pollo inyectadas con diferentes tipos de salmuera incluyen el sabor cárnico, sabor a pluma y sabor a pescado. Se decidió realizar este análisis con el fin de identificar cuáles de las salmueras empleadas afectan el sabor en las pechugas y cómo estas inciden de forma negativa o positiva sobre la empresa; debido a la importancia que durante varios años han tenido las salmueras para la compañía TECNAS S.A. Puesto que es una de las líneas con mayor porcentaje en ventas de la compañía, actualmente se comercializa en Colombia y Ecuador, y se espera que en los próximos años se empiece a comercializar con Centroamérica.

1. Objetivos

1.1 Objetivo general

Determinar la relación entre el contenido de proteína y variables de respuesta sensoriales en salmueras de la compañía TECNAS S.A.

1.2 Objetivos específicos

- Determinar las variables respuesta de interés en las salmueras a evaluar como lo son su sabor cárnico, a pluma y pescado, con el fin de llevar a cabo el diseño de experimentos que permita identificar las diferentes variaciones de esta.
- Realizar el diseño de experimentos que relacione las diferentes composiciones de salmuera con las variables sensoriales, con el fin de realizar un análisis sobre el comportamiento de dichas composiciones en la variación sensorial.
- Ejecutar pruebas sensoriales grupales e individuales descriptivas con los diferentes tipos de salmueras posterior análisis de resultados para establecer las características que contribuyen al sabor en dicho proceso.
- Determinar los diferentes efectos de la composición de la salmuera en las variables respuesta sensoriales empleando una escala sensorial de 0 a 7 para calificar cada atributo en las diferentes composiciones de salmuera presente en el pollo.
- Llevar a cabo la validación o ensayo experimental de cada una de las variables estudiadas.

2. Marco teórico

2.1. Preservación de alimentos

Desde tiempos remotos ha surgido la necesidad de conservar los alimentos para alargar su vida y preservar sus propiedades nutricionales. Existen diferentes técnicas de conservación que se han ido perfeccionando, es por ellos que aparte de que las salmueras contengan ingredientes para generar sabor en las pechugas también permiten la conservación de estos. Sin embargo, entre las técnicas que se emplean posterior a la inyección se encuentra la congelación, el cual consiste en someter las pechugas a temperaturas inferiores al punto de congelación durante cierto tiempo (Dsicapnet, s.f.).

2.2. Aditivos cárnicos

Proteína: Por medio de la proteína en las pechugas de pollo se genera a nivel visual una pechuga más gorda y atractiva para su consumo; a su vez, la proteína en las salmueras inyectadas reduce la pérdida de humedad durante la cocción del pollo, por lo tanto, esto genera que la carne sea más jugosa, más tierna y que su sabor aumente (Maldonado, 2020).

Hidrocoloides: Son un grupo grande de sustancias poliméricas que incluyen principalmente polisacáridos y algunas proteínas. Entre los carbohidratos o polisacáridos se encuentran hidrocoloides como el almidón, el agar, y numerosas gomas. Entre las gomas empleadas en las salmueras se encuentra la goma xanthan (Gabriel, 2018).

2.3. Técnica de marinación

En la industria de alimentos especialmente la cárnica, se emplea la marinación, la cual está definida como la retención de agua en la carne o pollo con el fin de aumentar su jugosidad, sabor y brindar una mejor textura. Este proceso se lleva a cabo mediante la adición de una solución alcalina (pH básico) contenida por sales, fosfatos y proteínas. La sal y el fosfato se utilizan comúnmente, a veces de forma individual, pero a menudo en combinación para explotar su acción sinérgica y su uso no solo mejora la jugosidad y la ternura, sino que también aumenta el peso del producto vendible,

debido a la retención de agua que se agrega. Las concentraciones deben ser suficientes para mejorar la ternura y jugosidad, pero sin afectar negativamente el sabor y color, o provocando un exceso de ablandamiento (P.R. Sheard *, 2004,2005).

El proceso de inyección de salmuera se lleva a cabo por medio de un equipo de inyección o inyectora multi-agujas que penetra la carne y deposita la solución dentro de esta, la cual permite una distribución rápida y uniforme. Es el método más utilizado porque permite dosificar una cantidad exacta de salmuera, garantizando una regularidad en el producto y sin pérdidas de tiempo que implicaría otros métodos. Inicialmente se prepara la salmuera, disolviendo la mezcla de sales, fosfatos, la cual se puede hacer con la ayuda de un mezclador o tanque de agitación que brindará la homogeneidad que se requiere. A su vez se debe tener un control de la temperatura en 0°C.

2.4. Evaluación sensorial de productos

La evaluación sensorial es una ciencia cuantitativa en la que se obtienen datos numéricos para establecer relaciones legítimas específicas entre las características de un producto y la percepción humana. Por este motivo el análisis sensorial es ampliamente utilizado para estudiar los efectos de diferentes ingredientes, parámetros y sus interacciones en la percepción del producto por parte del consumidor. Las evaluaciones sensoriales pueden incluir diferentes parámetros basados en el sentido gustativo (salado, dulce, amargo, ácido, umami y metálico). Por esto es tan importante, ya que ha avanzado a lo largo de los años y es muy reconocido en la ciencia de los alimentos.

Las pruebas sensoriales se dividen principalmente en dos:

Pruebas descriptivas: las cuales se basan en determinar cómo varían los productos en características sensoriales específicas como sabores básicos, olor, textura, apariencia, etc.

Pruebas discriminativas: son aquellas que determinan si la percepción de los productos varía de una muestra a otra.

En los análisis sensoriales se utilizan un conjunto de parámetros para la preparación de las muestras bajo condiciones controladas para minimizar sesgos, por lo tanto, se emplean cabinas individuales para las pruebas, y se etiquetan las muestras con códigos (Barbut, 2021).

2.5. Evaluación o prueba sensorial

La evaluación sensorial es la disciplina científica utilizada para evocar, medir, analizar e interpretar las reacciones a aquellas características de alimentos y otras sustancias, que son percibidas por los sentidos del olfato, gusto, tacto, oído y vista (El portal del chacinado, 2021).

2.6. Panel sensorial

Grupo de evaluadores que son escogidos para participar en las pruebas sensoriales.

Se llevó a cabo cada una de las actividades establecidas para alcanzar los objetivos específicos de forma satisfactoria como se describen a continuación:

3. Metodología

3.1. Selección de las salmueras con las que se va a evaluar el panel sensorial.

Se emplearon cuatro tipos de salmuera, a los cuales se les varió el contenido de proteína. La primera de ellas no contenía proteína, solo hidrocoloides, la segunda contenía un 2.5% de proteína, la tercera y cuarta 3.75% y 5% de concentraciones de proteína respectivamente.

3.2. Elección y descripción de las variables o atributos sensoriales que se estudiaron.

Se eligieron variables de respuesta a diferentes atributos sensoriales de sabor: sabor característico a pollo, sabor a pescado, y sabor a pluma, estos fueron elegidos debido a que son descriptores que contribuyen de forma directa en el sabor del pollo, y son aquellos que, de acuerdo con los clientes de pechugas, describen son los sabores que más se sienten a la hora de probar el pollo y la salmuera inyectada los genera. Estos fueron evaluados por el panel sensorial, logrando identificar como afectó las diferentes composiciones de las salmueras a dichos atributos.

3.3. Preparación de las salmueras e inyección del pollo.

Se prepararon cada uno de los tipos de salmuera y se inyectaron en cada una de las muestras de pollo. Se dispusieron de 30 pechugas para cada salmuera para un total de 4 ensayos y se realizó de la siguiente manera:

3.3.1.

Se pesaron cada una de las pechugas de pollo antes de su inyección para conocer su peso inicial.

3.3.2.

Se prepararon la salmuera en un tanque de agitación, inicialmente se agregaron 15 litros de agua y durante 40 segundos se fue agregando la salmuera lentamente, luego de 2 min de agitación se agregan 15 litros más de agua a temperatura ambiente hasta alcanzar 7 min, posterior a esto se pasa la salmuera al tanque de la maquina inyectora.

3.3.3

Luego se emplearon tres pechugas por ensayo para la calibración, esta se realizó con el fin de obtener alrededor del 30% de inyección de salmuera, para ello, se dispone de una maquina

inyectora como se muestra en la ilustración 1, este equipo se regula una presión de 2.6 bar, velocidad de cabezal 1 y velocidad de la banda 3.



Ilustración 1.Máquina inyectora.

3.3.4.

Luego se procede a la inyección de las pechugas y una vez finalizado, se pesan cada una para obtener así su peso de marinado.

3.3.5.

Finalmente se empaican de forma individual cada una y se llevan a las cavas de congelación.

3.4. *Cocción y preparación de muestras.*

Con el fin de que se lograra obtener los datos necesarios a partir del panel sensorial se procede a la preparación de la muestra de la siguiente forma para su análisis sensorial:

3.4.1

Inicialmente se dispone de un recipiente grande para la cocción de las pechugas y de 30 litros de agua.

3.4.2.

Se pesan las pechugas para conocer su peso antes de la cocción, se disponen de dos pechugas por ensayo, esto con el fin de que se obtengan muestras suficientes para la prueba sensorial.

3.4.3.

La temperatura de cocción del pollo es de 75 °C. Por lo tanto, se mide constantemente la temperatura interna del pollo hasta que alcance este valor, esto se hace cada 20 min. Una vez

alcanza este valor, se retiran las muestras y se dejan en reposo hasta su enfriamiento. La cocción de las muestras dura una hora y media.



Ilustración 2. Cocción pechugas de pollo.

3.4.4

Finalmente se procede a preparar las muestras, para ello se inicia retirando la piel del pollo sin dejar residual, luego se parte la pechuga a la mitad y se retiran los huesos y el lomito del pollo. Luego con un cuchillo se parte la zona inferior de la pieza y finalmente se parte en cubos para entregar de cubo por ensayo a cada panelista y disponer de la prueba.



Ilustración 3. Corte pechugas de pollo.

3.5. Sesiones grupales de discusión para establecer perfiles sensoriales de los productos en mención.

Se realizaron sesiones grupales del panel sensorial donde se discutieron los diferentes atributos elegidos, con el fin de definir perfiles sensoriales de cada una de las salmueras que fueron inyectadas en el pollo y la relación entre ellos.

3.6. Sesiones individuales de pruebas de análisis sensoriales.

Se llevó a cabo cada prueba sensorial de forma individual, a partir de pruebas descriptivas, donde cada panelista califica de forma estandarizada con valores de 0 a 7 los atributos descritos anteriormente, donde cero indica que este atributo es ausente, 3 es moderado y 7 muy intenso. Las muestras se disponen como se muestra en la ilustración 4, estas se identifican con un código de tres dígitos para cada muestra.



Ilustración 4. Disposición de muestras prueba sensorial.

3.7. Análisis de resultados y conclusiones.

Se analizaron los resultados obtenidos en las diferentes pruebas, para este caso fue por triplicado, donde se realizó un análisis estadístico por medio de un diseño de experimentos en la herramienta computacional STATGRAPHICS 19. Este programa ejecuta un análisis de varianza o experimento libre al azar de la siguiente forma:

3.7.1.

Se ingresan los valores promedio de la calificación que se obtuvo de cada una de las tres pruebas de forma aleatorio en el libro de datos del programa como se muestra en la ilustración 5.

	Porcentaje de proteína[%]	Sabor característico a pollo	Sabor a pluma	Sabor a pescado
	Porcentaje	Número	Número	Número
1	0%	4,00	1,00	0,72
2	0%	4,00	0,85	0,50
3	0%	4,30	0,65	0,45
4	2,5%	3,17	0,67	0,56
5	2,5%	3,75	0,90	0,50
6	2,5%	4,10	0,65	0,45
7	3,75%	3,28	0,78	0,61
8	3,75%	3,50	0,95	0,65
9	3,75%	4,05	0,65	0,45
10	5%	3,61	0,78	0,50
11	5%	4,20	0,80	0,60
12	5%	3,75	0,55	0,35

Ilustración 5. Libro de datos STATGRAPHICS

3.7.2.

Posteriormente se selecciona diseño de experimentos, nuevo diseño y se selecciona un solo factor categórico y se ingresan el número de variable de respuesta que son tres, es decir los respectivos atributos, y el número de factores experimentales que es 1, es decir el porcentaje de proteína.

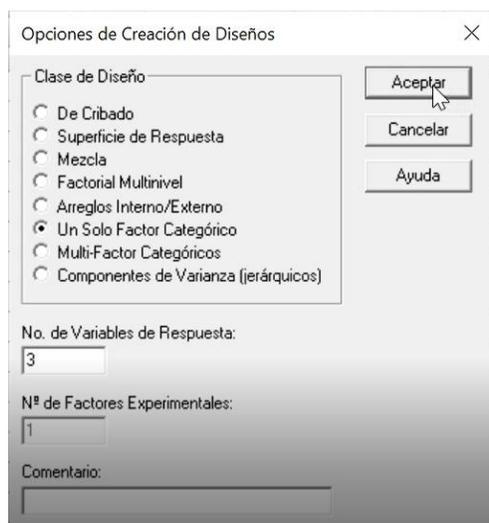


Ilustración 6. Ventana de creación de diseño.

3.7.3.

Se selecciona las respectivas gráficas y tablas que desean analizarse cuando se realiza un análisis de varianza o ANOVA simple, entre ellas están las tablas de medias, verificación de varianza, resumen de análisis y estadístico. Los gráficos que se incluyen son ANOVA, grafico de medias, de residuos y de medianas.



Ilustración 7. Tablas y gráficos seleccionados para el análisis.

3.7.4.

Finalmente, el programa ejecuta el diseño de experimentos y arroja los respectivos resultados en tablas y gráficos.

4. Resultados y análisis

4.1. Determinación de variables de respuesta de interés en salmueras

Para determinar las variables de respuesta sensoriales a evaluar en las diferentes pruebas descriptivas, se llevó a cabo un *focus group*, con 9 personas pertenecientes al panel sensorial, por medio de una discusión y consenso, se determinó que las variables evaluar serian, sabor salado, sabor característico a pollo, sabor a pluma, sabor a pescado, sabor jabonoso, sabor metálico, sabor residual, olor extraño, y jugosidad.

Sin embargo, para fines del proyecto solo se realizó el diseño de tres de estas variables, debido a la importancia que tienen de forma directa para la empresa y en el sabor del pollo.

Una vez llegado a esta discusión se realizó una prueba sensorial por medio de una prueba descriptiva, donde cada uno evaluó los atributos en una calificación de 0 a 7, donde 0 es ausente, 3 moderado y 7 es intenso. Los resultados de la clasificación se obtienen en la tabla 1. Los demás registros se especificaron en los formatos de pruebas descriptivas para la base de datos de la empresa TECNAS S.A.

Tabla 1. Calificación de los atributos focus group.

Descriptor	Pechuga sin proteína	Pechuga con proteína al 2.5%	Pechuga con proteína al 3.75%	Pechuga con proteína al 5%
Sabor salado	2,77	2,14	2,09	2,23
Sabor característico a pollo	4,27	3,91	4,45	4,32
Sabor a pluma	1,09	1,41	0,91	0,68
Sabor a pescado	0,23	0,32	0,14	0,09
Sabor jabonoso	0,55	0,36	0,14	0,14
Sabor metálico	0,68	0,59	0,23	0,27
Sabor residual	0,73	0,95	0,41	0,5
Olor extraño	0,27	0,91	0,73	0,23
Jugosidad	2,68	2,23	3	1,95

También se realizó una calificación de calidad global de las muestras, entre calidad baja, media y alta como se indican los valores obtenidos en la tabla 2.

Tabla 2.Calidad global de las muestras de pechugas de pollo.

Calidad global	Pechuga sin proteína	Pechuga con proteína al 2.5%	Pechuga con proteína al 3,75%	Pechuga con proteína al 5%
Alto	27,3	9,1	54,5	18,2
Media	72,7	54,5	45,5	72,7
Baja	0	36,4	0	9,1

Finalmente se llegó a las siguientes discusiones generales:

De acuerdo con las discusiones realizadas por los evaluadores, se llega a un consenso donde se describe a la muestra número uno, jugosa, con un sabor salado moderado. La muestra identificada con el número 2, es menos salda que la uno, pero presenta un sabor extraño, y un olor a pluma. La muestra tres es jugosa, no tan salada, presenta un sabor característico a pollo. Y la muestra 4 es mucho más seca, presenta un sabor extraño, y es más simple. Referente a la calidad global la muestra número tres se destaca es su escala de calidad alta, seguido de la 1 y 4 con calidad media y por último la muestra numero dos con calificación de baja.

Descriptores	Valor mínimo	Valor máximo
Sabor salado	2.0	3.5
Sabor característico a pollo	4.0	5.5
Sabor a pluma	0	1.5
Sabor a pescado	0	0.5
Sabor jabonoso	0	0.5
Sabor metálico	0	0.5
Sabor residual	0	1.5
Olor extraño	0	0.5
Jugosidad	1.5	3.0

Ilustración 8. Valores mínimo y máximo de calificación.

Se llegó a un acuerdo donde se establecieron los valores máximos y mínimos obtenidos de estos atributos y con estos valores seguir calificando las demás pruebas. Dichos valores se indican en la ilustración 8.

4.2. Pruebas sensoriales

Luego de realizado el focus group, se programaron las tres sesiones de pruebas sensoriales por medio de pruebas descriptivas. Cada panelista respondía un formulario de Google donde calificaban cada atributo, los datos obtenidos se registraban en los formatos de pruebas descriptivas y quedan como soporte para la empresa. Los pasos que se llevaron a cabo son los mismos descritos en la metodología, apartado 4.4 *cocción y preparación de muestras*.

Se procede a obtener los valores promedio de las tres pruebas, para proceder a registrarlos en el libro de datos de STATGRAPHICS 19, estos datos se registran en la tabla 3.

Tabla 3. Calificación promedio de los atributos evaluados en las tres pruebas sensoriales.

Porcentaje de proteína [%]	Sabor característico a pollo	Sabor a pluma	Sabor a pescado
0%	4	1	0,72
0%	4	0,85	0,5
0%	4,3	0,65	0,45
2,50%	3,17	0,67	0,56
2,50%	3,75	0,9	0,5
2,50%	4,1	0,65	0,45
3,75%	3,28	0,78	0,61
3,75%	3,5	0,95	0,65
3,75%	4,05	0,65	0,45
5%	3,61	0,78	0,5
5%	4,2	0,8	0,6
5%	3,75	0,55	0,35

4.3. Diseño experimental entre composiciones de salmueras y variables sensoriales

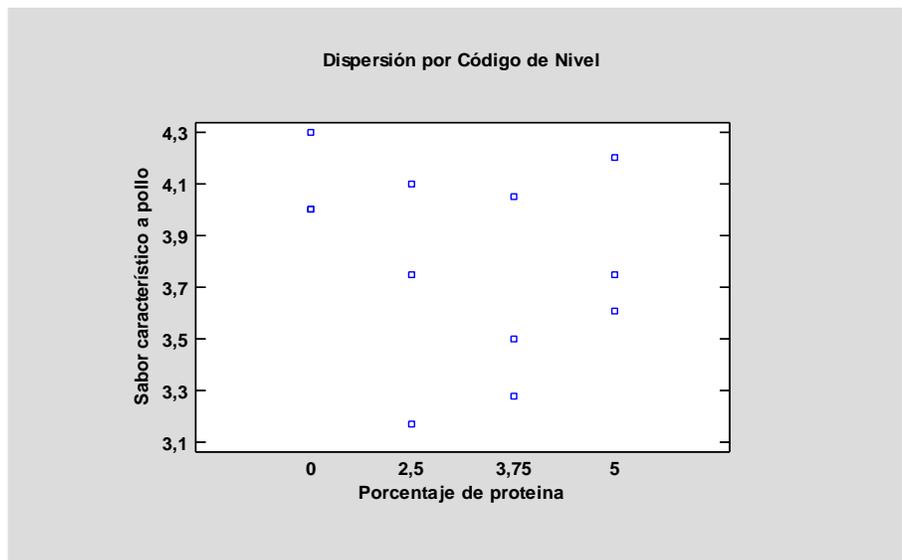
Luego de llevar a cabo cada una de las actividades establecidas en la metodología, como paso final se dispuso de la herramienta computacional STATGRAPHICS 19, con el fin de llevar a cabo el

diseño de experimentos y establecer cuál de los ensayos empleados permite obtener un perfil de atributos óptimos para las pechugas de pollo respecto a su sabor y textura.

En esta herramienta se realiza **un análisis de varianza o experimento libre al azar** a partir de los datos obtenidos por medio de la calificación de cada uno de los descriptores de las muestras de pechugas de pollo evaluados en tres sesiones de pruebas sensoriales aleatorias. A continuación, se registran los promedios de cada una de las pruebas.

La tabla 3 representa los datos obtenidos para cada atributo, variando el porcentaje de proteína para tres días de pruebas sensorial de forma aleatoria, estos datos se ingresan en la herramienta STATGRAPHICS 19, se ejecuta un análisis estadístico, el programa ejecuta los siguientes resultados para cada atributo:

Variable dependiente: **Sabor característico a pollo**



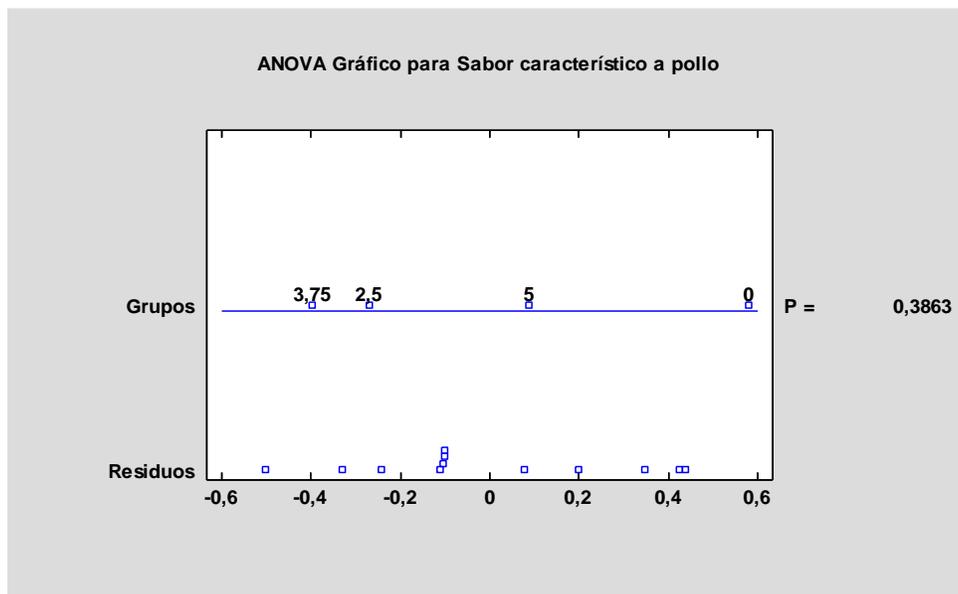
Gráfica 1. Medidas de dispersión para la variable sensorial ‘sabor característico a pollo’.

La gráfica 1 muestra el sabor característico a pollo por niveles de porcentaje de proteína, en ella puede notarse que para los porcentajes de proteína de 2.5% y 3.75% se presenta mayor dispersión de los datos, lo cual puede ocurrir debido a posibles juicios sensoriales distintos respecto a este atributo. Este dato puede corroborarse de una mejor manera en la tabla de resumen estadístico que se indica a continuación.

Tabla 4. Resumen estadístico para la variable sensorial ‘sabor característico a pollo’

Porcentaje de proteína	Recuento	Promedio	Desviación Estándar	
0	3	4,1	0,173205	
2,5	3	3,67333	0,469716	
3,75	3	3,61	0,396611	
5	3	3,85333	0,308275	
Total	12	3,80917	0,3618	
Porcentaje de proteína	Coefficiente de Variación	Mínimo	Máximo	Rango
0	4,22%	4	4,3	0,3
2,5	12,79%	3,17	4,1	0,93
3,75	10,99%	3,28	4,05	0,77
5	8,00%	3,61	4,2	0,59
Total	9,50%	3,17	4,3	1,13
Porcentaje de proteína	Sesgo Estandarizado	Curtosis Estandarizada		
0	1,22474			
2,5	-0,505524			
3,75	0,814636			
5	0,946755			
Total	-0,70607	-0,572188		

En la tabla 4 se indican los valores de promedio, desviación estándar y coeficiente de variación, este último indica que tanta fluctuación presentan los datos del porcentaje de proteína respecto al sabor característico, por regla general se tiene que para valores por encima del 8% la fluctuación generada es alta. El coeficiente obtenido para el porcentaje de proteína de 2.5% y 3.75% es mayor que el 8% lo que indica que existe una mayor variación de los juicios lanzados por el panel sensorial.

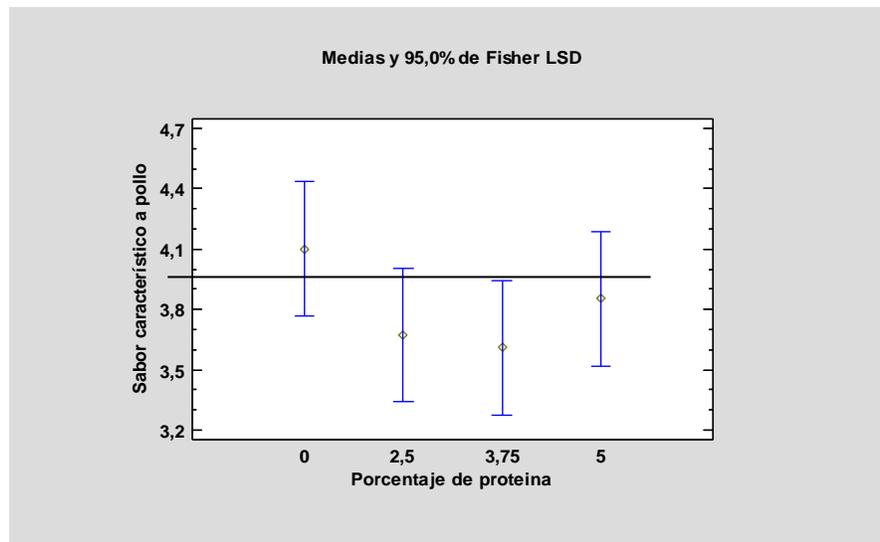


Gráfica 2. ANOVA para la variable sensorial ‘sabor característico a pollo’.

Tabla 5. ANOVA para la variable sensorial ‘sabor característico a pollo’.

Fuente	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	0,433958	0,144653	1,15	0,3863
Intra grupos	1,00593	0,125742		
Total (Corr.)	1,43989			

Por medio del gráfico 2 y la tabla 5 de ANOVA, se indica la varianza de sabor característico a pollo en dos componentes: un componente entre grupos y un componente dentro de grupos. La razón-F, que en este caso es igual a **1,15**, es el cociente entre el estimado entre grupos y el estimado dentro de grupos. Puesto que el valor-P de la razón-F es mayor o igual que **0,05**, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de sabor característico a pollo y entre un nivel de porcentaje de proteína y otro, con un nivel del 5% de significación, es decir los diferentes niveles de proteína no afectan de forma significativa el sabor característico a pollo. Sin embargo, de acuerdo con el coeficiente de variación los valores de proteína de 2.5% y 3.75% tiene cierta desviación de datos que puede indicar una diferencia de juicios entre los panelistas.



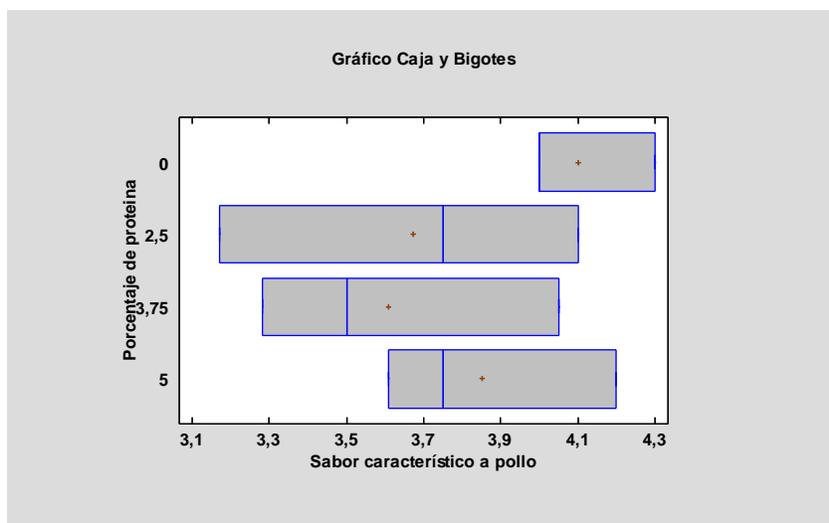
Gráfica 3. Medias o probabilidad normal de la variable sensorial ‘sabor característico a pollo’.

La grafica 3 muestra la media de sabor característico a pollo para cada uno de los niveles de porcentaje de proteína. También muestra un intervalo alrededor de cada media. Los intervalos mostrados están basados en el procedimiento de la diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher. Estos están contruidos de tal manera que, si dos medias son iguales, sus intervalos se traslaparán un 95,0% de las veces. Cualquier par de intervalos que no se traslapen verticalmente corresponden a pares de medias que tienen una diferencia estadísticamente significativa, por lo tanto, se puede observar que este gráfico indica el valor mínimo, el valor máximo y el promedio de cada porcentaje respecto al sabor característico y todos los niveles se encuentran delimitados por la línea horizontal de color gris, lo que indica que estadísticamente las diferencias significativas son muy bajas. La tabla 6 contiene la media y los límites de cada nivel.

Tabla 6. Medias para la variable sensorial ‘sabor característico a pollo’ por porcentaje de proteína con intervalos de confianza del 95%.

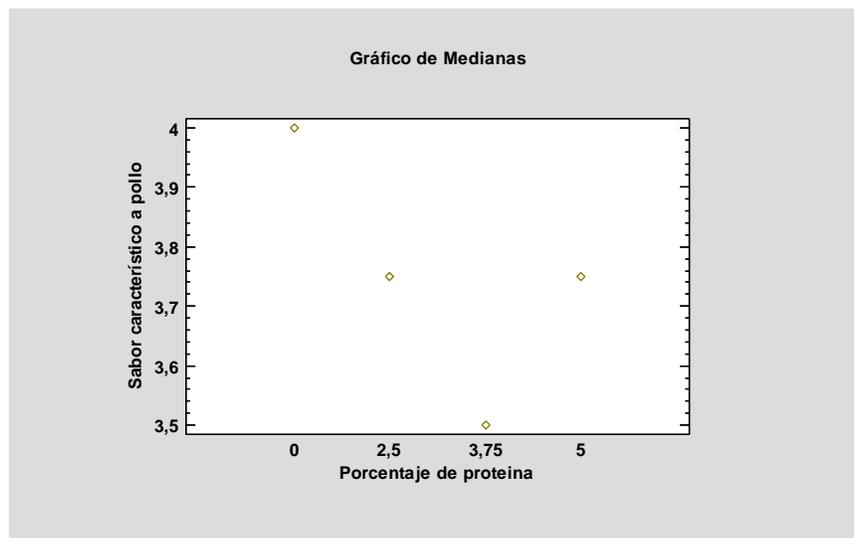
Nivel	Casos	Media	Error Est. (s agrupada)	Límite Inferior	Límite Superior
0	3	4,1	0,204729	3,76617	4,43383
2,5	3	3,67333	0,204729	3,3395	4,00716
3,75	3	3,61	0,204729	3,27617	3,94383
5	3	3,85333	0,204729	3,5195	4,18716
Total	12	3,80917			

En la tabla 6 se muestra la media de la variable sensorial sabor característico a pollo para cada nivel de porcentaje de proteína. También muestra el error estándar de cada media, el cual es una medida de la variabilidad de su muestreo. El error estándar es el resultado de dividir la desviación estándar entre el número de observaciones en cada nivel. La tabla 6 también muestra un intervalo alrededor de cada media. Los intervalos mostrados están basados en el procedimiento de la diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher. Están contruidos de tal manera que, si dos medias son iguales, sus intervalos se traslaparán un 95,0% de las veces.



Gráfica 4. Diagrama de caja y bigotes para la variable sensorial ‘sabor característico a pollo’.

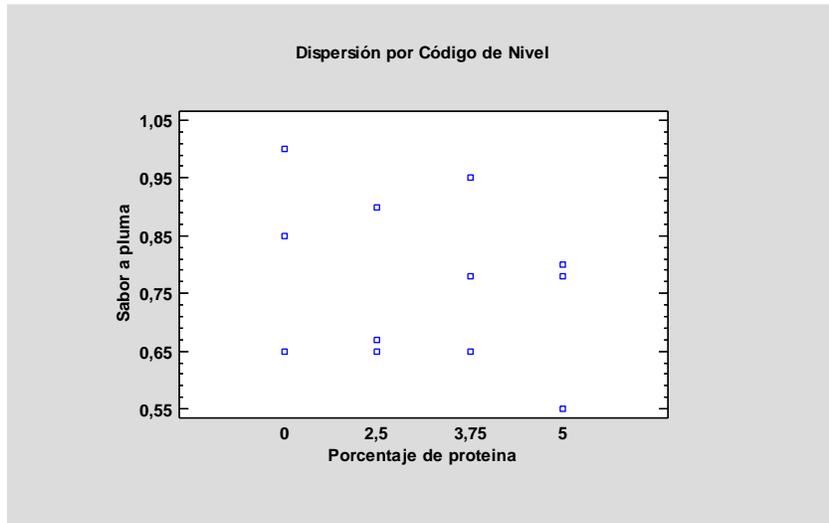
La gráfica 4 representa cuatro diagramas de caja y bigote, una para cada nivel de porcentaje de proteína. La parte rectangular de la gráfica se extiende desde el cuartil inferior hasta el cuartil superior, cubriendo la mitad central de cada muestra. La línea central dentro de cada caja indica la localización de la mediana de cada muestra. El signo (+) indica la localización de la media de cada muestra. Los bigotes se extienden desde la caja hasta los valores mínimo y máximo de cada muestra.



Gráfica 5. Medianas para la variable sensorial ‘sabor característico a pollo’.

La gráfica 5 especifica el valor de la mediana o promedio de cada nivel de proteína en comparación con el sabor característico a pollo.

Variable dependiente: **Sabor a pluma**



Gráfica 6. Dispersión para la variable sensorial ‘sabor a pluma’.

La gráfica 6 muestra el sabor característico a pluma por niveles de porcentaje de proteína, en ella puede notarse que para todos los porcentajes de proteína se presenta una gran dispersión de los datos. Principalmente para la salmuera que no presenta proteína, los juicios sensoriales de cada juez fueron muy distintos generando posibles variaciones respecto a la percepción obtenida en la variable sensorial ‘sabor a pluma’. La tabla 7 representa el resumen estadístico de datos.

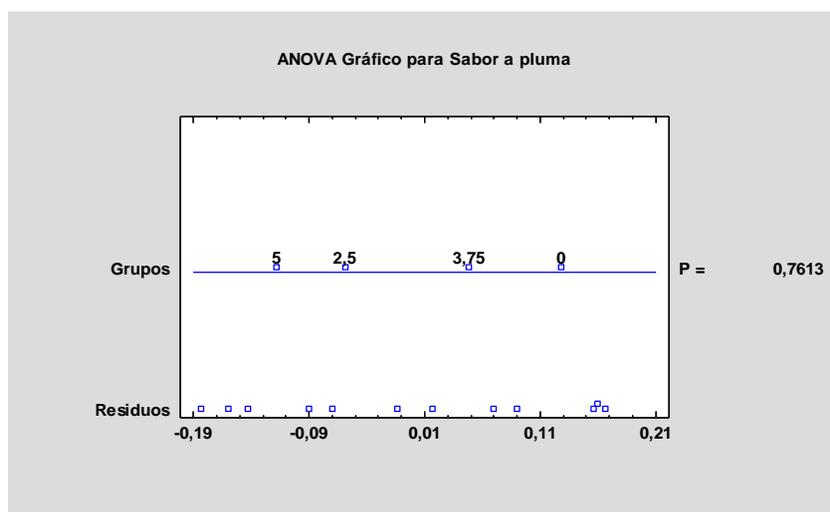
Tabla 7. Resumen estadístico de la variable sensorial ‘sabor a pluma’.

Porcentaje de proteína	Recuento	Promedio	Desviación Estándar
0	3	4,1	0,173205
2,5	3	3,67333	0,469716
3,75	3	3,61	0,396611
5	3	3,85333	0,308275
Total	12	3,80917	0,3618

Porcentaje de proteína	Coefficiente de Variación	Mínimo	Máximo	Rango
0	4,22%	4	4,3	0,3
2,5	12,79%	3,17	4,1	0,93
3,75	10,99%	3,28	4,05	0,77
5	8,00%	3,61	4,2	0,59
Total	9,50%	3,17	4,3	1,13

Porcentaje de proteína	Sesgo Estandarizado	Curtosis Estandarizada
0	1,22474	
2,5	-0,505524	
3,75	0,814636	
5	0,946755	
Total	-0,70607	-0,572188

De acuerdo con la tabla 7, puede observarse que el coeficiente de variación para todos los niveles de proteína se encuentra por encima del 8%, lo que representa la dispersión de los datos en el gráfico 6.

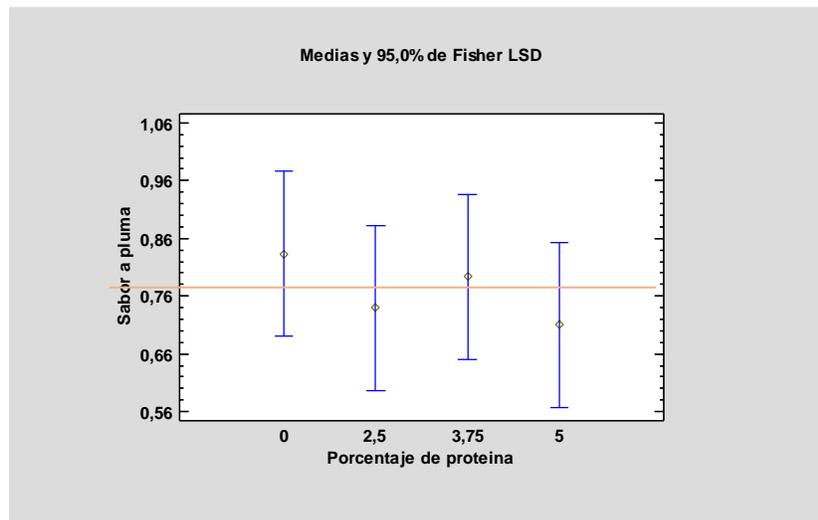


Gráfica 7. ANOVA para la variable sensorial ‘sabor a pluma’.

Tabla 8. ANOVA para la variable sensorial ‘sabor a pluma’.

Fuente	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	0,0271583	0,00905278	0,39	0,7613
Intra grupos	0,184133	0,0230167		
Total (Corr.)	0,211292			

Por medio del gráfico 7 y la tabla 8 del ANOVA, se indica la varianza de la variable sensorial ‘sabor a pluma’ en dos componentes: un componente entre grupos y un componente dentro de grupos. La razón-F, que en este caso es igual a **0,39**, y ya que el valor-P fue igual a **0.7613**, no existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de la variable sensorial ‘sabor a pluma’ entre un nivel de porcentaje de proteína y otro, con un nivel del 5% de significación, es decir los diferentes niveles de proteína no afectan de forma significativa el sabor a pluma, sin embargo, de acuerdo con el coeficiente de variación, los valores de proteína para todos los niveles superan el 8%, generando cierta desviación de datos que puede indicar una diferencia de juicios entre los panelistas.

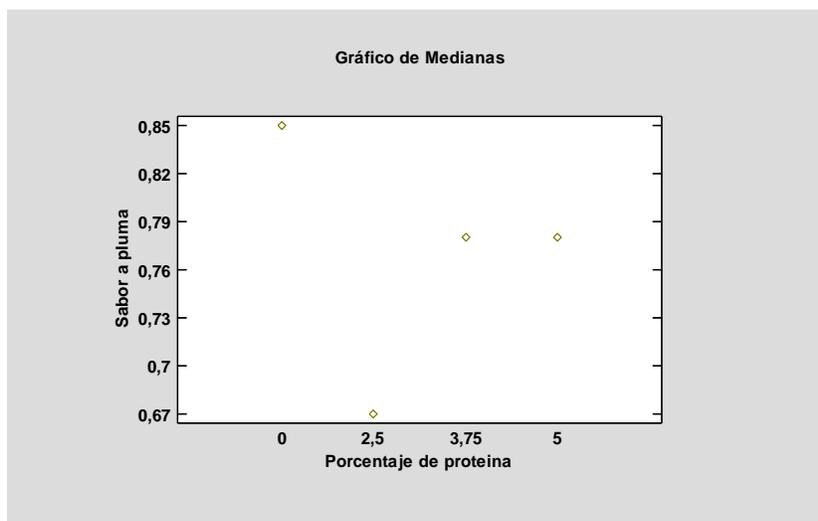


Gráfica 8. Medias para variable sensorial ‘sabor a pluma’.

Puede notarse en la gráfica 8 los valores mínimos, máximo y el promedio de cada porcentaje respecto a la variable sensorial ‘sabor a pluma’ y todos los niveles de proteína que se encuentran delimitados por la línea horizontal de color naranja, esta indica que estadísticamente no se generaron diferencias contundes en cada nivel de proteína.

Tabla 9. Medias para la variable sensorial ‘sabor a pluma’ por porcentaje de proteína con intervalos de confianza del 95%.

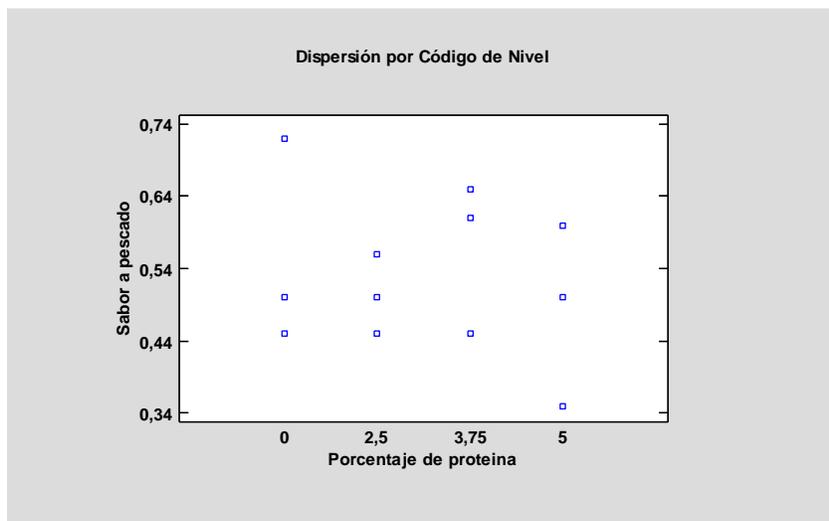
Nivel	Casos	Media	Error Est. (s agrupada)	Límite Inferior	Límite Superior
0	3	0,833333	0,0875912	0,690508	0,976159
2,5	3	0,74	0,0875912	0,597174	0,882826
3,75	3	0,793333	0,0875912	0,650508	0,936159
5	3	0,71	0,0875912	0,567174	0,852826
Total	12	0,769167			



Gráfica 9. Medianas para la variable sensorial ‘sabor a pluma’.

La gráfica 9 muestra la mediana de cada grupo de proteína en comparación con la variable sensorial ‘sabor a pluma’.

Variable dependiente: **Sabor a pescado**



Gráfica 10. Gráfico dispersión de la variable sensorial ‘sabor a pescado’.

La grafica 10 anterior muestra el ‘sabor a pescado’ por niveles de porcentaje de proteína, en ella puede notarse que para los porcentajes de proteína de 0%,3.75% y 5% se presenta mayor dispersión de los datos, lo cual puede ocurrir debido a posibles juicios sensoriales distintos respecto a este atributo.

Tabla 10. Resumen estadístico para la variable sensorial ‘sabor a pescado’.

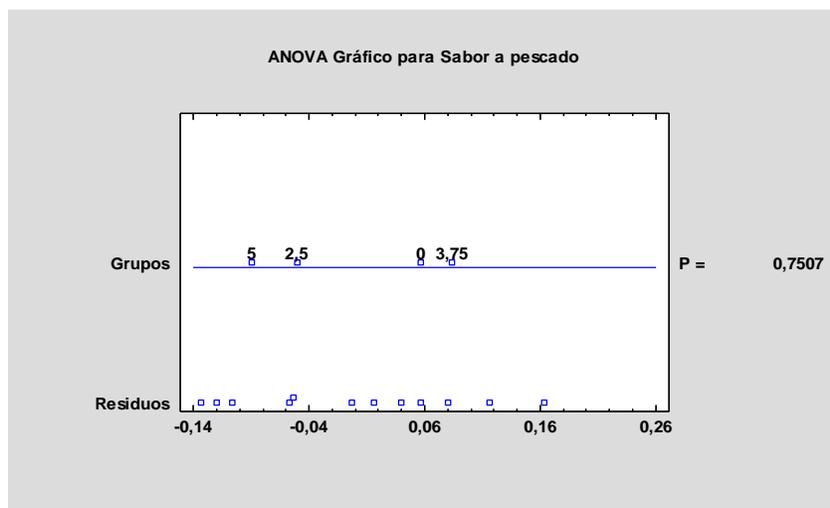
Porcentaje de proteína	Recuento	Promedio	Desviación Estándar
0	3	0,556667	0,143643
2,5	3	0,503333	0,0550757
3,75	3	0,57	0,10583
5	3	0,483333	0,125831
Total	12	0,528333	0,103118

Porcentaje de proteína	Coefficiente de Variación	Mínimo	Máximo	Rango
0	25,80%	0,45	0,72	0,27
2,5	10,94%	0,45	0,56	0,11
3,75	18,57%	0,45	0,65	0,2
5	26,03%	0,35	0,6	0,25
Total	19,52%	0,35	0,72	0,37

Porcentaje de proteína	Sesgo Estandarizado	Curtosis Estandarizada
0		
2,5		
3,75		
5		
Total		

0	1,05992	
2,5	0,191877	
3,75	-1,03086	
5	-0,41407	
Total	0,366512	-0,125412

De acuerdo con la tabla 10 puede observarse que el coeficiente de variación para todos los niveles de proteína se encuentra por encima del 8%, lo que representa la dispersión de los datos en el gráfico 10.



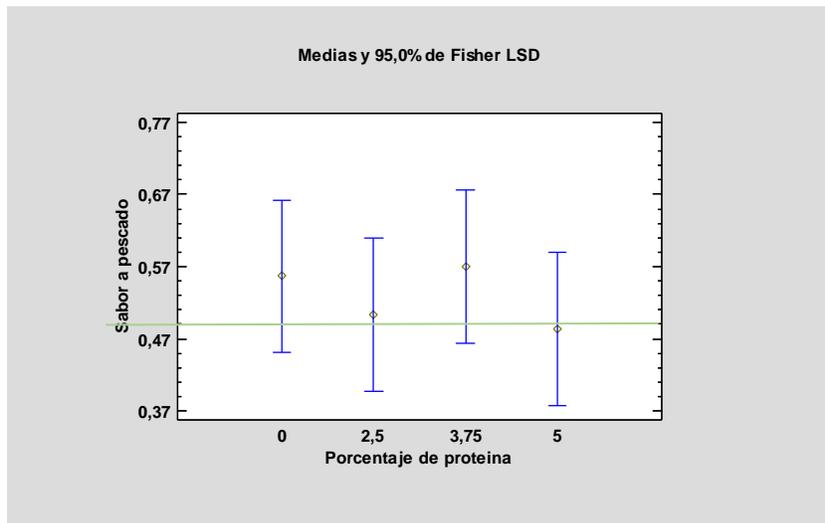
Gráfica 11. ANOVA para la variable sensorial ‘sabor a pescado’.

Tabla 11. ANOVA simple para la variable sensorial ‘sabor a pescado’.

Fuente	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	0,0155667	0,0051889	0,41	0,7507
Intra grupos	0,1014	0,012675		
Total (Corr.)	0,116967			

Por medio del gráfico 11 anterior y la tabla 11 del ANOVA, se indica la varianza de sabor a pescado , en ella se obtiene que la razón-F, es igual a **0,41** y el valor-P de la razón-F es mayor que 0,05, con

un valor de **0.7507**, por lo tanto no existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de sabor a pescado y entre un nivel de porcentaje de proteína y otro, con un nivel del 5% de significación, es decir los diferentes niveles de proteína no afectan de forma significativa el sabor a pluma sin embargo, de acuerdo con el coeficiente de variación los valores de proteína para todos los niveles superan el 8%, generando cierta desviación de datos que puede indicar una diferencia de juicios entre los panelistas en promedio para las tres pruebas.



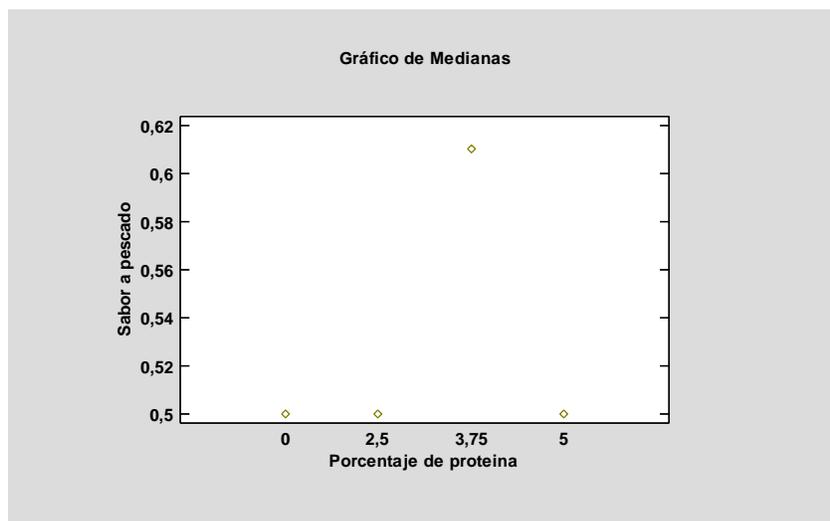
Gráfica 12. Medias para la variable sensorial ‘sabor a pescado’.

Puede notarse en la gráfica 12 anterior los valores mínimos, máximo y el promedio de cada porcentaje respecto al sabor a pescado y todos los niveles se encuentran delimitados por la línea horizontal de color verde, lo que indica que estadísticamente no se generaron diferencias contundes en cada nivel de proteína.

Tabla 12. Medias para la variable sensorial ‘sabor a pescado’ con un intervalo de confianza del 95%.

Nivel	Casos	Media	Error Est. (s agrupada)	Límite Inferior	Límite Superior
0	3	0,55667	0,065	0,450678	0,662655
2,5	3	0,50333	0,065	0,397345	0,609322
3,75	3	0,57	0,065	0,464011	0,675989

5	3	0,48333	0,065	0,377345	0,589322
Total	12	0,52833			



Gráfica 13. Gráfico de medianas para la variable sensorial ‘sabor a pescado’.

La gráfica 13 muestra la mediana de cada grupo en comparación con el sabor a pescado.

4.4. Efecto de composición de salmueras en variables de respuesta del análisis sensorial

La tabla 13 representa un resumen de los datos más importantes obtenidos por medio del diseño de experimentos y que son de interés para determinar cuáles de las variables sensoriales evaluadas se ven afectadas de forma directa por los diferentes tipos de salmueras empleadas.

Tabla 13. Resumen estadístico variables evaluadas.

0% proteína	Promedio	Desviación estándar	Coficiente de variación	Razón P
Sabor característico	4,1	0,173	4,22%	0,386
Sabor a pluma	0,83	0,175	21,07%	0,761
Sabor a pescado	0,55	0,143	25,80%	0,751
2.5% proteína				

Sabor				
característico	3,67	0,469	12,78%	0,386
Sabor a pluma	0,74	0,138	18,77%	0,761
Sabor a pescado	0,5	0,055	10,94%	0,751
3.75% proteína				
Sabor				
característico	3,61	0,39	10,98%	0,386
Sabor a pluma	0,79	0,15	18,96%	0,761
Sabor a pescado	0,57	0,105	18,56%	0,751
5% proteína				
Sabor				
característico	3,85	0,31	8,00%	0,386
Sabor a pluma	0,71	0,139	19,57%	0,761
Sabor a pescado	0,48	0,125	26,03%	0,751

5. Conclusiones

- Los datos obtenidos estadísticamente por medio del análisis de varianza en la herramienta computacional STATGRAPHIC, permitieron obtener tablas y gráficos que representan un análisis de los datos en relación con el porcentaje de proteína y cómo esta afecta las tres variables sensoriales seleccionadas para el análisis (sabor característico a pollo, sabor a pluma y sabor a pescado) en las pechugas de pollo inyectadas.
- Puede notarse que si bien el valor P para todos los ensayos es mayor a 0.05, se podría decir que estadísticamente no hay diferencias significativas entre los tratamientos. Sin embargo, el coeficiente de variación para algunas variables en los diferentes ensayos es mayor al 15%, lo cual indica que este atributo sensorial se ve afectado por la salmuera empleada forma sensorial al momento de ser analizado por los panelistas.
- De acuerdo con la tabla 13 el sabor característico a pollo, sensorialmente en todos los ensayos, 0%, 2.5%, 3.75% y 5% de proteína presentaron un valor de coeficiente de variación menor del 15%, lo que indica que este atributo no se ve afectado porque exista o no proteína en la salmuera que se inyectó a las pechugas, si bien puede generar algún cambio este es poco significativo en el momento de evaluación de los jueces.
- El sabor a pescado presente en los ensayos con proteína al 5% y sin proteína, presenta un valor muy alto, esto indica que existen diferencias significativas entre los tratamientos. Los jueces sensoriales, perciben mucho este sabor al momento de degustar el pollo en estas muestras.

- Los juicios lanzados por cada uno de los jueces pueden estar basados en que tan entrenados están o no en este tipo de sabores, y como la percepción que cada uno tiene para generar una calificación en los atributos es diferente, si bien para alguien el sabor a pescado puede percibirse con una calificación de 6 para otro puede ser un 7, donde este sabor sea predominante y se sienta en las pechugas.

6. Referencias

- Alexander, B. M. (2020). claves para optimizar el uso de salmueras en pollo. *Industria Avícola*.
- Barbut, S. (2021). La Ciencia del Procesamiento de Productos Avícolas y Cárnicos. En S. Barbut, *Evaluación de Textura y Atributos Sensoriales*.
- Dscapnet. (s.f.). *Discapnet*. Obtenido de Discapnet: <https://www.dscapnet.es/areas-tematicas/salud/guias-y-articulos-de-salud/guia-de-alimentacion-y-nutricion/la-conservacion-de>
- El portal del chacinado*. (2021). Obtenido de El portal del chacinado: <https://elportaldelchacinado.com/analisis-sensorial-una-herramienta-fundamental/>
- Escamilla, J. H. (2020). proceso de inyección cárnica. Obtenido de <https://www.linkedin.com/pulse/proceso-de-inyecci%C3%B3n-c%C3%A1rnica-joaquin-hernandez-escamilla/>
- Gabriel, B. (25 de Agosto de 2018). *lifeder*. Obtenido de lifeder: <https://www.lifeder.com/hidrocoloides/>
- Maldonado, A. B. (2020). Claves para optimizar el uso de salmueras en pollo. *industria Avícola*. Obtenido de <https://www.industriaavicola.net/procesamiento-y-sacrificio/claves-para-optimizar-el-uso-de-salmueras-en-pollo/#:~:text=Su%20funci%C3%B3n%20principal%20es%20regular%20el%20pH%20de,previas%20de%20agua%20utilizada%20son%20de%20gran%20importancia.>
- Massimiliano, P. (2014). The use of thyme and orange essential oils blend to improve quality traits of marinated chicken meat. Obtenido de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24902698/>
- P.R. Sheard *, G. N. (2004,2005). Effects of breed and marination on the sensory attributes of pork from Large White and Hampshire-sired pigs. 9. Obtenido de <https://sci-hub.st/https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2005.03.006>
- PhD, S. B. (s.f.). EVALUACIÓN DE TEXTURA Y ATRIBUTOS SENSORIALES. 48. Obtenido de

<https://s3.amazonaws.com/download.poultryandmeatprocessing.com/v01/CienciaProcesamientoAv%C3%ADcolasC%C3%A1lnicos%20-%20Barbut%20-%2016%20Evaluaci%C3%B3n%20de%20Textura%20y%20Atributos%20Sensoriales.pdf>