

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS



TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

Efecto de la mezcla de sal, gelatina y pulpa de ají amarillo (*Capsicum baccatum* L. var. *pendulum*) sobre las características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales durante la fermentación de un yogurt probiótico

Área de Investigación:

Tecnología de Alimentos

Autor:

Ravelo Díaz, Melissa Mileny

Jurado Evaluador:

Presidente: Huanes Mariños, Milton Américo

Secretario: Márquez Villacorta, Luis Francisco

Vocal: Pretell Vásquez, Carla Consuelo

Asesor:

Rodríguez Zevallos, Antonio Ricardo

Código Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-5797-6635>

TRUJILLO - PERÚ

2024

Fecha de sustentación: 2024/04/22

Tesis Yogurt con ají amarillo

INFORME DE ORIGINALIDAD

7%

INDICE DE SIMILITUD

6%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

2%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

ENCONTRAR COINCIDENCIAS CON TODAS LAS FUENTES (SOLO SE IMPRIMIRÁ LA FUENTE SELECCIONADA)

< 1%

★ revistas.unas.edu.pe

Fuente de Internet

Excluir citas

Activo

Excluir coincidencias < 4 words

Excluir bibliografía

Activo

Declaración de originalidad

Yo, Antonio Ricardo Rodríguez Zevallos, docente del Programa de Estudio de Ingeniería en Industrias Alimentarias de la Universidad Privada Antenor Orrego, asesor del trabajo de investigación titulado “Efecto de la mezcla de sal, gelatina y pulpa de ají amarillo (*Capsicum baccatum* L. var. *pendulum*) sobre las características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales durante la fermentación de un yogurt probiótico”, autor Melissa Mileny Ravelo Díaz; dejo constancia de lo siguiente:

- El mencionado documento tiene un índice de puntuación de similitud de 7%. Así lo consigna el reporte de similitud emitido por el software Turnitin el (01.03.2024).
- He revisado con detalle dicho reporte y la tesis, y no se advierte indicios de plagio.
- Las citas a otros autores y sus respectivas referencias cumplen con las normas establecidas por la universidad.

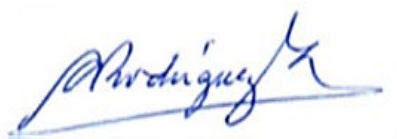
Trujillo, 01 de marzo de 2024

Asesor: Rodríguez Zevallos, Antonio Ricardo

DNI: 17524134

ORCID: 0000-0001-5797-6635

Firma:



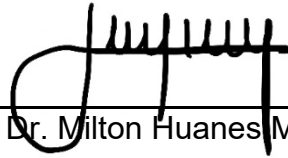
Autor: Ravelo Díaz, Melissa Mileny

DNI: 72751723

Firma:

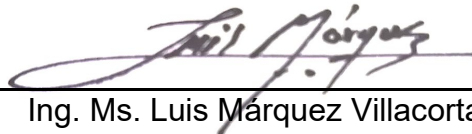


La presente tesis ha sido revisada y aprobada por el siguiente jurado:



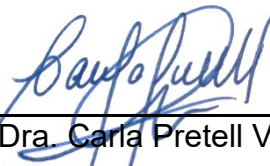
Ing. Dr. Milton Huanes Mariños

PRESIDENTE



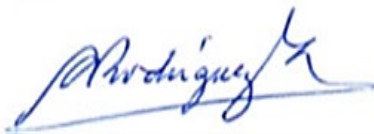
Ing. Ms. Luis Márquez Villacorta

SECRETARIO



Ing. Dra. Carla Pretell Vásquez

VOCAL



Dr. Antonio Ricardo Rodríguez Zevallos

ASESOR

DEDICATORIA

A mis padres, Edilberto Ravelo y Gladys Díaz, quienes son la fuerza motivadora de mi crecimiento personal y profesional.

A mi tío Víctor Díaz (QEPD), quien desde el cielo me acompañó en cada paso de este arduo recorrido, este logro va en honor a tu memoria.

A mi abuelita Marina Desposorio, mi segunda madre, por su amor, apoyo, cuidados y todo lo que significó llegar hasta aquí.

A mi tía Liliana Díaz, mi hermanita mayor, en quien siempre encuentro el apoyo incondicional que me permite seguir adelante.

A mi hermana Noemi, mi sobrino Alessio, mi cuñado Gino y toda mi familia, porque son el eje central de mi vida. ¡Los quiero mucho!

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios, por darme la sabiduría, protección y fuerza para no perder el entusiasmo e ímpetu en el logro de mis metas.

Un especial y merecido reconocimiento a mi asesor Dr. Antonio Rodríguez Zevallos, por la paciencia, confianza y guía desde el primer instante de esta investigación, lo cual me permitió alcanzar este logro.

Agradecer al Dr. Carlos Lescano Anadón, por su apoyo e interés para llevar a cabo esta investigación.

A los miembros del jurado: Ing. Dr. Milton Huanes Mariños, Ing. Ms. Luis Márquez Villacorta e Ing. Dra. Carla Pretell Vásquez, por sus consejos y observaciones en la evaluación de este trabajo de investigación.

A la Ing. Ibonny Barrios, por su apoyo durante la fase experimental en el desarrollo del presente trabajo.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
CARÁTULA.....	i
INFORME DE ORIGINALIDAD	ii
DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD.....	iv
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE DE CUADROS	xi
ÍNDICE DE FIGURAS	xiii
RESUMEN	xvi
ABSTRACT	xvii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN DE BIBLIOGRAFÍA	3
2.1. Yogurt.....	3
2.1.1. Generalidades	3
2.1.2. Proceso de elaboración de yogurt	3
2.1.3. Factores que influyen en la calidad del yogurt.....	4
2.1.4. Requisitos de calidad del yogurt	6
2.1.5. Probióticos	6
2.2. Otros ingredientes	7
2.2.1. Gelatina	7
2.2.2. Sal	7
2.3. Capsicum	8
2.4. Ají amarillo (<i>Capsicum baccatum</i> L. var. <i>pendulum</i>)	9
2.4.1. Generalidades	9
2.4.2. Composición química y nutricional	9
2.4.3. Componentes de sabor y color	10
2.4.4. La pungencia	12
III. MATERIALES Y MÉTODOS	14
3.1 Lugar de ejecución	14
3.2 Material de investigación e insumos.....	14
3.3 Equipos e instrumentos.....	15
3.4 Método experimental.....	15

3.4.1	Esquema experimental para la investigación del yogurt con mezclas de sal, gelatina y ají amarillo en pulpa	15
3.4.2	Procedimiento experimental para la elaboración de pulpa de ají amarillo.....	18
3.4.3	Procedimiento para la elaboración de yogurt probiótico con mezclas de sal, gelatina y ají amarillo en pulpa	20
3.5	Métodos de Análisis	22
3.5.1	Acidez titulable.....	22
3.5.2	Sinéresis	23
3.5.3	Color	23
3.5.4	Viscosidad aparente	24
3.5.5	Capacidad antioxidante	24
3.5.6	Recuento de bacterias ácido-lácticas	25
3.5.7	Aceptabilidad general	25
3.6	Métodos estadísticos.....	29
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	30
4.1	Efecto de la mezcla sal, gelatina y pulpa de ají amarillo (<i>Capsicum baccatum L. var. pendulum</i>) sobre la acidez titulable en yogurt probiótico	30
4.2	Efecto de la mezcla sal, gelatina y pulpa de ají amarillo (<i>Capsicum baccatum L. var. pendulum</i>) sobre la sinéresis en yogurt probiótico	34
4.3	Efecto de la mezcla sal, gelatina y pulpa de ají amarillo (<i>Capsicum baccatum L. var. pendulum</i>) sobre la viscosidad aparente en yogurt probiótico	38
4.4	Efecto de la mezcla sal, gelatina y pulpa de ají amarillo (<i>Capsicum baccatum L. var. pendulum</i>) sobre el color en yogurt probiótico	42
4.6	Efecto de la mezcla sal, gelatina y pulpa de ají amarillo (<i>Capsicum baccatum L. var. pendulum</i>) sobre el recuento de bacterias ácido lácticas en yogurt probiótico	48
4.7	Efecto de la mezcla sal, gelatina y pulpa de ají amarillo (<i>Capsicum baccatum L. var. pendulum</i>) sobre la aceptabilidad general en yogurt probiótico	50

4.8 Optimización multirrespuesta para la mezcla de sal, gelatina y pulpa de ají amarillo (<i>Capsicum baccatum</i> L. var. <i>pendulum</i>) en yogurt probiótico	63
V. CONCLUSIONES	64
VI. RECOMENDACIONES.....	65
VII. REFERENCIAS	66
VIII. ANEXOS.....	67

ÍNDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Requisitos de calidad según tipos de yogurt	6
Cuadro 2. Composición química y nutricional del ají amarillo	10
Cuadro 3. Medida del picor y capsaicina en ajíes nativos peruanos.....	12
Cuadro 4. Diseño de mezclas de sal, gelatina y ají amarillo en pulpa	16
Cuadro 5. Formulaciones del yogurt probiótico con mezclas de sal, gelatina y ají amarillo en pulpa expresados en porcentaje.....	16
Cuadro 6. Diseño de bloques incompletos balanceados para la prueba de aceptabilidad general	26
Cuadro 7. Valores de acidez titulable en yogurt probiótico	30
Cuadro 8. Análisis de varianza del diseño de mezclas para acidez titulable en yogurt probiótico con ají amarillo	33
Cuadro 9. Coeficientes de regresión del modelo lineal para acidez titulable en yogurt probiótico con ají amarillo	33
Cuadro 10. Valores de acidez titulable en yogurt probiótico	34
Cuadro 11. Análisis de varianza del diseño de mezclas para la variable sinéresis en yogurt probiótico con ají amarillo	37
Cuadro 12. Coeficientes de regresión del modelo cuadrático para la sinéresis en yogurt probiótico con ají amarillo.....	37
Cuadro 13. Valores de acidez titulable en yogurt probiótico	38
Cuadro 14. Análisis de varianza del diseño de mezclas para la variable viscosidad aparente en yogurt probiótico con ají amarillo.....	41
Cuadro 15. Coeficientes codificados de regresión del modelo lineal para la viscosidad aparente en yogurt probiótico con ají amarillo.....	41
Cuadro 16. Análisis de color en yogurt probiótico	42
Cuadro 17. Análisis de varianza del diseño de mezclas para la variable L* en yogurt probiótico con ají amarillo.....	43
Cuadro 18. Análisis de varianza del diseño de mezclas para la variable a* en yogurt probiótico con ají amarillo.....	44
Cuadro 19. Análisis de varianza del diseño de mezclas para la variable b*	

en yogurt probiótico con ají amarillo.....	46
Cuadro 20. Capacidad antioxidante en yogurt probiótico.....	46
Cuadro 21. Análisis de varianza del diseño de mezclas para capacidad antioxidante en yogurt probiótico con ají amarillo	48
Cuadro 22. Recuento de bacterias ácido lácticas en yogurt probiótico.....	49
Cuadro 23. Análisis de varianza del diseño de mezclas para recuento de bacterias lácticas en yogurt probiótico con ají amarillo	50
Cuadro 24. Puntuaciones del atributo color en yogurt probiótico	51
Cuadro 25. Análisis de varianza del diseño de mezclas para el atributo color de la variable aceptabilidad general en yogurt probiótico con ají amarillo	51
Cuadro 26. Coeficientes estimados en unidades codificadas del modelo cuadrático para el atributo color de la variable aceptabilidad general en yogurt probiótico con ají amarillo.....	54
Cuadro 27. Puntuaciones del atributo color en yogurt probiótico	55
Cuadro 28. Análisis de varianza del diseño de mezclas para el atributo olor de la variable aceptabilidad general en yogurt probiótico con ají amarillo	56
Cuadro 29. Puntuaciones del atributo color en yogurt probiótico	57
Cuadro 30. Análisis de varianza del diseño de mezclas para el atributo consistencia de la variable aceptabilidad general en yogurt probiótico con ají amarillo.....	58
Cuadro 31. Puntuaciones del atributo sabor en yogurt probiótico.....	59
Cuadro 32. Análisis de varianza del diseño de mezclas para el atributo sabor de la variable aceptabilidad general en yogurt probiótico con ají amarillo.....	59
Cuadro 33. Coeficientes estimados en unidades codificadas del modelo cuadrático para el atributo sabor de la variable aceptabilidad general en yogurt probiótico con ají amarillo.....	62

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Esquema experimental para la investigación de yogurt probiótico con mezclas de sal, gelatina y ají amarillo.....	17
Figura 2. Diagrama de flujo para la obtención de pulpa de ají amarillo....	18
Figura 3. Diagrama de flujo para elaboración de un yogurt probiótico con sal, gelatina y ají amarillo.....	21
Figura 4. Ficha de evaluación para la prueba de aceptabilidad general de un yogurt probiótico con sal, gelatina y pulpa de ají amarillo	28
Figura 5. Superficie de contornos de las combinaciones de sal, gelatina y ají amarillo sobre la acidez titulable en yogurt probiótico	31
Figura 6. Superficie de respuesta de las combinaciones de sal, gelatina y ají amarillo sobre la acidez titulable en yogurt probiótico	32
Figura 7. Superficie de contornos de las combinaciones de sal, gelatina y ají amarillo para la variable sinéresis en yogurt probiótico	35
Figura 8. Superficie de respuesta de las concentraciones de sal, gelatina y ají amarillo sobre la sinéresis en yogurt probiótico.....	36
Figura 9. Superficie de contornos de las combinaciones de sal, gelatina y ají amarillo para la variable viscosidad aparente en yogurt probiótico	39
Figura 10. Superficie de respuesta de las combinaciones de sal, gelatina y ají amarillo para la variable viscosidad aparente en yogurt probiótico.....	40
Figura 11. Superficie de contornos de las combinaciones de sal, gelatina y ají amarillo para el atributo color de la variable aceptabilidad general en yogurt probiótico.....	52
Figura 12. Superficie de respuesta de las combinaciones de sal, gelatina y ají amarillo para el atributo de color de la variable aceptabilidad general en yogurt probiótico	53
Figura 13. Superficie de contornos de las combinaciones de sal, gelatina y ají amarillo para el atributo de sabor de la variable aceptabilidad general en yogurt probiótico	60

Figura 14. Superficie de respuesta de las combinaciones de sal, y gelatina ají amarillo para el atributo de sabor de la variable aceptabilidad general en yogurt probiótico	61
Figura 15. Superposición de las superficies de contorno para la optimización de las mezclas de sal, gelatina y ají amarillo de yogurt probiótico.....	63

ÍNDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Valores de acidez titulable para la mezcla de sal, gelatina y pulpa de ají amarillo en yogurt probiótico.....	78
Anexo 2. Valores de sinéresis para la mezcla de sal, gelatina y pulpa de ají amarillo en yogurt probiótico	78
Anexo 3. Valores de viscosidad aparente para la mezcla de sal, gelatina y pulpa de ají amarillo en yogurt probiótico.....	79
Anexo 4. Valores de L* para la mezcla de sal, gelatina y pulpa de ají amarillo en yogurt probiótico	79
Anexo 5. Valores de color a* para la mezcla de yogurt con sal, gelatina y pulpa de ají amarillo en yogurt probiótico	80
Anexo 6. Valores de color b* para la mezcla de yogurt con sal, gelatina y pulpa de ají amarillo en yogurt probiótico.....	80
Anexo 7. Valores de capacidad antioxidante para la mezcla de sal, gelatina y pulpa de ají amarillo en yogurt probiótico.....	81
Anexo 8. Valores de recuento de bacterias ácido lácticas para la mezcla de sal, gelatina y pulpa de ají amarillo en yogurt probiótico	83
Anexo 9. Puntuaciones del atributo color para la mezcla de yogurt con sal, gelatina y pulpa de ají amarillo en yogurt probiótico	83
Anexo 10. Puntuaciones del atributo olor para la mezcla de yogurt con sal, gelatina y pulpa de ají amarillo en yogurt probiótico	85
Anexo 11. Puntuaciones del atributo consistencia para la mezcla de sal, gelatina y pulpa de ají amarillo en yogurt probiótico.....	86
Anexo 12. Puntuaciones del atributo sabor para la mezcla de sal, gelatina y pulpa de ají amarillo en yogurt probiótico.....	88
Anexo 13. Ficha técnica del cultivo de yogurt	90

RESUMEN

Se investigó el efecto de la mezcla de sal (0-2%), gelatina (0-2%) y ají amarillo (*Capsicum baccatum* L. var. *pendulum*) en pulpa (12-14%) sobre la acidez, sinéresis, viscosidad aparente, color, capacidad antioxidante, recuento de bacterias ácido lácticas y aceptabilidad general (color, olor, consistencia y sabor) de yogurt probiótico, utilizando el Diseño de Mezclas Simplex con Centroide Ampliado, correspondiente a la metodología de superficie de respuesta y una superposición de gráficos de contornos que halló la zona óptima de operación para el proceso de elaboración de yogurt. Se aplicó diseño de bloques incompletos balanceados para la evaluación sensorial. Se encontró que la mezcla de sal, gelatina y ají amarillo presentaron efecto significativo $p \leq 0.05$ para la acidez, sinéresis, viscosidad aparente; así como, los atributos sensoriales de color y sabor de aceptabilidad general para el yogurt probiótico. Se determinó que las combinaciones óptimas para obtener la menor acidez (0.93%) y sinéresis (46.25%), mejor viscosidad aparente (3626.31 mPa.s) además del mayor promedio en color sensorial (6.1 puntos = “me agrada ligeramente”) y sabor sensorial (4.75 = “ni me agrada ni desagrada”) fueron la mezcla 0.27% sal, 0.77% gelatina y 12.96% ají amarillo en yogurt probiótico.

Palabras clave: Diseño de mezclas, yogurt probiótico, ají amarillo, sal.

ABSTRACT

The effect of the mixture of salt (0-2%), gelatin (0-2%) and yellow chili pepper (*Capsicum baccatum* L. var. *pendulum*) in pulp (12-14%) on acidity, syneresis, viscosity was investigated. apparent, color, antioxidant capacity, lactic acid bacteria count and general acceptability (color, odor, consistency and flavor) of probiotic yogurt, using the Simplex Mixture Design with Expanded Centroid, corresponding to the response surface methodology and a superposition of contour graphs that found the optimal operating zone for the yogurt making process. Balanced incomplete block design was applied for sensory evaluation. It was found that the mixture of salt, gelatin and yellow chili pepper presented a significant effect $p \leq 0.05$ for acidity, syneresis, apparent viscosity; as well as, the sensory attributes of color and flavor of general acceptability for probiotic yogurt. It was determined that the optimal combinations to obtain the lowest acidity (0.93%) and syneresis (46.25%), best apparent viscosity (3626.31 mPa.s) in addition to the highest average in sensory color (6.1 points = "I like it slightly") and flavor sensory (4.75 = "I neither like nor dislike") were the mixture of 0.27% salt, 0.77% gelatin and 12.96% yellow chili pepper in probiotic yogurt.

Keywords: Mixture design, probiotic yogurt, yellow pepper, salt.

I. INTRODUCCIÓN

El yogurt es el producto fermentado más popular y consumido en el mundo, por lo que para mantenerse a la vanguardia del mercado y seguir las nuevas tendencias, fabricantes y científicos buscan diversificar sabores y su fortificación, añadiendo alimentos con poder funcional (Proexpansión, 2019).

Este fenómeno abre una oportunidad para el aprovechamiento de los frutos del género *Capsicum*, especialmente el ají amarillo. Dado que algunos países europeos adicionan especias (menta, tomillo, esencia de ajo) y sal a las leches fermentadas con el propósito de consumirlas como salsas en reemplazo de la vinagreta y mayonesa para acompañar carnes (Moyano, 2020).

Los frutos del género *Capsicum* son considerados superalimentos, debido a que alargan la vida y son analgésicos no adictivos. Entre ellos, el ají amarillo, mediante sus compuestos bioactivos como β -carotenos, vitamina C y flavonoides, contribuyen con la elevación de la respuesta inmune, produce endorfinas, generan un efecto de felicidad y tiene influencia sobre las enfermedades degenerativas (Meléndez, Vicario y Francisco, 2004).

En vista de su agradable sabor, color intenso y baja pungencia, el ají amarillo es una buena opción para incluirlo en el yogurt y ofrecer una experiencia sensorial no convencional con un sabor nuevo e incidir en lo mínimo sobre las bacterias lácticas, puesto que contiene 800 unidades Scoville frente a 2000 del ají panca o 10900 del ají pucunucho (Rojas, Patel, Ruiz, Calderón, Ascencios, Quispe y Marcelo, 2016).

La gelatina es uno de los aditivos usados en el yogurt que lo hace atractivo sensorialmente, porque es un hidrocoloide que transmite una agradable sensación de cremosidad, suavidad y brillo; además de generar estabilidad

en el alimento debido a su capacidad de retención de suero (Pauletti, Rozycki, Sabbag y Costa, 2003).

De igual forma, se reporta que las características sensoriales de los alimentos son potenciadas con la adición de sal, no obstante, la sal de Maras resulta buena opción, debido al bajo contenido en sodio (12.49%) tres veces menor a la sal de mesa (38.87%) y porque la Organización Mundial de la Salud recomienda reducir su consumo ($\leq 5\text{g/día}$) (Saavedra, Bernabé, Diez y Miranda, 2014). Sus propiedades cicatrizantes, desinflamantes y de regulación de la presión arterial, permiten considerarla como una opción interesante para el remplazo de la sal tradicionalmente consumida (El Peruano, 2021).

Sin embargo, es preciso mencionar que, en altas concentraciones, la sal produce disminución en la velocidad de crecimiento de las bacterias y aceleración de la fase de latencia, debido al aumento de la presión osmótica del medio; pero dado el bajo contenido en sodio de la sal de Maras, resulta necesario estudiar su influencia sobre el crecimiento de las bacterias lácticas, para que el producto pueda ejercer la acción probiótica en el organismo (Bailón, 2012).

Los objetivos planteados fueron:

- Evaluar el efecto de la mezcla de sal, gelatina y ají amarillo sobre la acidez, sinéresis, viscosidad aparente, color, capacidad antioxidante, recuento de bacterias ácido lácticas y aceptabilidad general (color, olor, consistencia y sabor) durante la fermentación de un yogurt probiótico.
- Determinar la mezcla óptima de sal, gelatina y ají amarillo, para optimizar las variables: acidez, sinéresis, viscosidad aparente, color, capacidad antioxidante, recuento de bacterias ácido lácticas y aceptabilidad general (color, olor, consistencia y sabor) durante la fermentación del yogurt probiótico.

II. REVISIÓN DE BIBLIOGRAFÍA

2.1. Yogurt

2.1.1. Generalidades

El yogurt, es la bebida fermentada más conocida en el mundo que a lo largo del tiempo se ha modificado. Weill (2017) menciona que este producto se originó en los desiertos de Turquía específicamente en el límite con medio oriente, cuando recepcionaban leche en bolsas hechas con piel del estómago caprino y se ataba al camello para su posterior traslado. De modo que, producto del calor corporal del animal y las bacterias acidificantes presente en las bolsas, se produjo la fermentación espontánea de la leche.

Según la Norma Técnica Peruana 202.092 de Leche y Productos lácteos: Yogurt, es el producto lácteo obtenido a partir de leche entera pasteurizada o parcialmente descremada, reconstituida o recombinada a las cuales, luego del tratamiento térmico se le adiciona fermentos lácticos esenciales como *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus* para propiciar un producto fermentado con microorganismos viables, activos y abundantes hasta la fecha de caducidad. Es preciso mencionar que, también puede agregarse otros cultivos lácticos además de los esenciales y cuando se aplique tratamiento térmico luego de la fermentación, el producto queda exento del requisito de microorganismos viables (INDECOPI, 2014).

Los tipos de yogurt son clasificados según la consistencia y pueden ser: batido, bebible y aflanado. De acuerdo con el contenido graso: entero (grasa al 3%), parcialmente descremado (grasa 0.6 a 2.9%) y descremado (grasa máxima hasta 0.5%). Por último, también pueden ser naturales y saborizados (INDECOPI, 2014).

2.1.2. Proceso de elaboración de yogurt

Un procedimiento general para la elaboración de yogurt batido consiste en, el tratamiento preliminar de la leche (estandarización de la grasa 3% y 15% de sólidos totales), precalentamiento 60-70 °C,

homogenización a 15-20 MPa, tratamiento térmico de la leche (80-85 °C por 30 min o 90-95 °C por 5 min), enfriamiento a 37-45 °C, adición del cultivo iniciador 2%, incubado (42 °C por 2.5 a 3 h) hasta obtener un pH de 4.6, enfriamiento, batido hasta que la masa se torne homogénea, adición de azúcar y frutas, almacenamiento en refrigeración a 5 °C (Robinson y Tamime, 2007).

2.1.3. Factores que influyen en la calidad del yogurt

Existen factores que determinan la calidad y estructura del producto final, a continuación, se detallan los siguientes:

a) Calidad de la leche

González, Molina y Coca (2010) mencionan a las leches que influyen negativamente en el sabor, aroma, consistencia y la producción de ácido láctico durante la fermentación del yogurt:

- Leche con mastitis estafilocócica, contiene sólidos bajos y además produce la inhibición de lactobacilos.
- La leche rancia, produce la inhibición de lactobacilos por acción de los ácidos grasos libres caprílico y láurico.
- Leche calostrada ocasiona un sabor amargo.
- Leche con inhibidores (antibióticos, detergentes y desinfectantes).

b) Estandarización de la leche

El contenido de sólidos totales (sólidos grasos y no grasos) en la leche, principalmente los sólidos no grasos, influyen directamente en la consistencia del coágulo formado tras la fermentación dado que con el batido se rompe la red gelificada (coágulo) y en consecuencia el producto tendrá la inclinación natural por separar el suero (Tamime, 2006).

Robinson y Tamime (2007) indican que los sólidos totales de la leche deben estar en el rango de 11.3 a 14.7% para obtener un producto de buena calidad. Por lo tanto, es necesario normalizar la leche entera y los mecanismos a seguir son los siguientes: eliminación total o parcial del contenido de la grasa, mezcla de leche entera con leche desnatada, adición de suero de quesería, nata de leche, estabilizadores o emulsificadores.

c) Pasteurización

El tratamiento térmico permite la formación del complejo k-caseína y β -lactoglobulina, debido al efecto del calor sobre la proteína sérica que contribuye a su desnaturalización para su posterior adherencia a la caseína. En consecuencia, se mejora la capacidad hidrofílica y se obtiene un coágulo más estable y firme (Perea, Santana y De hombre, 2010).

Otra finalidad es la inactivación de la enzima lipasa que contribuye al enranciamiento, esta enzima es liberada por los glóbulos grasos durante la homogenización. Seguidamente se elimina el oxígeno contenido en el medio lácteo para propiciar el crecimiento de las bacterias que crecen en condiciones de microaerofilia (Perea y otros, 2010). Por último, el tratamiento térmico elimina los microorganismos patógenos y las temperaturas recomendadas son 80-85 °C por 30 min o 90 a 95 °C por 5 min (Perea y otros, 2010).

d) Inoculación

La dosis de inóculo es regulada a cantidades de 1 a 3% dado que, a valores superiores a parte de acelerar características como acidez, aroma y textura, también se genera inhibición por competencia de bacterias ácido-lácticas (Perea y otros, 2010).

e) Incubación

Los tiempos y temperaturas de incubación serán determinados por las condiciones del cultivo y cuando se emplee cultivos compuestos, se deben hacer estudios cinéticos. Para el caso de *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus* se ha determinado que, con tiempos largos y temperaturas bajas como 30-35 °C se promueve la producción de mucílagos; en cambio, a temperatura ambiente el proceso demoraría alrededor de 18 h con acidificación lenta y con efectos secundarios no deseables como la sinéresis, mientras que con 42 a 45 °C, el tiempo de fermentación disminuye alrededor de 4 h y se obtiene un gel firme (Perea y otros, 2010).

2.1.4. Requisitos de calidad del yogurt

En el Cuadro 1, se especifican los requisitos de calidad para yogurt entero, yogurt parcialmente descremado y yogurt descremado.

Cuadro 1. Requisitos de calidad según tipos de yogurt

Requisitos	Yogurt		
	Entero	Parcialmente descremado	Descremado
Materia grasa láctea %	Min. 3.0	0.6-2.9	Max. 0.5
Sólidos no grasos %	Min 8.2	Min. 8.2	Min 8.2
Acidez (% ácido láctico)	0.6-1.5	0.6-1.5	0.6-1.5
Proteína de leche %	Min 2.7	Min 2.7	Min 8.2

Fuente: INDECOPI (2014)

Los requisitos microbiológicos señalan que el yogurt debe tener un contenido de bacterias lácticas totales como mínimo de 10^7 ufc/g (INDECOPI, 2014).

2.1.5. Probióticos

La palabra probiótico es un término griego que quiere decir “a favor de la vida” y es otorgado para los microorganismos provenientes de cultivos puros o mezclas, que producen efecto benéfico en el huésped cuando son consumidos en adecuadas cantidades (Arévalo, 2015).

El mecanismo de acción en el organismo se produce de la siguiente manera:

- El antagonismo, porque produce toxinas que impiden la multiplicación de las bacterias patógenas en el intestino.
- La inmunomodulación, es la mejora de la respuesta inmunitaria para ejercer protección contra las infecciones. Se produce con el incremento de las inmunoglobulinas (anticuerpos) que activan las células mononucleares y linfocitos, las cuales forman parte del sistema inmunitario (las defensas) (Arévalo, 2015).

Además, las bacterias probióticas deben cumplir con las siguientes características para ser consideradas como tal:

- Ser de origen humano, no ser patógena y no presentar toxicidad.

- Deben ser resistentes durante su paso por tracto gastrointestinal (pH, enzimas o sales biliares) y adherirse a la mucosa intestinal.
- Reducir la carga microbiana de patógena y cooperar con la formación de una flora equilibrada.

Los principales microorganismos que integran esta categoría pertenecen al género *Bifidobacterium* y *Lactobacillus* y en menor medida *Streptococcus*, *Pediococcus*, *Lactococcus* y *Enterococcus*, y algunas levaduras como *Saccharomyces boulardii* (Redondos, 2019).

2.2. Otros ingredientes

2.2.1. Gelatina

La gelatina es un producto natural incoloro, translúcido, quebradizo y casi insípido, extraído de la piel o huesos de animales bovinos o porcinos mediante la hidrólisis del colágeno (Sánchez y Mora, 2022).

La cantidad de gelatina neutra a utilizar en las leches fermentadas carece de especificación en la norma STAN 243 (Codex, 2003); el uso de este insumo con el código E428 está sujeto a las buenas prácticas del fabricante, dependiendo del efecto que se desea tener en el producto final.

Como señalan Sánchez y Mora (2022) la gelatina se usa de acuerdo con el producto alimenticio, desde 0.2 hasta 1.5% e influirá la concentración, temperatura y velocidad de enfriamiento para la adquisición de características deseadas. Por su parte, Cárdenas, Alvites, Valladares, Obregón y Vásquez (2013) indican que en yogurt batido se puede usar la concentración de 0.2 a 1.0 % lo que permite que el producto alcance la estabilización de sinéresis, evitar los grumos y aumentar la cremosidad.

2.2.2. Sal

La sal es un mineral que se ha usado desde tiempos remotos para la conservación de alimentos, principalmente en el secado de carnes, pero en las fermentaciones puede desempeñar el rol de selector sobre el crecimiento de microorganismos mediante la disminución de humedad disponible. En consecuencia, se genera la plasmólisis debido a la deshidratación del protoplasma de la célula bacteriana (Bailón, 2012).

En las fermentaciones existen microorganismos que toleran y se adaptan a medios que tienen una cantidad moderada de sal, entre ellos se tiene algunas bacterias productoras de ácido láctico, levaduras y mohos (Bailón, 2012).

Las bacterias ácido-lácticas, poseen osmoprotectores, reguladores específicos que le permiten captar señales de estrés osmótico para que la bacteria pueda adaptarse a condiciones drásticas y cambios repentinos en su medio (Romeo, Bouvier y Gutiérrez, 2001).

Cabe mencionar que, normalmente, en el Perú la sal de mar se encuentra fortificada con yodo (200-250 ppm) y flúor (30-40 ppm) desde el año 1985 por Decreto Supremo 015-84-SA para prevenir el hipotiroidismo y caries dental. Estos minerales, además de brindar efectos benéficos para la salud como los antes mencionados, también cumplen el rol de germicida eficaz tanto para bacterias gram positivas como gram negativas (Del Río y Vidal, 2018). Por ello, a pesar de que existen bacterias lácticas que toleran ciertas cantidades de cloruro de sodio, es importante tener en cuenta, que la sal a utilizar en el yogurt (sal de Maras) debe estar libre de estos minerales, para evitar su incidencia sobre la viabilidad del cultivo láctico.

2.3. Capsicum

El origen del género *Capsicum*, ha sido muy discutido a lo largo del tiempo hasta que un grupo de paleobotánicos (estudiosos de las plantas del pasado), hallaron el origen genético de todos los ajíes del mundo, en el ancestro de la variedad "*Capsicum chacoense*". A través de información geográfica y pruebas de electroforesis de la enzima glutamato oxalacetato transaminasa determinaron que el área núcleo de los *Capsicum* fue Bolivia sur central, con posterior migración a los Andes y tierras bajas de la Amazonia por efecto del viento, ríos y las aves migratorias, para luego empezar su evolución (INIA, 2015 y Bedoya, 2015).

Lo conforman alrededor de 30 especies, de las cuales solo cinco se han domesticado (*Capsicum annuum* L., *C. baccatum* L., *C. chinense* C. *frutescens* L., y *C. pubescens*) y las demás se encuentran en estado silvestre. En el Perú, el Instituto Nacional de Innovación Agraria (INIA) y la

Universidad Agraria La Molina (UNALM), juntos mantienen una colección de 900 accesiones, entre las especies domesticadas (INIA, 2015).

2.4. Ají amarillo (*Capsicum baccatum* L. var. *pendulum*)

2.4.1. Generalidades

El ají amarillo, recibe los nombres de escabeche, ají cristal y cuando este seco es nombrado ají mirasol (PROMPERÚ, 2016). Es una planta de 122.4 cm de largo con frutos aromáticos y elongados de color naranja en su forma madura, tiene un rendimiento aproximado de 14 t/ha sembrada y cada planta produce alrededor de 27 frutos. Su distribución en el Perú se localiza en casi toda la costa peruana y abarca territorios desde Lambayeque hasta Tacna (Rojas y otros, 2016).

Su cultivo generalmente necesita climas cálidos-templados cuya temperatura oscile entre 16 a 25 °C para que los frutos obtengan turgencia e intensa coloración (INIA, 2001).

Por ser un insumo irremplazable y de gran aplicación en la gastronomía peruana, se cultiva con mayor superficie a comparación de otras variedades. Se exporta bajo las presentaciones siguientes: fresco, entero deshidratado, polvo, conserva y pasta (PROMPERÚ, 2016).

2.4.2. Composición química y nutricional

En el Cuadro 2, se presenta la composición química y nutricional del ají amarillo. Reportando en su estado fresco un contenido de 83.3% de agua y 16.7% de macronutrientes, entre ellos: carbohidratos, proteínas, grasa, fibra y cenizas. Debido a su alto contenido en agua, se considera un alimento de bajo aporte calórico.

Entre los macronutrientes, destaca el contenido de carbohidratos, integrado principalmente por glucosa (90-98%), pectina (3-7%) y de manera secundaria fructosa y sacarosa (Vergara, 2005). También, existe un apreciable contenido de fibra, localizada en el pericarpio del fruto, que contribuye con el mejoramiento del tránsito intestinal (Mis, Hernández, Garruña, Medina y Andueza, 2022).

Cuadro 2. Composición química y nutricional del ají amarillo

Componente	En 100 g de ají fresco	En 100 g de ají seco
Humedad (%)	83.30	14.80
Proteínas (%)	2.10	10.99
Grasa (%)	1.02	5.62
Carbohidratos (%)	10.12	50.18
Fibra (%)	2.50	12.95
Ceniza (%)	1.01	5.45
Carotenoides (mg β -caroteno)	113.3	336.30
Flavonoides (μ g)	12.20	230.90
Vitamina C (mg)	104.10	48.30

Fuente: Rojas y otros (2016)

Los flavonoides y carotenoides en la forma de β -caroteno o provitamina A, responsable del color del ají, han resultado ser más eficientes que la vitamina C para la protección contra la radiación UV, debido a su ubicación en la membrana celular, mejora la diferenciación y multiplicación celular reduciendo la incidencia de varios tipos de cáncer. Además, como potenciador del sistema inmunológico, actúa aumentando la respuesta inmune positiva en linfocitos CD4 y CD8, los cuales se encuentran en cantidades muy bajas en personas con VIH.

Su consumo disminuye la adquisición de enfermedades degenerativas como arteriosclerosis, cáncer, envejecimiento, cataratas, degeneración macular relacionada con la edad, protección y regulación de la piel y mucosas (Meléndez y otros, 2004).

2.4.3. Componentes de sabor y color

A continuación, se detallan los principales componentes del ají amarillo:

a) Capsaicinoides

López (2003) describe a los capsaicinoides como sustancias de naturaleza alcaloide y estructura similar, encargados de la pungencia del ají, siendo la capsaicina el compuesto que se encuentra en mayor cantidad.

Estructuralmente, pertenecen a la familia de los vaniloides y presentan un compuesto aromático de 6 carbonos denominado vanilil. En

cuanto a sus diferencias, solo varían en la longitud de sus cadenas carbonadas de 8 a 13 átomos de carbono y un enlace doble que puede o no estar presente (Acuña, 2018).

Los principales capsaicinoides son: capsaicina e dihidrocapsaicina, que representan alrededor del 90% del contenido total, se hallan en relación 1:1 y con un grado de pungencia de alrededor 16 000 000 unidades Scoville para cada una. En cantidades menores se encuentra homocapsaicina, homodihidrocapsaicina y nordihidrocapsaicina; con 8600 000 unidades Scoville para las dos primeras y 9 100 000 para la última (López, 2003).

Es preciso mencionar que, el centro de pungencia se encuentra en la placenta del ají y no en las semillas; diferentes estudios revelan que 2.5% de materia seca de capsaicina pertenece a la placenta mientras que la semilla solo tiene 0.7% (López, 2003).

b) Carotenoides

Los carotenoides son pigmentos liposolubles, ubicados en los cloroplastos cuyas funciones principales son dos: la primera, como pigmento accesorio es capaz de captar la energía lumínica y la segunda, como molécula, generan fotoprotección a la planta (absorben el exceso de energía luminosa y expulsan como calor) (Manrique, 2003). Además de las plantas, los carotenoides también son producidos por algas y bacterias fotosintéticas.

Estructuralmente pertenecen a la familia de los terpenos, conformados por unidades de isoprenos con un anillo de ciclohexano sustituido e insaturado en cada uno de sus extremos. Se dividen en dos grupos de acuerdo con la presencia de oxígeno en sus anillos terminales: carotenos (hidrocarbonados) y xantofilas (oxigenadas). Para diferenciarlos, se usa el sufijo “-ina” para las xantofilas y “-caroteno” para el otro grupo (Carranco, Calvo y Pérez, 2011).

En los frutos, los colores pueden variar desde amarillo, naranja y rojo, de acuerdo con el compuesto predominante, es decir en los Capsicum de color amarillo-naranja se ubica al β -caroteno, β -criptoxantina y

zeaxantina, mientras que en los de color rojo predomina la capsantina y capsorubina (Acuña, 2018).

La estabilidad de los carotenoides se debe a dos causas principales: La primera, por su instauración (gran cantidad de enlaces dobles) son muy sensibles a la oxidación. La segunda, por su configuración geométrica; puede existir isomerización y el compuesto puede pasar de la forma más estable *trans* hacia la inestable *cis*. Algunos agentes que contribuyen a la inestabilidad son: metales, ácidos, peróxidos, calor, luz y las lipoxigenasas (Badui, Bourges y Andalzúa, 1997).

2.4.4. La pungencia

En el Cuadro 3 se presenta las cantidades de pungencia en algunas variedades de ajíes nativos peruanos, así como, su contenido de capsaicina.

Como se describe en el Cuadro 4, el grado de pungencia varía entre especies, a parte del grado de maduración, principalmente los factores genéticos van a determinar la concentración y tipo predominante de capsaicinoides.

Cuadro 3. Medida del picor y capsaicina en ajíes nativos peruanos

Especie	Nombre común	Unidades Scoville	
		Fruto Fresco	Fruto Seco
<i>C. baccatum</i>	Ají amarillo	800	5 500
<i>C. pubescens</i>	Rocoto rojo	2 000	25 100
<i>C. chinense</i>	Ají panca	1 800	7 400
<i>C. annum</i>	Ají cerezo	3 600	15 900
<i>C. chinense</i>	Ají limo	5 800	34 400
<i>C. frutescens</i>	Ají mono	8 800	52 100
<i>C. baccatum</i>	Ají pucunucho	10 900	71 200

Fuente: Rojas y otros (2016)

Por otro lado, los factores climáticos también influyen, como la humedad, debido a que el contenido de capsaicinoides por unidad de peso va a disminuir al existir mayor cantidad de agua en el ají. Posteriormente, los climas cálidos también van a ejercer influencia, pues van a concentrar mayor contenido de capsaicina (López, 2003).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Lugar de ejecución

Las pruebas experimentales y los análisis se realizaron en el Laboratorio de Tecnología de Alimentos del Programa de Estudio de Ingeniería en Industrias Alimentarias de la Universidad Privada Antenor Orrego.

3.2 Material de investigación e insumos

Material de investigación

- La leche fue adquirida de un establo de Huanchaco, provincia de Trujillo.
- El ají amarillo fue adquirido del Mercado Modelo de la provincia de Virú, región La Libertad, Perú.

Insumos

- Cultivo de yogurt probiótico mixto FD-DVS ABY3 (*Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus*, *Bifidobacterium species* y *Lactobacillus acidophilus*). Marca CHR. HANSEN. Anexo 13
- Leche en polvo descremada.
- Leche en polvo entera.
- Gelatina de 280 °Bloom.
- Sal de Maras. Marca Vivir Power snacks

Reactivos y medios de cultivo

- Hidróxido de sodio. NaOH
- Etanol 96°
- Fenolftaleína
- Solución DPPH
- Caldo MRS. Marca Merck.
- Medio de cultivo para probióticos Agar MRS. Marca Himedia.

3.3 Equipos e instrumentos

- Balanza analítica. Marca Mettler Toledo. Modelo AB204. Capacidad 0 – 210 g, sensibilidad aprox. 0.0001 g.
- Termómetro digital. Marca Multidigital. Rango de 50 a 200 °C. Precisión + 0.01 °C.
- Estufa Memmert. Modelo UNE-300. Rango 20-180 °C. Precisión 0.5 °C.
- Lactodensímetro. Rango 1.020 a 1.040 g/cm³.
- Cocina industrial, 2 hornillas a gas. Marca Surge.
- Refrigeradora. Marca Bosch. Modelo Frost 44. Rango 0 a 8 °C. Precisión +2 °C.
- Colorímetro. Konica Minolta. Modelo CR-400.
- Espectrofotómetro UV-VIS. Marca Spectronic, modelo Genesys 6, de 6 celdas. Rango 190-1100 nm.
- pH metro portátil. Marca Boeco Germany. Modelo PT 70. Rango 1 a 14 (sensibilidad 0.01)
- Refractómetro. Marca Atago, Rango: 0–32 °Brix.
- Licuadora Industrial. Marca Oster.
- Reómetro digital. Marca Brookfield. Modelo RVDV-III.
- Centrífuga Marca Heraeus Sepatech. Modelo Labofuge 200.
- Jarra Gaspak

3.4 Método experimental

3.4.1 Esquema experimental para la investigación del yogurt con mezclas de sal, gelatina y ají amarillo en pulpa

Se utilizó un diseño de mezclas simplex con centroide ampliado, para la sal en rango (0 - 2%), la gelatina (0 - 2%) y el ají amarillo en pulpa (12 - 14%). En el Cuadro 4 se presentan las 10 mezclas generadas por las variables independientes.

Cuadro 4. Diseño de mezclas de sal, gelatina y ají amarillo en pulpa

A: Sal (%)	B: Gelatina (%)	C: Ají amarillo (%)
0.33	0.33	13.33
0.00	2.00	12.00
0.00	1.00	13.00
0.33	1.33	12.33
0.67	0.67	12.67
2.00	0.00	12.00
1.00	0.00	13.00
1.33	0.33	12.33
1.00	1.00	12.00
0.00	0.00	14.00

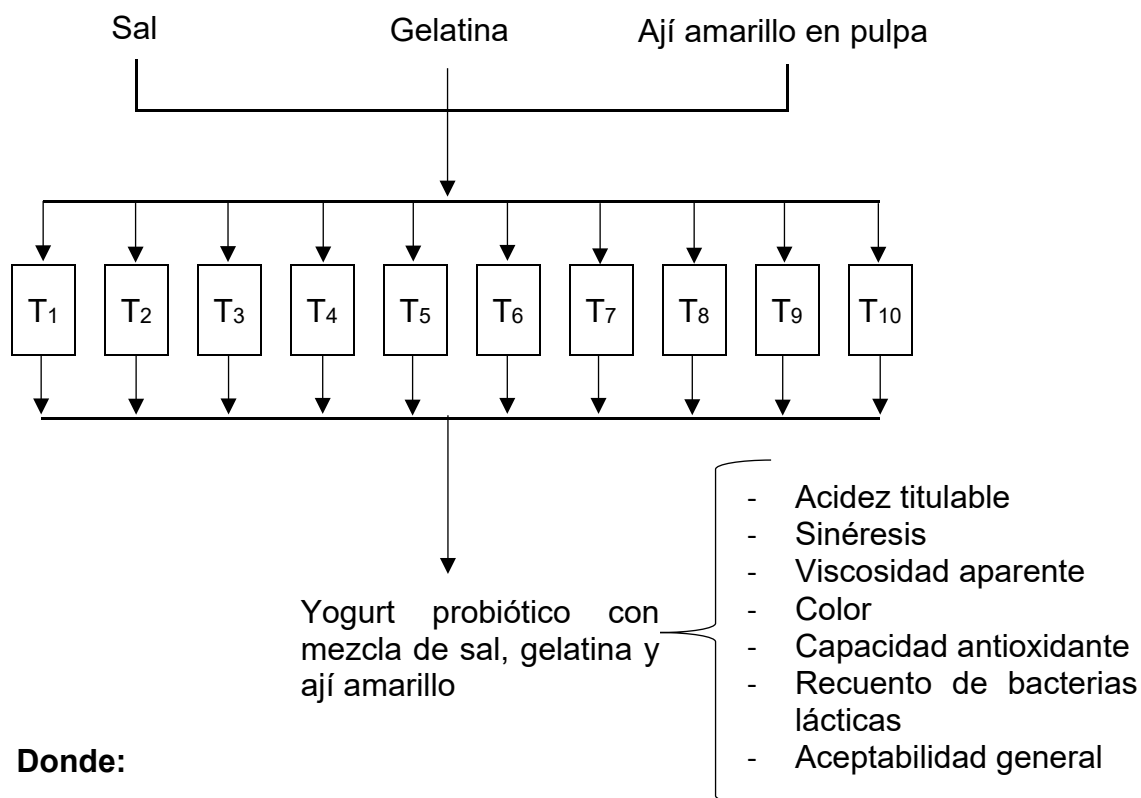
En el Cuadro 5, se presentan las formulaciones de la investigación expresados en porcentajes.

Cuadro 5. Formulaciones del yogurt probiótico con mezclas de sal, gelatina y ají amarillo en pulpa expresados en porcentaje

Ingredientes	F ₁	F ₂	F ₃	F ₄	F ₅	F ₆	F ₇	F ₈	F ₉	F ₁₀
Sal (%)	0.33	0.00	0.00	0.33	0.67	2.00	1.00	1.33	1.00	0.00
Gelatina (%)	0.33	2.00	1.00	1.33	0.67	0.00	0.00	0.33	1.00	0.00
Pulpa de ají amarillo (%)	13.33	12.00	13.00	12.33	12.67	12.00	13.00	12.33	12.00	14.00
Subtotal mezcla experimento	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00
Leche Fresca (%)	84.00	84.00	84.00	84.00	84.00	84.00	84.00	84.00	84.00	84.00
*LPE (%)	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00
Subtotal otros ingredientes	86.00	86.00	86.00	86.00	86.00	86.00	86.00	86.00	86.00	86.00
Total (%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

*LPE = Leche en polvo entera

En la Figura 1, se muestra el esquema experimental. Las variables independientes son mezclas de sal, gelatina y ají amarillo; las variables dependientes son el contenido de acidez, sinéresis, viscosidad aparente, color, capacidad antioxidante, recuento de bacterias ácido lácticas y aceptabilidad general.



Donde:

- T₁: 0.33% de Sal, 0.33% de GE, 13.33% AM
- T₂: 0% de Sal, 2% de GE, 12% AM
- T₃: 0% de Sal, 1% de GE, 13% AM
- T₄: 0.33% de Sal, 1.33% de GE, 12.33% AM
- T₅: 0.67% de Sal, 0.67% de GE, 12.67% AM
- T₆: 2% de Sal ,0% de GE, 12% AM
- T₇: 1% de Sal, 0% de GE, 13% de AM
- T₈: 1.33% de Sal, 0.33% de GE, 12.33% AM
- T₉: 1% de Sal, 1% de GE, 12% AM
- T₁₀: 0% de Sal, 0% de GE, 14% de AM

Figura 1. Esquema experimental para la investigación de yogurt probiótico con mezclas de sal, gelatina y ají amarillo.

3.4.2 Procedimiento experimental para la elaboración de pulpa de ají amarillo

En la Figura 2, se muestra el diagrama de flujo para la elaboración de pulpa de ají amarillo.

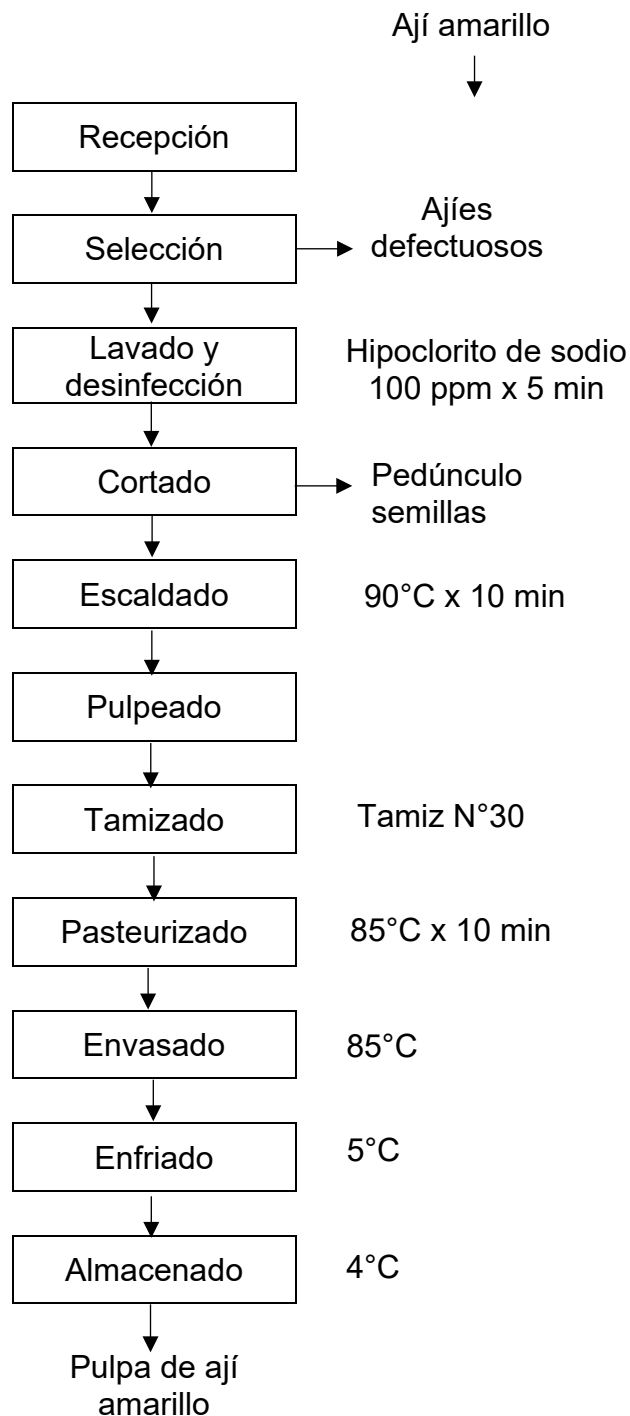


Figura 2. Diagrama de flujo para la obtención de pulpa de ají amarillo

A continuación, se presenta la descripción del diagrama de flujo de la elaboración de pulpa de ají amarillo (Basado en Espinoza 2017 y López, Márquez y Pretell, 2009).

Recepción: Se recibió ajíes frescos, firmes y con adecuado color (anaranjado).

Selección: Se descartaron aquellos que presentaron daño por golpes o podredumbre.

Lavado y desinfección: Se lavaron por inmersión con agua potable para eliminar impurezas y residuos de pesticidas. Luego, se desinfectaron los ajíes en agua con hipoclorito de sodio a 100 ppm durante 5 min. En seguida se enjuagaron con agua potable.

Cortado: Los ajíes fueron trozados en mitades de forma transversal separando los pedúnculos, las semillas y el corazón del ají. Se empleó tabla de plástico y guantes quirúrgicos para evitar la contaminación y protegerse de la pungencia del ají.

Escaldado: Seguidamente, los ajíes cortados fueron sumergidos en agua a 90 °C por 5 min para someter a los tejidos al ablandamiento y facilitar la siguiente operación. También, para disminuir la carga microbiana e inactivar enzimas que afecten la calidad del producto (malos olores o sabores). De manera inmediata y luego de esta operación, los ajíes fueron enfriados en agua a 5 °C para evitar el efecto de la sobrecocción en la textura.

Pulpeado: Se usó una licuadora de tres velocidades para reducir el tamaño de partícula de los ajíes escaldados durante 6 min (velocidad baja: 60 s, velocidad intermedia: 120 s y velocidad alta: 180 s).

Tamizado: Se aisló el pericarpio (cáscara) del mesocarpio (pulpa) y toda partícula gruesa, utilizando un tamiz N°30.

Pasteurizado: En una olla de acero, la pulpa de ají amarillo fue calentada lentamente hasta los 85 °C durante 10 min se mantuvo esa temperatura. La pulpa se agitó constantemente en todo el proceso.

Envasado: Esta operación se realizó en caliente, para ello se utilizaron frascos de vidrio de 200 mL con un volumen de pulpa ocupado al 90%; posteriormente los frascos fueron sellados de forma manual y se colocaron sobre la mesa de forma invertida, para favorecer también la esterilidad de la tapa.

Enfriado: Los frascos fueron enfriados rápidamente con agua a 5 °C durante 10 min, para propiciar un choque térmico y evitar la sobrevivencia de microorganismos termófilos, así como, también la sobrecocción.

Almacenado: La pulpa de ají amarillo fue almacenada en refrigeración a 4 °C y se evitó la exposición a la luz por sus efectos degradantes en cuanto a la oxidación de los carotenos que ocasionan decoloración.

3.4.3 Procedimiento para la elaboración de yogurt probiótico con mezclas de sal, gelatina y ají amarillo en pulpa

En la Figura 3, se muestra el diagrama de flujo para la elaboración de yogurt (En base a Reyes, 2015).

Recepción: La calidad de la leche fue evaluada en cuanto a pH, acidez, densidad, sólidos totales y grasa.

Filtrado: Se usó un colador para retirar partículas extrañas que hayan caído a la leche.

Estandarizado: Se adicionó leche entera en polvo al 2%. Luego de mezclar uniformemente la leche, se añadió las cantidades indicadas de acuerdo con la formulación (Cuadro 5) de gelatina y sal.

Pasteurizado: Para la eliminación de microorganismos patógenos en la leche se aplicó una temperatura de 90 °C por 10 min.

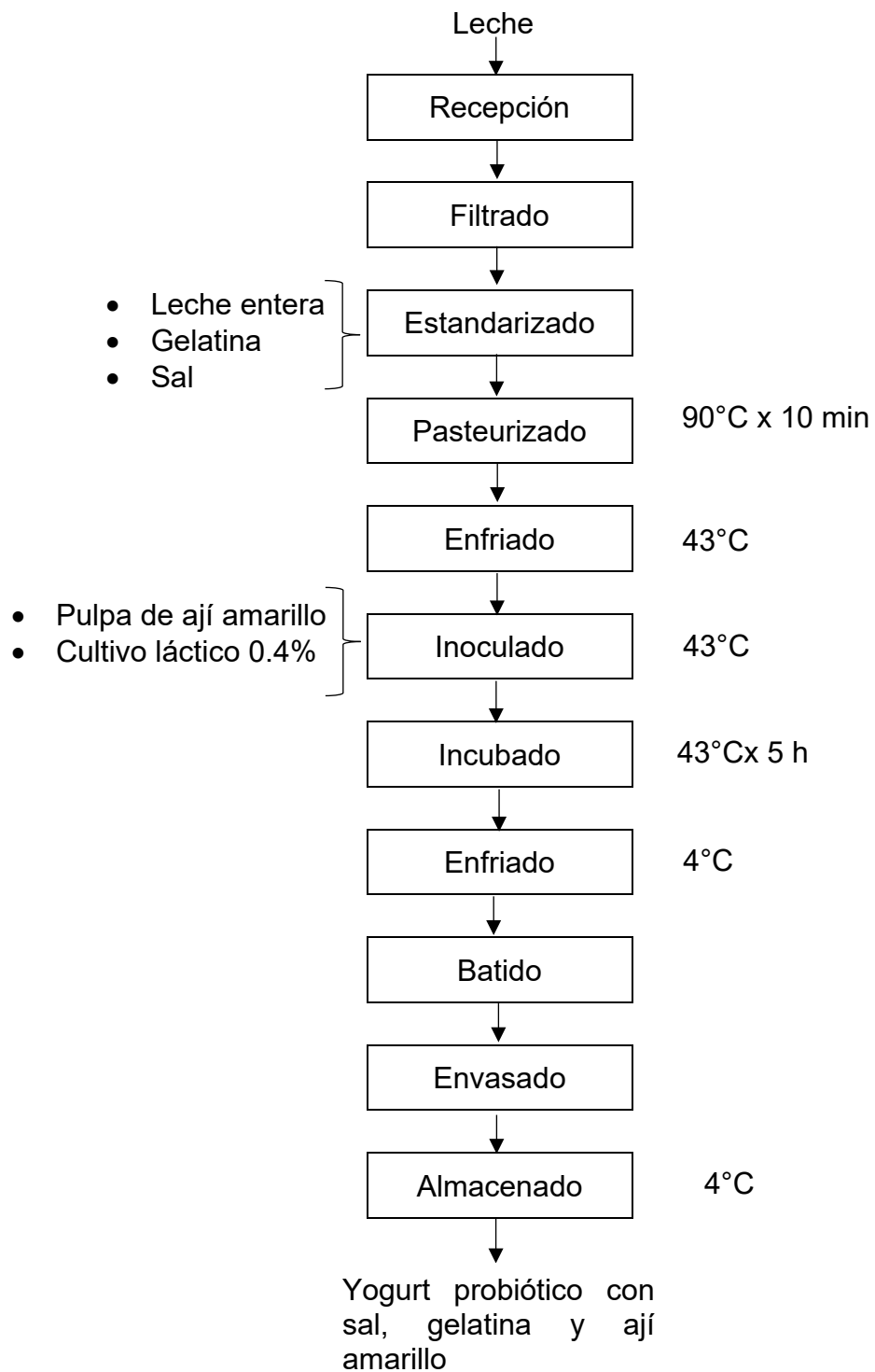


Figura 3. Diagrama de flujo para elaboración de un yogurt probiótico con sal, gelatina y ají amarillo.

Enfriado: La leche pasteurizada fue enfriada a 43 °C colocando el recipiente de leche en agua fría.

Inoculado: Se utilizó el cultivo láctico probiótico mixto FD-DVS ABY-3 comprendido por las cepas de *Lactobacillus delbrueckii subsp. Bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus*, *Bifidobacterium species* y *Lactobacillus acidophilus*; los cuales fueron inoculados al 0.4%. Antes de añadir el cultivo se incorporó la pulpa de ají en la leche, la cantidad según la formulación (Cuadro 5).

Incubado: La fermentación fue llevada a cabo a 43 °C por 5 h aproximadamente; cada hora se midió el pH y la acidez. El proceso fermentativo culminó cuando la acidez titulable llegue a 0.8% y un pH de 4.5.

Enfriado: Se detuvo la fermentación con temperaturas de refrigeración a 4 °C para evitar que las bacterias produzcan un exceso de ácido láctico. El recipiente de yogurt se puso en una cámara de refrigeración.

Batido: La ruptura del coágulo se hizo de manera lenta, primero se inició con la eliminación del agua condensada y posteriormente se batió hasta obtener una consistencia homogénea. Es preciso mencionar que los utensilios fueron desinfectados previamente.

Envasado: Se realizó en contenedores de plástico con tapa, con capacidad de 1 L cada uno, respectivamente.

Almacenado: Finalmente los productos fueron almacenados en refrigeración a 4 °C durante 72 h, para luego ser evaluados las características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales.

3.5 Métodos de Análisis

3.5.1 Acidez titulable

La acidez se determinó mediante la titulación de las muestras con una solución de NaOH 0.1 N y fenolftaleína como indicador. Se usó 10 mL de muestra y se colocó en un vaso de 50 mL, luego se adicionó 5 gotas de

fenolftaleína y se tituló con NaOH. El proceso terminó cuando la muestra viró a color grosella, el resultado se expresó en porcentaje de ácido láctico. El gasto de titulación se reemplazó en la siguiente fórmula (AOAC, 1997):

$$\% \text{ Acidez titulable} = \frac{Vg \times N \times Me}{Vi} \times 100$$

Donde:

Vg: volumen del gasto de NaOH (mL).

Vi: volumen de la muestra (mL).

N: normalidad del NaOH, 0.1 N.

Me: miliequivalente de ácido láctico (0.09008).

3.5.2 Sinéresis

La sinéresis se determinó mediante el uso de la fuerza centrífuga, de modo que se colocó 10 g de yogurt a 12 °C en el tubo y sometió a velocidad de 5000 rpm durante 20 min (Vera, 2012). El suero sobrenadante desprendido fue calculado con la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Sinéresis} = \frac{\text{peso de sobrenadante}}{\text{peso de la muestra}} \times 100$$

3.5.3 Color

El color de las muestras fue medido usando el colorímetro Kónica-Minolta, modelo CR-400 y los valores fueron expresados en la escala L*, a* y b*. La luminosidad está representada por L* con 0 para el color negro y 100 para el blanco; el valor a* mide la cromaticidad de rojizo hasta verduzco y el b* de amarillento hasta azulado (Noor, Mokhtar, Rafiqul y Pramod, 2012). Los valores L*a*b* fueron medidos colocando las muestras en la cubeta según la línea indicadora, más el cabezal medidor. Posteriormente, se realizó la lectura para cada tratamiento por triplicado.

3.5.4 Viscosidad aparente

Se determinó, empleando el Reómetro Brookfield con el Spindle SC-27, en donde se colocaron 11 mL de muestra a 10 ± 1 °C y velocidad 80 rpm. Los valores fueron reportados en mPa.s (Puelles, 2015).

3.5.5 Capacidad antioxidante

Se midió la absorbancia mediante el método 2,2-difenil-1-picril hidrazilo (DPPH) cuyo fundamento es determinar la cantidad captada del radical libre DPPH, que originalmente tiene un valor de 515 nm y un color azul-violeta, pero cuando se encuentra con una sustancia antioxidante se decolora a amarillo pálido (Santos y Ventura, 2020). A continuación, se describe los pasos a seguir:

- Preparación de la solución patrón 0.1mM: Se disolvió 0.04 mg de reactivo DPPH en 100 mL de etanol de 96°, posteriormente se almacenó a 5 °C.
- Preparación de la muestra: Se mezclaron 1 mL de yogurt con 100 mL de etanol 96° y seguidamente se filtró con papel Whatman N° 1.
- Determinación de la absorbancia: Se prepararon diferentes volúmenes de solución de yogurt (0.5, 1, 2 y 4 mL) con la solución de DPPH (4.5, 4, 3 y 1 mL), se homogenizaron y reposaron durante 30 min. Finalmente se determinó la absorbancia mediante la lectura de los valores en el espectrofotómetro a 515 nm. Es importante hacer esta etapa sin exposición a la luz.

Los valores de la absorbancia fueron usados para calcular el porcentaje de captura de radicales libres DPPH:

$$(\%) CRL = \frac{(A_{control} - A_{muestra})}{A_{control}} \times 100$$

Donde:

$A_{muestra}$ = absorbancia de la muestra

$A_{control}$ = absorbancia del reactivo DPPH

- Determinación de IC₅₀: Este cálculo se obtuvo mediante regresión lineal de las absorbancias con las concentraciones de DPPH y representa a la efectividad de muestra para inhibir la actividad del 50% del radical libre DPPH.

3.5.6 Recuento de bacterias ácido-lácticas

El yogurt fue diluido de manera secuencial desde 10^{-1} hasta 10^{-9} , para ello se adicionó 1 mL de muestra en 9 mL en caldo MRS. Posteriormente se realizó la siembra mediante el método de incorporación, para lo cual, se colocó 1 mL de cada dilución a placas Petri estériles por duplicado. Luego se vertió el agar MRS (Man, Rogosa y Sharpe) y se homogenizó siguiendo el método de vertido en placa. Finalmente, se llevó a incubar a $37\text{ }^{\circ}\text{C}$ por 48 h en condiciones de microaerofilia (5% O_2) en una jarra Gaspak, con sobres generadores de condiciones anaerobias.

Para el cálculo de bacterias ácido lácticas, se consideraron las placas que contenían desde 30 a 300 colonias y se multiplicó con el inverso de la dilución y el volumen sembrado (Fonseca, Robson, Santos, Alves, Dos Santos, Santos y Soares, 2020).

3.5.7 Aceptabilidad general

Las muestras de yogurt probiótico con sal, gelatina y ají amarillo fueron evaluadas empleando un diseño de bloques incompletos balanceados (BIB), el cual consiste en asignar probabilísticamente un número reducido de muestras a cada panelista, en lugar de todas; con el propósito de disminuir la varianza del error experimental. Los panelistas pueden ejercer mejores juicios al tener mayor claridad, porque podrán retener por mucho más tiempo en la memoria, las cualidades sensoriales (Huertas, Consolación, Mas y Forgas, 2016).

En el Cuadro 6, se presenta la distribución aleatorizada de los tratamientos para el diseño de bloques incompletos balanceados. Así también, se presentan sus parámetros, a continuación:

- λ , número de pares del total de tratamiento que aparece en el diseño: 4
- Tratamientos en total (t): 10
- Tratamientos para evaluar (k): 5
- Bloques o jueces (b): 18
- Replicación (r - cantidad de repeticiones realizadas a cada tratamiento): 9

- Factor de eficiencia (valor de confiabilidad) aplicado a la distribución de tratamiento: 0.89

Cuadro 6. Diseño de bloques incompletos balanceados para la prueba de aceptabilidad general.

Panelistas	Tratamientos				
1	T2	T4	T3	T6	T8
2	T3	T5	T10	T6	T2
3	T2	T8	T9	T5	T4
4	T9	T5	T10	T4	T3
5	T7	T8	T10	T6	T9
6	T5	T7	T2	T9	T10
7	T8	T10	T1	T2	T7
8	T6	T9	T1	T10	T3
9	T6	T1	T10	T2	T4
10	T3	T1	T7	T4	T9
11	T5	T3	T7	T2	T1
12	T9	T3	T1	T2	T8
13	T6	T7	T9	T2	T4
14	T4	T6	T7	T1	T5
15	T7	T4	T8	T2	T10
16	T9	T6	T5	T1	T8
17	T5	T10	T4	T8	T1
18	T3	T5	T8	T7	T6

Es preciso mencionar que cuando se emplea Bloques Completos, el factor de eficiencia corresponde a 1 (100%) porque todos los tratamientos estarán presentes para ser evaluados; sin embargo, cuando se empieza a quitar elementos (Bloques Incompletos), algunos tratamientos pierden esa posibilidad. Desde el punto de vista estadístico, se busca un diseño que equilibre lo mencionado, es por ello, que mediante el indicador factor de eficiencia se determina la confiabilidad del diseño dado que existe un punto de corte correspondiente a 0.85 y los diseños BIB no deben ser menores a este valor (Montesinos, Luna, Franco, Pastrana y Buenrostro, 2007). Por tanto, en la presente investigación, el valor del indicador en mención corresponde a 0.89, lo cual resulta ser bueno.

El número de bloques requeridos fueron de 18 panelistas no entrenados; de ambos sexos. Cabe mencionar, que la prueba se realizó

por triplicado con la aplicación del mismo diseño (aleatorizado), 54 panelistas en total, habituales consumidores de yogurt y cuya edad estuvo comprendida desde 18 hasta 30 años.

Para evitar el sesgo, cuya causa es la fatiga sensorial; cada panelista evaluó sólo 5 muestras (balanceadas y aleatorizadas) de un total de 10, porque no se recomienda que los jueces evalúen más de 6 muestras, siendo el óptimo 4 para una misma sesión (Torricella, Zamora y Pulido, 2007).

A cada juez, se le entregó una ficha de evaluación sensorial; la cual incluyó una escala hedónica de 9 puntos (Figura 4) para calificar la aceptabilidad general en función del color, olor, consistencia y sabor. Así mismo, las muestras fueron presentadas en vasos de plástico, debidamente codificados con tres dígitos aleatorizados, cuyo contenido fue de 50 mL de yogurt a 10 °C de temperatura. El horario preferencial para realizar la prueba fue de 10 a 11.30 am y de 4 a 6 pm de cada día (Anzaldúa-Morales, 2005).

En la Figura 4 se muestra las cartillas para la evaluación de aceptabilidad general de un yogurt probiótico con ají amarillo.

Prueba de aceptabilidad general para yogurt con ají amarillo

Nombre y Apellidos: _____ Fecha: _____

Instrucciones: Usted evaluará cinco yogurts con ají amarillo e indicará su nivel de agrado para los atributos de color, olor, consistencia y sabor marcando con un aspa (X) dentro de los recuadros.

Importante: Mantener el orden de calificación de los atributos y tomar agua entre una muestra y otra.

Escala	Muestra ____				Muestra ____				Muestra ____				Muestra ____				Muestra ____			
	C	O	K	S	C	O	K	S	C	O	K	S	C	O	K	S	C	O	K	S
Me agrada extremadamente																				
Me agrada mucho																				
Me agrada bastante																				
Me agrada ligeramente																				
Ni me agrada ni me desagrada																				
Me desagrada ligeramente																				
Me desagrada bastante																				
Me desagrada mucho																				
Me desagrada extremadamente																				

Atributos:

C: color O: olor K: consistencia S: sabor

Comentario: _____

Figura 4. Ficha de evaluación para la prueba de aceptabilidad general de un yogurt probiótico con sal, gelatina y pulpa de ají amarillo

3.6 Métodos estadísticos

Se utilizó el Diseño simplex con Centroide Ampliado que corresponde a un diseño de mezclas de la metodología de superficie de respuesta. El análisis estadístico consistió en aplicar a los resultados un análisis de varianza para determinar qué modelo (lineal, cuadrático, cúbico o cúbico especial) fue significativo ($p < 0.05$). Además, se determinó el coeficiente de determinación R^2 , este debe ser igual o superior 0.85; para validar el modelo matemático que representará el comportamiento del fenómeno en estudio (Gutiérrez y de la Vara, 2008).

Para encontrar la combinación óptima de combinaciones sal, gelatina y ají amarillo que brinde los mejores resultados de acidez, sinéresis, viscosidad aparente, color, capacidad antioxidante, recuento de bacterias ácido lácticas y aceptabilidad general, se realizó una superposición de gráficos de contornos y se halló la zona óptima de operación para el proceso de elaboración del yogurt probiótico.

La generación del diseño de mezclas y la analítica de datos se realizó con el paquete Design-Expert versión 7.0 (Stat-Ease, Inc.).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Efecto de la mezcla sal, gelatina y pulpa de ají amarillo (*Capsicum baccatum L. var. pendulum*) sobre la acidez titulable en yogurt probiótico

La acidez titulable para los 10 tratamientos de yogurt probiótico en función de la mezcla de sal, gelatina y pulpa de ají amarillo, se encontró entre 0.90 y 1.11% (Cuadro 7). Estos valores son superiores a lo observado por Infanzón y Yactayo (2019) en muestras de yogurts comerciales (Gloria, Laive y Milkito), cuyo contenido de acidez fue de 0.70 a 0.80%.

Al evaluar el efecto simple de las variables independientes, se observó variación entre las diferentes formulaciones, donde los tratamientos con alta concentración de sal, presentan mayor producción de ácido láctico. En el Anexo 1 se presentan la totalidad de resultados de acidez titulable para cada tratamiento.

Cuadro 7. Valores de acidez titulable en yogurt probiótico

Tratamientos	A: Sal	B: Gelatina	C: Ají amarillo	Acidez (%)
1	0.33	0.33	13.33	0.92
2	0.00	2.00	12.00	0.91
3	0.00	1.00	13.00	0.90
4	0.33	1.33	12.33	0.92
5	0.67	0.67	12.67	1.00
6	2.00	0.00	12.00	1.11
7	1.00	0.00	13.00	1.03
8	1.33	0.33	12.33	1.01
9	1.00	1.00	12.00	0.96
10	0.00	0.00	14.00	0.93

La tendencia de la acidez en esta investigación fue similar a Gonzaga, Guedes, De Souza, Pinto, Bezerra, Rodríguez y Pimienta (2020); así como, por Ramos, Lima, Freitas, Prudencio y García (2022) quienes obtuvieron resultados crecientes de acidez que comprendieron desde 0.94 a 1.02% y 0.90 a 1.4% en leches fermentadas con sal 1% y orégano, al igual que la investigación que incluyó sal (1.3 y 3%) y cúrcuma.

Cuño, Sáez, Palacios y Zárate (2017) señalan que los iones de Na⁺ y K⁺ son estimulantes de la actividad enzimática de la β-galactosidasa microbiana, enzima que degrada la lactosa para su posterior conversión en ácido láctico, permitiendo la transformación de azúcares con mayor velocidad, lo cual explica la tendencia de la acidez del yogurt en esta investigación.

En la Figura 5 y 6, se muestra la superficie de contornos y de respuesta generados por el Diseño de mezcla simplex con centroide ampliado, donde se aprecia el comportamiento de las combinaciones de sal, gelatina y ají amarillo sobre la acidez del yogurt probiótico.

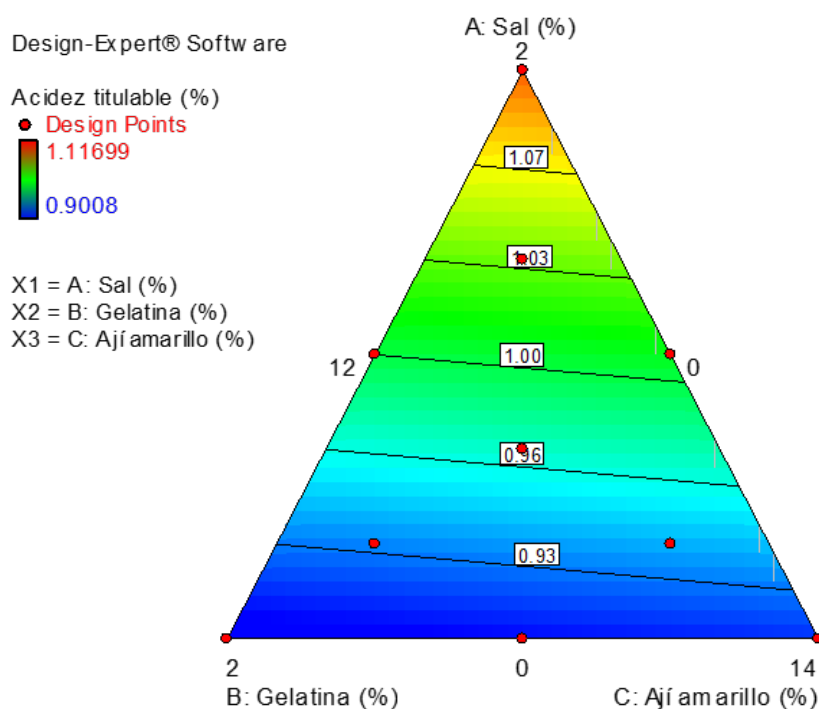


Figura 5. Superficie de contornos de las combinaciones de sal, gelatina y ají amarillo sobre la acidez titulable en yogurt probiótico.

Se puede mencionar que al evaluar el efecto binario se encontró que, a menor concentración de sal y mayor de gelatina, la acidez disminuyó. Cabe la posibilidad que los microorganismos probióticos como *Bifidobacterium*, caracterizado por su bajo poder acidificante, hallan aumentado en número. Dado que, al existir mayor disponibilidad de nutrientes por parte de la gelatina; la competencia entre bacterias iniciadoras y probióticas es menor (Lee y Yang, 2022).

Así mismo, al medir el efecto ternario se halló que, a concentraciones intermedias de sal y gelatina, bajas en ají amarillo; se logra una zona de interés en acidez en el yogurt probiótico. Según la NTP 202.092 (INDECOPI, 2014) el valor de esta variable en yogurt está comprendida entre 0.6 a 1.5% de ácido láctico.

Por tanto, la acidez titulable en el yogurt en estudio presentó altos valores y al ser una medida relacionada con el crecimiento de las bacterias ácido lácticas; se puede establecer que los rangos estudiados de sal, gelatina y ají amarillo no han afectado el desarrollo de estos microorganismos, como se verá más adelante.

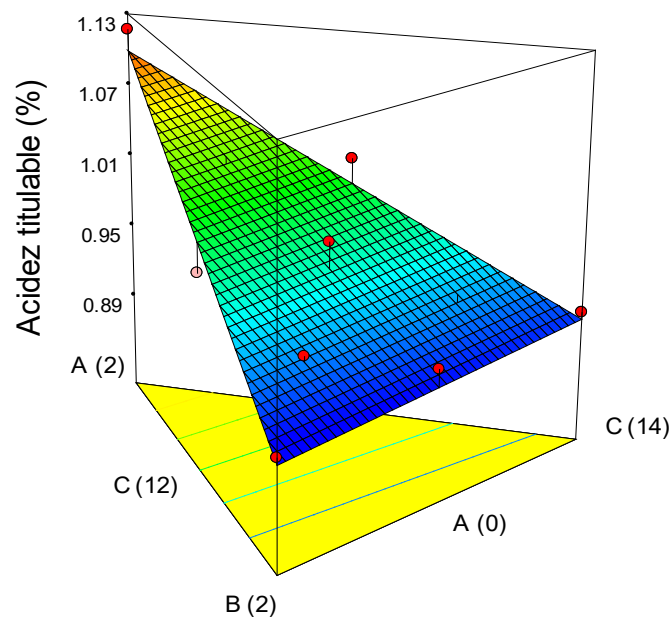


Figura 6. Superficie de respuesta de las combinaciones de sal, gelatina y ají amarillo sobre la acidez titulable en yogurt probiótico

Los tres factores en estudio (sal, gelatina y ají amarillo) fueron codificados en nivel inferior (0); nivel intermedio (0.5) y nivel superior (1), para estandarizarlos y disminuir la inflación de la varianza. Estos valores se cargaron en el programa Disign Expert conjuntamente con los datos de acidez titulable para ser analizados mediante la metodología de Superficie de respuesta.

En el Cuadro 8 se muestra el análisis de varianza que ajustó los datos experimentales del diseño de mezclas a los modelos lineal, cuadrático, cúbico y cúbico especial. El modelo lineal tuvo significancia estadística válida $p \leq 0.05$; y coeficiente de determinación R^2 de 0.898 (superior al 0.85), el cual indicó que el 89.8% de la variación de datos se ajustaron al modelo indicado.

Cuadro 8. Análisis de varianza del diseño de mezclas para acidez titulable en yogurt probiótico con ají amarillo

Modelo	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	F	p	R^2
Lineal	0.038	2	0.019	30.65	0.000	0.898
Cuadrática	0.001	3	0.000	0.42	0.751	0.922
Cúbico especial	0.000	1	0.000	0.00	1.000	0.922
Cúbico completo	0.001	2	0.001	0.41	0.743	0.957

En el Cuadro 9, se presentan los coeficientes de regresión del modelo lineal en unidades codificadas; así como la significancia de cada coeficiente ($p \leq 0.05$), necesario para ser seleccionado como parte del modelo.

Cuadro 9. Coeficientes de regresión del modelo lineal para acidez titulable en yogurt probiótico con ají amarillo

Componente	Coefficiente estimado	Error estándar	t	p
A-Sal (%)	1.10	0.02	59.58	0.000
B-Gelatina (%)	0.90	0.02	48.51	0.000
C-Ají amarillo (%)	0.91	0.02	49.49	0.000

El software usado, a partir de funciones estadísticas devolvió los coeficientes estimados en unidades codificadas a unidades naturales, con los que se realizó el modelamiento matemático para la variable acidez.

$$\text{Acidez titulable (\%)} = 0.158 \cdot A + 0.056 \cdot B + 0.065 \cdot C \text{ (Ecuación 1)}$$

Donde A: % sal, B: % gelatina y C: % ají amarillo

4.2 Efecto de la mezcla sal, gelatina y pulpa de ají amarillo (*Capsicum baccatum* L. var. *pendulum*) sobre la sinéresis en yogurt probiótico

En el Cuadro 10, se muestra los valores de sinéresis para las mezclas de sal, gelatina y ají amarillo en pulpa en yogurt probiótico. Los resultados indicaron que altas concentraciones de sal produjeron aumento de la sinéresis, mientras que el aumento de gelatina dio como resultado bajos valores de sinéresis.

Los datos experimentales completos se encuentran en el Anexo 2.

Cuadro 10. Valores de sinéresis en yogurt probiótico

Tratamientos	A: Sal	B: Gelatina	C: Ají amarillo	Sinéresis (%)
1	0.33	0.33	13.33	51.78
2	0.00	2.00	12.00	15.13
3	0.00	1.00	13.00	38.90
4	0.33	1.33	12.33	42.03
5	0.67	0.67	12.67	50.99
6	2.00	0.00	12.00	57.70
7	1.00	0.00	13.00	53.10
8	1.33	0.33	12.33	54.70
9	1.00	1.00	12.00	49.51
10	0.00	0.00	14.00	55.94

En la Figura 7 y 8 se presentan la superficie de contornos y de respuesta generados por el Diseño de mezclas simplex con centroide ampliado, donde se aprecia el comportamiento de las combinaciones de sal, gelatina y pulpa de ají amarillo sobre la sinéresis en yogurt probiótico. Al evaluar el efecto simple, se demostró la influencia de la sal en el aumento de la sinéresis.

Similar comportamiento fue presentado por Mohajeri, Mahasti, Akhondzadeh, Khoshkhoo y Khanjari (2021) quienes reportaron valores de sinéresis de 66%, 70% y 72% en un yogurt probiótico con aceite esencial de comino, cloruro de sodio y sales biliares al 1%, 4% y 0.3%; respectivamente, sus valores fueron mayores porque usaron mayor concentración de sal. Además, debido al bajo contenido de sodio de la sal de Maras, se favoreció el mantenimiento de la estructura del gel y se observó menor sinéresis.

Resultados semejantes obtuvieron Kocabas, Ergin, Aktar y Kucukcetin (2022), indican que la salida de suero fue superior en las muestras que contenían 1% de sal, comparadas, con las de 0.5% en una bebida de yogurt. Mencionan que la disociación de los iones de Na⁺ y Cl⁻ presentes en la sal, afectan a las fuerzas repulsivas de las caseínas porque afectan su capacidad de agregación, razón que provoca geles débiles con posterior salida del suero.

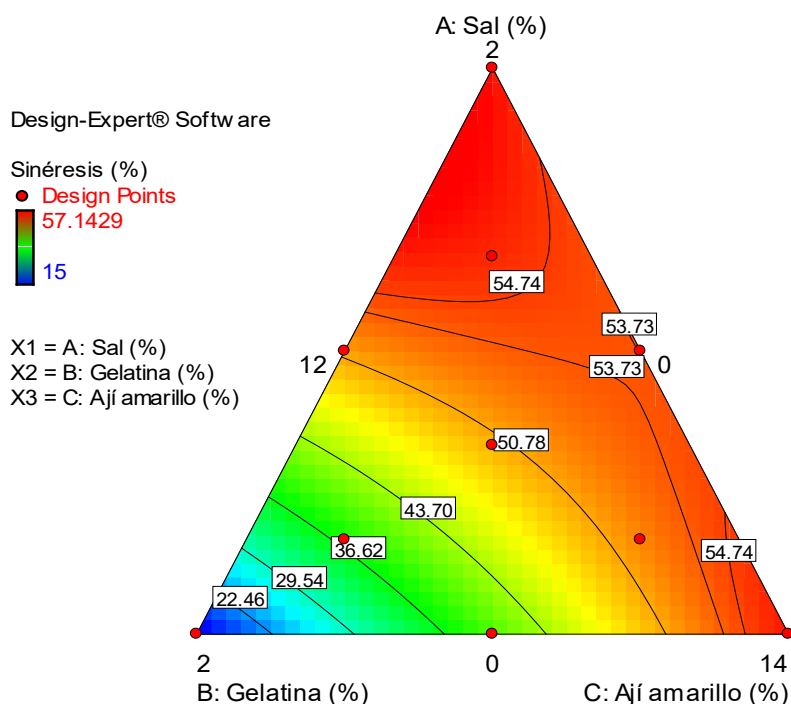


Figura 7. Superficie de contornos de las combinaciones de sal, gelatina y ají amarillo para la variable sinéresis en yogurt probiótico.

Tamime y Robinson (1991) hacen mención que, para obtener un producto de calidad, es fundamental que la sinéresis sea menor a 42%. Valor que indica buena estructura del gel, necesario para evitar defecto en el yogurt que puede conllevar al rechazo por parte del consumidor.

Al evaluar el efecto binario se determinó que, con la menor concentración de sal y mayor de gelatina, la sinéresis disminuyó. Mientras que, al medir el efecto ternario, se demostró que, a concentraciones intermedias de sal, gelatina y ají amarillo, se obtuvo una zona de interés.

Las concentraciones de gelatina usadas en la presente investigación para la obtención de una sinéresis adecuada son mayores a lo reportado

por Säker y Rodríguez (2012) quienes indican que con 0.4% de gelatina y 0% sacarosa se puede obtener un yogurt con 44.91% de sinéresis. En tanto que, en esta investigación se necesitó 1% de gelatina para llegar al valor indicado de sinéresis, debido principalmente al efecto que ejerció la sal sobre el gel.

La interacción de la gelatina con las proteínas lácteas, preserva la fase acuosa del yogurt debido a la modificación de la microestructura del gel, efecto que proporciona una fuerte matriz con redes tridimensionales homogéneas y densas (Cárdenas y otros, 2013).

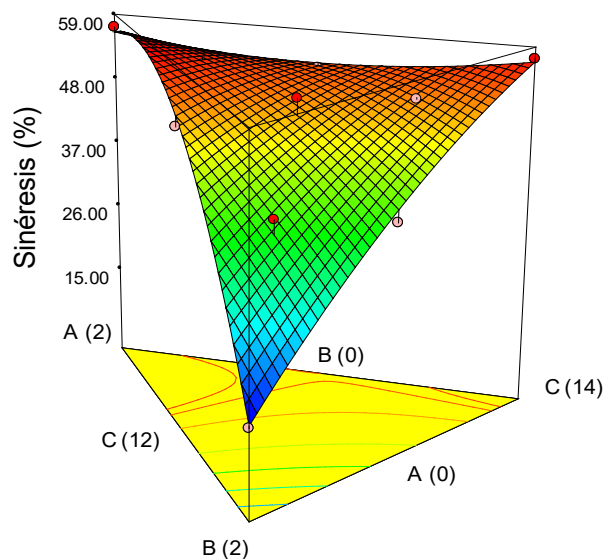


Figura 8. Superficie de respuesta de las concentraciones de sal, gelatina y ají amarillo sobre la sinéresis en yogurt probiótico.

Por otro lado, el aumento de los niveles de ají amarillo favoreció al aumento de la sinéresis, pero con menor influencia que la sal, principalmente por el mismo efecto de dilución que confiere el contenido de agua de la pulpa de ají amarillo sobre la matriz láctea.

Los resultados de sinéresis evaluados con el diseño de mezclas, determinaron que el modelo cuadrático explicó mejor la relación entre las combinaciones de sal, gelatina y ají amarillo (Cuadro 11). Así mismo el coeficiente de determinación R^2 de 0.985, indicó que el modelo se ajustó

mejor los datos y el análisis de varianza demostró significancia estadística $p \leq 0.05$.

Cuadro 11. Análisis de varianza del diseño de mezclas para la variable sinéresis en yogurt probiótico con ají amarillo

Modelo	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	F	p	R ²
Lineal	1271.82	2	635.91	18.82	0.002	0.843
Cuadrática	213.46	3	71.15	12.37	0.017	0.985
Cúbico especial	14.22	1	14.22	4.86	0.115	0.994
Cúbico completo	8.22	2	4.11	7.28	0.254	1.000

En el Cuadro 12, se presentan los coeficientes estimados significativos del modelo cuadrático (en unidades codificadas) fueron los componentes lineales: sal, gelatina y ají amarillo, además de la porción cuadrática sal-ají amarillo ($p \leq 0.05$).

A partir de los coeficientes estimados en unidades codificadas se obtuvo los coeficientes estimados en unidades naturales (Ecuación 2).

$$\text{Sinéresis (\%)} = 35.500 \cdot A - 65.672 \cdot B + 4.047 \cdot C + 15.491 \cdot AB$$

(Ecuación 2)

Donde A: % sal, B: % gelatina y C: % ají amarillo

Cuadro 12. Coeficientes de regresión del modelo cuadrático para la sinéresis en yogurt probiótico con ají amarillo titulable

Componente	Coficiente estimado	Error estándar	t	p
A-Sal (%)	56.07	2.31	24.24	0.000
B-Gelatina (%)	15.38	2.31	6.65	0.003
C-Ají amarillo (%)	56.65	2.31	24.50	0.000
AB	61.97	10.66	5.81	0.004
AC	-10.58	10.66	-0.99	0.377
BC	16.36	10.66	1.53	0.200

4.3 Efecto de la mezcla sal, gelatina y pulpa de ají amarillo (*Capsicum baccatum L. var. pendulum*) sobre la viscosidad aparente en yogurt probiótico

En el Cuadro 13, se muestra los valores de viscosidad aparente para las mezclas de sal, gelatina y ají amarillo en pulpa en yogurt probiótico. Se observa que a medida que la concentración de sal aumentó en la mezcla, el yogurt presentó menos viscosidad, caso similar ocurrió con la pulpa de ají amarillo; de otro lado, al aumentar la gelatina se incrementó la viscosidad. Los datos experimentales completos se encuentran en el Anexo 3.

Cuadro 13. Valores de viscosidad aparente en yogurt probiótico

Tratamientos	A: Sal	B: Gelatina	C: Ají amarillo	Viscosidad (mPa.s)
1	0.33	0.33	13.33	1147
2	0.00	2.00	12.00	9250
3	0.00	1.00	13.00	3783
4	0.33	1.33	12.33	7662
5	0.67	0.67	12.67	1619
6	2.00	0.00	12.00	19
7	1.00	0.00	13.00	270
8	1.33	0.33	12.33	482
9	1.00	1.00	12.00	4062
10	0.00	0.00	14.00	1440

Estas diferencias pueden estar relacionadas con la influencia de las cargas electrostáticas, la presencia de solutos y el efecto de los carbohidratos del ají amarillo.

Schkoda, Hechler y Kessler (1999) evaluaron la adición de sal (0, 0.5, 1.0 y 1.5%) en yogurt y observaron disminución de la viscosidad aparente, los valores fueron de 1500, 900, 700 y 200 mPa.s. Los investigadores explican que la sal fluidifica el gel porque los iones de Na⁺ y Cl⁻ afectan la capacidad de agregación de las micelas de caseína cuando se adhieren a la superficie cargada negativamente.

Säker y Rodríguez (2012) corroboraron incremento de viscosidad al aumentar la concentración de gelatina (0.2 y 0.4%) en yogurt, los valores fueron desde 591.63 a 1169.67 mPa.s; con la adición de sacarosa al 5 y

10% se produjo una disminución de la viscosidad. Observándose que, la presencia de solutos influye en el equilibrio de las cargas electrostáticas de las micelas de caseína.

Celik y Bakirci (2003) indican que grandes cantidades de pulpa de frutas adicionadas antes de la fermentación disminuye la capacidad de retención de agua, debido al lento desarrollo de acidez y la ruptura de la relación simbiótica de las bacterias iniciadoras.

Tal es el caso del estudio presentado por Khang, Yu, Kim, Park, Lee, Lee y Kim (2018) quienes usaron jugo de pimiento verde y rojo de la variedad chungyang añadidos antes de la fermentación de un yogurt batido, obteniendo un producto menos viscoso, a comparación, de la muestra control, sus resultados fueron: 1700 mPa.s para el control y para las muestras con pimiento 1100 a 900 mPa.s; respectivamente.

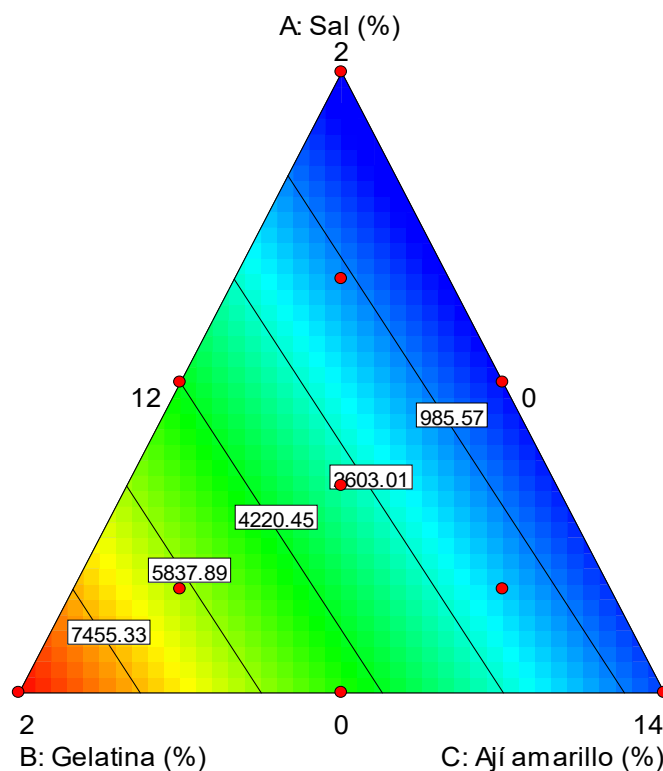


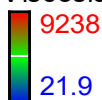
Figura 9. Superficie de contornos de las combinaciones de sal, gelatina y ají amarillo para la variable viscosidad aparente en yogurt probiótico.

En las Figuras 9 y 10 se presentan la superficie de contornos y de respuesta para la variable viscosidad aparente de las mezclas de sal, gelatina y pulpa de ají amarillo en modelo lineal. Al evaluar el efecto simple, se demostró la influencia de la gelatina en el aumento de la viscosidad.

En la evaluación del efecto binario se determinó que, con la disminución de sal y aumento de gelatina, la viscosidad del yogurt aumentó. En cuanto al efecto ternario se determinó que, a concentraciones intermedias de sal, gelatina y ají amarillo, la viscosidad del yogurt disminuyó.

Design-Expert® Software

Viscosidad aparente (mPa.s)



X1 = A: Sal (%)

X2 = B: Gelatina (%)

X3 = C: Ají amarillo (%)

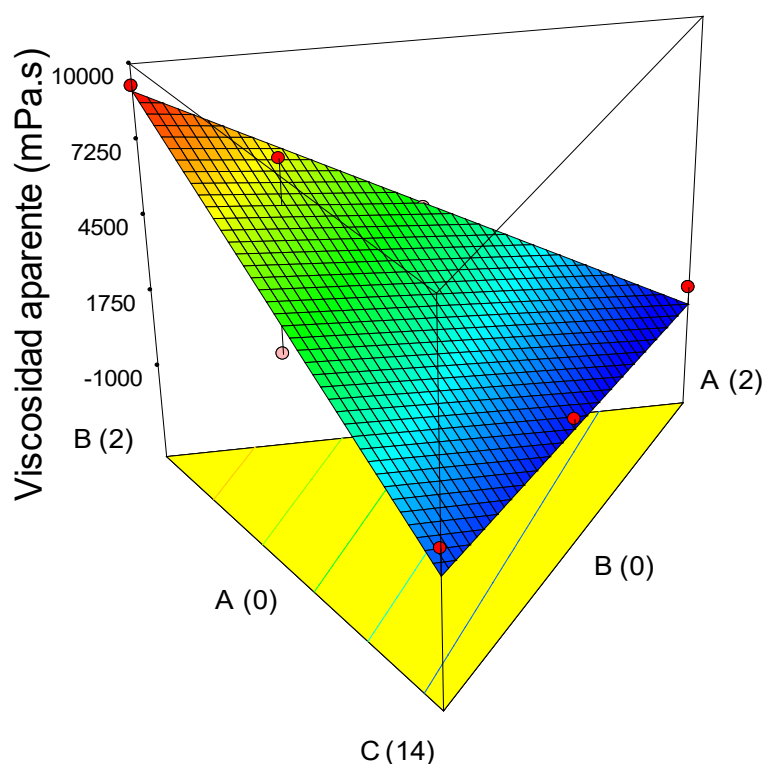


Figura 10. Superficie de respuesta de las combinaciones de sal, gelatina y ají amarillo para la variable viscosidad aparente en yogurt probiótico.

El Cuadro 14 presenta el análisis de varianza para la viscosidad aparente de las muestras (en base a los factores codificados y los datos experimentales).

Cuadro 14. Análisis de varianza del diseño de mezclas para la variable viscosidad aparente en yogurt probiótico con ají amarillo

Modelo	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	F	p	R ²
Lineal	8.48E+07	2	4.24E+07	37.29	0.000	0.914
Cuadrática	2.56E+06	3	8.52E+05	0.63	0.633	0.942
Cúbico especial	8.25E+04	1	8.25E+04	0.05	0.843	0.943
Cúbico completo	4.34E+06	2	2.17E+06	2.20	0.430	0.989

Como se puede observar en el Cuadro 14, el modelo lineal fue significativo $p < 0.05$, además el R² sobrepasa el 85% por ende es el que manifiesta mejor la variación de viscosidad aparente del yogurt probiótico.

El análisis de regresión permitió obtener los coeficientes de la ecuación para el modelo resultante (Cuadro 15) en unidades codificadas, cuyo análisis de varianza indica un elevado nivel de significancia para la variable gelatina y nos conduce a la (Ecuación 3), devuelta a unidades naturales y expresada en mPa.s:

$$\text{Viscosidad aparente} = 4342.769 \cdot B \text{ (Ecuación 3)}$$

Donde A: % sal, B: % gelatina y C: %ají amarillo

Cuadro 15. Coeficientes codificados de regresión del modelo lineal para la viscosidad aparente en yogurt probiótico con ají amarillo

Componente	Coeficiente estimado	Error estándar	t	p
A-Sal (%)	-631.87	787.02	-0.80	0.448
B-Gelatina (%)	9072.76	787.02	11.53	0.000
C-Ají amarillo (%)	451.76	787.02	0.57	0.584

4.4 Efecto de la mezcla sal, gelatina y pulpa de ají amarillo (*Capsicum baccatum L. var. pendulum*) sobre el color en yogurt probiótico

El análisis de color del yogurt probiótico, se determinó usando la escala CIE L*a*b* como se observa en el Cuadro 16. El parámetro L* expresa a la luminosidad, la cual establece que mientras el valor más se aproxime a 100 representará al extremo blanco del espacio polar, así el color negro estará abarcado por el valor 0 (Hunterlab, 1996).

Según los resultados, se aprecia una leve reducción de la variable luminosidad cuando aumentó la adición del ají amarillo. Los datos experimentales se encuentran en el Anexo 4, 5 y 6.

Cuadro 16. Análisis de color en yogurt probiótico

Tratamientos	A: Sal	B: Gelatina	C: Ají amarillo	L*	a*	b*
1	0.33	0.33	13.33	79.83	-2.63	32.93
2	0.00	2.00	12.00	79.57	-3.02	34.75
3	0.00	1.00	13.00	79.52	-3.41	32.03
4	0.33	1.33	12.33	80.19	-2.94	34.11
5	0.67	0.67	12.67	79.14	-3.22	32.75
6	2.00	0.00	12.00	79.69	-2.99	35.34
7	1.00	0.00	13.00	80.41	-3.36	31.36
8	1.33	0.33	12.33	79.82	-3.26	30.27
9	1.00	1.00	12.00	80.56	-3.24	32.64
10	0.00	0.00	14.00	78.21	-2.20	38.31

Esta variabilidad de luminosidad también se observa en el estudio de Ramos y otros (2022) que adicionaron cúrcuma en polvo en leche fermentada, encontrándose valores de 75.52, 77.57 y 77.90 L*. Mutiara y otros (2012) verificaron la disminución de L* con el aumento de las concentraciones de puré de pimiento morrón (2, 4, 6, 8 y 10%) en yogurt. Sus resultados de L* partieron desde 73.59 hasta 32.93, los cuales fueron menores que en esta investigación.

Según Retting y Kong (2014) los colores oscuros ejercen más influencia sobre la luminosidad, al absorber más luz y reflejarla en menor cantidad, hecho que se puede observar al comparar la diferencia de luminosidad que existió entre los colores claros del ají amarillo y la cúrcuma con el rojo del pimiento morrón.

Znamirowska y otros (2019) también obtuvieron reducción de este parámetro al fortificar leche de cabra fermentada con sales orgánicas de magnesio (citrato, lactato y pidolato) al 0.03%. Reportaron valores L* de 97.88 para el control y 96.74 a 95.56 para las muestras con sales.

La interacción sal-gelatina también puede influenciar en el valor de L*, dado que se relaciona con la cantidad y tamaño de las micelas de caseína. Alkobeisi, Varidi, Nooshkam (2022) mencionan que las más pequeñas atrapan más luz en su interior y refractan menos al ambiente porque tienen mayor superficie por unidad de volumen que las grandes.

En vista que la sal causa reducción y disociación de las micelas de caseína; la gelatina por su parte, ejerce el efecto contrario estableciendo una superficie que genera que la micela mantenga su tamaño y refracte más luz al ambiente.

El análisis de varianza demostró que ningún modelo del Cuadro 17 fue válido para representar el fenómeno en estudio, por la falta de significancia estadística ($p < 0.05$).

Cuadro 17. Análisis de varianza del diseño de mezclas para la variable L* en yogurt probiótico con ají amarillo

Modelo	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	F	p	R ²
Lineal	1.95	2	0.98	3.09	0.109	0.469
Cuadrática	0.82	3	0.27	0.79	0.560	0.667
Cúbico especial	0.88	1	0.88	5.26	0.106	0.879
Cúbico completo	0.29	2	0.15	0.68	0.650	0.949

En cuanto al parámetro a*, el yogurt probiótico con mezclas de sal, gelatina y ají amarillo obtuvo valores negativos que indican que los tratamientos se inclinaron hacia el color verde, con el incremento de la adición de sal. Esta afirmación, concuerda con Ramos y otros (2022) que adicionaron sal de mar al 3% en leche fermentada con cúrcuma. Sus

resultados expresaron mayor tendencia hacia la porción verde con $-8.45 a^*$ para la muestra con sal con respecto a $-7.32 a^*$ para el control.

Znamirowska y otros (2019) también reportaron disminución de cromaticidad a^* -4.57 hasta -4.06 en leche de cabra fermentada con sales de magnesio al 0.03%. Los investigadores indicaron que la diferencia de efectos se debió al tipo de sal.

Según Chudy, Pikul, y Rudzińska (2015) la riboflavina o lactocromo, pigmento que confiere coloración amarillenta a la leche; puede tener fluorescencia a verde con la salida del suero; hecho que se puede observar al comparar los resultados de la presente investigación con las anteriores, en donde el bajo contenido de sodio de la sal de Maras permitió que este color sea menos pronunciado, al obtener valores a^* de -2.63 a -3.41 .

De lo que puede deducirse conjuntamente con las pruebas anteriores, las sales favorecen la salida del suero, dada la débil estructura del coágulo y la cantidad de suero que se libere, lo que explica el aumento del color verde en las muestras. De otro lado, la presencia de la gelatina atenúa el cambio de color, dada su función en el mantenimiento de la estructura del gel.

El análisis de varianza demostró que ningún modelo matemático del Cuadro 18 pudo explicar el comportamiento del parámetro a^* por lo que no existió significancia estadística ($p < 0.05$).

Cuadro 18. Análisis de varianza del diseño de mezclas para la variable a^* en yogurt probiótico con ají amarillo

Modelo	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	F	p	R ²
Lineal	0.31	2	0.16	1.26	0.341	0.265
Cuadrática	0.63	3	0.21	3.45	0.132	0.795
Cúbico especial	0.13	1	0.13	3.64	0.152	0.907
Cúbico completo	0.06	2	0.03	0.71	0.644	0.962

En cuanto al parámetro b^* , el yogurt probiótico con mezclas de sal, gelatina y ají amarillo obtuvo valores representativos para la coordenada amarillo, según el espacio de color CIE $L^*a^*b^*$ (Hunterlab, 1996), proporcionado por el β -caroteno, que es el pigmento predominante.

En esta investigación es posible comprobar que la intensidad del color anaranjado de la pulpa de ají amarillo contribuyó en la retención del color. Manifestándose con la obtención de valores superiores de b^* (30.27 a 38.31 b^*) con respecto al yogurt de calabaza (25.25 a 23.16 b^*) que elaboraron Barakat y Mohamed (2017) con adición de 15% de pulpa.

El aumento de b^* fue proporcional al aumento de pulpa de ají amarillo, sin embargo, la interacción con los niveles de sal fue decisivo para disminuir el valor de la cromaticidad b^* , debido a la acidificación que experimentaron las muestras, producto de la sal; que pudo haber inducido a la isomerización de los carotenoides.

La evaluación de los parámetros de color de Ramos y otros (2022) corroboran esta afirmación; al indicar que la curcumina, colorante que usaron en yogurt, cambió a amarillo verdoso en condiciones ácidas, lo cual es posible observar mediante las conversiones (isomerizaciones) espontáneas de la forma estable trans a la cis, hecho que induce el cambio a colores claros (Meléndez, Escudero, Vicario y Heredia, 2010).

Los resultados de la presente investigación, fueron consistentes con las observaciones realizadas por Chen, Wang, Liu, Li, Wang y Jiang (2022). Su estudio reportó disminución de color en salsa de pimiento amarillo fermentado, con valores de 39.03 b^* con respecto al control 51.73 b^* indicando que el color se debilitó producto de la isomerización del carotenoide.

El análisis de varianza demostró que ningún modelo matemático del Cuadro 19 pudo explicar el comportamiento del parámetro b^* porque no existió significancia estadística ($p < 0.05$).

Cuadro 19. Análisis de varianza del diseño de mezclas para la variable b^* en yogurt probiótico con ají amarillo

Modelo	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	F	p	R ²
Lineal	5.79	2	2.89	0.49	0.632	0.123
Cuadrática	31.47	3	10.49	4.27	0.097	0.792
Cúbico especial	2.43	1	2.43	0.99	0.394	0.843
Cúbico completo	7.00	2	3.50	9.16	0.228	0.992

4.5 Efecto de la mezcla sal, gelatina y pulpa de ají amarillo (*Capsicum baccatum* L. var. *pendulum*) sobre la capacidad antioxidante en yogurt probiótico

Se analizó la capacidad antioxidante en yogurt probiótico con ají amarillo, mediante el método de captación de radicales libres DPPH. Como se observa en el Cuadro 20, los valores fueron expresados como la cantidad de muestra necesaria para inhibir el 50% de la concentración inicial de la solución del radical libre DPPH (IC₅₀). De manera que, un menor valor de IC₅₀ indicará mayor capacidad antioxidante y protección contra el daño oxidativo. En el Anexo 7 se encuentran los resultados de capacidad antioxidante.

Cuadro 20. Capacidad antioxidante en yogurt probiótico

Tratamientos	A: Sal	B: Gelatina	C: Ají amarillo	IC ₅₀ (µg/mL)
1	0.33	0.33	13.33	1.47
2	0.00	2.00	12.00	2.06
3	0.00	1.00	13.00	1.61
4	0.33	1.33	12.33	2.02
5	0.67	0.67	12.67	1.79
6	2.00	0.00	12.00	2.75
7	1.00	0.00	13.00	1.67
8	1.33	0.33	12.33	2.35
9	1.00	1.00	12.00	2.72
10	0.00	0.00	14.00	1.21

Se observa que existe capacidad antioxidante en todos los tratamientos, siendo más activos, los niveles de adición más altos de ají amarillo, porque requirieron menor cantidad de muestra para reducir el 50% de la solución de DPPH.

Estos resultados comparados con los de Quezada y Reyes (2019), así como, por Delgado (2020) son mayores, dado que ellos presentan variación de IC₅₀ desde 1.85 a 0.48 µg/mL y 1.81 a 0.098 µg/mL en yogurt con jalea de Kiwi (5-20%) y pulpa de arándanos (5-25%); respectivamente. Estas diferencias pueden ser correlacionadas con el tipo de compuesto bioactivo que presenta cada fruta y vegetal, así como, su interacción con otras moléculas.

Surco, Ayquipa, Quispe, García y Valle (2020) explican que estos compuestos pueden hallarse entrelazados a otro tipo de moléculas presentes en la muestra, así como, la solubilidad disminuye para reaccionar con el radical libre DPPH debido a la complejidad del compuesto.

En lo referente a los compuestos antioxidantes del ají amarillo, Mutiara y otros (2021) mencionan que estos incluyen a la capsaicina, vitamina A, E y C; así como, los taninos, flavonoides, saponinas, fenoles y carotenoides. Posiblemente, estos compuestos pudieron haber captado las moléculas oxidantes de la leche pasteurizada debido a que la pulpa de ají amarillo se adicionó antes de la fermentación a diferencia de los otros estudios.

Stobiecka, Król y Brodziak (2022) corroboran esta afirmación al indicar que, durante el tratamiento térmico, la leche, pierde su capacidad antioxidante y aumenta la actividad pro-oxidativa con la generación de moléculas oxidantes.

Los compuestos antioxidantes también pueden encontrarse en los tratamientos de yogurt, sin la adición de ají amarillo. Según lo informado por Stobiecka y otros (2022), el yogurt presenta actividad antioxidante porque en la fermentación se liberan péptidos bioactivos y aminoácidos libres, producto del catabolismo proteico de las bacterias ácido lácticas.

En base a esto, el bajo contenido de sodio de la Sal de Maras y el aporte de nutrientes de la gelatina pueden haber influido para que la degradación de proteínas por parte de las bacterias lácticas no se vea afectada, dado su influencia sobre el crecimiento.

El análisis de varianza que se presenta en el Cuadro 21, indica que ningún modelo matemático fue significativo ($p > 0.05$) para representar el comportamiento de actividad antioxidante en el yogurt probiótico.

Cuadro 21. Análisis de varianza del diseño de mezclas para capacidad antioxidante en yogurt probiótico con ají amarillo

Modelo	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	F	p	R ²
Lineal	15.29	2	7.64	2.19	0.18	0.385
Cuadrática	10.05	3	3.35	0.93	0.50	0.639
Cúbico especial	1.26	1	1.26	0.29	0.63	0.670
Cúbico completo	5.75	2	2.87	0.39	0.75	0.815

4.6 Efecto de la mezcla sal, gelatina y pulpa de ají amarillo (*Capsicum baccatum L. var. pendulum*) sobre el recuento de bacterias ácido lácticas en yogurt probiótico

El recuento de bacterias ácido lácticas en yogurt probiótico reportó que su número fue superior a lo exigido por la NTP 202.092 (INDECOPI, 2014) la cual indica que su conteo mínimo en yogurt debe ser 10^7 ufc/mL. De modo que, el yogurt con ají amarillo puede ser considerado una fuente de probióticos.

El Cuadro 22 presenta los valores de recuento total de bacterias ácido lácticas, las cuales estuvieron comprendidas por las cepas de *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus*, *Streptococcus thermophilus*, *Bifidobacterium species* y *Lactobacillus acidophilus*. En el Anexo 8 se encuentran los resultados totales de recuento para cada tratamiento.

Cuadro 22. Recuento de bacterias ácido lácticas en yogurt probiótico

Tratamientos	A: Sal	B: Gelatina	C: Ají amarillo	Recuento de B.A.L (ufc/mL)
1	0.33	0.33	13.33	8.90E+09
2	0.00	2.00	12.00	6.65E+10
3	0.00	1.00	13.00	3.50E+09
4	0.33	1.33	12.33	1.05E+10
5	0.67	0.67	12.67	6.95E+09
6	2.00	0.00	12.00	1.10E+08
7	1.00	0.00	13.00	4.60E+08
8	1.33	0.33	12.33	1.28E+09
9	1.00	1.00	12.00	3.30E+10
10	0.00	0.00	14.00	3.10E+09

Los altos recuentos en este estudio son similares a los hallazgos de Ramos y otros (2022) quienes obtuvieron 1.4×10^9 ufc/mL en leche fermentada con sal (3%) y cúrcuma. Del mismo modo, Gonzaga y otros (2020) obtuvieron 1.3×10^9 ufc/mL en yogurt con sal (1%) y orégano.

Estos resultados indican que las concentraciones de sal usadas en la presente investigación no afectaron en la viabilidad microbiana, siendo el aporte de nutrientes de la gelatina y la fibra del ají amarillo, factores que podrían haber contribuido en el crecimiento de las bacterias según los rangos establecidos.

Khang y otros (2018) señalan que al aumentar la proporción de jugo de pimienta chungyang (0, 1, 3 y 5%) en yogurt, reportaron valores crecientes de bacterias lácticas de 1×10^8 a 2.0×10^9 ufc/mL. Según los investigadores, la presencia de carbohidratos complejos y oligosacáridos en los pimientos favorecen el crecimiento de las BAL (bacterias ácido lácticas) debido a que representan una fuente de prebióticos.

Arab y otros (2019) evaluaron la influencia de la sal (0.5 y 1%) antes y después de la fermentación en una bebida de yogurt probiótico, manifestaron que las BAL se adaptan a la sal durante el tiempo de fermentación y cuando este ingrediente se adiciona después, ocasiona shock y muerte por plasmólisis.

En el caso del efecto binario se determinó que, a menor concentración de sal y mayor de gelatina, aumentó el crecimiento de bacterias. Mientras que,

al medir el efecto ternario, se tiene que, valores intermedios de sal y gelatina, bajos en ají amarillo, permiten obtener los mayores recuentos, superiores a los de Ordinola y Osorio (2015) que estudiaron la viabilidad de bacterias lácticas en marcas comerciales de yogurt de vainilla en donde los valores fluctuaron entre 3×10^7 a 3.48×10^8 ufc/mL.

En el Cuadro 23 se detalla el análisis de varianza, el cual indicó como significativo al modelo lineal ($p \leq 0.05$) pero el valor de coeficiente de determinación R^2 fue bajo de 0.661 (inferior al 0.85); por lo que ningún modelo pudo describir el fenómeno en estudio.

Cuadro 23. Análisis de varianza del diseño de mezclas para recuento de bacterias lácticas en yogurt probiótico con ají amarillo

Modelo	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	F	p	R^2
Lineal	2.62E+21	2	1.31E+21	6.81	0.0228	0.661
Cuadrática	9.22E+20	3	3.07E+20	2.89	0.1658	0.893
Cúbico especial	1.38E+19	1	1.38E+19	0.10	0.7718	0.896
Cúbico completo	3.78E+20	2	1.89E+20	5.72	0.2835	0.992

4.7 Efecto de la mezcla sal, gelatina y pulpa de ají amarillo (*Capsicum baccatum L. var. pendulum*) sobre la aceptabilidad general en yogurt probiótico

La aceptabilidad general fue evaluada en relación a los atributos de color, olor, consistencia y sabor, para ello, se utilizó una escala hedónica de 9 puntos.

Evaluación de aceptabilidad del atributo color

La aceptabilidad del atributo color en yogurt probiótico con ají amarillo reportó valores entre 6.85 y 5.25 puntos (Cuadro 24) que corresponde a “Me agrada bastante” a “Ni me gusta ni me disgusta”. En el Anexo 9 se encuentran los valores del atributo en mención para cada tratamiento.

Cuadro 24. Puntuaciones del atributo color en yogurt probiótico

Tratamientos	A: Sal	B: Gelatina	C: Ají amarillo	Color
T1	0.33	0.33	13.33	6.85
T2	0.00	2.00	12.00	5.85
T3	0.00	1.00	13.00	6.57
T4	0.33	1.33	12.33	5.25
T5	0.67	0.67	12.67	6.52
T6	2.00	0.00	12.00	6.07
T7	1.00	0.00	13.00	6.11
T8	1.33	0.33	12.33	5.44
T9	1.00	1.00	12.00	6.19
T10	0.00	0.00	14.00	6.74

El análisis estadístico (Cuadro 25) determinó que todas las variables independientes influyeron sobre la aceptabilidad de color en yogurt con ají amarillo y el modelo matemático cuadrático resultó ser válido para representar el fenómeno en estudio, dado que fue significativo ($p=0.001$) además de presentar alto valor de coeficiente de determinación R^2 0.988 (superior al 0.85).

Cuadro 25. Análisis de varianza del diseño de mezclas para el atributo color de la variable aceptabilidad general en yogurt probiótico con ají amarillo

Modelo	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	F	p	R^2
Lineal	6.82	2	3.41	3.95	0.071	0.530
Cuadrática	5.88	3	1.96	49.74	0.001	0.988
Cúbico especial	0.03	1	0.03	0.59	0.500	0.990
Cúbico completo	0.13	2	0.07	1130.11	0.021	1.000

El modelo cuadrático fue usado para la construcción de superficies de contornos (Figura 11) y de respuesta (Figura 12) para el atributo color de la mezcla de sal, gelatina y ají amarillo en yogurt probiótico.

La evaluación del efecto simple de las variables independientes determinó que las adiciones de ají amarillo contribuyeron al aumento de

aceptabilidad de color en el yogurt. Mientras que, el efecto binario indica que, con altas concentraciones de sal y bajas en ají amarillo, la aceptabilidad del color disminuye. Por otro lado, la evaluación del efecto ternario determina que, con altas concentraciones de ají amarillo, intermedias de gelatina y bajas en sal se puede conseguir adecuadas puntuaciones (6 puntos).

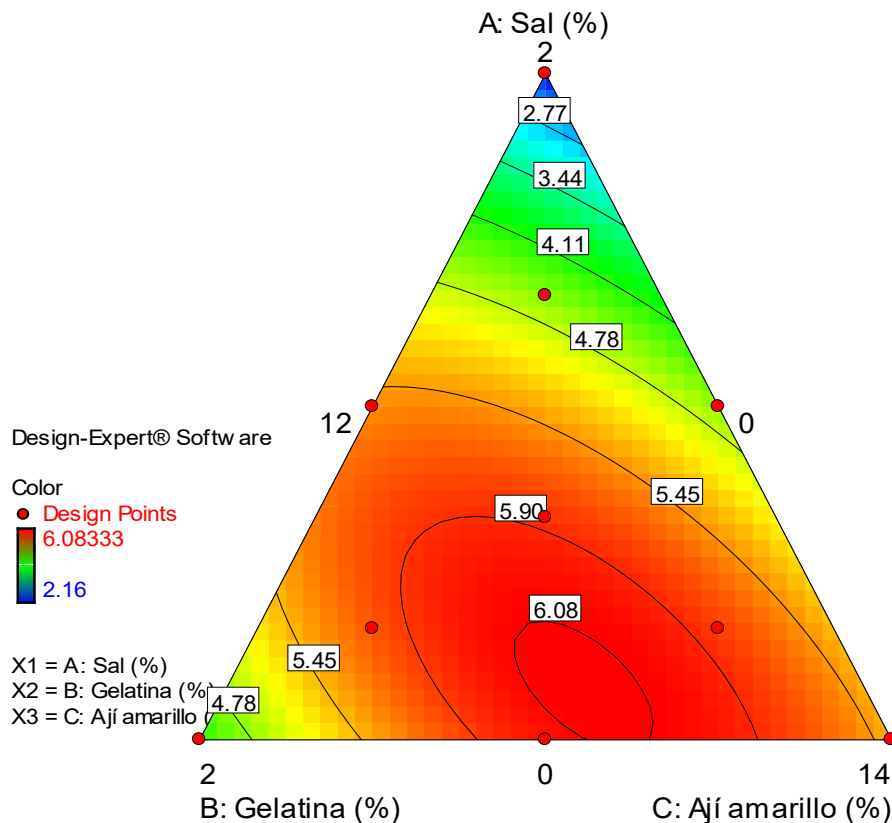


Figura 11. Superficie de contornos de las combinaciones de sal, gelatina y ají amarillo para el atributo color de la variable aceptabilidad general en yogurt probiótico.

Las diferencias en las puntuaciones para cada uno de los 10 tratamientos permiten observar la percepción de los jueces con respecto al atributo. La aceptación o rechazo, resulta de la impresión que genere el yogurt, dado que el color es el primer contacto que el panelista tiene sobre el alimento.

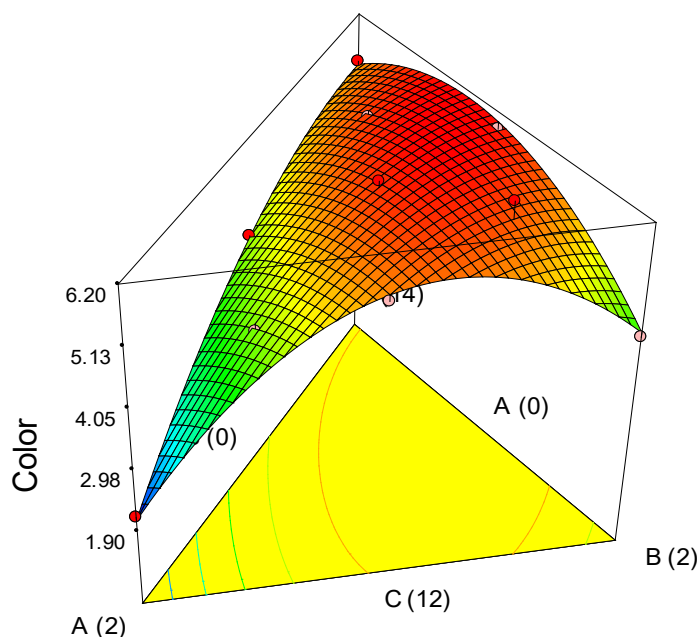


Figura 12. Superficie de respuesta de las combinaciones de sal, gelatina y ají amarillo para el atributo de color de la variable aceptabilidad general en yogurt probiótico.

Ante ello, cabe la posibilidad que los jueces hayan interpretado un color menos agradable con el aumento de la adición de sal, principalmente porque dicho insumo favoreció al aumento de acidez en el yogurt; bajo estas condiciones el color se debilita y cambia a amarillo verdoso.

Ackay, Besir y Yacizi (2020) obtuvieron altas calificaciones del atributo color al utilizar solamente 0.5% de sal en yogurt con pimienta cayena, las puntuaciones fueron cercanas a 9 puntos.

Ramos y otros (2022) reportaron calificaciones de 7 y 8 puntos en leche fermentada con cúrcuma y sal; enfatizando que producto de la acidez el color se debilitó, sin embargo, las diferencias no fueron percibidas por los panelistas.

En esta investigación, el aumento de gelatina (concentraciones próximas al 2%) también influyó en la disminución de aceptabilidad del color del yogurt, dado que contribuyó a la percepción de mayor claridad del ají amarillo.

A modo general, el aporte de pigmentos del ají amarillo evitó obtener calificaciones de rechazo por parte de los panelistas a pesar de la influencia de las otras variables.

A continuación, se presenta los coeficientes de regresión en unidades codificadas (Cuadro 26) donde existió significancia ($p \leq 0.05$) para todos los componentes. Estos fueron: la fracción lineal (sal, gelatina y ají amarillo) además de la porción cuadrática (sal-gelatina, sal-ají amarillo y gelatina-ají amarillo).

Cuadro 26. Coeficientes estimados en unidades codificadas del modelo cuadrático para el atributo color de la variable aceptabilidad general en yogurt probiótico con ají amarillo

Componente	Coeficiente estimado	Error estándar	t	p
A-Sal (%)	2.10	0.19	10.96	0.000
B-Gelatina (%)	4.37	0.19	22.85	0.000
C-Ají amarillo (%)	5.36	0.19	27.98	0.000
AB	9.15	0.88	10.37	0.000
AC	3.37	0.88	3.82	0.019
BC	4.71	0.88	5.34	0.006

A partir de los coeficientes estimados en unidades codificadas se obtuvo los coeficientes estimados en unidades naturales (Ecuación 4).

$$\text{Color} = -11.365*A - 14.244*B + 0.383*C + 2.287*AB + 0.843*AC + 1.178*BC$$

(Ecuación 4)

Evaluación de aceptabilidad del atributo olor

Las calificaciones para el atributo olor estuvieron comprendidas entre 7.85 “Me agrada mucho” y 2.63 puntos “Me desagradaba bastante” (Cuadro 27). Estos resultados conducen a la tendencia de que, a mayor concentración de sal y gelatina, la aceptabilidad por el olor disminuyó; mientras que, con el aumento de la concentración de ají amarillo, los valores promedios de aceptabilidad de olor aumentaron.

En el Anexo 10 se encuentran los valores del atributo en mención para cada tratamiento.

Cuadro 27. Puntuaciones del atributo olor en yogurt probiótico

Tratamientos	A: Sal	B: Gelatina	C: Ají amarillo	Olor
1	0.33	0.33	13.33	6.89
2	0.00	2.00	12.00	4.30
3	0.00	1.00	13.00	5.07
4	0.33	1.33	12.33	4.75
5	0.67	0.67	12.67	7.85
6	2.00	0.00	12.00	2.63
7	1.00	0.00	13.00	6.63
8	1.33	0.33	12.33	5.73
9	1.00	1.00	12.00	5.30
10	0.00	0.00	14.00	6.04

El aroma característico del yogurt, es producido por enzimas (treonina aldolasa y ALS “ α - acetolacto sintasa”) presentes en *Lactobacillus delbrueckii* y *Streptococcus thermophilus* que originan acetaldehído y diacetilo (Ruales, 2012).

Sin embargo, las investigaciones de Ghandi y Shah (2016), indican que el *Streptococcus thermophilus* resulta ser menos tolerante a la sal que el *Lactibacillus bulgaricus*.

Dicho lo anterior, concentraciones próximas a 2% pueden haber alterado el equilibrio de estas dos bacterias y la capacidad de producción de compuestos aromáticos, pueden haberse afectado.

La investigación de Ackay y otros (2020) corroboran esta afirmación. En su análisis de compuestos volátiles en un yogurt con sal y pimiento cayena, reportan disminución del nivel de aldehídos. Se encontró compuestos dominantes los pertenecientes al ají: como: hexanal, nonanal, octanal y linalol, que imparte aroma a caramelo y flores frescas.

Pereira, Fagundes, Divino, Dias, Gandra, y Cunha. (2018) también obtuvieron el mismo comportamiento al elaborar yogurt salado (0.5 y 1%) con mezclas de especias (orégano, perejil y albahaca) determinando baja

producción de compuestos aromáticos de yogurt y mayor aroma invasivo de las especias.

Lau (2018) pone de manifiesto que la gelatina, al actuar como agente espesante, interfiere en la liberación de compuestos volátiles al atraparlos en la red tridimensional del gel. Por ello, se observa que el agrado por este atributo sensorial aumenta con los tratamientos con bajos niveles de gelatina.

Por medio del análisis de varianza (Cuadro 28) se determinó que ningún modelo fue significativo ($p > 0.05$) para describir el comportamiento entre los tratamientos (Cuadro 19).

Cuadro 28. Análisis de varianza del diseño de mezclas para el atributo olor de la variable aceptabilidad general en yogurt probiótico con ají amarillo

Modelo	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	F	p	R ²
Lineal	1.29	2	0.65	2.94	0.118	0.457
Cuadrática	0.25	3	0.08	0.26	0.854	0.545
Cúbico especial	0.05	1	0.05	0.12	0.756	0.562
Cúbico completo	0.72	2	0.36	0.70	0.646	0.817

Evaluación de aceptabilidad del atributo consistencia

De acuerdo con los promedios de calificaciones en la prueba hedónica para el atributo consistencia (Cuadro 29), de la mezcla de sal, gelatina y ají amarillo en yogurt probiótico, los panelistas se inclinaron por concentraciones intermedias de gelatina, sal y bajo en ají amarillo al cual calificaron como “Me agrada mucho”. En el Anexo 11 se encuentran los valores del atributo en mención para cada tratamiento.

Cuadro 29. Puntuaciones del atributo consistencia en yogurt probiótico

Tratamientos	A: Sal	B: Gelatina	C: Ají amarillo	Consistencia
1	0.33	0.33	13.33	7.00
2	0.00	2.00	12.00	3.48
3	0.00	1.00	13.00	4.63
4	0.33	1.33	12.33	4.79
5	0.67	0.67	12.67	7.56
6	2.00	0.00	12.00	1.96
7	1.00	0.00	13.00	3.56
8	1.33	0.33	12.33	3.88
9	1.00	1.00	12.00	4.88
10	0.00	0.00	14.00	5.63

Espinosa (2007) manifiesta que la consistencia sensorial es detectada por el estímulo de receptores mecánicos y táctiles, especialmente cuando el alimento fluye en la región de la boca. A modo general, los panelistas comentaron en las cartillas, que algunas muestras tenían buena consistencia (cremosas); pero en algunas podían distinguir grumos y otras resultaban ser muy sueltas.

Este comportamiento guarda relación directa con el análisis de viscosidad aparente, en donde la adición de sal influyó en la disminución de viscosidad al elevar la sinéresis, que implicó en la falta de cuerpo tal como se aprecia en el tratamiento T6 (2% sal, 0% gelatina, 12% ají amarillo).

Ackay y otros (2020) en su estudio de yogurt con sal al 0.5% con pimienta cayena en rodajas (5, 10 y 15%) y en polvo (0.5, 1 y 2.5%) señalan que las muestras presentaron cuerpo demasiado débil y roto, especialmente las que contenían pimienta en polvo.

Por su parte, la gelatina contrarrestó tal efecto, porque tiene la función de interactuar con las micelas de caseína para mejorar la capacidad de retención de agua (Duarte y Hickmanm, 2007), sin embargo, esta valoración cambió al aumentar a 2% la gelatina, paso a “me desagrada ligeramente”, tratamientos vistos como demasiado espesos y grumosos dado la tendencia a cuajarse en temperaturas de refrigeración. Estas

concentraciones generaron fuerzas intermoleculares muy fuertes que dificultaron el batido.

El uso de la gelatina en el yogurt resulta ser limitado, dada su influencia sobre el atributo en mención. Säker y Rodríguez (2012) describen que con 0.4% de gelatina se puede obtener la mejor puntuación. En su evaluación, aplicaron una escala del 1 al 5 en donde la concentración mencionada obtuvo el puntaje de 4 que corresponde a “viscoso”.

En esta investigación se necesitó concentraciones superiores, pero sin sobrepasar el 1%, para obtener calificaciones de agrado por parte de los jueces; aplicable en presencia de sal y ají amarillo. En el Anexo 12 se presentan los resultados totales de la evaluación sensorial para el atributo consistencia.

No se determinaron diferencias significativas ($p > 0.05$) para el atributo consistencia, el Cuadro 30 muestra que ningún modelo matemático pudo describir el comportamiento de esta variable.

Cuadro 30. Análisis de varianza del diseño de mezclas para el atributo consistencia en yogurt probiótico con ají amarillo

Modelo	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	F	p	R ²
Lineal	3.70	2	1.85	0.90	0.449	0.204
Cuadrática	11.31	3	3.77	4.85	0.081	0.829
Cúbico especial	0.06	1	0.06	0.05	0.831	0.832
Cúbico completo	2.38	2	1.19	1.77	0.469	0.963

Evaluación de aceptabilidad del atributo sabor

El Cuadro 31, muestra que los panelistas tuvieron preferencia por los tratamientos con bajo contenido en sal y alto contenido de ají amarillo como por ejemplo el tratamiento T1 y T10 con calificaciones medias de “Me agrada ligeramente” y “Ni me agrada ni desagrada”. El Anexo 12 presenta los resultados para el atributo sabor.

Cuadro 31. Puntuaciones del atributo sabor en yogurt probiótico

Tratamientos	A: Sal	B: Gelatina	C: Ají amarillo	Sabor
1	0.33	0.33	13.33	5.50
2	0.00	2.00	12.00	4.26
3	0.00	1.00	13.00	4.63
4	0.33	1.33	12.33	4.38
5	0.67	0.67	12.67	4.71
6	2.00	0.00	12.00	2.00
7	1.00	0.00	13.00	3.41
8	1.33	0.33	12.33	3.88
9	1.00	1.00	12.00	4.21
10	0.00	0.00	14.00	5.07

Así mismo, en el Cuadro 32, mediante el análisis de varianza se determinó significancia estadística en el modelo cuadrático ($p \leq 0.05$) el cual describe de forma válida el fenómeno en estudio; por presentar valor de coeficiente de determinación R^2 alto de 0.960 (superior al 0.85).

Cuadro 32. Análisis de varianza del diseño de mezclas para el atributo sabor de la variable aceptabilidad general en yogurt probiótico con ají amarillo.

Modelo	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	F	p	R^2
Lineal	7.79	2	3.90	10.38	0.008	0.748
Cuadrática	2.21	3	0.74	7.08	0.045	0.960
Cúbico especial	0.16	1	0.16	1.89	0.263	0.976
Cúbico completo	0.25	2	0.13	55.72	0.094	1.000

En la Figura 13 y 14 se presenta los contornos y superficie de respuesta para el atributo sabor de la mezcla de sal, gelatina y ají amarillo en yogurt probiótico.

Según la Figura 13, el modelo explica un 96% la dependencia de la aceptabilidad del sabor con los niveles de sal, gelatina y ají amarillo. Así se puede explicar que las puntuaciones del sabor del yogurt se redujeron de 4.77 a 2.04 que corresponde a “ni me agrada ni desagrada” a “me desagrada mucho” tras el incremento de los niveles de sal.

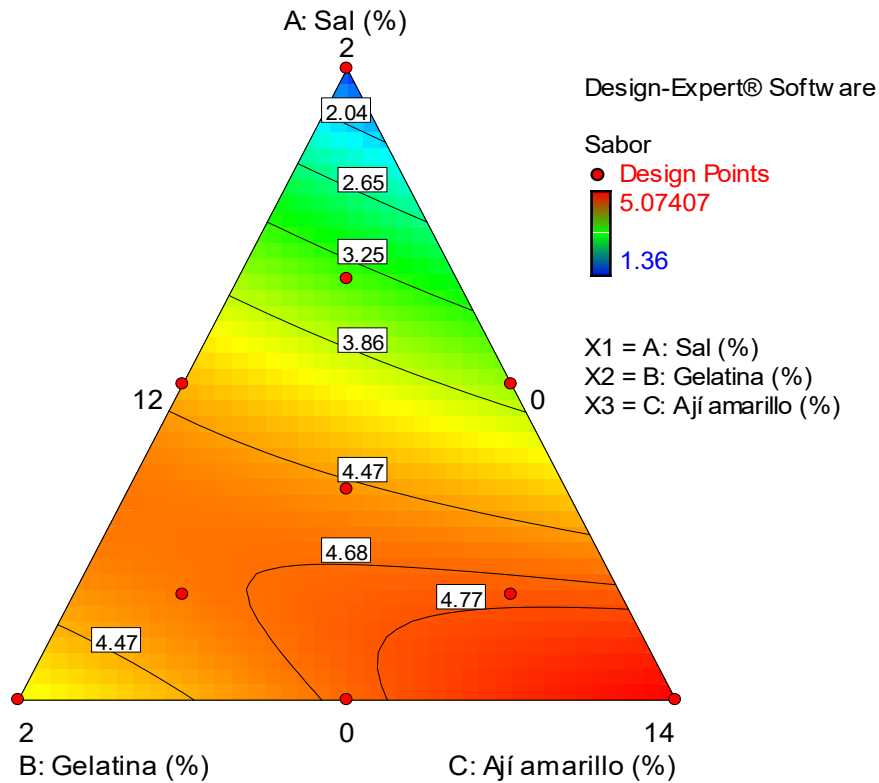


Figura 13. Superficie de contornos de las combinaciones de sal, gelatina y ají amarillo para el atributo de sabor de la variable aceptabilidad general en yogurt probiótico.

Con el aumento de la concentración de ají amarillo los valores pasaron ligeramente de 4.47 a 4.77 puntos (“ni me agrada ni desagrada”) y al aumentar la concentración de gelatina los valores de sabor aumentaron de aproximadamente 3.86 a 4.47 puntos que se relaciona con “me desagrada ligeramente” a “ni me agrada ni desagrada”, respectivamente.

Estos resultados eran esperados, considerando que se busca desarrollar un yogurt no convencional, cuyo propósito sea consumirlo como salsa en reemplazo de la vinagreta o mayonesa para acompañar brochetas, ensaladas o sándwich; la mayoría de leches fermentadas en Latinoamérica suelen ser de baja acidez, dulces y saborizadas con frutas, y, probablemente, los consumidores necesiten más tiempo para adecuar su paladar al yogurt salado.

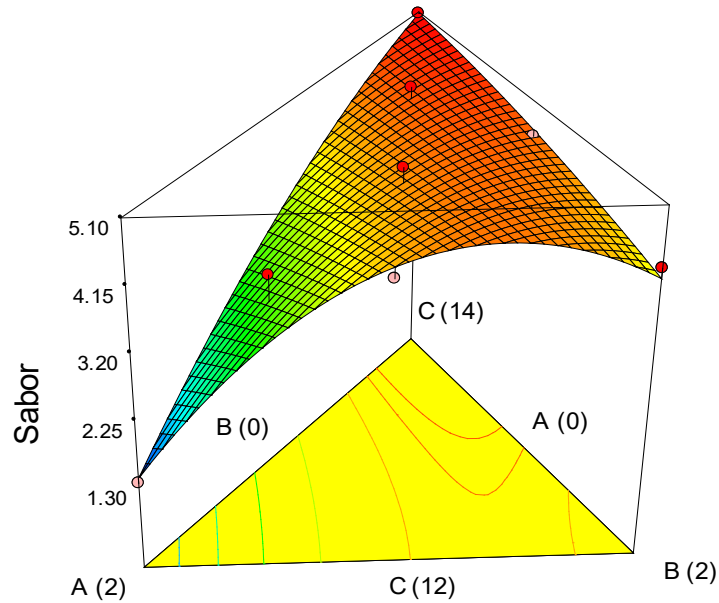


Figura 14. Superficie de respuesta de las combinaciones de sal, gelatina y ají amarillo para el atributo de sabor de la variable aceptabilidad general en yogurt probiótico.

Arab y otros (2019) evaluaron la influencia de la adición de sal (0.5 y 1%) y sustitución de NaCl por KCl al 50% en una bebida de yogurt. Como resultado general tuvieron que el mejor sabor fue para la formulación con sustitución parcial de NaCl por KCl, resaltando que las muestras que contenían 1% de NaCl tenían bastante desuerado y sabor poco agradable.

El color se suele asociar con el sabor y puede facilitar la aceptación de un producto. Para este caso, el amarillo fue atractivo para los panelistas puesto que el cerebro lo asocia con la luz solar y estimula el apetito (Espinosa, 2007) y permitió que el producto aumente su aceptabilidad tras el incremento de la pulpa de ají amarillo.

Investigaciones realizadas en Corea por Khang y otros (2018) en yogurt con jugo de pimiento chung yang fermentado rojo y verde al 1, 3 y 5%, observaron valores de baja aceptación debido al sabor picante. Otro estudio realizado en Turquía en yogurt con oleoresina de pimiento rojo picante al 1.5 y 3%, reportó rechazo del consumidor debido al desarrollo de un sabor amargo (Askin, Ozturk, Durusoy y Kaya, 2021).

El yogurt con ají amarillo ha sido más aceptado que las investigaciones anteriores rechazadas por el sabor amargo, oleorresinas y la pungencia. Sin embargo, este sabor aún no es reconocido como parte del yogurt por los hábitos alimenticios actuales en la región.

En cuanto a la adición de gelatina, esta mejoró la percepción de sabor, sin embargo, este hidrocoloide carece de sabor, no obstante, sus propiedades de sensación en la boca favorecieron a la palatabilidad.

Este factor explica lo dicho por Lau (2018) quien manifiesta que los diferentes espesantes adicionados al yogurt, como la gelatina, retardan la liberación de los componentes del aroma dada las diferentes interacciones que se producen en la red tridimensional del gel. Es por ello que se liberan al momento de la degustación al mezclarse con la saliva.

En el cuadro 33 se presenta los coeficientes estimados significativos del modelo cuadrático (en unidades codificadas), fueron los componentes lineales: sal, gelatina y ají amarillo, además de la porción cuadrática: sal-gelatina ($p \leq 0.05$).

Cuadro 33. Coeficientes estimados en unidades codificadas del modelo cuadrático para el atributo sabor de la variable aceptabilidad general en yogurt probiótico con ají amarillo

Componente	Coefficiente estimado	Error estándar	t	p
A-Sal (%)	1.43	0.31	4.60	0.010
B-Gelatina (%)	4.12	0.31	13.24	0.000
C-Ají amarillo (%)	5.07	0.31	16.31	0.000
AB	6.36	1.43	4.43	0.011
AC	1.80	1.43	1.26	0.277
BC	0.47	1.43	0.33	0.759

A partir de los coeficientes estimados en unidades codificadas se obtuvo los coeficientes estimados en unidades naturales (Ecuación 5).

Sabor = $-6.865*A - 1.526*B + 0.362*C + 1.589*AB$ (Ecuación 5).

4.8 Optimización multirrespuesta para la mezcla de sal, gelatina y pulpa de ají amarillo (*Capsicum baccatum* L. var. *pendulum*) en yogurt probiótico

Se realizó una superposición de superficies de contornos con las variables dependientes (Figura 15) que pudieron ser modeladas con la finalidad de encontrar la zona óptima con la menor acidez, sinéresis, mejor viscosidad aparente además del mayor promedio en color y sabor sensorial.

La combinación óptima fue: sal 0.27%, gelatina 0.77% y ají amarillo 12.96% y las respuestas estimadas fueron: acidez de 0.93%, sinéresis 46.25%, viscosidad aparente 3626.31 mPa.s, color sensorial 6.1 puntos (“me agrada ligeramente”) y sabor 4.75 (“ni me agrada ni desagrada”).

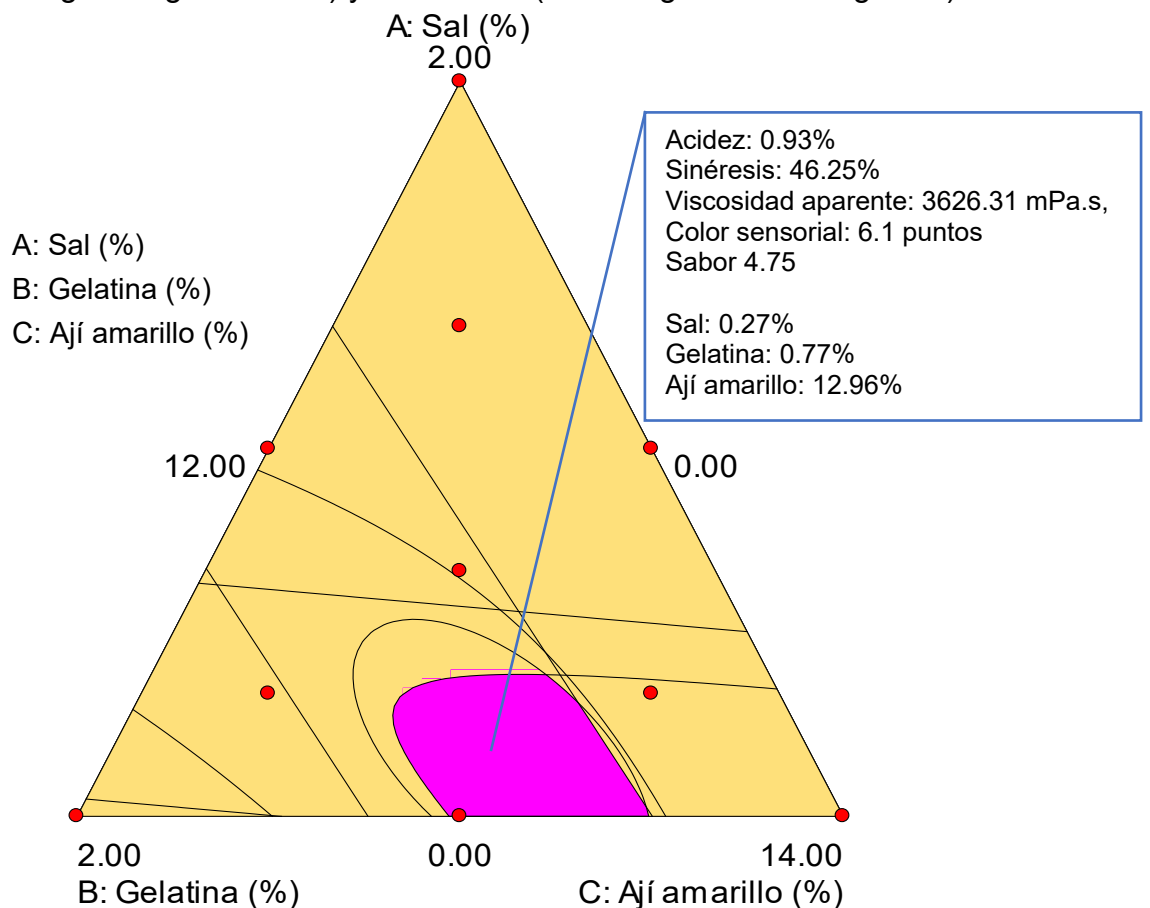


Figura 15. Superposición de las superficies de contorno para la optimización de las mezclas de sal, gelatina y ají amarillo de yogurt probiótico.

V. CONCLUSIONES

La mezcla de sal, gelatina y ají amarillo (*Capsicum baccatum* L. var. *pendulum*) presentaron efecto significativo sobre la acidez, sinéresis, viscosidad aparente y para los atributos sensoriales de color y sabor. Para el recuento de bacterias ácido lácticas, medida de color L*a*b*, olor, consistencia y antioxidantes ningún modelo matemático tuvo significancia.

La combinación óptima fue: sal al 0.27%, gelatina 0.77% y ají amarillo 12.96% para yogurt probiótico. Las respuestas estimadas son: acidez 0.93%, sinéresis 46.25%, viscosidad aparente 3626.31 mPa.s, color sensorial 6.1 y sabor 4.75 puntos.

VI. RECOMENDACIONES

Evaluar otras concentraciones de sal (0-0.5%), gelatina (0.5-1.0%) y ají amarillo (13-15%) para incrementar la aceptabilidad del yogurt.

Determinar el tiempo de vida útil en la mezcla de yogurt con sal, gelatina y ají amarillo.

Realizar recuento de bacterias iniciadoras y probióticos en medios de cultivos separados, así como su confirmación mediante pruebas bioquímicas.

Dado la diversidad de ajíes en el Perú, se recomienda seguir investigaciones de yogurt con otros capsicum (ají panca, pimiento y ají mochoero) en pulpa o liofilizados para conservar mejor sus propiedades.

Evaluar las características sensoriales del yogurt salado con ají amarillo en pulpa adicionado luego de la fermentación.

Realizar la evaluación sensorial con vehículos como ensaladas o galletas para incrementar la aceptabilidad del yogurt.

Evaluar la influencia de otros tipos de hidrocoloides como CMC, goma guar y xantana en la textura del yogurt probiótico.

Estudiar la cinética de acidificación de la leche con las mezclas de sal, gelatina y ají amarillo para evaluar la producción de ácido láctico.

VII. REFERENCIAS

Ackay, F., Besir, A. y Yazici, F. (2020). Effect of cayenne pepper addition on physicochemical, microbiological and sensory properties of drinkable yoghurt-ayran. *Acta Universitatis Cibiniensis Series E: Food Technology*, 24(1): 79-87.

Acuña, F. (2018). Obtención de un excipiente a partir de semillas y venas de ají amarillo (*Capsicum baccatum*) después de la extracción de capsaicinoides. Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero en Industrias Alimentarias. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.

Alkobeisi, F., Varidi, M., Varidi, M, Nooshkam, M. (2022). Quinoa flour as a skim milk powder replacer in concentrated yogurts: Effect on their physicochemical, technological, and sensory properties. *Food Science and Nutrition*, 10(4):1113-1125.

Anzaldúa-Morales, A. (2005). La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica. Editorial Acribia. Zaragoza, España.

AOAC. (1997). Métodos Oficiales de Análisis. Edición 16. Editorial Asociación química agropecuaria. Washington, DC., USA.

Arab, M., Sohrabvandi, S., Khorshidian, N. y Mortazavian, A. (2019). Combined effects of salt-related variables on qualitative characteristics of probiotic fermented milk. *Current Nutrition and Food Science*, 15(3): 234-242.

Arévalo, M. (2015). Elaboración de yogurt a base de bacterias probióticas, prebióticos y vitamina A. Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Químico. Universidad de Cuenca. Cuenca, Ecuador.

Askin, B., Ozturk, D., Durusoy, B. y Kaya, Y. (2021). Properties of yogurt fortified with capsaicin extracts dissolved in high oleic sunflower oil. *Journal of Food Processing and Preservation*, 46(10):15633.

Badui, S., Bourges, H. y Anzaldúa, A. (1997). *Química de los Alimentos*. Tercera edición. Editorial Pearson, México.

Bailón, R. (2012). *Fermentaciones Industriales*. Informe final de investigación. Universidad Nacional del Callao. Lima, Perú.

Barakat, H., y Mohamed, F. (2017). Chemical, Nutritional, Rheological, and Organoleptical Characterizations of Stirred Pumpkin Yoghurt. *Food and Nutrition Sciences*, 8: 746-759.

Bedoya, S. (2015). ¿El ají es peruano? Su historia y algunas costumbres nacionales. *Tradición*, 2(15): 69-80.

Cárdenas, A., Alvites, H., Valladares, G., Obregón, J. y Vásquez, V. (2013). Optimización mediante diseño de mezclas de sinéresis y textura sensorial de yogurt natural batido utilizando tres tipos de hidrocoloides. *Agroindustrial Science*, 3(1):35-40.

Carranco, M., Calvo, M. y Pérez- Gil., F. (2011). Carotenoides y su función antioxidante: Revisión. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 6(3):233-241.

Castillo, M. (2014). Viabilidad de probióticos en yogur batido durante su almacenamiento en refrigeración. Tesis para optar el Grado de Magister en Ciencia y Tecnología de Alimentos. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.

Celik, S. y Bakirsi, I. (2003). Some properties of yoghurt produced by adding mulberry pekmez (concentrated juice). *International Journal of Dairy Technology*, 56(1):26-29.

Chen, M., Wang, X., Liu, Y., Li, P., Wang, R. y Jiang, L. (2022) Discoloration Investigations of Yellow Lantern Pepper Sauce (*Capsicum chinense Jacq.*) Fermented by *Lactobacillus plantarum*: Effect of Carotenoids and Physicochemical Indices. *Molecules*, 27(20):7139.

Chudy, S., Pikul, J., y Rudzińska, M. (2015). Effects of storage on lipid oxidation in milk and egg mixed powder. *Journal of Food and Nutrition Research*, 54(1): 31–40.

Codex Alimentarius. (2003). Norma del Codex para leches fermentadas. CXS 243- 2003. Norma para leches fermentadas. Adoptada 2003, revisada 2008, 2010 y 2018.

Cuño, G., Sáez, G., Palacios, J. y Zarate, G. (2017). Evaluación de la actividad β -galactosidasa de bacterias grado alimentario para la selección de cepas con fines probióticos. *Iditec*, 6(10):38-54.

Decreto Supremo N° 015-84-SA. (1984). Que declara que las empresas dedicadas al procesamiento de la sal de consumo humano están obligadas a añadir flúor y yodo a dicho producto. Lima, Perú.

Del Río, R. y Vidal, P. (2019). Tipos de antisépticos, presentaciones y normas de uso. *Medicina Intensiva*, 43(1):7-12.

Delgado, E. (2020). Efecto de la concentración de Stevia y pulpa de arándanos (*Vaccinium myrtillus*) en la capacidad antioxidante y aceptabilidad del yogurt. Tesis para optar el título profesional de Ingeniero de Industrias Alimentarias. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Lambayeque, Perú.

Duarte, C. y Hickmann, S. 2007. The influence of additives on the rheological and sensory properties of nonfat yogurt. *International Journal of Dairy Technology*. 60(4): 270-276.

Espinosa, J. (2007). *Evaluación sensorial de alimentos*. Editorial Universitaria. La Habana, Cuba.

Espinoza, J. (2017). Efecto del tratamiento térmico sobre el color y el contenido de carotenoides totales en salsas de ajíes (*Capsicum spp*) nativos. Tesis para obtener el título de Ingeniero en Industrias Alimentarias. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.

Fonseca, H., Robson, E., Santos, L., Alves, E., Dos Santos, A., Santos, T. y Soares, M. (2020). Crecimiento, viabilidad y post-acidificación de *Lactobacillus plantarum* en la leche de transición bovina. *Revista Mexicana Ciencias Pecuarias*.11(2):539-552.

Gandhi, A. y Shah, N. (2016). Effect of salt stress on morphology and membrane composition of *Lactobacillus acidophilus*, *Lactobacillus casei*, and *Bifidobacterium bifidum*, and their adhesion to human intestinal epithelial-like Caco-2 cells. *Journal of Dairy Science*, 99(4): 2594-2605.

González, C., Molina, S. y Coca, V. (2010). Calidad de leche cruda. En Primer Foro sobre Ganadería Lechera de la Zona Alta de Veracruz. Secretaría de Desarrollo Agropecuario, Rural, Foresta y Pesca del Gobierno del Estado de Veracruz. Veracruz, México.

Gutiérrez, H. y De la Vara, R. (2008). *Análisis y diseño de experimentos*. Segunda Edición. Editorial Mc Graw-Hill. D.F. México.

Huertas, R., Consolación, C., Mas, M. y Forgas, S. (2016). Efecto del diseño conjunto en la capacidad cognitiva y el rendimiento. Una propuesta

de diseño basado en bloques incompletos balanceados. *Innovar*, 26 (59):73-90.

Hunterlab. (1996). CIEL*a*b* Color Scale. Hunter Associates Laboratories. USA.

INDECOPI. (2014). Norma técnica peruana 202.092. Leche y Productos Lácteos. Yogurt. Requisitos. Quinta Edición. Lima, Perú.

Infanzón, L. y Yactayo, C. (2019). Estudio comparativo entre el yogurt artesanal elaborado con leche de cabra (*Capra hircus*), tuna (*Opuntia ficus-índica*), ajonjolí (*Sesamum indicum*) y zinc con tres marcas comerciales. Tesis para optar el título profesional de Químico Farmacéutico. Universidad María Auxiliadora. Lima, Perú.

INIA. (2001). Cultivo de ají escabeche en el valle de Chancay-Huaral. Instituto Nacional de Innovación Agraria. Ministerio de Agricultura. Lima, Perú.

INIA. (2015). Informe final servicio de elaboración del contenido para un catálogo de pasaporte de la colección de germoplasma de capsicum. Instituto Nacional de Innovación Agraria. Ministerio de Agricultura. Lima, Perú.

Khang, S., Yu, M., Kim, J., Park, S., Lee, C., Lee, H. y Kim, S. (2018). Biochemical, microbiological, and sensory characteristics of stirred yogurt containing red or green pepper (*Capsicum annuum* cv. *Chungyang*) juice. *Korean Journal for Food Science of Animal Resources*, 38(3):451-467.

Kocabaş, H., Ergin, F., Aktar, T. y Küçükçetin, A. (2022). Effect of lactose hydrolysis and salt content on the physicochemical, microbiological, and sensory properties of ayran. *International Dairy Journal*, 129: 105360.

Lau, N. (2018). Caracterización sensorial del yogurt griego disponible en el mercado costarricense. Tesis para optar el título profesional de Licenciado en Ingeniería de Alimentos. Universidad de Costa Rica. Costa Rica.

Lee, Y. y Yang, H. (2022). Xanthan gum modified fish gelatin and binary culture modulates the metabolism of probiotics in fermented milk mainly via amino acid metabolism pathways, *Food Research International*, 161: 111844

López, G. (2003). Chili: La especie del nuevo mundo. *Ciencia*. 69:1-10.

López, S., Márquez, L. y Pretell. (2009). Temperatura y tiempo de tratamiento térmico y el color de la pulpa de ají escabeche (*Capsicum baccatum* L.). *Pueblo continente*, 20(1):167-173.

Manrique, E. (2003). Los pigmentos fotosintéticos, algo más que la captación de luz para la fotosíntesis. *Ecosistemas*, 12(1):1-11.

Meléndez, J., Vicario, M. y Francisco, J. (2004). Importancia nutricional de los pigmentos carotenoides. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 54(2):149-155.

Meléndez, J., Escudero, M., Vicario, M. y Heredia, F. (2010). Estudio preliminar sobre la utilidad del color para clasificar los zumos de naranja según su elaboración. *Óptica pura y aplicada*, 43(4):245-249.

Mis, Y., Hernández, M., Garruña, R., Medina, K. y Andueza, R. (2022). Características fenotípicas, nutricionales y nutraceuticas de frutos de chile x'catik, dulce y su híbrido f1 (*Capsicum annum* L.). *Polibotánica*, 53 (1): 183-195.

Mohajeri, N., Mahasti, P., Akhondzadeh, A., Khoshkhoo, Z. y Khanjari, A. (2021). An assessment of *Cuminum cyminum* (Boiss) essential oil, NaCl, bile salts and their combinations in probiotic yogurt. *Italian Journal of Food Science*, 33(1):24-33.

Montesinos, O., Luna, F., Franco, E., Pastrana, A. y Buenrostro, R. (2007). Diseños de bloques incompletos como una alternativa para la evaluación de proyectos en organizaciones gubernamentales y no gubernamentales. *Nova Scientia*, 11(1):433-477.

Moyano, C. (2020). Tipos de yogur en el mundo. Foodunfolded. Recuperado el 10 de noviembre del 2022 de: <https://www.foodunfolded.com/es/articulo/tipos-de-yogur-en-el-mundo>.

Mutiara, T., Soekopitojo, S. y Paksi, S. (2021). The effect of adding a large red chili puree (*Capsicum annuum* L.) on the physicochemical characteristics of yogurt. *Bulletin of Culinary Art and Hospitality*, 1(2):58-62.

Najgebauer, D., Grega, T., Tabaszewska, M. (2014). Yoghurts with addition of selected vegetables: acidity, antioxidant properties and sensory quality. *Acta Scientiarum Polonorum Technologia Alimentaria*. 13(1):35-42.

Noor, A., Mokhtar, M., Rafiqul, Z. y Pramod, M. (2012). Understanding color models: A Review. *ARPN Journal of Science and Technology*, 2(3): 265–275.

Ordinola, E. y Osorio, L. (2015.) Viabilidad de las bacterias lácticas *Streptococcus salivarius ssp thermophilus* y *Lactobacillus delbrueckii ssp bulgaricus* durante el almacenamiento a temperatura ambiente y refrigeración de cuatro marcas de yogures comerciales. *Ingeniería: Ciencia, Tecnología e Innovación*, 2(2): 68-84.

Pauletti, M., Rozycki, S., Sabbag, N. y Costa, S. (2003). Modelización de la consistencia de yogurt batido: Efecto de la adición de varios gelificantes. *Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 4(2):90-94.

Perea, J., Santana, T. y De hombre, R. (2010). Influencia de factores tecnológicos en la consistencia de leches fermentadas batidas. *Tecnología Láctea Latinoamericana*, 60:55-62.

Pereira, P. Fagundes, B., Divino, V., Dias, J. Gandra, K. y Cunha, L. (2018). Development and assessment of concentrate salty yogurt added spices. *Journal of Bioenergy and Food Science*, 5 (2): 66-84.

Proexpansión. (2019). El mercado de yogur al 2019. Recuperado el 16 de enero del 2023 de: https://proexpansion.com/en/articulos_oe/1573-el-mercado-de-yogur-al-2019.

PROMPERÚ. (2016). Pimientos, rocotos y ajíes capsicum del Perú. Comisión de Promoción del Perú para la Exportación y el Turismo. Lingo. Lima, Perú.

Puelles, C. (2015). Efecto de la adición de hidrolizado de tilapia (*Oreochromis niloticus*) sobre las características fisicoquímicas del yogurt batido base e influencia de mermelada de kiwi (*Actinidina deliciosa*) sobre la aceptabilidad general del yogurt batido saborizado. Tesis para obtener el título profesional de ingeniera en Industrias Alimentarias. Universidad Privada Antenor Orrego. Trujillo, Perú.

Quezada, R. y Reyes, M. (2019). Capacidad antioxidante del yogurt natural suplementado con *Actinidia deliciosa* (kiwi) en 2,2- difenil- 1- picrilhidrazilo. Tesis para optar el Grado Académico de Bachiller en Farmacia y Bioquímica. Universidad Nacional de Trujillo. Trujillo, Perú.

Ramos, N., Lima, M., Freitas, P., Prudencio, S. y García, S. (2022). Desarrollo y caracterización de leche fermentada viili con adición de cúrcuma longa. *Revista de los Cárpatos de Ciencia y Tecnología de los Alimentos*, 15(2):192-209.

Redondos, N. (2019). Efectos del consumo de probióticos y yogures sobre el sistema inmunitario y el microbiota intestinal de adultos sanos. Tesis para optar el Grado académico de Doctor en Bioquímica, Biología Molecular y Bioquímica. Universidad Complutense de Madrid. Madrid, España.

Rettig, M. y Kong, A. (2014). El color en los alimentos un criterio de calidad medible. *Agro sur*, 42(2): 57-66.

Reyes, A. (2015). Efecto de la adición de chía (*Salvia hispanica* L.) y pasas sobre la sinéresis, acidez, firmeza, viscosidad aparente y aceptabilidad general del yogurt afluado frutado. Tesis para la obtención del título profesional de Ingeniero en Industrias Alimentarias. Universidad Privada Antenor Orrego. Trujillo, Perú.

Robinson, R. y Tamine, A. (2007). Yogurt, ciencia y tecnología. Editorial Acribia S.A. Zaragoza, España.

Rojas, R., Patel, K., Ruz, C., Calderón, R., Asencios, E., Quispe, F. y Marcelo, M. (2016). Ajíes nativos peruano, caracterización agromorfológica, químico nutricional y sensorial. Proyecto de caracterización de ajíes nativos por sus atributos sensoriales y funcionales para la mejora de la pequeña/mediana agricultura y su posicionamiento en el mercado nacional/internacional. Universidad Peruana Cayetano Heredia. Lima, Perú.

Romeo, Y., Bouvier, J. y Gutiérrez, C. (2001). La réponse au stress osmotique des bactéries lactiques *Lactococcus lactis* et *Lactobacillus plantarum*. *Le Lait* 81: 49-55. Francia.

Ruales, B. (2012). Seguimiento de la producción del aroma del yogurt durante la fermentación ácido láctica mediante nariz electrónica y evaluación sensorial. Tesis para obtener el Grado Académico de Magister en Ciencia y Tecnología de Alimentos. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia.

Säker, W. y Rodríguez, A. (2012). Influencia del cultivo láctico, gelatina y sacarosa sobre la viscosidad, sinéresis y características sensoriales en leche fermentada. *Pueblo Continente*, 23(1):125-136.

Sánchez, D. y Mora, L. (2022). Evaluación de hidrocoloides sobre la inhibición de grumos en el rompopo. Informe de trabajo de integración curricular previo a la obtención del Título de Ingeniero Agroindustrial. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López. Calceta. Ecuador.

Santos, R. y Ventura, P. (2020). Determinación de la capacidad antioxidante y compuestos fenólicos totales del yogurt con adición de frambuesa silvestre (*Rubus roseus Poir*). Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Agroindustrial. Universidad Nacional del Centro del Perú. Huancayo, Perú.

Schkoda, P., Hechler, A. y Kessler, H. (1999). Effect of minerals and pH on rheological properties and syneresis of milk-based acid gels. *International Dairy Journal*, 19:269-273.

Stat-Ease, Inc. (2010). Design Expert (Versión 7) Software. Recuperado el 16 de enero del 2023 de. <https://www.statease.com/software/design-expert/>

Stobiecka, M., Król, J. y Brodziak, A. (2022). Antioxidant Activity of Milk and Dairy Products. *Animals*. 13(2): 245-254.

Surco, F., Ayquipa, H., Quispe, W., García, J. y Valle, M. (2020). Determinación de polifenoles totales y actividad antioxidante de extracto de semillas de uvas residuos de la producción de Piscos. *Revista de la Sociedad Química del Perú*. 86(2):123-131.

Tamime, A. y Robinson, R. (1991). *Yogur: Ciencia y tecnología*. Editorial Acribia. S.A. Zaragoza, España.

Tamime, A. (2006). *Manufacture of yogurt: Fermented Milks*. Blackwell Science. Oxford, Inglaterra.

Torricella, R., Zamora, E. y Pulido, H. (2007). *Evaluación sensorial aplicada a la investigación, desarrollo y control de la calidad en la industria alimentaria*. Segunda edición. Editorial Universitaria. La Habana, Cuba.

Trujillo, S., Schmid, W., Lazos, R. y Galván, M. (2016). *Incertidumbre en la calibración de viscosímetros Brookfield*. Centro Nacional de Metrología. Querétaro, México.

Vera, R. 2012. *Efecto de la adición de caseinato de sodio y gelatina, sobre la viscosidad aparente, sinéresis y tiempo de fermentación en yogurt batido*. Tesis para optar el título de ingeniero en industrias alimentarias. Facultad de ciencias agrarias. Universidad Privada Antenor Orrego.

Weill, R. (2017). *El Yogur, un alimento milenario a la luz del siglo XXI*. Asociación Civil Danone para la Nutrición, la Salud y la Calidad de Vida. Buenos Aires, Argentina.

Yeniçeri, S., Çomak, E. y Küçükçetin, A. (2021). Efectos fisicoquímicos y microbiológicos de Ayran que contiene bacterias probióticas. *Akademik Gıda*, 19(4): 414-423.

Znamirowska, A., Szajnar, K. y Pawlos, M. (2019). Organic magnesium salts fortification in fermented goat's milk. *International Journal of Food Properties*, 22(1):1615-1625.

VIII. ANEXOS

Anexo 1. Valores de acidez titulable para la mezcla de sal, gelatina y pulpa de ají amarillo en yogurt probiótico

Tratamientos	Factores			Acidez Titulable			
	A: Sal	B: Gelatina	C: Ají amarillo	R1	R2	R3	Promedio (%)
1	0.33	0.33	13.33	0.94	0.90	0.92	0.92
2	0.00	2.00	12.00	0.92	0.90	0.92	0.91
3	0.00	1.00	13.00	0.90	0.92	0.88	0.90
4	0.33	1.33	12.33	0.92	0.94	0.92	0.92
5	0.67	0.67	12.67	1.03	0.99	0.99	1.00
6	2.00	0.00	12.00	1.10	1.12	1.12	1.11
7	1.00	0.00	13.00	1.04	1.03	1.01	1.03
8	1.33	0.33	12.33	1.03	1.01	1.01	1.01
9	1.00	1.00	12.00	0.95	0.97	0.95	0.96
10	0.00	0.00	14.00	0.92	0.92	0.95	0.93

Anexo 2. Valores de sinéresis para la mezcla de sal, gelatina y pulpa de ají amarillo en yogurt probiótico

Tratamientos	Factores			Sinéresis (%)			
	A: Sal	B: Gelatina	C: Ají amarillo	R1	R2	R3	Promedio
1	0.33	0.33	13.33	51.78	51.47	52.08	51.78
2	0.00	2.00	12.00	15.00	15.53	14.85	15.13
3	0.00	1.00	13.00	38.10	37.10	41.50	38.90
4	0.33	1.33	12.33	39.81	42.16	44.12	42.03
5	0.67	0.67	12.67	52.94	50.98	49.04	50.99
6	2.00	0.00	12.00	56.86	57.41	58.82	57.70
7	1.00	0.00	13.00	52.88	52.94	53.47	53.10
8	1.33	0.33	12.33	54.37	55.00	54.72	54.70
9	1.00	1.00	12.00	49.51	49.02	50.00	49.51
10	0.00	0.00	14.00	57.14	56.31	54.37	55.94

Anexo 3. Valores de viscosidad aparente para la mezcla de sal, gelatina y pulpa de ají amarillo en yogurt probiótico

Tratamientos	Factores			Viscosidad aparente (mPa.s)			
	A: Sal	B: Gelatina	C: Ají amarillo	R1	R2	R3	Promedio (%)
1	0.33	0.33	13.33	1138	1144	1159	1147
2	0.00	2.00	12.00	9238	9250	9262	9250
3	0.00	1.00	13.00	3763	3787	3800	3783
4	0.33	1.33	12.33	7650	7662	7675	7662
5	0.67	0.67	12.67	1600	1619	1638	1619
6	2.00	0.00	12.00	21.9	17.5	19.2	19
7	1.00	0.00	13.00	275	271.9	265.6	270
8	1.33	0.33	12.33	456.3	493.8	496.9	482
9	1.00	1.00	12.00	4050	4063	4075	4062
10	0.00	0.00	14.00	1450	1378	1494	1440

Anexo 4. Valores de L* para la mezcla de sal, gelatina y pulpa de ají amarillo en yogurt probiótico

Tratamientos	Factores			L*			
	A: Sal	B: Gelatina	C: Ají amarillo	R1	R2	R3	Promedio
1	0.33	0.33	13.33	80.11	79.82	79.56	79.83
2	0.00	2.00	12.00	79.59	79.51	79.62	79.57
3	0.00	1.00	13.00	79.5	79.52	79.55	79.52
4	0.33	1.33	12.33	80.11	80.22	80.24	80.19
5	0.67	0.67	12.67	79.19	79.08	79.15	79.14
6	2.00	0.00	12.00	79.65	79.59	79.84	79.69
7	1.00	0.00	13.00	80.49	80.34	80.39	80.41
8	1.33	0.33	12.33	79.86	79.81	79.80	79.82
9	1.00	1.00	12.00	80.58	80.53	80.56	80.56
10	0.00	0.00	14.00	78.29	78.15	78.19	78.21

Anexo 5. Valores de color a* para la mezcla de yogurt con sal, gelatina y pulpa de ají amarillo en yogurt probiótico

Tratamientos	Factores			a*			
	A: Sal	B: Gelatina	C: Ají amarillo	R1	R2	R3	Promedio
1	0.33	0.33	13.33	-2.48	-2.65	-2.76	-2.63
2	0.00	2.00	12.00	-3.12	-2.95	-2.98	-3.02
3	0.00	1.00	13.00	-3.43	-3.39	-3.42	-3.41
4	0.33	1.33	12.33	-2.84	-2.98	-2.99	-2.94
5	0.67	0.67	12.67	-3.28	-3.16	-3.23	-3.22
6	2.00	0.00	12.00	-3.1	-2.98	-2.89	-2.99
7	1.00	0.00	13.00	-3.38	-3.34	-3.37	-3.36
8	1.33	0.33	12.33	-3.22	-3.27	-3.28	-3.26
9	1.00	1.00	12.00	-3.22	-3.24	-3.25	-3.24
10	0.00	0.00	14.00	-2.18	-2.2	-2.21	-2.20

Anexo 6. Valores de color b* para la mezcla de yogurt con sal, gelatina y pulpa de ají amarillo en yogurt probiótico

Tratamientos	Factores			b*			
	A: Sal	B: Gelatina	C: Ají amarillo	R1	R2	R3	Promedio
1	0.33	0.33	13.33	33.1	32.93	32.76	32.93
2	0.00	2.00	12.00	34.82	34.68	34.74	34.75
3	0.00	1.00	13.00	32.00	32.00	32.1	32.03
4	0.33	1.33	12.33	34.49	33.88	33.96	34.11
5	0.67	0.67	12.67	32.83	32.66	32.77	32.75
6	2.00	0.00	12.00	35.21	35.46	35.34	35.34
7	1.00	0.00	13.00	31.42	31.33	31.34	31.36
8	1.33	0.33	12.33	30.29	30.35	30.18	30.27
9	1.00	1.00	12.00	32.72	32.59	32.62	32.64
10	0.00	0.00	14.00	38.33	38.31	38.3	38.31

Anexo 7. Valores de capacidad antioxidante para la mezcla de sal, gelatina y pulpa de ají amarillo en yogurt probiótico

Tratamientos	N	Muestra yogurt (mL)	ABS	Promedio	% Captura
Control	0	0	0.977	0.97	0.00
			0.964		
			0.962		
T1	1	0.5	0.672	0.67	30.35
			0.681		
			0.669		
T1	2	1	0.593	0.59	38.72
			0.596		
			0.590		
T1	3	2	0.530	0.54	44.13
			0.546		
			0.546		
T1	4	3	0.497	0.49	49.09
			0.483		
			0.498		
T2	1	0.5	0.731	0.73	24.77
			0.728		
			0.725		
T2	2	1	0.682	0.71	26.77
			0.684		
			0.760		
T2	3	2	0.657	0.66	32.17
			0.654		
			0.658		
T2	4	3	0.591	0.60	38.51
			0.595		
			0.599		
T3	1	0.5	0.672	0.67	30.35
			0.681		
			0.669		
T3	2	1	0.646	0.65	32.72
			0.658		
			0.649		
T3	3	2	0.592	0.59	38.55
			0.593		
			0.599		
T3	4	3	0.551	0.56	42.58
			0.547		
			0.569		
T4	1	0.5	0.731	0.72	25.11
			0.72		
			0.723		
T4	2	1	0.689	0.68	29.31
			0.674		
			0.689		
T4	3	2	0.643	0.65	32.93
			0.658		
			0.646		
T4	4	3	0.583	0.59	39.37
			0.591		
			0.586		
T5	1	0.5	0.689	0.72	26.11
			0.677		
			0.779		
T5	2	1	0.667	0.66	31.31
			0.672		
			0.655		
T5	3	2	0.616	0.61	36.65
			0.602		
			0.621		
T5	4	3	0.587	0.59	39.37
			0.594		
			0.579		

Tratamientos	N	Muestra yogurt (mL)	ABS	Promedio	% Captura	
Control	0	0	0.977	0.97	0.00	
			0.964			
			0.962			
T6	1	0.5	0.785	0.78	19.12	
			0.77			
			0.793			
	2	1	1	0.756	0.75	22.94
				0.742		
				0.739		
	3	2	2	0.678	0.69	29.18
				0.684		
				0.694		
	4	3	3	0.592	0.61	37.00
				0.612		
				0.625		
T7	1	0.5	0.699	0.69	28.63	
			0.68			
			0.693			
	2	1	1	0.673	0.66	32.00
				0.652		
				0.649		
	3	2	2	0.623	0.64	34.24
				0.649		
				0.637		
	4	3	3	0.625	0.62	36.27
				0.631		
				0.594		
T8	1	0.5	0.752	0.75	22.56	
			0.741			
			0.755			
	2	1	1	0.732	0.72	25.25
				0.712		
				0.726		
	3	2	2	0.676	0.64	33.59
				0.694		
				0.558		
	4	3	3	0.561	0.56	42.23
				0.559		
				0.557		
T9	1	0.5	0.74	0.76	21.60	
			0.754			
			0.782			
	2	1	1	0.756	0.75	22.98
				0.742		
				0.738		
	3	2	2	0.684	0.69	29.14
				0.692		
				0.681		
	4	3	3	0.542	0.55	43.40
				0.549		
				0.552		
T10	1	0.5	0.593	0.59	39.20	
			0.585			
			0.587			
	2	1	1	0.562	0.55	42.71
				0.53		
				0.571		
	3	2	2	0.516	0.53	45.71
				0.531		
				0.529		
	4	3	3	0.496	0.51	47.33
				0.509		
				0.524		

Anexo 8. Valores de recuento de bacterias ácido lácticas para la mezcla de sal, gelatina y pulpa de ají amarillo en yogurt probiótico

Tratamientos	Factores			R1	R2	Promedio ufc/mL
	A: Sal	B: Gelatina	C: Ají amarillo	ufc/ mL	ufc/mL	
1	0.33	0.33	13.33	9.50E+09	8.30E+09	8.90E+09
2	0.00	2.00	12.00	6.00E+10	7.30E+10	6.65E+10
3	0.00	1.00	13.00	3.70E+09	3.30E+09	3.50E+09
4	0.33	1.33	12.33	1.07E+10	1.03E+10	1.05E+10
5	0.67	0.67	12.67	7.10E+09	6.80E+09	6.95E+09
6	2.00	0.00	12.00	1.20E+08	1.00E+08	1.10E+08
7	1.00	0.00	13.00	4.20E+08	5.00E+08	4.60E+08
8	1.33	0.33	12.33	1.30E+09	1.25E+09	1.28E+09
9	1.00	1.00	12.00	3.10E+10	3.5E+10	3.30E+10
10	0.00	0.00	14.00	3.00E+09	3.20E+09	3.10E+09

Anexo 9. Puntuaciones del atributo color para la mezcla de yogurt con sal, gelatina y pulpa de ají amarillo en yogurt probiótico

Panelistas	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
1		6	5	6		6		5		
2		8	3		7	5				9
3		6		6	5			6	5	
4			9	6	9				9	9
5						4	7	6	6	8
6		6			6		5		5	5
7	6	6					6	7		6
8	8		5			7			8	7
9	7	6		5		6				3
10	6		5	4			7		6	
11	6	6	7		6		7			
12	8	5	4					4	4	
13		5	8			7	7		6	
14	3			2	3	7	2			
15			8	6			6	6		4
16	7				5	6		5	4	
17	6			7	6			7		6
18			9		8	5	4	3		
Promedio	6	6	6	5	6	6	6	5	6	6

Panelistas	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
19		6	6	5		5		6		
20		7	7		9	5				9
21		6		6	7			6	8	
22			6	5	6				9	9
23						5	7	5	6	6
24		7			6		7		7	9
25	8	6					6	7		6
26	7		4			7			8	7
27	7	5		5		6				8
28	9		6	4			7		6	
29	6	6	6		4		7			
30	7	5	8					5	5	
31		5	7			6	7		6	
32	9			4	5	6	6			
33			8	5			6	6		6
34	8				8	6		4	5	
35	6			6	8			7		7
36			8		7	6	7	4		
Promedio	7	6	7	5	7	6	7	6	7	7

Panelistas	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
37		5	6	6		8		5		
38		6	7		8	6				9
39		5		5	6			6	6	
40			6	5	9				9	6
41						9	6	6	6	8
42		7			7		7		5	5
43	7	5					6	7		6
44	6		5			6			7	7
45	7	6		5		5				6
46	6		7	6			5		6	
47	6	6	7		7		5			
48	8	6	8					4	4	
49		5	7			6	7		6	
50	8			5	5	7	6			
51			7	6			6	6		5
52	6				6	5		4	5	
53	7			6	5			5		6
54			8		8	7	6	5		
Promedio	7	6	7	6	7	7	6	5	6	6

Anexo 10. Puntuaciones del atributo olor para la mezcla de yogurt con sal, gelatina y pulpa de ají amarillo en yogurt probiótico

Panelistas	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
1		6	6	5		3		5		
2		5		3	8	2				9
3		6	6		5			6	5	
4			6	8	8				8	5
5						4	4	5	5	6
6		5			6		5		5	5
7	8	5					5	8		7
8	8			4		1			8	7
9	5	4	7			1				9
10	7		6	6			6		6	
11	5	6		6	4		5			
12	6	4		5				8	4	
13		4		8		1	6		7	
14	3		3		3	2	3			
15			8	7			7	5		8
16	7				8	2			4	
17	7		7		7			7		6
18				8	9	1	1	3		
Promedio	6	5	6	6	6	2	5	6	6	7

Panelistas	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
19		5	7	6		3		5		
20		4		5	8	2				7
21		5	7		7			2	6	
22			6	8	7				7	5
23						1	4	3	5	4
24		5			5		5		5	5
25	6	3					5	5		3
26	6			4		3			7	5
27	5	4	8			2				4
28	5		5	6			5		7	
29	4	6		5	4		5			
30	5	5		7				4	4	
31		4		5		1	5		6	
32	4		5		4	3	4			
33			6	6			5	5		6
34	6				4	3		3	5	
35	5		6		7			5		6
36				7	6	2	3	3		
Promedio	5	5	6	6	6	2	5	4	6	5

Panelistas	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
37		4	8	6		4		4		
38		5		5	8	2				6
39		4	6		6			6	5	
40			5	6	7				4	5
41						3	3	3	5	6
42		3			6		4		5	4
43	6	2					5	5		5
44	6			5		2			4	6
45	4	4	6			2				3
46	6		5	6			6		3	
47	5	3		5	5		5			
48	7	3		6				2	4	
49		2		5		3	5		5	
50	6		4		4	1	4			
51			6	5			5	2		6
52	7				5	1		4	4	
53	8		7		4			1		5
54				5	5	1	4	4		
Promedio	6	3	6	5	6	2	5	3	4	5

Anexo 11. Puntuaciones del atributo consistencia para la mezcla de sal, gelatina y pulpa de ají amarillo en yogurt probiótico

Panelistas	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
1		5	5	6		3		4		
2		7	5		7	3				9
3		3		6	6			7	5	
4			5	8	7				5	4
5						3	4	4	7	5
6		6			5		6		5	5
7	8	4					4	5		7
8	8		5			3			7	5
9	6	3		5		2				2
10	7		9	4			4		6	
11	4	5	6		6		6			
12	8	4	5					7	2	
13		4	6			1	6		5	
14	3			3	6	1	3			
15			8	4			5	3		3
16	8				6	1		4	6	
17	6			6	6			8		7
18			7		5	1	8	2		
Promedio	6	5	6	5	6	2	5	5	5	5

Panelistas	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
19		5	7	5		3		5		
20		4	6		8	2				5
21		4		5	6			5	9	
22			6	4	7				8	4
23						3	7	4	7	6
24		5			7		4		5	5
25	7	4					4	5		6
26	6		5			1			7	5
27	7	3		3		2				4
28	5		8	5			4		6	
29	5	5	5		6		4			
30	6	5	6					6	6	
31		4	6			2	6		8	
32	5			4	6	1	3			
33			6	3			3	7		3
34	7				6	1			6	5
35	5			4	9			6		6
36			6		6	2	5	5		
Promedio	6	4	6	4	7	2	4	5	7	5

Panelistas	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
37		4	6	4		3		6		
38		3	5		9	3				5
39		3		3	6			5	6	
40			8	3	7				9	4
41						3	6	4	7	5
42		4			8		2		8	5
43	7	4					3	5		6
44	6		6			3			7	5
45	5	3		5		2				4
46	7		6	5			5		8	
47	5	4	6		6		4			
48	7	3	5					6	8	
49		3	6			1	6		7	
50	7			3	7	1	5			
51			8	4			5	5		3
52	6				7	1		5	6	
53	7			3	6			6		6
54			7		8	1	5	6		
Promedio	6	3	6	4	7	2	5	5	7	5

Anexo 12. Puntuaciones del atributo sabor para la mezcla de sal, gelatina y pulpa de ají amarillo en yogurt probiótico

Panelistas	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
1		5	5	6		1		5		
2		7	2		8	2				9
3		5		6	6			7	5	
4			5	5	5				2	4
5						2	4	5	5	5
6		3			4		4		3	5
7	5	4					4	2		5
8	4		4			2			6	5
9	4	2		6		3				1
10	6		4	5			3		5	
11	3	3	3		3		2			
12	6	3	5					6	6	
13		4	8			3	6		4	
14	3			2	3	1	2			
15			6	3			5	4		3
16	7				5	3		5	5	
17	7			5	6			6		7
18			2		3	4	4	5		
Promedio	5	4	4	5	5	2	4	5	5	5

Panelistas	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
19		5	5	5		1		5		
20		7	4		5	2				6
21		5		6	6			3	4	
22			5	5	5				2	4
23						1	2	5	5	8
24		4			5		4		3	6
25	6	4					3	2		5
26	7		5			1			6	5
27	5	3		5		2				6
28	5		4	2			3		3	
29	6	5	3		5		2			
30	5	5	5					3	2	
31		4	4			2	4		4	
32	7			5	5	2	2			
33			4	3			5	4		7
34	6				5	2			4	5
35	5			5	6			4		4
36			4		5	3	5	3		
Promedio	6	5	4	5	5	2	3	4	4	6

Panelistas	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
37		4	4	5		1		2		
38		4	5		4	3				4
39		3		4	5			3	4	
40			6	4	3				2	9
41						2	2	4	5	3
42		4			4		3		3	3
43	7	5					4	2		7
44	6		6			2			6	4
45	4	4		4		2				5
46	6		4	3			4		5	
47	5	4	6		4		2			
48	7	4	5					3	6	
49		5	6			1	4		5	
50	6			4	5	2	3			
51			6	3			3	4		3
52	7				5	3			6	4
53	7			4	5			4		4
54			5		3	1	3	2		
Promedio	6	4	5	4	4	2	3	3	5	5

Anexo 13. Ficha técnica de cultivo de yogurt



ABY-3

Product Information

Version: 3 PI EU EN 07-19-2016

Description

Thermophilic lactic acid culture. Contains the documented probiotic strains BB-12[®] and LA-5[®]. The strains have a long history of safe use.

Culture composition:

Bifidobacterium species
Lactobacillus acidophilus
Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus
Streptococcus thermophilus

Material No: 713603
Size 30X50 U
Type Pouch(es) in box

Color: Off-white to slightly reddish or brown
Format: FD-DVS
Form: Granulate

Storage and handling

< -18 °C / < 0 °F

Shelf life

At least 24 months from date of manufacture when stored according to recommendations.
At +5°C (41°F) the shelf life is at least 6 weeks.

Application

Usage

The culture will produce yoghurt or fermented milk with high body, very mild flavor and very low post-acidification. Suitable for cup set, stirred and drinking yoghurt.

Recommended inoculation rate

Amount of milk to be inoculated	250 l/ 70 gal	1,000 l/ 300 gal	2,500 l/ 700 gal
Amount of DVS culture	50 U	200 U	500 U

Directions for Use

Remove cultures from the freezer just prior to use. **Do not thaw** Sanitize the top of the pouch with chlorine. Open the pouch and pour the freeze-dried granules directly into the pasteurized product using slow agitation. Agitate the mixture for 10-15 minutes to distribute the culture evenly. The recommended incubation temperature is dependent on the application in which the culture is used. For more information on specific applications see our technical brochures and suggested recipes.

Range

Cultures in this series include ABY-1 (freeze-dried), ABY-4, ABY-Premium (frozen) and ABY-2, ABY-3 and ABY-10 (frozen or freeze-dried).

Technical Data

www.chr-hansen.com

Page: 1 (3)

The information contained herein is to the best of our knowledge and belief, true and accurate and the product(s) mentioned herein do(es) not infringe the intellectual property rights of any third party. The product(s) may be covered by pending or issued patents, registered or unregistered trademarks, or similar intellectual property rights. Copyright © Chr. Hansen A/S. All rights reserved.

ABY-3

Product Information

Version: 3 PI EU EN 07-19-2016

Trademarks

Product names, names of concepts, logos, brands and other trademarks referred to in this document, whether or not appearing in large print, bold or with the ® or TM symbol are the property of Chr. Hansen A/S or used under license. Trademarks appearing in this document may not be registered in your country, even if they are marked with an ®.

Technical support

Chr. Hansen's Application and Product Development Laboratories and personnel are available if you need further information.

GMO Information

In accordance with the legislation in the European Union* ABY-3 does not contain GMOs and does not contain GM labeled raw materials**. In accordance with European legislation on labeling of final food products** we can inform that the use of ABY-3 does not trigger a GM labeling of the final food product. Chr. Hansen's position on GMO can be found on: www.chr-hansen.com/About-us/Policies-and-positions/Quality-and-product-safety.

* Directive 2001/18/EC of the European Parliament and of the Council of 12 March 2001 on the deliberate release into the environment of genetically modified organisms with later amendments, and repealing Council Directive 90/220/EEC.

** Regulation (EC) No 1829/2003 of the European Parliament and of the Council of 22 September 2003 on genetically modified food and feed with later amendments.

Regulation (EC) No 1831/2003 of the European Parliament and of the Council of 22 September 2003 concerning the traceability and labeling of genetically modified organisms and the traceability of food and feed products produced from genetically modified organisms amending Directive 2001/18/EC, and with later amendments.

Allergen Information

List of common allergens in accordance with the US Food Allergen Labeling and Consumer Protection Act of 2004 (FALCPA) and EU Regulation 1169/2011/EC with later amendments	Present as an ingredient in the product
Cereals containing gluten* and products thereof	No
Crustaceans and products thereof	No
Eggs and products thereof	No
Fish and products thereof	No
Peanuts and products thereof	No
Soybeans and products thereof	No
Milk and products thereof (including lactose)	Yes
Nuts* and products thereof	No
List of allergens in accordance with EU Regulation 1169/2011/EC only	
Celery and products thereof	No
Mustard and products thereof	No
Sesame seeds and products thereof	No
Lupine and products thereof	No
Mollusks and products thereof	No
Sulphur dioxide and sulphites (added) at concentrations of more than 10 mg/kg or 10 mg/litre expressed as SO ₂	No

* Please consult the EU Regulation 1169/2011 Annex II for a legal definition of common allergens, see European Union law at: www.eur-lex.europa.eu