

**UNIVERSIDAD NACIONAL
JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA DE AGRARIAS, INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS Y AMBIENTAL**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN
INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**



**“DESARROLLO DE UN CAMELO DE GOMA MASTICABLE A BASE
DE EXTRACTO DE ZANAHORIA FORTIFICADO CON HIERRO Y
ÁCIDO ASCÓRBICO”**

**TESIS PARA OPTAR EL TITULO DE
INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

CRISTINA ELENA REYES GIRALDO

HUACHO – PERÚ

2022

**UNIVERSIDAD NACIONAL
JOSÉ FAUSTINO SÁNCHEZ CARRIÓN**

**FACULTAD DE INGENIERÍA DE AGRARIAS, INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS Y AMBIENTAL**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN
INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

**“DESARROLLO DE UN CARAMELO DE GOMA MASTICABLE A BASE
DE EXTRACTO DE ZANAHORIA FORTIFICADO CON HIERRO Y
ÁCIDO ASCÓRBICO”**

Sustentado y aprobado ante el jurado evaluador

Dr. MIRANDA CABRERA, DANTON JORGE
Presidente

Dr. FERNÁNDEZ HERRERA, FREDESVINDO
secretario

M(o). CARO DEGOLLAR, EDSON MAX
Vocal

M(o). ELFER ORLANDO OBISPO GAVINO
Asesor

HUACHO – PERÚ

2022

DEDICATORIA

Dedico con todo mi corazón mi tesis a mi madre Estela Giraldo Matías, que ha sabido formarme con buenos sentimientos y valores, por tenerme paciencia y perseverancia en todo momento, por ser mi mayor motivación para nunca rendirme en los estudios, muchos de mis logros te los debo a ti, eres una mujer maravillosa, este trabajo es por ti madre adorada, te amo.

AGRADECIMIENTO

Agradecer primeramente a nuestro padre celestial por permitir culminar con bien mi proyecto, por darme las fuerzas de no rendirme y seguir bendiciendo mi vida.

A mi núcleo familiar por brindarme su cariño y soporte emocional constantemente a lo largo de mi profesión.

A la universidad, maestros, asesor, amistades y todas aquellas personas que me apoyaron y motivaron a lo largo de todo este camino, gracias de corazón.

INDICE

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

INDICE DE TABLAS

INDICE DE FIGURAS

RESUMEN

ABSTRACT

INTRODUCCIÓN	13
CAPITULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	14
1.1. Descripción de la realidad problemática	14
1.2. Formulación del problema.....	15
1.2.1. Problema general	15
1.2.2. Problemas específicos	15
1.3. Objetivos de la Investigación	15
1.3.1. Objetivo general	15
1.3.2. Objetivos específicos	15
1.4. Justificación de la investigación	16
1.5. Delimitaciones del estudio.....	17
CAPITULO II. MARCO TEÓRICO.....	18
2.1. Antecedentes de la investigación	18
2.1.1. Antecedentes Internacionales.....	18
2.1.2. Antecedentes Nacionales.....	19
2.2. Bases Teóricas	20
2.3. Definición de términos básicos	23
2.4. Hipótesis de investigación	24
2.4.1. Hipótesis General	24
2.4.2. Hipótesis Específicas	24
CAPITULO III. METODOLOGÍA	25
3.1. Diseño metodológico	25
3.1.1. Ubicación.....	25
3.1.2. Materiales e insumos.....	25
3.1.3. Diseño experimental.....	26
3.1.4. Tratamientos.....	26
3.1.5. Características del área experimental.....	30

3.1.6.	Variables evaluadas	31
3.1.7.	Conducción del experimento	32
3.2.	Población y muestra	34
3.2.1.	Población.....	34
3.2.2.	Muestra	34
3.3.	Técnicas de recolección de datos.....	35
3.4.	Técnicas para el procesamiento de la informacion.....	35
CAPITULO IV. RESULTADOS.....		36
4.1.	Análisis de resultados.....	36
4.2.	Contrastación de hipótesis	72
CAPITULO V. DISCUSIÓN		74
5.1.	Discusión de resultados	74
CAPITULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		77
6.1.	Conclusiones	77
6.2.	Recomendaciones	77
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA.....		78
Anexo 1. Formato para la evaluación de la aceptabilidad sensorial de caramelo masticable		82
Anexo 2. Prueba de Aceptación / Rechazo		83
Anexo 3. Respuesta de 50 consumidores que evaluaron las muestras de caramelo de goma a base de extracto de zanahoria fortificado con hierro y acido ascórbico almacenadas a T° 25°C.....		84
Anexo 4. Matriz de consistencia		85
Anexo 5. Análisis microbiológico y físico/químicos del caramelo de goma		86
Anexo 6. Fotos del proceso de elaboración del caramelo de goma.....		88

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Composición proximal de la zanahoria.</i>	22
Tabla 2: <i>Factores de control y niveles de trabajo</i>	27
Tabla 3: <i>Diseño robusto de RSM para la optimización del blanqueado de la zanahoria</i>	28
Tabla 4: <i>Tratamientos obtenidos por el programa Design Expert 13 en base a las variables independientes.</i>	29
Tabla 5: <i>Secuencia de muestreo para análisis de un caramelo de goma masticable a base de extracto de zanahoria fortificado con hierro y ácido ascórbico.</i>	29
Tabla 6: <i>Valores obtenidos del rendimiento del extracto de zanahoria según el diseño central compuesto</i>	36
Tabla 7: <i>ANOVA del modelo cuadrático de la variable respuesta rendimiento de extracción de zanahoria</i>	36
Tabla 8: <i>Estadísticas de ajuste</i>	37
Tabla 9: <i>Coefficientes en términos de factores codificados</i>	37
Tabla 10: <i>Resultados experimentales del diseño central compuesto de la etapa de la optimización referida a los °Brix del extracto de zanahoria</i>	39
Tabla 11: <i>ANOVA del modelo cuadrático de la variable dependiente °Brix del extracto de zanahoria</i>	39
Tabla 12: <i>Estadísticas de ajuste</i>	40
Tabla 13: <i>Coefficientes en términos de factores codificados</i>	40
Tabla 14: <i>Resultados experimentales del diseño central compuesto de la etapa de la optimización referida al color del extracto de zanahoria</i>	42
Tabla 15: <i>ANOVA del modelo cuadrático de la variable dependiente color del extracto de zanahoria</i>	42
Tabla 16: <i>Estadísticas de ajuste</i>	43
Tabla 17: <i>Coefficientes en términos de factores codificados</i>	43
Tabla 18: <i>Resultados del atributo aceptabilidad sensorial del caramelo de goma a base de extracto de zanahoria fortificado con hierro y ácido ascórbico</i>	46
Tabla 19: <i>ANOVA para los modelos predictivos de la aceptabilidad sensorial del caramelo a base de extracto de zanahoria fortificado con hierro y ácido ascórbico.</i>	46
Tabla 20: <i>ANOVA del modelo cuadrático de la aceptabilidad sensorial del caramelo a base de extracto de zanahoria fortificado con hierro y ácido ascórbico.</i>	47
Tabla 21: <i>Coefficientes de regresión del modelo cuadrático aplicado al atributo aceptabilidad sensorial del caramelo a base de extracto de zanahoria fortificado con hierro y ácido ascórbico.</i>	47

Tabla 22: Resultados del atributo color del caramelo de cada tratamiento experimental	50
Tabla 23: ANOVA para los modelos predictivos de la variable dependiente color del caramelo a base de extracto de zanahoria fortificado con hierro y ácido ascórbico.	50
Tabla 24: ANOVA del modelo cuadrático para el Color del caramelo a base de extracto de zanahoria fortificado con hierro y ácido ascórbico.	51
Tabla 25: Coeficientes de regresión a aplicar al atributo color del modelo cuadrático.	51
Tabla 26: Resultados del atributo olor del caramelo a base de extracto de zanahoria fortificado con hierro y ácido ascórbico.	54
Tabla 27: ANOVA de los modelos lineal, cuadrático y cubico de la variable dependiente olor...54	
Tabla 28: ANOVA del modelo cuadrático para el color del caramelo a base de extracto de zanahoria fortificado con hierro y ácido ascórbico.	55
Tabla 29: Coeficientes de regresión del modelo cuadrático aplicado al olor del caramelo a base de extracto de zanahoria fortificado con hierro y ácido ascórbico.	55
Tabla 30: Resultados del atributo sabor del caramelo de cada tratamiento experimental	58
Tabla 31: ANOVA de los modelos aplicados a la variable dependiente sabor de caramelos.....	58
Tabla 32: ANOVA del modelo cuadrático para la variable dependiente sabor del caramelo a base de extracto de zanahoria fortificado con hierro y ácido ascórbico.	59
Tabla 33: Coeficientes de regresión del modelo cuadrático aplicado al atributo sabor del caramelo a base de extracto de zanahoria fortificado con hierro y ácido ascórbico.....	59
Tabla 34: Resultados de la textura del caramelo de cada tratamiento experimental	62
Tabla 35: ANOVA de los modelos aplicados a la variable dependiente a textura de caramelos..	62
Tabla 36: ANOVA del modelo cuadrático para la variable dependiente textura del caramelo a base de extracto de zanahoria fortificado con hierro y ácido ascórbico.	63
Tabla 37: Coeficientes de regresión del modelo cuadrático aplicado a la textura del caramelo	63
Tabla 38: Límites inferiores, objetivos y superiores para la determinación de la zona factible de formulación.....	66
Tabla 39: Mezclas adquiridas tras la optimización simultánea de las variables respuestas.....	67
Tabla 40: Actitud de los consumidores respecto a la aceptación de los caramelos en función al tiempo a 25 °C.	68
Tabla 41. Coeficiente de Regresión para el tratamiento de 25 °C.	69
Tabla 42: Percentiles de la determinación de vida útil a la temperatura de 25 °C.	70
Tabla 43: Análisis microbiológico del caramelo a base de extracto de zanahoria fortificado con hierro y ácido ascórbico.....	71
Tabla 44: Análisis fisicoquímicos del caramelo a base de extracto de zanahoria fortificado con hierro y ácido ascórbico.....	71

Tabla 45: <i>Contraste de hipótesis específica 1</i>	72
Tabla 46: <i>Comparaciones múltiples por pares mediante el procedimiento de Nemenyi / Prueba bilateral</i>	71

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Diagrama de flujo del caramelo de goma masticable a base de extracto de zanahoria fortificado con hierro y ácido ascórbico.	31
<i>Figura 2.</i> Diagrama de Pareto de efectos estandarizados.....	37
<i>Figura 3.</i> Gráfica de contornos del rendimiento de extracto de zanahoria	38
<i>Figura 4.</i> Superficie de respuesta del efecto de la temperatura y tiempo sobre el rendimiento de extracto de zanahoria	38
<i>Figura 5.</i> Diagrama de Pareto de efectos estandarizados.....	40
<i>Figura 6.</i> Gráfica de contornos del °Brix del extracto de zanahoria	41
<i>Figura 7.</i> Superficie de respuesta del efecto de la temperatura y tiempo sobre los grados Brix del extracto de zanahoria	41
<i>Figura 8.</i> Diagrama de Pareto de efectos estandarizados	43
<i>Figura 9.</i> Gráfica de contornos del color del extracto de zanahoria	44
<i>Figura 10.</i> Superficie de respuesta del efecto de la temperatura y tiempo sobre el color del extracto de zanahoria	44
<i>Figura 11.</i> Región de interés donde se determina el rango de valores optimizados para el diseño, y localización numérica de la solución óptima.	45
<i>Figura 12.</i> Trazo de Cox para el color	48
<i>Figura 13:</i> Gráfica de contornos de la aceptabilidad sensorial del caramelo del caramelo a base de extracto de zanahoria fortificado con hierro y ácido ascórbico.	49
<i>Figura 14.</i> Superficie de respuesta para la aceptabilidad sensorial del caramelo a base de extracto de zanahoria fortificado con hierro y ácido ascórbico.....	49
<i>Figura 15.</i> Trazo de Cox para el color	52
<i>Figura 16.</i> Gráfica de contornos del color del caramelo a base de extracto de zanahoria fortificado con hierro y ácido ascórbico.	53
<i>Figura 17:</i> Superficie de respuesta para el color del caramelo a base de extracto de zanahoria fortificado con hierro y ácido ascórbico.	53
<i>Figura 18.</i> Trazo de Cox para el color	56
<i>Figura 19.</i> Gráfica de contornos del olor del caramelo a base de extracto de zanahoria fortificado con hierro y ácido ascórbico.	57
<i>Figura 20.</i> Gráfica de superficie de respuesta para el olor del caramelo a base de extracto de zanahoria fortificado con hierro y ácido ascórbico.	57
<i>Figura 21.</i> Trazo de Cox para el sabor.....	60
<i>Figura 22.</i> Gráfica de contornos del sabor del caramelo a base de extracto de zanahoria fortificado con hierro y ácido ascórbico.	61

<i>Figura 23.</i> Gráfica de RSM para el olor caramelo a base de extracto de zanahoria fortificado con hierro y ácido ascórbico.....	61
<i>Figura 24.</i> Trazo de Cox para la textura	64
<i>Figura 25.</i> Gráfica de contornos del atributo textura del caramelo.....	65
<i>Figura 26:</i> Gráfica de superficie de respuesta para del atributo textura caramelo.....	65
<i>Figura 27:</i> Zona optima y ubicación numérica del tratamiento seleccionado	67
<i>Figura 28:</i> Grafica de Preferencias (Aceptabilidad) para la muestra a 25 °C.	69
<i>Figura 29.</i> Función de distribución de preferencias (Aceptación) a 25 °C.....	69
<i>Figura 30.</i> Función de Riesgo (Rechazo) a 25 °C.....	68

“Desarrollo de un caramelo de goma masticable a base de extracto de zanahoria fortificado con hierro y ácido ascórbico”

RESUMEN

Objetivos: Desarrollar un caramelo de goma masticable a base de extracto de zanahoria fortificado con hierro y ácido ascórbico. **Metodología:** El estudio se dividió en tres fases: mejorar la recuperación del extracto de zanahoria, obtener la mezcla óptima y determinar la vida útil. Los caramelos de goma se prepararon con extracto de zanahoria, gelatina, glucosa, azúcar en diferentes cantidades y enriquecidos con lactato de hierro (II) y ácido ascórbico. Se analizó la aceptabilidad sensorial de los tratamientos obtenidos a partir de un diseño de mezcla D-óptima. **Resultados:** Las variables se ajustaron a un modelo cuadrático mostrando que la concentración de jugo de zanahoria y las porciones de gelatina, lactato ferroso y ácido ascórbico utilizadas tienen un impacto significativo en las gominolas. Los modelos matemáticos dieron un alto coeficiente de determinación ($R^2 > 0.85$). Con 38,01% extracto de zanahoria, 12,83% gelatina, 0,45% lactato ferroso y 0,5% ácido ascórbico permitieron obtener caramelos de goma con una cantidad de hierro de 726,5 mg/kg y ácido ascórbico de 112,45 mg/100. La prueba de Friedman finalizó el efecto significativo de la concentración del jugo y cantidades de azúcares sobre aceptabilidad general, donde los caramelos de goma con la concentración de jugo de zanahoria y las cantidades de gelatina, lactato ferroso y ácido ascórbico fueron calificados con me gusta moderadamente en las pruebas sensoriales de aceptabilidad general, color, olor sabor y textura. Los caramelos muestran en mohos y levaduras y mesófilos viables < 10.0 ufc/g de muestra. La vida útil sensorial de los caramelos de goma de mascar a base de extracto de zanahoria enriquecido con hierro y ácido ascórbico en condiciones de almacenaje a temperatura ambiente alcanzó un tiempo medio de 109.468 días. **Conclusiones:** El caramelo de goma masticable a base de extracto de zanahoria enriquecido con hierro y ácido ascórbico tiene interesantes propiedades sensoriales, es recomendable para el consumo y cumple con los criterios bromatológicos y microbiológicos de calidad higiénica sanitaria.

Palabras claves: Gomitas, Lactato ferroso, ácido ascórbico.

“Development of a chewy gummy candy based on carrot extract fortified with iron and ascorbic acid”

ABSTRACT

Objectives: To develop a chewable gummy candy based on carrot extract fortified with iron and ascorbic acid. **Methodology:** The study was divided into three phases: improve the recovery of carrot extract, obtain the optimal mixture and determine the shelf life. The jelly beans were prepared with carrot extract, gelatin, glucose, sucrose in different proportions and enriched with iron (II) lactate and ascorbic acid. The sensory acceptability of the treatments obtained from a D-optimal mixture design was analyzed. **Results:** The variables were adjusted to a quadratic mathematical model showing that the concentration of carrot extract and the proportions of gelatin, ferrous lactate and ascorbic acid used have a significant impact on the jellies. The mathematical models had a high coefficient of determination ($R^2 > 0.85$). With 38.01% carrot extract, 12.83% gelatin, 0.45% ferrous lactate and 0.5% ascorbic acid, it was possible to obtain jelly beans with an iron content of 726.5 mg/kg and ascorbic acid of 112 mg/kg. 0.45mg/100. The Friedman test determined the significant effect of the extract concentration and proportion of sugars on general acceptability, where jelly beans with the concentration of carrot extract and the proportion of gelatin, ferrous lactate and ascorbic acid were moderately liked. in sensory tests of general acceptability, color, smell, taste and texture. Candies show in viable molds and yeasts and mesophylls < 10.0 cfu/g of sample. The sensory shelf life of chewing gum candies based on carrot extract enriched with iron and ascorbic acid under storage conditions at room temperature reached a mean time of 109,468 days. **Conclusions:** The chewable gummy candy based on carrot extract enriched with iron and ascorbic acid has interesting sensory properties, is recommended for consumption and meets the bromatological and microbiological criteria of sanitary hygienic quality.

Keywords: gummies, ferrous lactate, ascorbic acid.

INTRODUCCIÓN

La presente investigación se refiere a los niveles de anemia que aqueja a nuestra sociedad actualmente que presenta la población en estos últimos años debido a la carencia de hierro en su dieta. Esto se debe a que la población toma más en cuenta al elegir los alimentos, el sabor, el aroma y la apariencia, poniendo el contenido nutricional en el fondo, que es lo más importante. Sin embargo, la prevención de la deficiencia de hierro incluye cambios en los hábitos alimentarios, la fortificación de los alimentos y la suplementación con hierro.

Debido a ello mi investigación es para desarrollar un caramelo de goma masticable a base de extracto de zanahoria fortificado con lactato ferroso y ácido ascórbico, para contribuir a prevenir esta enfermedad y pueda generar beneficios a la salud, este caramelo de goma se desarrolla en tres etapas la primera en la extracción de jugo de zanahoria con un escaldado para evitar el pardeamiento enzimático consecuentemente para eliminar la carga microbiana; en una segunda etapa para optimizar la mezcla óptima con variables independientes “componentes” (extracto de zanahoria, gelatina, lactato ferroso y ácido ascórbico) con respecto a las variables dependientes “respuesta” (aceptabilidad sensorial, color, olor, sabor y textura); finalizando la vida útil de producto óptimo y sus evaluaciones físicas – químicas, microbiológicas y sensoriales.

Finalmente, el producto final, tuvo una evaluación sensorial aceptable, facilitando así pudiese realizar un estudio de viabilidad a nivel industrial y también pudiendo seguir desarrollar un estudio de biodisponibilidad a nivel experimental en animales menores y así poder evaluar su utilización en el control de la anemia en niños.

CAPITULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción de la realidad problemática

La dieta inadecuada en niños y jóvenes causa enfermedades como la anemia debido a la falta de nutrientes, y este es un problema que afecta a los habitantes del Perú, pues, el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI), señala que en 2017 padecían anemia el 43,6% de de 6 a 35 meses; el 21.0% de las mujeres entre 15 y 49 años; El área rural tenía 20.9%, a diferencia del área urbana, que obtuvo el 21.1% de la población que presentaba anemia. Esto se debe a que la población toma más en cuenta al elegir los alimentos, el sabor, el aroma y la apariencia, poniendo el contenido nutricional en el fondo, que es lo más importante.

Diversos países viendo la necesidad de disminuir los índices de anemia han generado distintos programas y actividades, así mismo el estado peruano a la fecha viene ejecutando el “Plan Nacional de Reducción y Control de la anemia en la población materno infantil en el Perú 2017 – 2021”. El Ministerio de Salud (MINSA, 2017) señala que una de las metas a cumplir es: “Tratar y prevenir la anemia con suplementos de hierro y fortificación casera a niños menores de 3 años, gestantes y adolescentes como parte de la atención de salud materno infantil”.

Respecto a la anemia se han tomado varias medidas para controlarlo; a pesar de ello, el problema persiste por varias razones; debido a la poca costumbre de suplir, la mala mezcla de alimentos en la dieta y baja biodisponibilidad de hierro de los alimentos. La fortificación con sulfato ferroso a los alimentos, es la opción más empleada para combatir la anemia, pero produce cambios no deseables durante el proceso y en el producto fortificado, por lo que ultimadamente está siendo desplazado por el lactato ferroso, que produce menos cambios tecnológicos y sensoriales en el producto enriquecido.

En vista de los elevados niveles de anemia por carencia de hierro que afecta significativamente a la población, se ve la necesidad de desarrollar una golosina que sea funcional que genere beneficios a la salud y contribuyan a prevenir esta enfermedad, mediante el uso de materias primas como la zanahoria, que aporta considerables cantidades de agua, fibra soluble, β -caroteno, sodio y potasio; y fortificado con hierro y ácido ascórbico.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Será posible desarrollar un caramelo a base de extracto de zanahoria fortificado con lactato ferroso y ácido ascórbico?

1.2.2. Problemas específicos

- a. ¿Cuáles serán los parámetros óptimos de elaboración un caramelo de goma masticable a base de extracto de zanahoria fortificado con hierro y ácido ascórbico?
- b. ¿Cuáles son las características físicas, químicas, microbiológicas y sensoriales del caramelo de goma masticable a base de extracto de zanahoria fortificado con hierro y ácido ascórbico?
- c. ¿Cuál es el tiempo de vida útil de elaboración un caramelo de goma masticable a base de extracto de zanahoria fortificado con hierro y ácido ascórbico?

1.3. Objetivos de la Investigación

1.3.1. Objetivo general

Desarrollar un caramelo de goma masticable a base de extracto de zanahoria fortificado con hierro y ácido ascórbico.

1.3.2. Objetivos específicos

- a) Determinar los parámetros óptimos de elaboración de un caramelo de goma masticable a base de extracto de zanahoria fortificado con hierro y ácido ascórbico.
- b) Determinar las características físicas, químicas, microbiológicas y sensoriales del caramelo de goma masticable a base de extracto de zanahoria fortificado con hierro y ácido ascórbico.
- c) Determinar el tiempo de vida útil del caramelo de goma masticable a base de extracto de zanahoria fortificado con hierro y ácido ascórbico.

1.4. Justificación de la investigación

La anemia por deficiencia de hierro es actualmente uno de los problemas que afecta al mundo. Perjudica a muchas personas, principalmente a lactantes, niños pequeños, niños mayores, adolescentes y mujeres embarazadas. Nuestro cuerpo requiere hierro para que nuestras células realicen muchas funciones vitales como el crecimiento de tejidos importantes, como las del cerebro, y para el transporte y almacenamiento de oxígeno en la hemoglobina y la mioglobina musculares. La deficiencia de hierro puede conducir a una baja resistencia a las infecciones, limitaciones en el desarrollo psicomotor y la función cognitiva en los infantes, rendimiento académico bajo, cansancio, baja resistencia física y falta de empeño en el trabajo.

Ciertos factores dietéticos, como el ácido ascórbico (vitamina C), pueden mejorar la asimilación de hierro. En cantidades relativamente altas (con una relación molar igual o superior a 2:1 de ácido ascórbico a hierro, o una relación en peso de 6:1), el ácido ascórbico puede incrementar la absorción de hierro de dos a tres veces. El efecto potenciador de la vitamina C se debe a la conversión de Fe^{+3} a Fe^{+2} una forma de hierro de absorción más fácil, la formación de quelatos de hierro en el estómago, la protección del hierro de los inhibidores de absorción que se encuentran en los alimentos y la conservación de la solubilidad del hierro no hémico. porque el hierro entra en el ambiente alcalino del intestino delgado, contrarrestando los efectos de los inhibidores de la absorción de hierro en la dieta.

El hierro, en su forma más absorbible, es un elemento altamente reactivo que puede afectar negativamente las propiedades organolépticas de los alimentos fortificados.

Debido a ello en esta investigación se busca demostrar la viabilidad tecnológica de la elaboración de un caramelo de goma masticable a base de extracto de zanahoria fortificado con hierro y ácido ascórbico, y la buena interacción entre el lactato ferroso y ácido ascórbico como fortificante en el caramelo de goma masticable a base de extracto de zanahoria, pues el hierro, en su forma más absorbible, es un elemento altamente reactivo que puede afectar negativamente las propiedades organolépticas de los alimentos fortificados. Además de contribuir a futuras investigaciones encaminadas a disminuir el grado de anemia en el Perú, la cual es provocada por diversos factores como la deficiente ingesta de alimentos ricos en hierro.

1.5. Delimitaciones del estudio

El trabajo de investigación “Desarrollo de un caramelo de goma masticable a base de extracto de zanahoria fortificado con hierro y ácido ascórbico” se ejecutó en los laboratorios de la Facultad de Ingeniería agraria, industrias alimentarias y ambiental, donde se prepararon las muestras, cantidades de productos y se realizó las determinaciones químicos y microbiológicos. Para el análisis sensorial se consideraron los atributos color, olor, sabor y textura ya que estos son factores limitantes que determinan la aceptabilidad de un producto. Los beneficios nutricionales estuvieron dados principalmente por el aporte de hierro, ácido ascórbico, betacaroteno y proteína a 30 g del producto. Debido a limitaciones económicas y tamaño muestral por la pandemia que vive nuestro país, no se ha realizado la evaluación nutricional del producto.

CAPITULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Antecedentes Internacionales

Porras (2017) en su investigación “Formulación de gomitas masticables a base de jengibre, su aceptabilidad y percepción de los efectos en pacientes oncológicos” formula un caramelo de goma masticables a base de extracto de jengibre con 0,5 , 1 y 2 g / 100 g de producto. Para dicha evaluación utilizó una escala hedónica de 3 puntos para la aceptación de las gomitas en todas las etapas. La muestra con mayor aceptación en la primera etapa fue la muestra que abarcaba 1 g de jugo de jengibre, con una media aceptable de 2,7. Luego esta muestra fue utilizada en la segunda etapa del estudio, la cual fue aprobada por el 84% de la población encuestada, el 90% de los cuales no tuvo vómitos, el 52% mejoró la digestibilidad de los alimentos y el 96% no mostró molestias clínicas como resultado de la ingesta del caramelo. Este estudio demostró que las tres formulaciones con extracto de jengibre no comprometen la salud del paciente.

Rodríguez et al.,(2016) en su tesis “Elaboración de golosinas tipo gomita bajas en azúcar y adicionadas con extractos de verduras” propusieron la creación de un caramelo saludable, una golosina sin azúcares añadidos y los beneficios de los extractos de hortalizas. Los dulces están elaborados con extractos de zanahoria, remolacha, pepino y limón y texturizados mediante una serie de combinaciones de varias gomas para alcanzar la consistencia deseada como gelatina, agar e inulina como fibra fuente, también crea las propiedades espesantes de los alimentos. La evaluación sensorial se realizó con 50 consumidores sin entrenar y una escala hedónica de 5 puntos, con una calificación total de aproximadamente 4 puntos (me gusta). Los análisis fisicoquímicos y microbiológicos destacan las buenas prácticas de fabricación y la capacidad de fibra (10%), lo que indica que el producto no solo es pequeño en calorías sino también prebiótico.(p. 751)

Rojas et al. (2013) en su trabajo de investigación “Eficacia del hierro aminoquelado en comparación con el sulfato ferroso como fortificante de un complemento alimentario en preescolares con deficiencia de hierro, Medellín, 2011”, cuyo objetivo fue relacionar la eficacia del hierro aminoquelado frente al sulfato ferroso como fortificante de un complemento alimentario en preescolares con baja cantidad de hierro. La metodología, consistió en un experimento clínico triple ciego con asignación al azar de grupos, en un periodo de dos meses. La población

seleccionada fue de 56 preescolares con baja cantidad de hierro (ferritina < 24 ng/ml), administrando de lunes a viernes 12,5 mg de hierro. Los resultados señalan que los valores de la hemoglobina y hematocrito no son significativos en ambos tratamientos. Sin embargo, el nivel de ferritina sérica con el hierro aminoquelado se incrementó de 18.4 a 29.7 ng/ml, a diferencia del tratamiento con el sulfato ferroso solo se elevó de 18.8 a 24.1 ng/ml. La investigación concluye que ambos compuestos de hierro, aumentan de forma considerable los niveles de ferritina, no obstante, los mayores niveles son con el hierro aminoquelado. (p. 11)

De acuerdo a Quintero et al.,(2005), en la investigación titulada “Biodisponibilidad de lactato ferroso adicionado a caramelos de goma” . El propósito de este estudio fue analizar la biodisponibilidad del lactato ferroso agregado a los caramelos de goma. Se evaluó la biodisponibilidad del hierro en lechones. Se asignaron aleatoriamente dos grupos: una dieta baja en hierro más caramelo de goma enriquecido con lactato ferroso y una dieta normal. El peso corporal y los parámetros hematológicos se midieron cada 2 semanas. Se realizaron análisis por pares y comparaciones de medias. Los resultados mostraron que el producto tenía propiedades organolépticas aceptables, tenía una concentración de hierro de 2,4 mg por gramo y que los lechones suplementados con lactato ferroso mostraron un alto incremento de peso (> 15,7%). La tasa de muertes fue menor en el grupo de lactato ferroso (20%) respecto al grupo control (50%). El hierro que había fue superior en el grupo de lactato (2,987 mg) que en el grupo de control (2,792 mg). Por el contrario, la cantidad de hierro utilizado fue superior en estos últimos. Los estudios demostraron que la fortificación con lactato ferroso mejora la ganancia de peso y reduce la mortalidad en los lechones. La biodisponibilidad del lactato ferroso fue un 30% mayor al sulfato ferroso.(p. 146)

2.1.2. Antecedentes Nacionales

Camavilca y Gamarra, (2019), en su tesis “Efecto de la adición de pulpa maracuyá (*Passiflora edulis*) y tumbo (*Passiflora mollisima*) en gomas, sobre sus características sensoriales y vida útil” , el trabajo tuvo como objetivo evaluar la incorporación de jugo de maracuyá y tumbo en caramelos de gomas , utilizaron métodos sensoriales (CATA), mapeo de preferencia interno y vida útil. El método CATA y el método de mapeo de preferencias internas explicaron las propiedades y ayudaron a elegir el tratamiento con mayor aceptación, siendo el tratamiento A, la prueba con superior aceptabilidad, sabor y olor a maracuyá, adherencia y acidez. Los métodos estadísticos de supervivencia, estimo la vida útil del caramelo en 40 días con una tasa de rechazo del consumidor del 50%.(p. 56)

Según Hayayumi, (2016) “Efecto de la concentración de extracto de jengibre (*Zingiber officinale* R.) y la proporción azúcar: miel de abeja: glucosa sobre el contenido de polifenoles, firmeza, dulzor y aceptabilidad general de caramelos de goma”. Los caramelos de goma se elaboraron a partir de jugo de jengibre obtenido utilizando diversas cantidades de miel, glucosa, sacarosa diluidos al 25, 41,7, 58,3 y 75%. La cantidad de polifenoles fue calculada utilizando el método de Folin-Ciocalteu, la dureza se realizó mediante un Texturómetro INSTRON Modelo 3342, y la dulzura y la palatabilidad general se determinaron mediante una escala de 9 puntos. Los resultados de resistencia y contenido de polifenoles se analizaron utilizando un diseño de mezcla de celosía simple. Las variables se ajustaron a modelos matemáticos lineales y cuadráticos. El jugo de jengibre con 41,7% y 27,5% de sacarosa, 27,5% de miel y 10% de glucosa se pudo obtener caramelos con un número total de polifenoles y una dureza deseable equivalente a 168,08mg de ácido gálico/100g de muestra y 1,3N.(p. 61)

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. Caramelos de goma

Los caramelos de goma, según Colquichagua (1999), son dulces que contienen ingredientes activos de colágeno en su fórmula para brindar una textura elástica, que logra recuperar rápidamente la figura cuando se aplica una presión con los dedos, ser cristalinos y duradero, la humedad debe estar equilibrada con el medio ambiente.(p. 12)

La norma técnica peruana NTP 208.100 (2019) clasifica los caramelos blandos en:

- Caramelos blandos
- Caramelos blandos lácteos o de leche.
- Toffees
- Caramelos blandos recubiertos.
- Caramelos blandos rellenos.

2.2.1.1. Requisitos generales:

Los requisitos establecidos por la NTP 208.100 (2019), son las mostradas a continuación:

- a. Los caramelos blandos deben presentar olor, color, sabor y textura particular y mantenerlos en el transcurso de su almacenamiento hasta su consumo. No deben poseer contaminantes y adulterantes que salgan de los límites máximos permitidos.

- b. Los caramelos blandos no deben presentar fragmentos ajenos, decoloraciones, encogimientos, sabor rancio u otra característica despreciable en sus condiciones sensoriales.
- c. Los caramelos blandos deben de ser elaborados, procesados, empacados, almacenados y distribuidos en estipulación sanitarias conforme a las Buenas Prácticas de Manufactura.
- d. Como insumos opcionales permitidos son los siguientes:
 - Leche y derivados lácteos
 - Café
 - Almidones grado alimenticio
 - Cacao y derivados
 - Miel
 - Gomas comestibles
 - Gelatina
 - Proteínas
 - Vitaminas
 - Agentes texturizantes
 - Otros ingredientes

Por otro lado, Burey et al., (2009), señalan que los caramelos de goma son soluciones acuosas de jarabes de sacarosa y glucosa combinados con hidrocoloides, ácidos, saborizantes y colorantes. Se caracteriza por una estructura suave y masticable, concedido principalmente por la gelatina.

Según Burg (1998) citado por Delgado,(2017) indica que “los caramelos de goma pueden contener otros gelificantes como almidón o pectina. La selección del hidrocoloide tiene un gran impacto en la calidad del producto final, por lo que se debe tener especial cuidado. Por ejemplo, los caramelos de goma de almidón se caracterizan por un gel duro y quebradizo”

2.2.2. Zanahoria (Daucus Carota)

El departamento de agricultura de los Estados Unidos (2018), determina la composición de la zanahoria como se detalla en la tabla 1:

Tabla 1. *Composición proximal de la zanahoria.*

	Unidad	Valor en 100 g de producto
Agua	G	88,29
Proteína	G	0,93
Lípidos totales (grasa)	G	0,24
Carbohidratos, por diferencia	G	9,58
Fibra dietética total	G	2,8
Azúcares totales	G	4,74
Minerales		
Calcio (Ca)	Mg	33,00
Hierro (Fe)	Mg	0,30
Magnesio (Mg)	Mg	12,00
Fósforo (P)	Mg	35,00
Potasio(k)	Mg	320,00
Sodio (Na)	Mg	69,00
Zinc (Zn)	Mg	0,24
Vitaminas		
Vitamina C, ácido ascórbico total	Mg	5,9
Tiamina	Mg	0,066
Riboflavina	Mg	0,058
Niacina	Mg	0,983
Vitamina B6	Mg	0,138
Vitamina B12	µg	0,00
Vitamina A	µg	835,00
Vitamina E (alpha-tocoferol)	Mg	0,66
Vitamina D (D2 + D3)	µg	0,00
Vitamina K (filoquinona)	µg	13,2
Lípidos		
Ácidos grasos saturados totales	G	0,037
Ácidos grasos monoinsaturados totales	G	0,014
Ácidos grasos poliinsaturados totales	G	0,117

Fuente: Departamento de agricultura de los Estados Unidos (USDA) (2018)

2.2.3. Aditivos utilizados en la fabricación de caramelos de goma

a. Gelatina

Según Pegg (2012) “La gelatina se considera un ingrediente, no un aditivo, por lo que no tiene número E y se ha utilizado como agente gelificante durante más de cien años. Todos estos elementos se están discutiendo como hidrocoloides naturales”. (p. 193).

Este agente gelificante además tiene la capacidad de formar y estabilizar espumas en malvaviscos, postres y emulsiones (repostería). Una propiedad importante de la gelatina es su punto de fusión, ya que se une a la temperatura corporal (37°C). Por eso es el único gel que realmente se derrite en la boca. Desintegración de la textura sin permitir una textura pegajosa

en la boca. La gelatina se usa comúnmente en los postres para fijar y proporcionar la textura buscada. (p. 5).

b. Sacarosa

Es el edulcorante más empleado en la industria alimentaria. Se produce de forma natural y representa el 20% del peso del jugo de la caña de azúcar y el 15% del peso de la remolacha azucarera. El uso de sacarosa es importante para algunos alimentos debido a sus propiedades funcionales, como la dulzura y la consistencia. (Morillo & Puma, 2009, p. 16)

c. Glucosa

Muy empleado en la industria alimentaria, se presenta como glucosa líquida (jarabe de glucosa) y dextrosa (glucosa en polvo) se consigue por la hidrólisis del almidón de cereales utilizando enzimas. (Portilla, 2013, p. 22)

d. La Vitamina C (ácido ascórbico)

La vitamina C es un antioxidante soluble en agua. Es un potente agente reductor necesario para mantener el lecho capilar, participa en la biosíntesis de hidroxiprolina, un precursor de colágeno, oseína y dentina. El ácido ascórbico dona electrones a varias enzimas. Muchos están involucrados en la hidroxilación del colágeno y otros están involucrados en la biosíntesis de carnitina, hormonas y aminoácidos. El ascorbato es imprescindible en la formación de tejido conectivo.

e. Lactato ferroso

El lactato ferroso es un ingrediente utilizado en la industria alimentaria como estabilizador de color, colorante y con fines nutricionales, es muy utilizado en:

- Pasta
- Leche maternizada
- Leche para el crecimiento
- Vitaminas y suplementos
- Aceitunas
- Vegetales en conserva

2.3. Definición de términos básicos

Se establecieron las siguientes definiciones:

- a) **Bebida funcional:** Es producto que poseen compuestos bioactivos que progresivamente mejoran la salud de las personas.
- b) **Compuestos bioactivos:** Son compuestos químicos, que se encuentran en pequeñas cantidades en determinados alimentos, promueven la buena salud.
- c) **Fortificación:** Consiste en la adición de micronutriente (vitaminas o minerales) en un alimento, con la finalidad de reducir o controlar la carencia del mismo en una población.
- d) **Anemia:** Reducción de los niveles de hemoglobina en sangre, generado por diversos factores (hemorragias, aumento de las necesidades nutricionales, entre otros).

2.4. Hipótesis de investigación

2.4.1. Hipótesis General

Sí, es posible desarrollar un caramelo blando a base de extracto de zanahoria fortificado con lactato ferroso y ácido ascórbico que sea sensorialmente aceptable y estable durante su almacenamiento.

2.4.2. Hipótesis Específicas

- a. Si se determina los parámetros óptimos que permita desarrollar un caramelo blando a base de extracto de zanahoria fortificado con lactato ferroso y ácido ascórbico, entonces se obtendrá un producto de buena calidad.
- b. Si se utiliza extracto de zanahoria fortificado con lactato ferroso y ácido ascórbico en el desarrollo de caramelo blando entonces el producto terminado tendrá buena aceptación, si solo si, las características físicas - químicas, sensoriales y microbiológicas se encuentran conforme a las normas de calidad.
- c. Estadísticamente el uso de extracto de zanahoria fortificado con lactato ferroso y ácido ascórbico en el desarrollo de caramelo de goma masticable, produce cambios significativos favorables en el tiempo de vida útil y aceptabilidad del caramelo.

CAPITULO III. METODOLOGÍA

3.1. Diseño metodológico

Por su naturaleza es experimental, por su carácter es cuantitativo y según su propósito es aplicada ya que busca divulgar conocimiento con aplicación directa a los problemas de la población y del sector industrial.

3.1.1. Ubicación

La investigación se desarrolló en una primera etapa en el laboratorio de la escuela académica de la universidad en la provincia de Huaura, en la segunda etapa en un espacio aséptico de mi casa, y la tercera en cuanto a la evaluación sensorial, se optó por entregar las muestras a cada domicilio rotuladas con las condiciones asépticas por el tema del COVID 19. En el Distrito de Huacho – provincia de Huaura.

3.1.2. Materiales e insumos

En la presente investigación se emplearon los siguientes materiales, insumos y equipos:

A. Materiales

- Bandejas plásticas
- Colador
- Ollas
- Cucharas
- Cuchillo
- Moldes de plástico
- Bolsas con cierre hermético

B. Insumos

- Zanahoria
- Sacarosa

- Glucosa
- Gelatina
- Ácido Ascórbico
- Lactato ferroso
- Sorbato de potasio
- Esencia de naranja

C. Equipos

- Balanza digital
- Termómetro
- Cronometro
- Extractor

3.1.3. Diseño experimental

En esta investigación para comprobar si existe diferencia significativa entre los resultados de las variables independientes, se aplicó el análisis de varianza (ANOVA) para determinar si existe diferencia significativa entre los tratamientos y las variables de respuestas, considerando el criterio de decisión del p-valor < 0.05 , demostrando que es significativo y la comparación de medias por el método Fisher, utilizando la prueba de Nemenyi, mediante el software XLSTAT 2019 versión prueba.

En la determinación de vida útil sensorial se utilizó el análisis de riesgos de Weibull, mediante el programa XLSTAT versión 2019, que permitirá principalmente la determinación del tiempo de vida útil y la modelación de los datos.

3.1.4. Tratamientos

Los tratamientos propuestos se desarrollaron en tres etapas, el cual se detalla a continuación:

3.1.4.1. I Etapa. Obtención del extracto de zanahoria

Los modelos que se utilizan en la metodología de superficie de respuesta son básicamente polinomios. Para k factores, el modelo de primer orden es el siguiente:

$$Y = \beta_0 + \sum_{i=1}^k \beta_i x_i + \varepsilon$$

y el modelo de segundo orden:

$$Y = \beta_0 + \sum_{i=1}^k \beta_i x_i + \sum_{i=1}^k \beta_{ii} x_i^2 + \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^k \beta_{ij} x_i x_j + \varepsilon$$

Donde:

- Y : Rendimiento de extracto estimado (% Rendimiento).
- β_0 : Término independiente.
- β_i : Coeficientes de regresión lineal.
- β_{ii}, β_{ij} : Coeficientes de regresión cuadráticos.
- x_i, x_j : Variables independientes o factores.
- K : Número de variables independientes o factores

El objetivo en la primera etapa será la optimización de los parámetros de temperatura y tiempo en la etapa de blanqueado de la zanahoria. El modelo propuesto para la variable respuesta, rendimiento de extracto de zanahoria (Y1) y % solidos soluble(brix) (Y2), fueron analizados y ajustados a un modelo de segundo orden. Se insertarán los factores con sus respectivos niveles en el software Desing Expert versión 13, como se muestra en la tabla 2:

Tabla 2
Factores de control y niveles de trabajo

Factores de control	Niveles		Unidad
	1	2	
A Temperatura	60	80	°C
B Tiempo	5	15	minutos

Fuente: *Elaboración Propia*

La metodología de superficie de respuesta (RSM), nos presenta 13 corridas, que son presentados a continuación:

Tabla 3
Diseño robusto de RSM para la optimización del blanqueado de la zanahoria

Tratamiento	Temperatura	Tiempo	Rendimiento (%)	Brix
1	60,0000	5,0000		
2	80,0000	5,0000		
3	60,0000	15,0000		
4	80,0000	15,0000		
5	55,8579	10,0000		
6	84,1421	10,0000		
7	70,0000	2,9289		
8	70,0000	17,0711		
9	70,0000	10,0000		
10	70,0000	10,0000		
11	70,0000	10,0000		
12	70,0000	10,0000		
13	70,0000	10,0000		

3.1.4.2. II Etapa. Obtención de la mezcla optima

La tabla 4 muestra los 12 tratamientos o formulaciones generados por el software Design Expert 13, los cuales fueron sometidos a una la evaluación sensorial, para lo cual se usó un panel compuesto por 10 jueces entrenados, y se utilizó una escala hedónica de 1 a 9 puntos; siendo el 1 equivale a “me disgusta mucho” y el 9 “me gusta mucho” (Anexo 1)

Tabla 4

Tratamientos obtenidos por el programa Design Expert 13 en base a las variables independientes.

Tratamiento	Corrida	Componentes				Respuestas				
		X1	X2	X3	X4	1	2	3	4	5
		Extracto de zanahoria	Gelatina	Lactato ferroso	Ácido ascórbico	Aceptabilidad sensorial	Color	Olor	Sabor	Textura
1	12	38,59	12,5	0,2	0,5					
2	1	40,69	10	0,6	0,5					
3	9	35,69	15	0,6	0,5					
4	4	35,69	15	0,6	0,5					
5	7	35,64	15	0,4	0,75					
6	8	37,94	12,5	0,6	0,75					
7	6	36,79	13,75	0,5	0,75					
8	10	40,59	10	0,2	1					
9	2	35,59	15	0,2	1					
10	5	40,19	10	0,6	1					
11	11	37,89	12,5	0,4	1					
12	3	35,19	15	0,6	1					

3.1.4.3. III Etapa. Determinación de vida útil

En la obtención del tiempo de vida útil se utilizó el método sensorial, mediante el método probabilístico de Weibull. Las muestras a analizar pertenecían a un único lote, las cuales fueron almacenados a 25°C, para determinar el período ideal de consumo de un producto se realizaron tomas de muestra en diferentes momentos/fechas, para su evaluación sensorial por un período de tres meses según Prueba de Aceptación / Rechazo (Anexo 2).

Tabla 5

Secuencia de muestreo para análisis de un caramelo de goma masticable a base de extracto de zanahoria fortificado con hierro y ácido ascórbico.

Análisis	Temperatura de almacenamiento (°C)	Intervalo medición (días)	Muestreo (días)
Sensorial	25°	14	0, 14, 28, 42, 56, 70, 84, 98 y 112

3.1.5. Características del área experimental

3.1.5.1. I Etapa: Optimización de la obtención del jugo de zanahoria

- a. **Recepción:** La operación iniciara con el ingreso de la materia prima (zanahoria) comprada en el mercado Centenario al laboratorio de tecnología de los alimentos y se determinara el peso inicial, brix y pH.
- b. **Selección y clasificación:** Esta operación va a consistir en la selección solo de zanahoria en buen estado, eliminando aquellas hortalizas que presenten signos de deterioro y mohos. Finalizado la selección, se realizará la clasificación de las zanahorias que presenten una madurez adecuada.
- c. **Lavado y desinfectado:** Se realizará el lavado con agua potable, con el objetivo de retirar los contaminantes adheridos. Una vez finalizado el lavado, se procederá a desinfectar las hortalizas con una solución de NaClO a 130 ppm.
- d. **Blanqueado:** Se realizará sumergiendo las zanahorias en un recipiente con agua a temperaturas de 60 y 80 °C, tiempo de 5 y 15 minutos con la finalidad de disminuir la carga microbiana en la cascará de la hortaliza, inactivar las enzimas causantes del pardeamiento enzimático.
- e. **Pelado y troceado:** Se procederá a retirar la cascará manualmente de la zanahoria escaldada y partir en mitades las hortalizas, teniendo en cuenta las buenas prácticas de manipulación.
- f. **Extracción del jugo / pulpa:** Esta operación va a consistir en obtener jugo de zanahoria o pulpa de zanahoria, y así evaluar el mejor comportamiento de cada uno de ellos en el caramelo blando, utilizando un extractor o una licuadora.

3.1.5.2. II Etapa. Obtención de la mezcla optima

- a. **Dilución 1:** Se mezcla la gelatina y el agua a una temperatura de 50 °C.
- b. **Dilución 2:** Se mezcla la glucosa, sacarosa y el agua, se remueve constantemente hasta llevarlo a temperatura de 50 °C.
- c. **Calentamiento:** Se añade el extracto de zanahoria y se lleva a temperatura de 85 °C removiendo constantemente para evitar el sobrecalentamiento de una zona en especial, luego se deja enfriar hasta la temperatura de 50°C.

- d. **Mezclado:** Se mezcla la gelatina ya diluida, el lactato ferroso, ácido ascórbico, sorbato de potasio y la esencia de naranja a una temperatura de 50 °C, en esta etapa se requiere hacerlo de forma rápida.
- e. **Moldeado:** En esta etapa se añade a los moldes rápidamente, antes que se enfríe la mezcla.
- f. **Enfriado:** Dejar enfriar a temperatura ambiente.
- g. **Desmoldar:** Sacar de los moldes con mucho cuidado.
- h. **Envasado:** Envasar en envases de bolsas con cierre hermético.

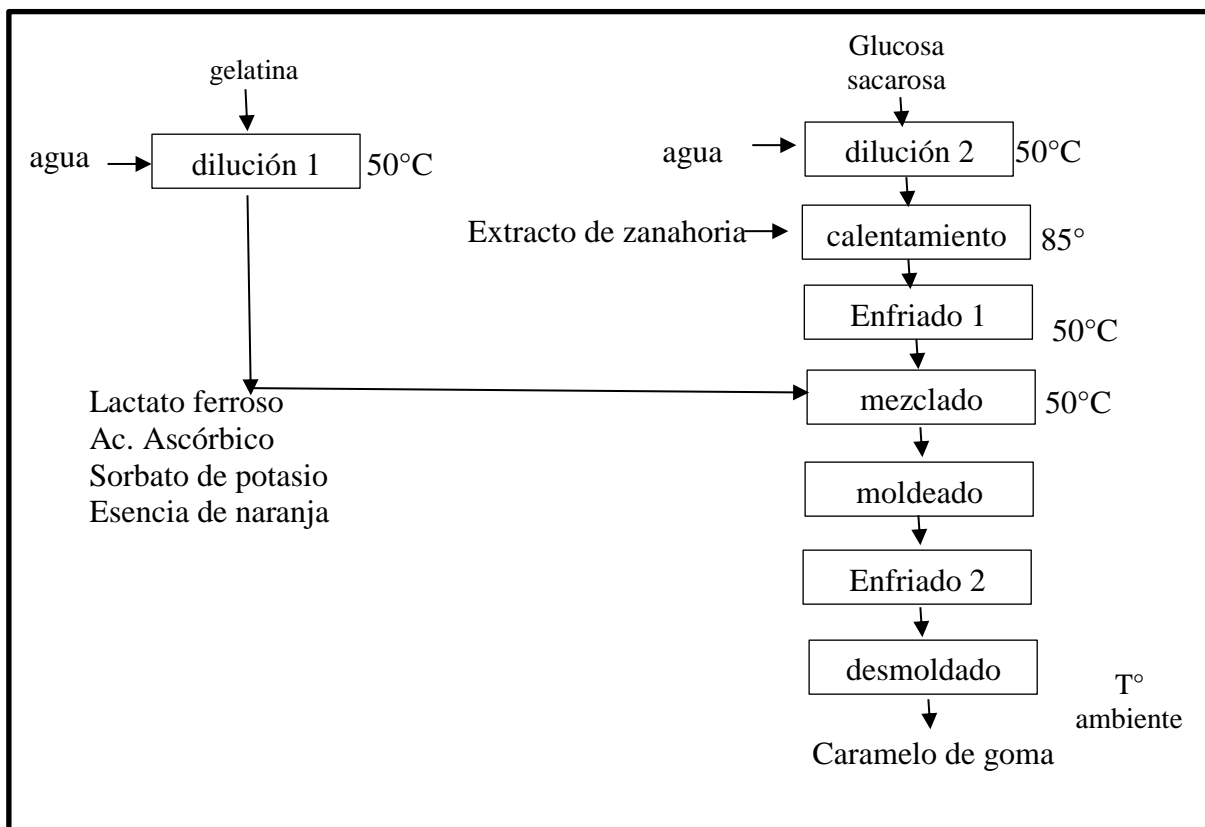


Figura 1. Diagrama de flujo del caramelo de goma masticable a base de extracto de zanahoria fortificado con hierro y ácido ascórbico.

3.1.6. Variables evaluadas

- Temperatura del blanqueado en el extracto de zanahoria.
- Tiempo del blanqueado en el extracto de zanahoria.
- % de cantidad de extracto de zanahoria para optimizar.
- % de cantidad de gelatina para optimizar.
- % de cantidad de lactato ferroso para la optimización.
- % de cantidad de ácido ascórbico para la optimización.

- Aceptabilidad sensorial (variables de respuesta).
- Color, olor, sabor y textura (variables de respuesta).

3.1.7. Conducción del experimento

Para el desarrollo de los experimentos se llevó en tres etapas, los cuales detallo a continuación:

3.1.7.1. I Etapa. Obtención del extracto de zanahoria

El objetivo en la primera etapa será la optimización de los parámetros de temperatura y tiempo en la etapa de blanqueado de la zanahoria. El modelo propuesto para la variable respuesta, rendimiento de extracto de zanahoria (Y1) y % sólidos soluble(brix) (Y2), fueron analizados y ajustados a un modelo de segundo orden. Se insertarán los factores con sus respectivos niveles en el software Desing Expert versión 13, como se muestra en la (tabla 2). Seguido la metodología de superficie de respuesta (RSM), nos presenta 13 corridas, que son presentados a en la (tabla 3).

3.1.7.2. II Etapa: Obtención de la mezcla optima

Se empleo el diseño de mezcla D-óptimal creado por el software Design Expert 13 versión de prueba, se evaluó cuatro ingredientes (extracto de zanahoria, gelatina, lactato ferroso y ácido ascórbico), los mismos que representaron las variables independientes (componentes), siendo las variables dependientes (respuesta): Aceptabilidad sensorial, color, olor, sabor, textura. El diseño de mezclas, nos presentó un total de 12 tratamientos. Para esto se mantendrá constante los siguientes parámetros:

- Sacarosa	24,00%
- Esencia de naranja	0,20%
- Sorbato de potasio	0,01%
- Glucosa	<u>24,00%</u>
	48,21%

Las restricciones mínimos y máximos de cada uno de los componentes, son las que se muestran a continuación:

- Extracto de zanahoria(X_1)	35,19 a 41,09%
- Gelatina (X_2)	10 a 15%
- Lactato ferroso(X_3)	0,2 a 0,6%

- Ácido ascórbico (X_4) 0,5 a 1,0%

$$X_1 + X_2 + X_3 + X_4 = 51,79 \%$$

En la (tabla 4) muestra los 12 tratamientos o formulaciones generados por el software Design Expert 13, los cuales fueron sometidos a una la evaluación sensorial, para lo cual se usó un panel compuesto por 10 jueces entrenados, y se utilizó una escala hedónica de 1 a 9 puntos; siendo el 1 equivale a “me disgusta mucho” y el 9 “me gusta mucho” (Anexo 1).

Para determinar el mejor tratamiento, se utilizó la función de deseabilidad (FD) con el apoyo del software Design Expert 13, en la cual se establecieron cantidades y metas, a cada variable dependiente. En esta etapa, se compararon todos los tratamientos y se eligió los primeros cuatro tratamientos con los valores deseables más altos.

3.1.7.3. III Etapa. Determinación de vida útil

En la obtención del tiempo de vida útil se utilizó el método sensorial, mediante el método probabilístico de Weibull. Las muestras a analizar pertenecían a un único lote, las cuales fueron almacenados a 25°C, para determinar el período ideal de consumo de un producto se realizaron tomas de muestra en diferentes momentos/fechas, para su evaluación sensorial por un período de tres meses según Prueba de Aceptación / Rechazo (Anexo 2).

En la (Tabla 5) se presenta la secuencia de muestreo del caramelo de goma masticable a base de extracto de zanahoria fortificado con hierro y ácido ascórbico.

3.1.7.4. Análisis experimental

3.1.7.4.1. Análisis físico, químico y bromatológicos

Los análisis físicos, químicos y bromatológicos de los insumos utilizados y del caramelo de goma masticable, son las siguientes:

- a. Humedad: Propuesto por Bradley (2010). (Bradley, 2010)
- b. Proteínas Totales: Método AOAC 975.03. Cap 3 pag. 5-6. 21st Edition 2019
- c. Determinación de Carbohidratos, Mediante el método de Lane y Eynon. (BeMiller, 2010)

- d. Análisis de color, método C I E L *a*b.
- e. Cuantificación de Hierro. Método AOAC 975.03. Cap 3 pag. 5-6. 21st Edition 2019
- f. Determinación de vitamina C. Método AOAC 967.21. Cap 45 pag 21-22. 21st Edition 2019
- g. Acidez: Propuesto por Sadler and Murphy (2010)

3.1.7.4.2. Análisis microbiológicos

Los análisis se evaluaron según los métodos descritos por la Comisión Internacional de Especificaciones Microbiológicas para Alimentos (International Commission on Microbiological specifications for foods (ICMSF), 2018)

Determinaciones microbiológicas:

- Numeración de mesófilos viables aerobios y facultativos
- Numeración de Mohos y levaduras
- Determinación de estafilococos aureus.

3.2. Población y muestra

3.2.1. Población

Las materias primas a utilizar en la investigación están conformadas por el conjunto de zanahorias, los cuales serán obtenidos del mercado Centenario, localizado en el distrito de Huacho, Provincia de Huaura. La Gelatina grado Bloom 250 a 300 y lactato ferroso fueron adquiridos de la empresa Frutarom Perú S. A. C.

3.2.2. Muestra

Se empleo un muestreo no probabilístico, donde la elección de la muestra no dependerá de la probabilidad, si no del objetivo y características de la investigación. Las muestras serán representadas por dos finalidades:

- a. En la realización los ensayos y pruebas pilotos en la estandarización de un caramelo blando a base de extracto de zanahoria y lactato ferroso, se tomará 10 kg de zanahoria, 100 g de ácido ascórbico y 100g lactato ferroso.

- b. Para realizar los análisis fisicoquímicos y microbiológicos de los insumos utilizados en la elaboración del caramelo de goma masticable.

3.3. Técnicas de recolección de datos

3.3.1. Técnicas

- a. En la compilación de información teórica.
 - Lectura y fichaje: Estarán comprendidos en la recopilación, análisis e interpretación y verificación.

- b. En la recolección de datos experimentales de laboratorio:
 - Observación directa
 - Acotaciones
 - Toma de datos con equipos de medición.

3.3.2. Descripción de los instrumentos.

- Libros
- Internet
- Libros Virtuales
- Investigaciones no difundidas.
- Periódicos
- Revistas y artículos científicos
- Tesis de pre o post grado

3.4. Técnicas para el procesamiento de datos.

- a. Clasificación de materiales recolectados
- b. Análisis de datos mediante los programas estadísticos Desing expert versión 13, XLSTAT 2019 en sus versiones de prueba y Excel.

CAPITULO IV. RESULTADOS

4.1. Análisis de resultados

4.1.1. Etapa I: Optimización de la obtención del extracto de zanahoria

4.1.1.1. Rendimiento

i. Modelo matemático y análisis Estadístico

En la tabla 6 se presenta el rendimiento de extracto de zanahoria a temperaturas y tiempos establecidos en la metodología.

Tabla 6

Valores obtenidos del rendimiento del extracto de zanahoria según el diseño central compuesto.

Tratamiento	Temperatura	Tiempo	Rendimiento (%)
1	60	5	66,48
2	80	5	51,53
3	60	15	62,95
4	80	15	46,57
5	55,8579	10	65,84
6	84,1421	10	45,78
7	70	2,92893	60,83
8	70	17,0711	53,55
9	70	10	56,32
10	70	10	56,35
11	70	10	55,06
12	70	10	57,84
13	70	10	56,87

Tabla 7

ANOVA del modelo cuadrático de la variable respuesta rendimiento de extracción de zanahoria

Fuente	Suma de cuadrados (SC)	G.L.	Cuadrado medio (CM)	Valor F	Valor p	
Modelo	492,15	5	98,43	117,66	< 0,0001	Significativo
A-Temperatura	445,50	1	445,50	532,51	< 0,0001	
B-Tiempo	44,11	1	44,11	52,73	0,0002	
AB	0,5112	1	0,5112	0,6111	0,4600	
A ²	0,4120	1	0,4120	0,4925	0,5055	
B ²	1,39	1	1,39	1,66	0,2387	
Residual	5,86	7	0,8366			
Falto de ajuste	1,80	3	0,5986	0,5898	0,6536	No significativo
Error puro	4,06	4	1,02			
Total	498,01	12				

Tabla 8
Estadísticas de ajuste

Desviación estándar	0,9147
Media	56,61
C.V. %	1,62
R²	0,9882
R² Ajustado	0,9798
R² Predicho	0,9616

Influencia de los ingredientes sobre el rendimiento

Tabla 9
Coeficientes en términos de factores codificados

Término	Coef	EE del coef.	Valor T	Valor p	FIV
Constante	56,488	0,409	138,10	0,000	
Temperatura	-7,462	0,323	-23,08	0,000	1,00
Tiempo	-2,348	0,323	-7,26	0,000	1,00
Temperatura*Temperatura	-0,243	0,347	-0,70	0,505	1,02
Tiempo*Tiempo	0,447	0,347	1,29	0,239	1,02
Temperatura*Tiempo	-0,358	0,457	-0,78	0,460	1,00

Ecuación final en términos de factores :

$$\% \text{ Rendimiento} = 56,488 - 7,462 \text{ Temperatura} - 2,348 \text{ Tiempo} - 0,243 \text{ Temperatura*Temperatura} + 0,447 \text{ Tiempo*Tiempo} - 0,358 \text{ Temperatura*Tiempo}$$

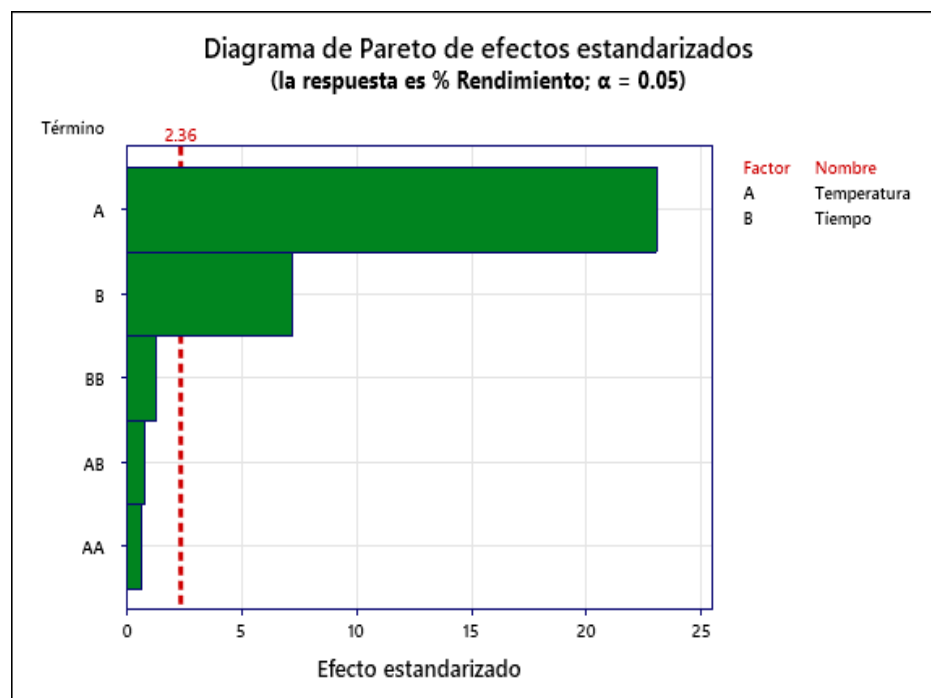


Figura 2. Diagrama de Pareto de efectos estandarizados

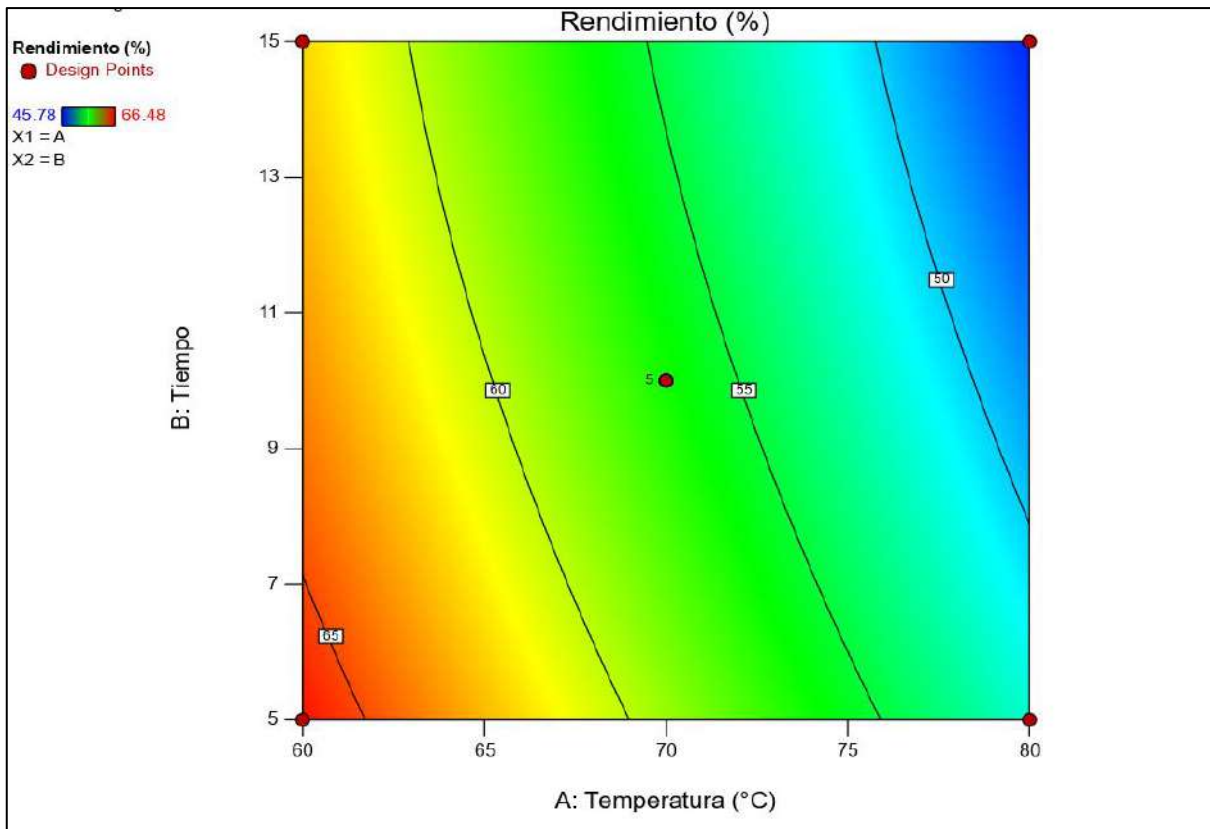


Figura 3. Grafica de contornos del rendimiento de extracto de zanahoria

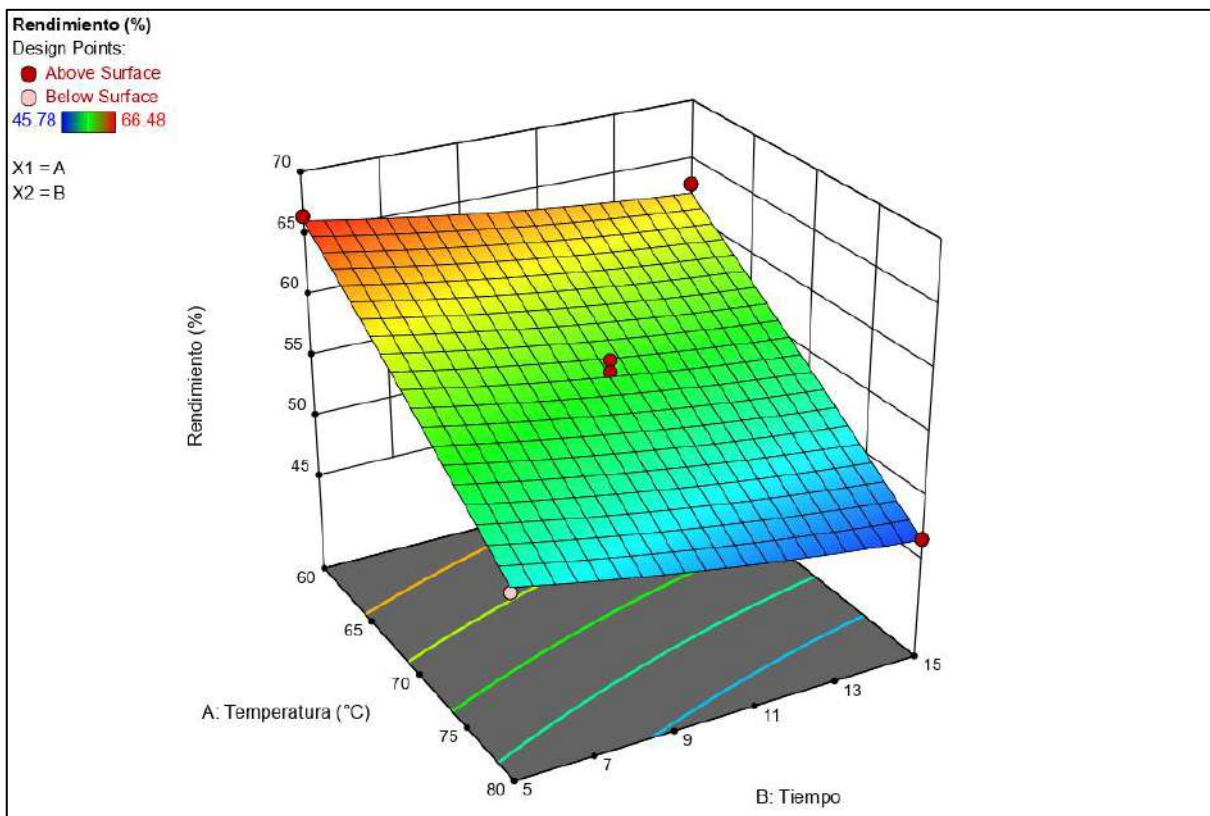


Figura 4. Superficie de respuesta del efecto de la temperatura y tiempo sobre el rendimiento de extracto de zanahoria.

4.1.1.2. Brix

a. Modelo matemático y análisis Estadístico

Tabla 10

Resultados experimentales del diseño central compuesto de la etapa de la optimización referida a los °Brix del extracto de zanahoria.

Tratamiento	Temperatura	Tiempo	Brix
1	60	5	5,4
2	80	5	7,4
3	60	15	5,0
4	80	15	7,1
5	55,8579	10	5,6
6	84,1421	10	7,6
7	70	2,92893	6,4
8	70	17,0711	5,6
9	70	10	5,4
10	70	10	6,0
11	70	10	5,8
12	70	10	5,4
13	70	10	6,1

Tabla 11

ANOVA del modelo cuadrático de la variable dependiente °Brix del extracto de zanahoria.

Fuente	S.C	G.L.	C.M	F	P	
Modelo	7,62	5	1,52	15,96	0,0010	Significativo
A-Temperatura	6,00	1	6,00	62,82	< 0,0001	
B-Tiempo	0,4192	1	0,4192	4,39	0,0744	
AB	0,0025	1	0,0025	0,0262	0,8760	
A ²	1,18	1	1,18	12,32	0,0099	
B ²	0,0861	1	0,0861	0,9014	0,3740	
Residual	0,6686	7	0,0955			
Falta de ajuste	0,2366	3	0,0789	0,7303	0,5854	No significativo
Error puro	0,4320	4	0,1080			
Total	8,29	12				

Tabla 12
Estadísticas de ajuste

Desviación estándar	0,3091
Media	6,06
C.V. %	5,1
R ²	0,9194
R ² Ajustado	0,8617
R ² Predicho	0,7156

b. Efecto de los factores sobre el ° Brix

Tabla 13
Coeficientes en términos de factores codificados

Término	Coef	EE del coef.	Valor T	Valor p	FIV
Constante	5,740	0,138	41,53	0,000	
Temperatura	0,866	0,109	7,93	0,000	1,00
Tiempo	-0,229	0,109	-2,10	0,074	1,00
Temperatura*Temperatura	0,411	0,117	3,51	0,010	1,02
Tiempo*Tiempo	0,111	0,117	0,95	0,374	1,02
Temperatura*Tiempo	0,025	0,155	0,16	0,876	1,00

Ecuación final en términos de factores:

$$\text{Brix} = 5,740 + 0,866 \text{ Temperatura} - 0,229 \text{ Tiempo} + 0,411 \text{ Temperatura*Temperatura} + 0,111 \text{ Tiempo*Tiempo} + 0,025 \text{ Temperatura*Tiempo}$$

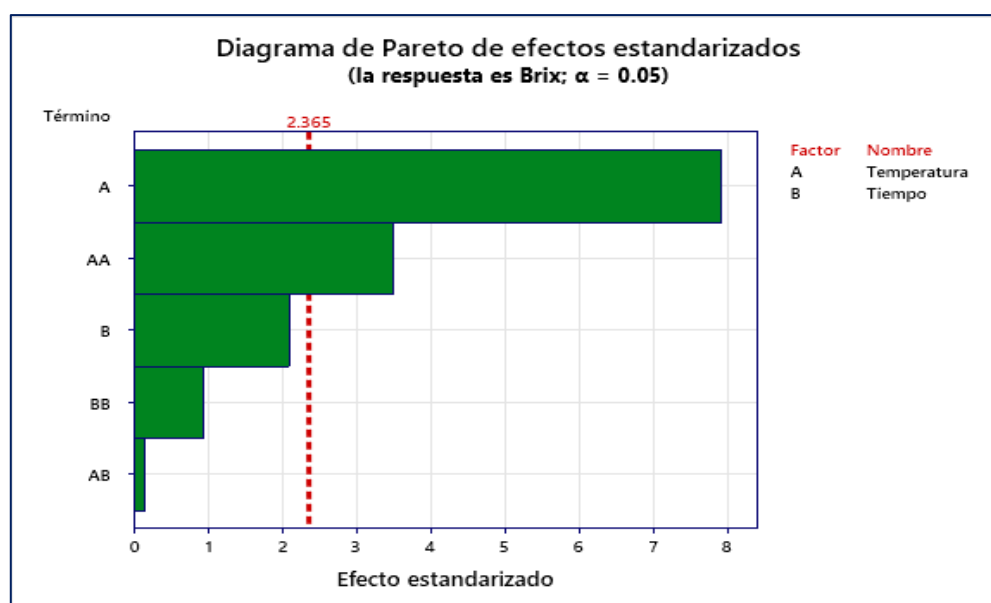


Figura 5. Diagrama de Pareto de efectos estandarizados

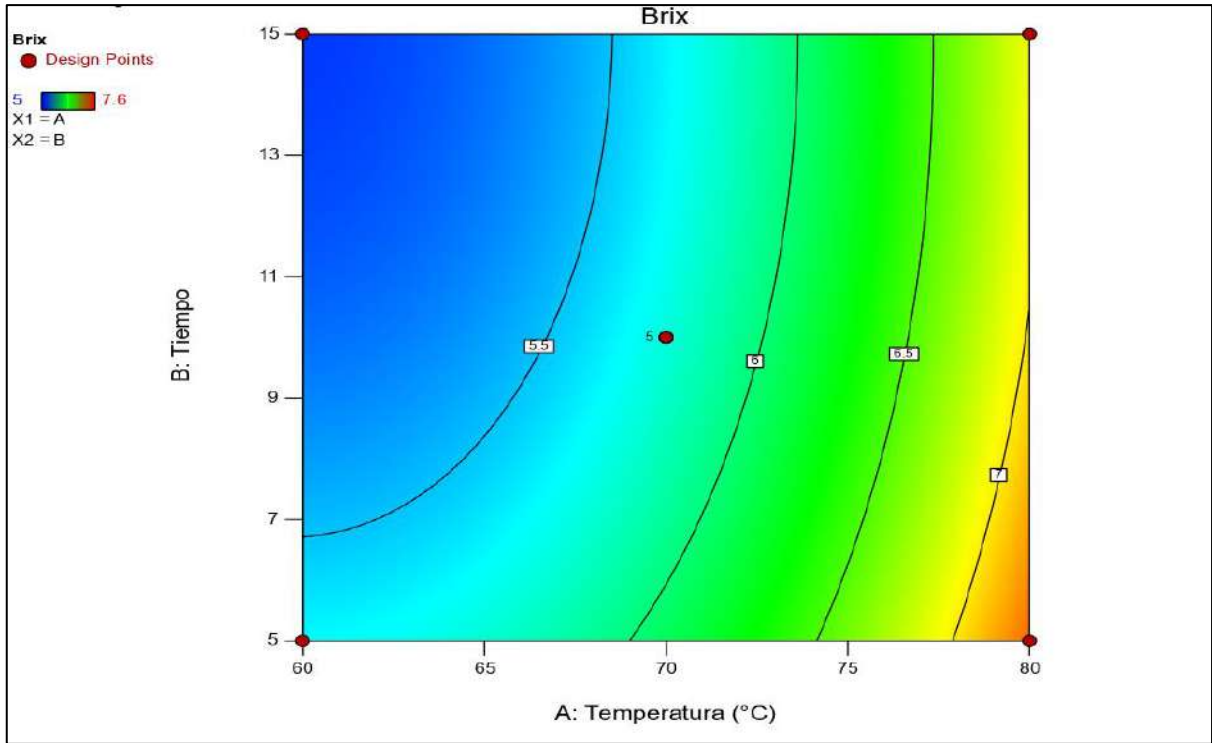


Figura 6. Grafica de contornos del °Brix del extracto de zanahoria

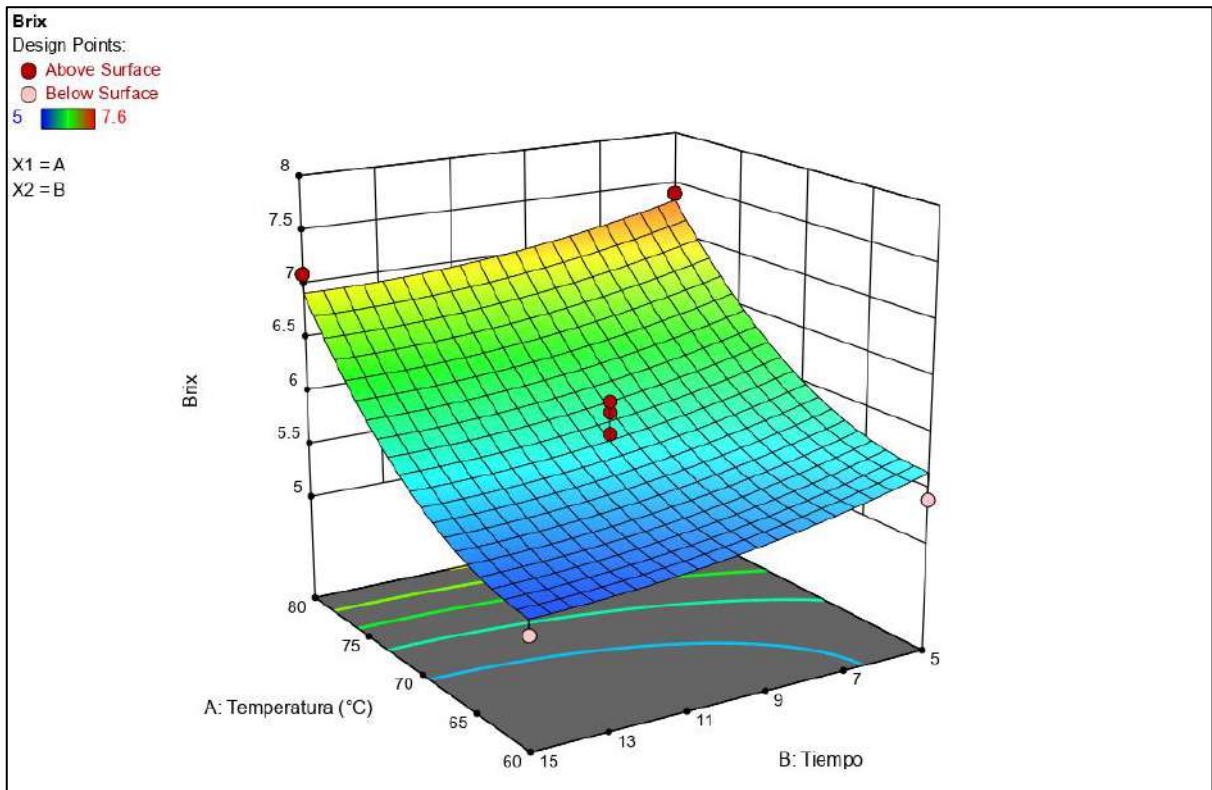


Figura 7. Superficie de respuesta del efecto de la temperatura y tiempo sobre los grados Brix del extracto de zanahoria.

4.1.1.3. Color

c. Modelo matemático y análisis Estadístico

Tabla 14

Resultados experimentales del diseño central compuesto de la etapa de la optimización referida al color del extracto de zanahoria.

Tratamiento	Temperatura	Tiempo	Color
1	60	5	4,6
2	80	5	7,2
3	60	15	4,2
4	80	15	8,2
5	55,8579	10	5,8
6	84,1421	10	8,6
7	70	2,92893	5,2
8	70	17,0711	5,8
9	70	10	6,2
10	70	10	6,4
11	70	10	6,6
12	70	10	6,8
13	70	10	7,0

Tabla 15

ANOVA del modelo cuadrático de la variable dependiente color del extracto de zanahoria

Fuente	S.C	G.L.	C.M	F	P	
Modelo	18,07	5	3,61	17,34	0,0008	Significativo
A-Temperatura	13,94	1	13,94	66,87	< 0,0001	
B-Tiempo	0,2623	1	0,2623	1,26	0,2990	
AB	0,4900	1	0,4900	2,35	0,1691	
A ²	0,3522	1	0,3522	1,69	0,2348	
B ²	2,72	1	2,72	13,04	0,0086	
Residual	1,46	7	0,2084			
Falta de ajuste	1,06	3	0,3530	3,53	0,1273	No significativo
Error puro	0,4000	4	0,1000			
Total	19,53	12				

Tabla 16
Estadísticas de ajuste

Desviación estándar	0,3091
Media	6,06
C.V. %	5,1
R²	0,9194
R² Ajustado	0,8617
R² Predicho	0,7156

a. Efecto de los ingredientes sobre el color

Tabla 17
Coeficientes en términos de factores codificados

Término	Coef	EE del coef.	Valor T	Valor p
Constante	6,600	0,204	32,33	0,000
Temperatura	1,320	0,161	8,18	0,000
Tiempo	0,181	0,161	1,12	0,299
Temperatura*Temperatura	0,225	0,173	1,30	0,235
Tiempo*Tiempo	-0,625	0,173	-3,61	0,009
Temperatura*Tiempo	0,350	0,228	1,53	0,169

Ecuación final en términos de factores:

$$\text{Color} = 6,600 + 1,320 \text{ Temperatura} + 0,181 \text{ Tiempo} + 0,225 \text{ Temperatura*Temperatura} - 0,625 \text{ *Tiempo*Tiempo} + 0,350 \text{ *Temperatura*Tiempo}$$

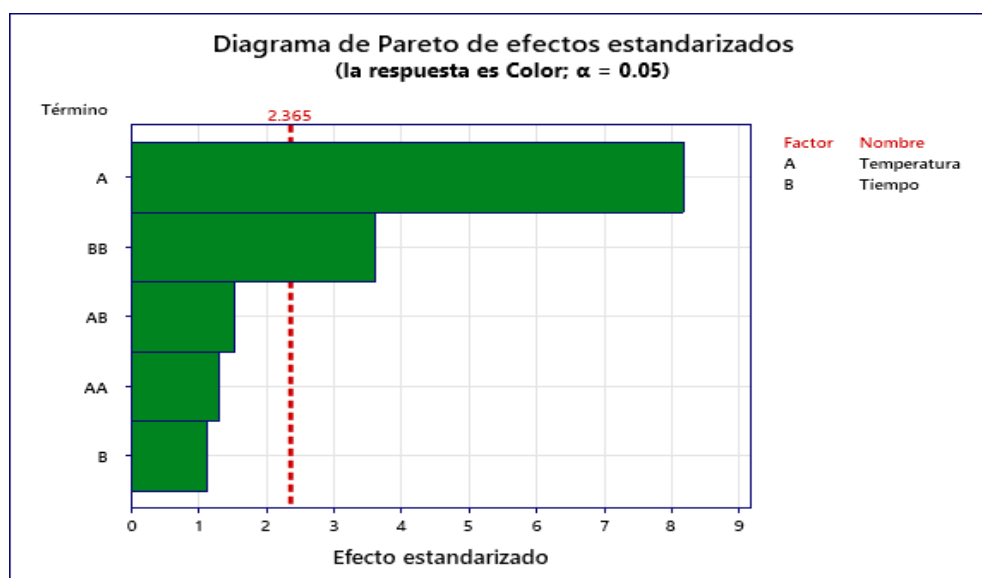


Figura 8. Diagrama de Pareto de efectos estandarizados.

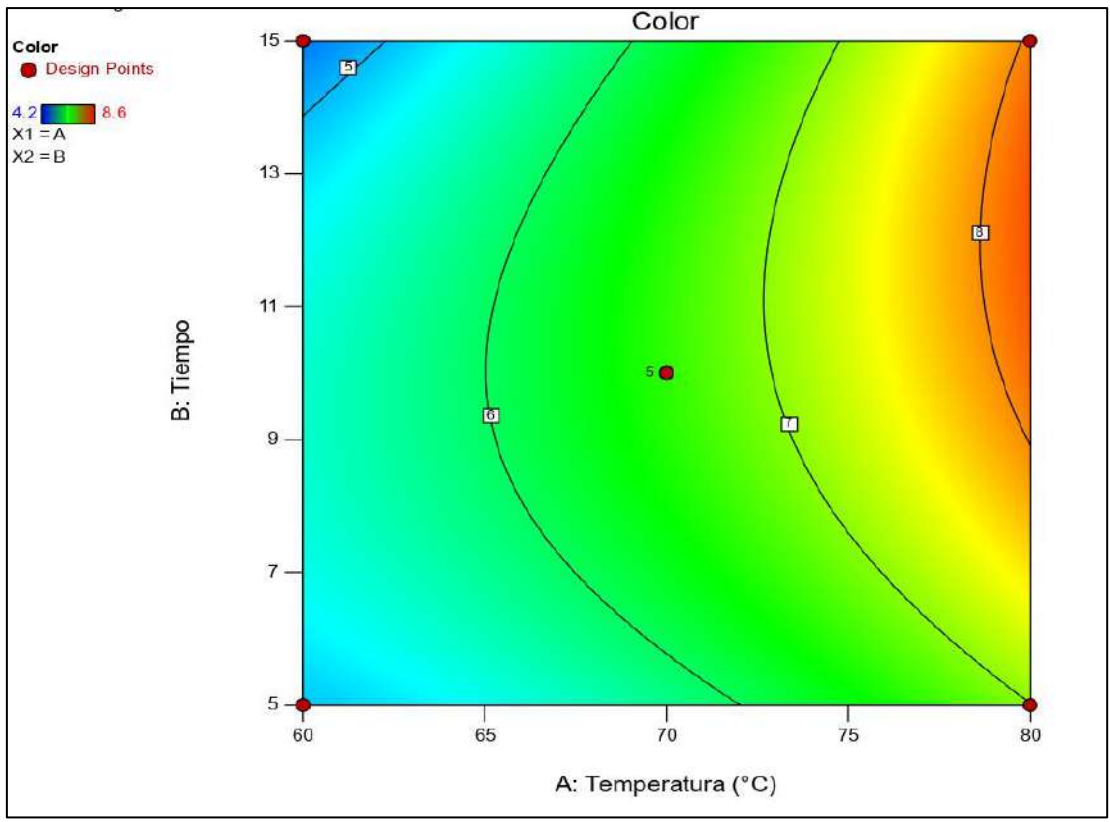


Figura 9. Grafica de contornos del color del extracto de zanahoria.

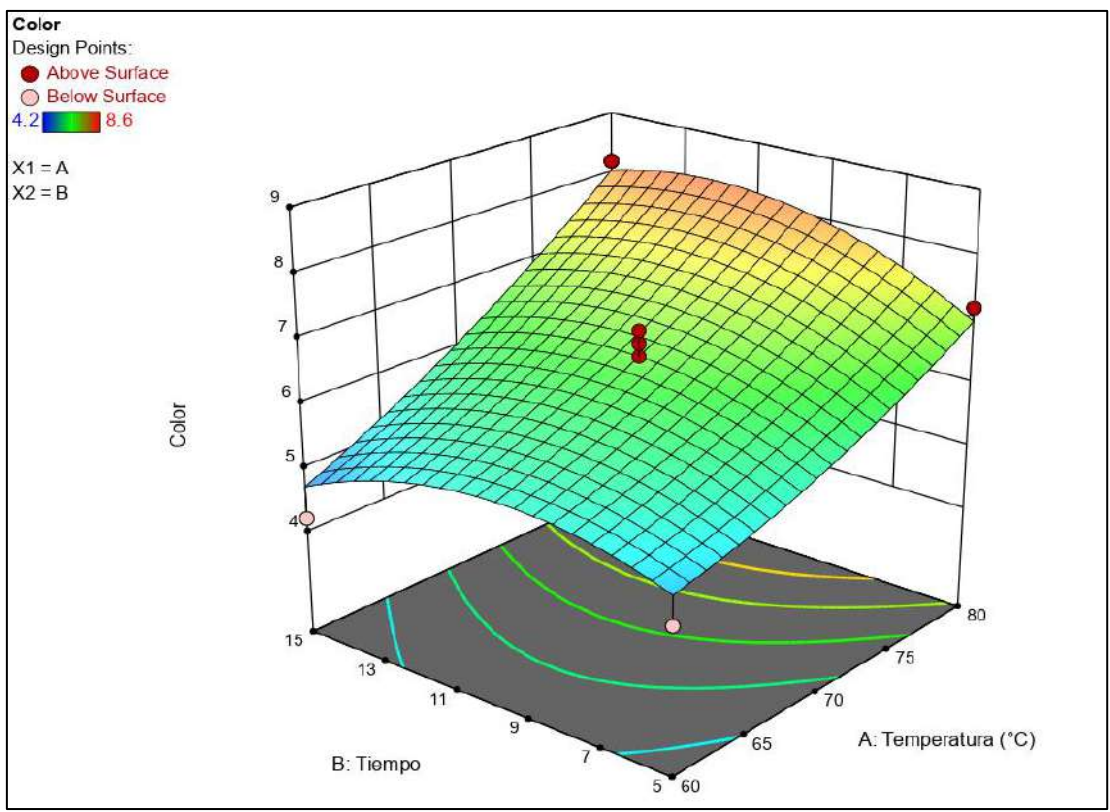


Figura 10. Superficie de respuesta del efecto de la temperatura y tiempo sobre el color del extracto de zanahoria.

4.1.1.4. Identificación de la zona de optimización factible y localización numérica de los parámetros óptimos de Temperatura y tiempo en la obtención de extracto de zanahoria.

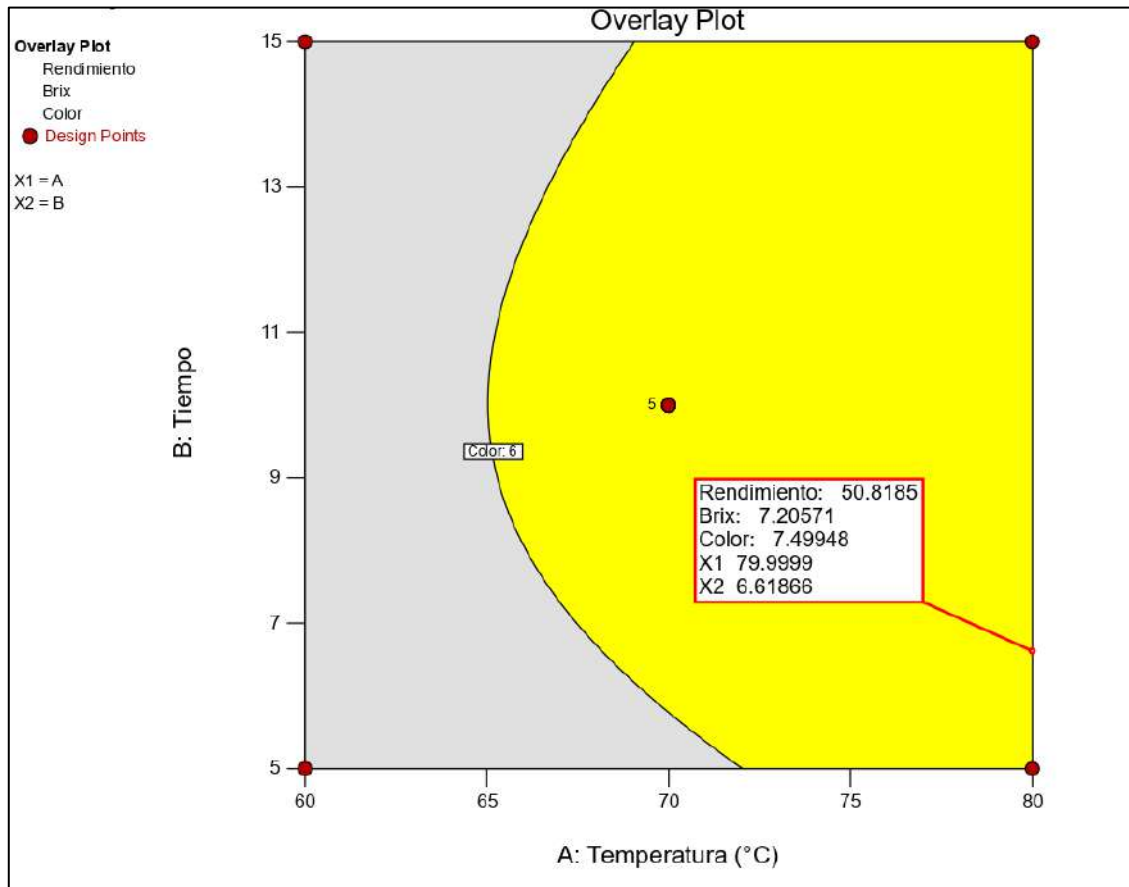


Figura 11. Región de interés donde se determina el rango de valores optimizados para el diseño, y localización numérica de la solución óptima.

4.1.2. Etapa II: Obtención de la mezcla óptima

En esta etapa, los valores obtenidos en el punto 4.1.1 se mantienen constantes:

Temperatura de escaldado (°C) : 79.99°C

4.1.2.1. Aceptabilidad sensorial

La Tabla 18 muestra las puntuaciones dadas a cada tratamiento respecto al atributo color.

Tabla 18

Resultados del atributo aceptabilidad sensorial del caramelo de goma a base de extracto de zanahoria fortificado con hierro y ácido ascórbico.

Tratamiento	Corrida	Componentes				1 Aceptabilidad sensorial
		A	B	C	D	
		Extracto de zanahoria	Gelatina	Lactato ferroso	Ácido ascórbico	
1	12	38,59	12,5	0,2	0,5	7,8
2	1	40,69	10	0,6	0,5	4,2
3	9	35,69	15	0,6	0,5	6,8
4	4	35,69	15	0,6	0,5	6,2
5	7	35,64	15	0,4	0,75	8,6
6	8	37,94	12,5	0,6	0,75	6,8
7	6	36,79	13,75	0,5	0,75	7,6
8	10	40,59	10	0,2	1	5,6
9	2	35,59	15	0,2	1	8
10	5	40,19	10	0,6	1	6,4
11	11	37,89	12,5	0,4	1	7,4
12	3	35,19	15	0,6	1	4,4

La Tabla 19 muestra el ANOVA de los modelos lineal, secundario y terciario para la variable dependiente “aceptabilidad sensorial” de los caramelos a base de extracto de zanahoria fortificados con hierro y ácido ascórbico.

Tabla 19

ANOVA para los modelos predictivos de la aceptabilidad sensorial del caramelo a base de extracto de zanahoria fortificado con hierro y ácido ascórbico.

Modelo	S.C	G.L.	C.M	F	P	R ²	R ² ajustado
Lineal	8,30	3	2,77	1,76	0,2329	0,3971	0,1710
Cuadrático	20,70	9	2,30	23,69	0,0411	0,9907	0,9489
Cúbico	20,71	10	2,07	11,51	0,2258	0,9914	0,9052

La Tabla 20 muestra el ANOVA del modelo cuadrático, es el que mejor explico el comportamiento de la variable dependiente aceptabilidad sensorial, con un *valor p* de 0,0411 ($p < 0,05$) y un R² de 0,9907.

Tabla 20

ANOVA del modelo cuadrático de la aceptabilidad sensorial del caramelo a base de extracto de zanahoria fortificado con hierro y ácido ascórbico.

Fuente	S.C	G.L.	C.M	F	P	Significancia
Modelo	20,70	9	2,30	23,69	0,0411	Significativo
Mezcla Lineal	8,30	3	2,77	28,49	0,0341	
AB	0,7212	1	0,7212	7,43	0,1124	
AC	0,3672	1	0,3672	3,78	0,1912	
AD	0,6109	1	0,6109	6,29	0,1289	
BC	0,2623	1	0,2623	2,70	0,2419	
BD	0,4384	1	0,4384	4,52	0,1675	
CD	1,21	1	1,21	12,52	0,0714	
Residual	0,1941	2	0,0971			
Falto de ajuste	0,0141	1	0,0141	0,0784	0,8262	No significativo
Error puro	0,1800	1	0,1800			
Total	20,89	11				

Un valor p inferior a 0,05 significa que el término del modelo es significativo. En este caso, A, B, C y D son los términos significativos del modelo.

La Tabla 21 muestra los coeficientes del modelo que mejor se ajustó al atributo aceptabilidad sensorial del caramelo a base de extracto de zanahoria fortificado con hierro y ácido ascórbico.

Tabla 21

Coefficientes de regresión del modelo cuadrático aplicado al atributo aceptabilidad sensorial del caramelo a base de extracto de zanahoria fortificado con hierro y ácido ascórbico.

Componente	Coefficiente Estimada	G. L	Error Standard	-95% IC inferior	+95% IC superior
A-Extracto de zanahoria	3,72	1	0,5651	1,29	6,15
B-Gelatina	11,05	1	0,6571	8,22	13,87
C-Lactato ferroso	-439,13	1	231,81	-1436,51	558,25
D-Acido ascórbico	-310,05	1	134,07	-886,91	266,81
AB	3,99	1	1,46	-2,31	10,28
AC	482,62	1	248,12	-584,94	1550,18
AD	367,03	1	146,30	-262,44	996,50
BC	409,62	1	249,15	-662,37	1481,60
BD	310,98	1	146,32	-318,59	940,55
CD	907,78	1	256,60	-196,29	2011,85

La ecuación matemática del modelo cuadrático para la variable dependiente aceptabilidad sensorial es:

$$\text{Aceptabilidad sensorial} = +3,72A + 11,05B - 439,13C - 310,05D + 3,99AB + 482,62AC + 367,03AD + 409,62BC + 310,98BD + 907,78CD$$

La ecuación matemática muestra el efecto del extracto de zanahoria, gelatina, lactato ferroso y ácido ascórbico del caramelo sobre la aceptabilidad sensorial. Se observa que el efecto de la gelatina(B) es la que influyen positivamente y el ácido ascórbico(D) y lactato ferroso(C) son que influye negativamente en la aceptabilidad sensorial del caramelo.

La figura 12 muestra el trazo de Cox en ella se muestra el comportamiento de los componentes, se observa que a medida que se incrementa en la mezcla el % de gelatina (B) se incrementa la aceptabilidad sensorial del caramelo a base de extracto de zanahoria fortificado con hierro y ácido ascórbico.

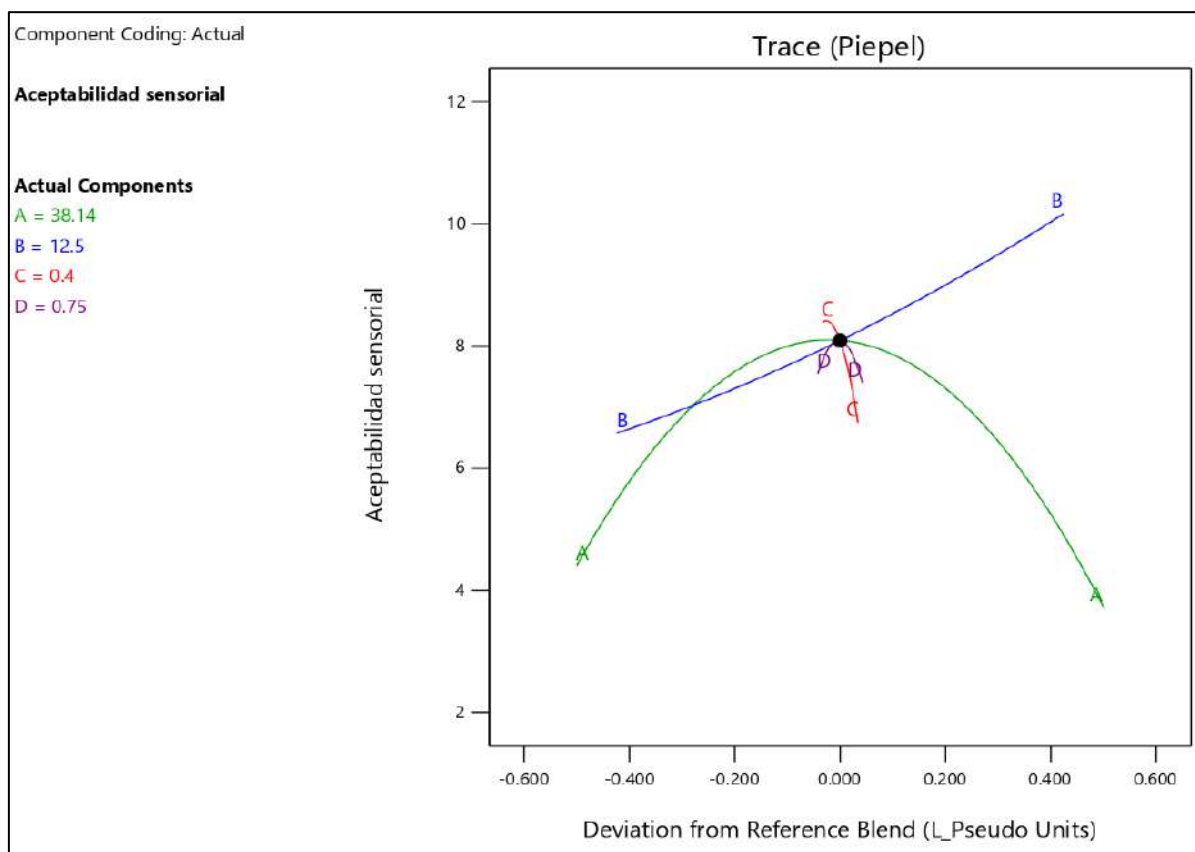


Figura 12. Trazo de Cox para el color

El modelo cuadrático fue utilizado para generar la grafica de contornos de las restricciones de la aceptabilidad sensorial como se muestra en la figura 13, y en la figura 14 se presenta en tres dimensiones.

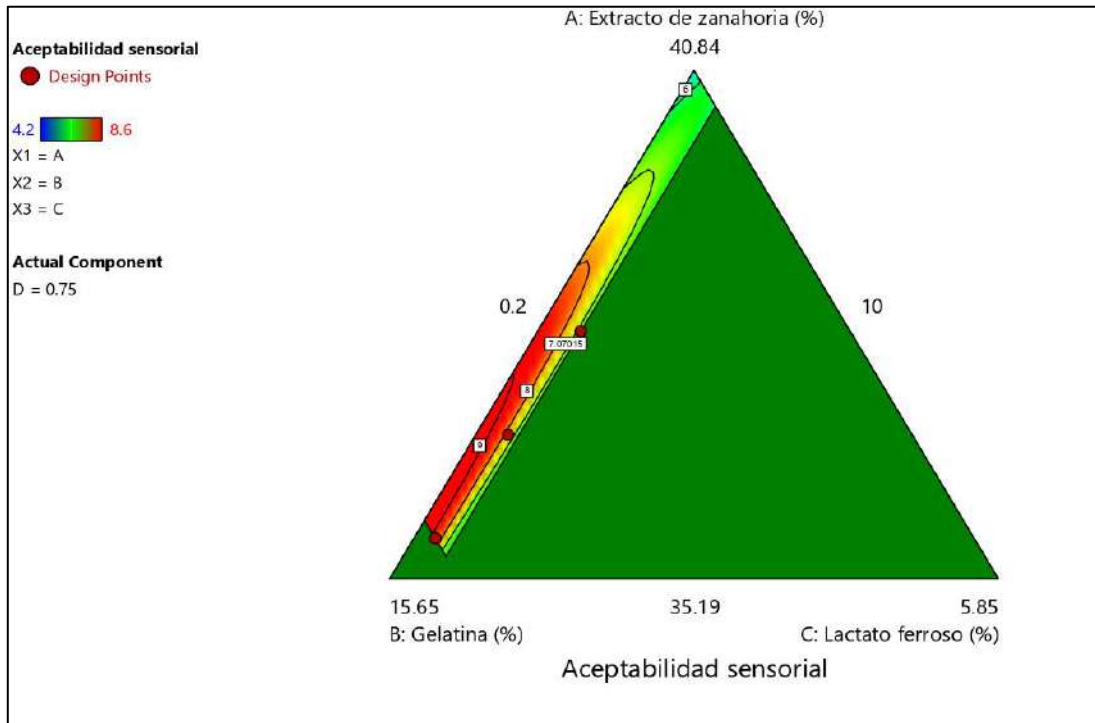


Figura 13: Gráfica de contornos de la aceptabilidad sensorial del caramelo del caramelo a base de extracto de zanahoria fortificado con hierro y ácido ascórbico.

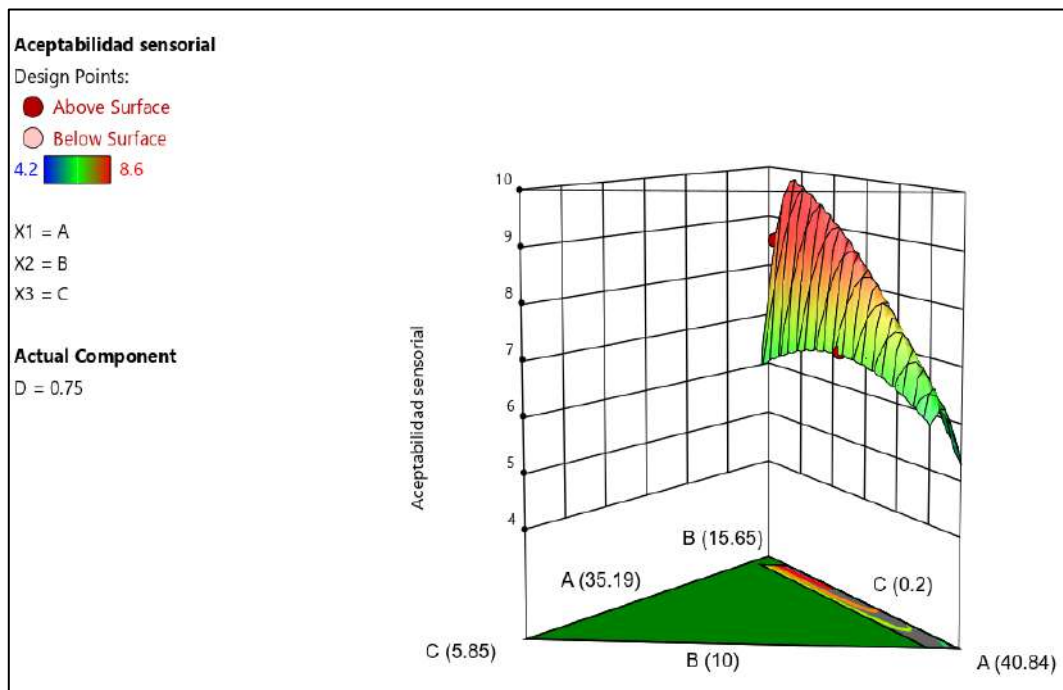


Figura 14. Superficie de respuesta para la aceptabilidad sensorial del caramelo a base de extracto de zanahoria fortificado con hierro y ácido ascórbico.

4.1.2.2. Color

La Tabla 22 muestra los valores del atributo color de cada tratamiento.

Tabla 22

Resultados del atributo color del caramelo de cada tratamiento experimental.

Tratamiento	Corrida	Componentes				2 Color
		A	B	C	D	
		Extracto de zanahoria	Gelatina	Lactato ferroso	Ácido ascórbico	
1	12	38,59	12,5	0,2	0,5	8,2
2	1	40,69	10	0,6	0,5	8,4
3	9	35,69	15	0,6	0,5	6
4	4	35,69	15	0,6	0,5	5,8
5	7	35,64	15	0,4	0,75	5,6
6	8	37,94	12,5	0,6	0,75	7,4
7	6	36,79	13,75	0,5	0,75	6,4
8	10	40,59	10	0,2	1	8,6
9	2	35,59	15	0,2	1	6,2
10	5	40,19	10	0,6	1	8
11	11	37,89	12,5	0,4	1	7,2
12	3	35,19	15	0,6	1	5,2

En la tabla 23 se presenta el ANOVA de los modelos lineal, cuadrático y cubico para la variable dependiente color de los caramelos a base de extracto de zanahoria fortificado con hierro y ácido ascórbico.

Tabla 23

ANOVA para los modelos predictivos de la variable dependiente color del caramelo a base de extracto de zanahoria fortificado con hierro y ácido ascórbico.

Modelo	S.C	G.L.	C.M	F	P	R ²	R ² ajustado
Lineal	15,19	3	5,06	76,35	< 0,0001	0,9663	0,9536
Cuadrático	15,69	9	1,74	116,96	0,0085	0,9981	0,9896
Cúbico	15,70	10	1,57	78,48	0,0876	0,9987	0,9860

La tabla 24 muestra el ANOVA del modelo cuadrático, que mejor explico el comportamiento de la variable dependiente color, con un *valor p* de 0,0087 ($p < 0,05$) y R² de 0,9981.

Tabla 24

ANOVA del modelo cuadrático para el Color del caramelo a base de extracto de zanahoria fortificado con hierro y ácido ascórbico.

Fuente	S.C	G.L.	C.M	F	P	Significancia
Modelo	15,69	9	1,74	116,96	0,0085	significativo
Mezcla Lineal	15,19	3	5,06	339,69	0,0029	
AB	0,4105	1	0,4105	27,55	0,0344	
AC	0,1588	1	0,1588	10,66	0,0824	
AD	0,0045	1	0,0045	0,3052	0,6361	
BC	0,1618	1	0,1618	10,86	0,0811	
BD	0,0049	1	0,0049	0,3308	0,6233	
CD	0,2353	1	0,2353	15,79	0,0579	
Residual	0,0298	2	0,0149			
Falto de ajuste	0,0098	1	0,0098	0,4902	0,6111	no significativo
Error puro	0,0200	1	0,0200			
Total	15,72	11				

Se observa que A, B, C, D y las iteraciones dobles AB son términos significativos del modelo.

La Tabla 25 muestra los coeficientes de la regresión del modelo cuadrático del atributo color del caramelo a base de extracto de zanahoria fortificado con hierro.

Tabla 25

Coefficientes de regresión a aplicar al atributo color del modelo cuadrático.

Componente	Coefficiente Estimada	G. L	Error Standard	-95% IC inferior	+95% IC superior
A-Extracto de zanahoria	8,70	1	0,2214	7,75	9,65
B-Gelatina	5,79	1	0,2575	4,68	6,89
C-Lactato ferroso	300,14	1	90,83	-90,67	690,95
D-Acido ascórbico	36,51	1	52,53	-189,53	262,54
AB	3,01	1	0,5732	0,5422	5,48
AC	-317,39	1	97,22	-735,69	100,92
AD	-31,67	1	57,32	-278,32	214,98
BC	-321,68	1	97,62	-741,72	98,36
BD	-32,98	1	57,33	-279,66	213,71
CD	-399,56	1	100,55	-832,18	33,05

La ecuación matemática del modelo cuadrático para la variable dependiente color fue la siguiente:

$$\text{Color} = +8,70A + 5,79B + 300,14C + 36,51D + 3,01AB - 317,39AC - 31,67AD - 321,68BC - 32,98BD - 399,56CD$$

La ecuación muestra el efecto de las concentraciones puras del extracto de zanahoria, gelatina, lactato ferroso y ácido ascórbico del caramelo. Se observa que individualmente, el efecto del lactato ferroso(C) es mayor respecto a la gelatina(B) y el extracto de zanahoria(A).

En la figura 15 en el trazo de Cox se observa que a medida que se incrementa en la mezcla el % de extracto de zanahoria (A) se incrementa el atributo color del caramelo a base de extracto de zanahoria fortificado con hierro.

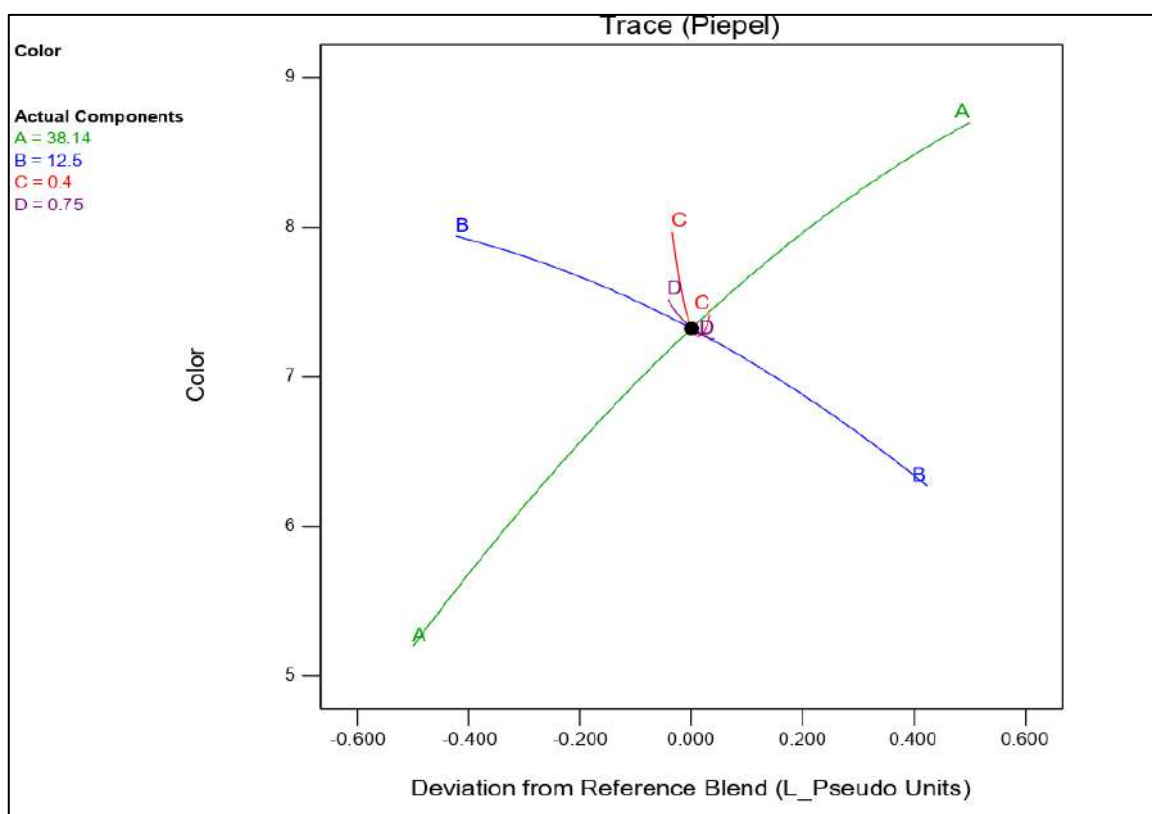


Figura 15. Trazo de Cox para el color

Se empleó el modelo cuadrático para generar los contornos de las restricciones para el atributo color del caramelo a base de extracto de zanahoria (Figura 16), donde se estiman los valores del atributo color representados por áreas; además, su representación gráfica en tres dimensiones (Figura 17).

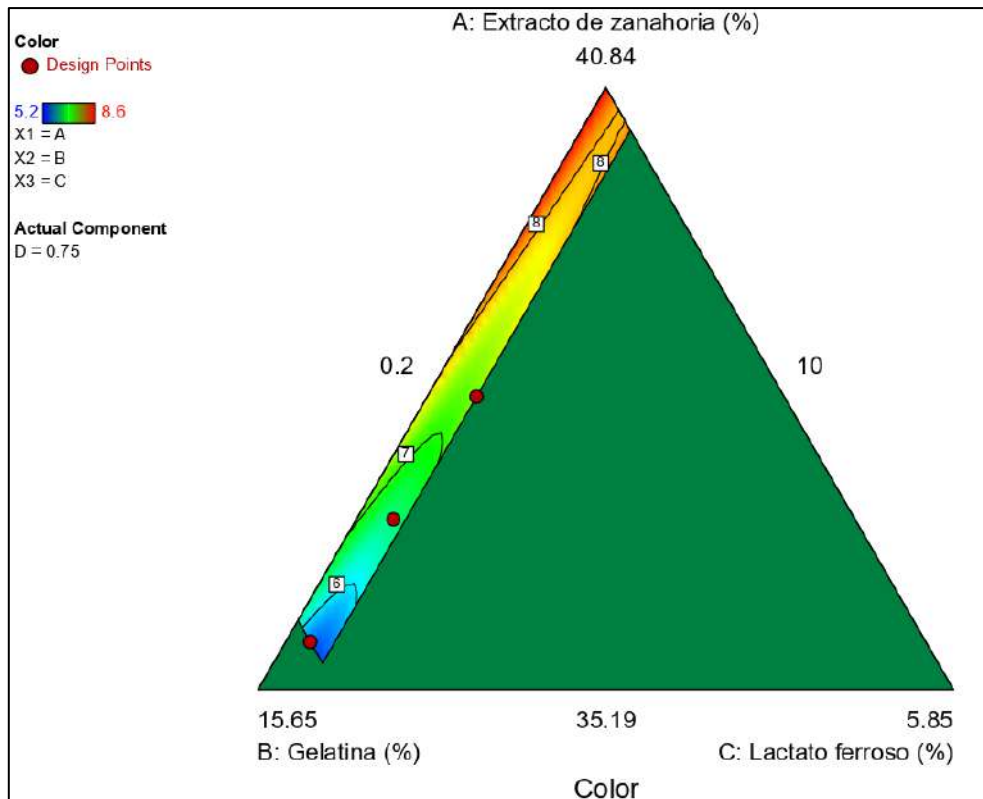


Figura 16. Gráfica de contornos del color del caramelo a base de extracto de zanahoria fortificado con hierro y ácido ascórbico.

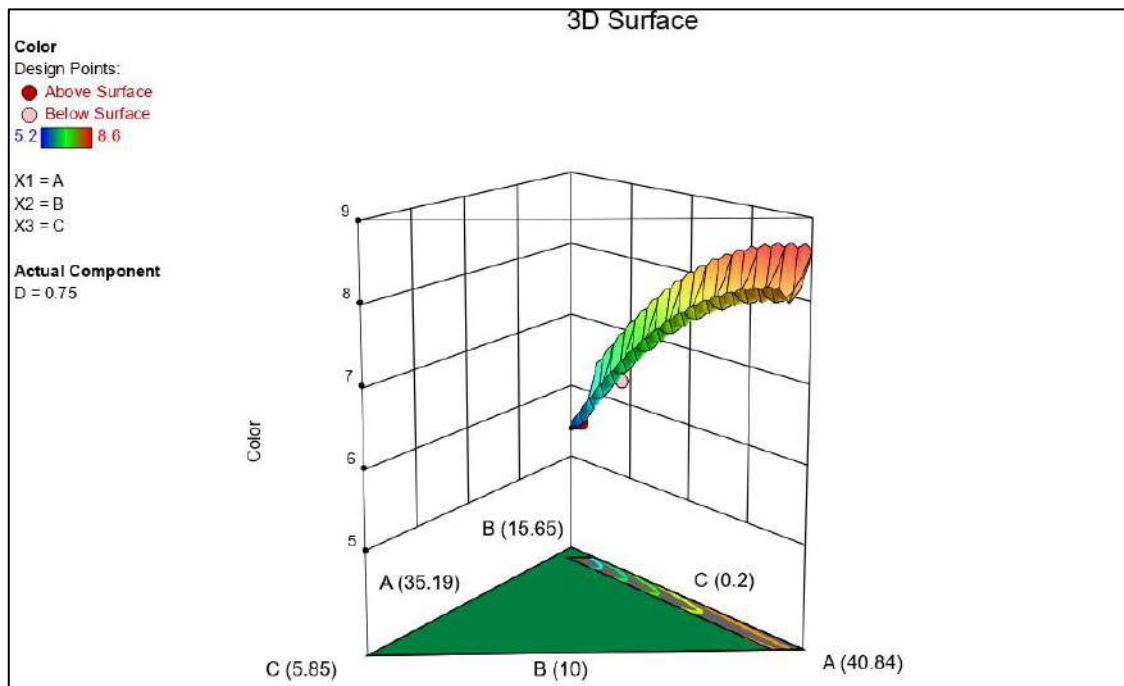


Figura 17: Superficie de respuesta para el color del caramelo a base de extracto de zanahoria fortificado con hierro y ácido ascórbico.

4.1.2.3. Olor

La Tabla 26 muestra la recopilación de datos de los ensayos realizados a los 12 tratamientos.

Tabla 26

Resultados del atributo olor del caramelo a base de extracto de zanahoria fortificado con hierro y ácido ascórbico.

Tratamiento	Corrida	Componentes				3 olor
		A	B	C	D	
		Extracto de zanahoria	Gelatina	Lactato ferroso	Ácido ascórbico	
1	12	38,59	12,5	0,2	0,5	8,8
2	1	40,69	10	0,6	0,5	6
3	9	35,69	15	0,6	0,5	4,8
4	4	35,69	15	0,6	0,5	5
5	7	35,64	15	0,4	0,75	8,2
6	8	37,94	12,5	0,6	0,75	7,2
7	6	36,79	13,75	0,5	0,75	8,4
8	10	40,59	10	0,2	1	5,8
9	2	35,59	15	0,2	1	7,6
10	5	40,19	10	0,6	1	4,8
11	11	37,89	12,5	0,4	1	7,4
12	3	35,19	15	0,6	1	7,2

La tabla 27 muestra el ANOVA de los modelos lineal, cuadrático y cubico de la variable dependiente olor de los caramelos a base de extracto de zanahoria fortificado con hierro y ácido ascórbico.

Tabla 27

ANOVA de los modelos lineal, cuadrático y cubico de la variable dependiente olor

Modelo	S.C	G.L.	C.M	F	P	R ²	R ² ajustado
Lineal	7,41	3	2,47	1,29	0,3417	0,3264	0,0738
Cuadrático	22,59	9	2,51	41,69	0,0236	0,9947	0,9708
Cúbico	22,69	10	2,27	113,43	0,0730	0,9991	0,9903

Al evaluar los valores p, R² y R² ajustado de los tres modelos, el modelo cuadrático es el que más se ajusta al comportamiento de la variable dependiente olor, ya que fue el que más se ajustó al comportamiento del olor, con un *valor p* de 0,0236 ($p < 0,05$) y R² de 0,9947 y un R² ajustado de 0,9708.

Los valores de p menores a 0,05 mostrados en la tabla 28, indican que las variables independientes A, B, C y D y las interacciones AD, BD y CD son significativos del modelo, y por otro lado AB, AC y BC no son significativos.

Tabla 28

ANOVA del modelo cuadrático para el color del caramelo a base de extracto de zanahoria fortificado con hierro y ácido ascórbico.

Fuente	S.C	G.L.	C.M	F	P	Significancia
Modelo	22,59	9	2,51	41,69	0,0236	significativo
Mezcla Lineal	7,41	3	2,47	41,04	0,0239	
AB	0,4755	1	0,4755	7,90	0,1067	
AC	0,3573	1	0,3573	5,94	0,1351	
AD	1,48	1	1,48	24,65	0,0383	
BC	0,3767	1	0,3767	6,26	0,1295	
BD	1,77	1	1,77	29,36	0,0324	
CD	2,92	1	2,92	48,55	0,0200	
Residual	0,1204	2	0,0602			
Falto de ajuste	0,1004	1	0,1004	5,02	0,2673	no significativo
Error puro	0,0200	1	0,0200			
Total	22,71	11				

La Tabla 29 muestra los coeficientes del modelo cuadrático aplicado al atributo olor del caramelo a base de extracto de zanahoria fortificado con hierro y ácido ascórbico.

Tabla 29

Coefficientes de regresión del modelo cuadrático aplicado al olor del caramelo a base de extracto de zanahoria fortificado con hierro y ácido ascórbico.

Componente	Coefficiente Estimada	G. L	Error Standard	-95% IC inferior	+95% IC superior
A-Extracto de zanahoria	9,10	1	0,4450	7,19	11,01
B-Gelatina	6,53	1	0,5175	4,30	8,75
C-Lactato ferroso	-480,43	1	182,55	-1265,89	305,04
D-Acido ascórbico	-553,34	1	105,58	-1007,64	-99,05
AB	3,24	1	1,15	-1,72	8,20
AC	476,08	1	195,40	-364,66	1316,81
AD	571,98	1	115,21	76,25	1067,70
BC	490,85	1	196,21	-353,37	1335,07
BD	624,38	1	115,23	128,58	1120,19
CD	1408,10	1	202,08	538,61	2277,59

La ecuación del modelo cuadrático para la variable dependiente olor es la siguiente:

$$\text{Olor} = +9,10A + 6,53B - 480,43C - 553,34D + 3,24AB + 476,08AC + 571,98AD + 490,85BC - 624,38BD + 1408,10CD$$

En el modelo matemático se ve el efecto de los componentes puros: extracto de zanahoria, gelatina, lactato ferroso y ácido ascórbico en el caramelo. Se observa que el efecto del extracto de zanahoria (A) y gelatina (B) influyen positivamente en el olor y el lactato ferroso (C) y el ácido ascórbico (D) negativamente.

La figura 18 muestra el comportamiento de los componentes y su influencia en el atributo olor, se observa que a medida que aumentan en la mezcla el % de extracto de zanahoria y gelatina aumenta la aceptabilidad del atributo olor y lo contrario ocurre con el lactato ferroso y ácido ascórbico del caramelo a base de extracto de zanahoria fortificado con hierro y ácido ascórbico.

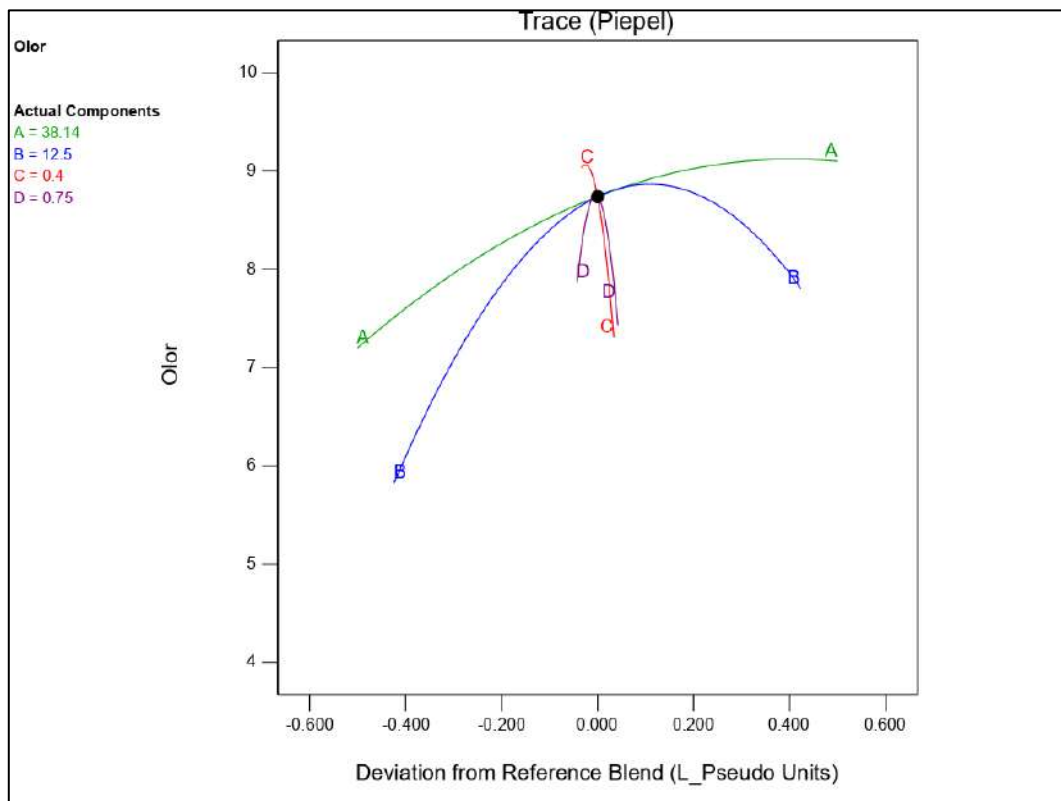


Figura 18. Trazo de Cox para el color

En base al modelo cuadrático se generaron los gráficos de contorno de las restricciones para el olor del caramelo a base de extracto de zanahoria fortificado con hierro y ácido ascórbico. (Figura 17), donde se estimen los valores del aspecto general representados por áreas; además, se obtiene la gráfica de superficie en 3D (Figura 18).

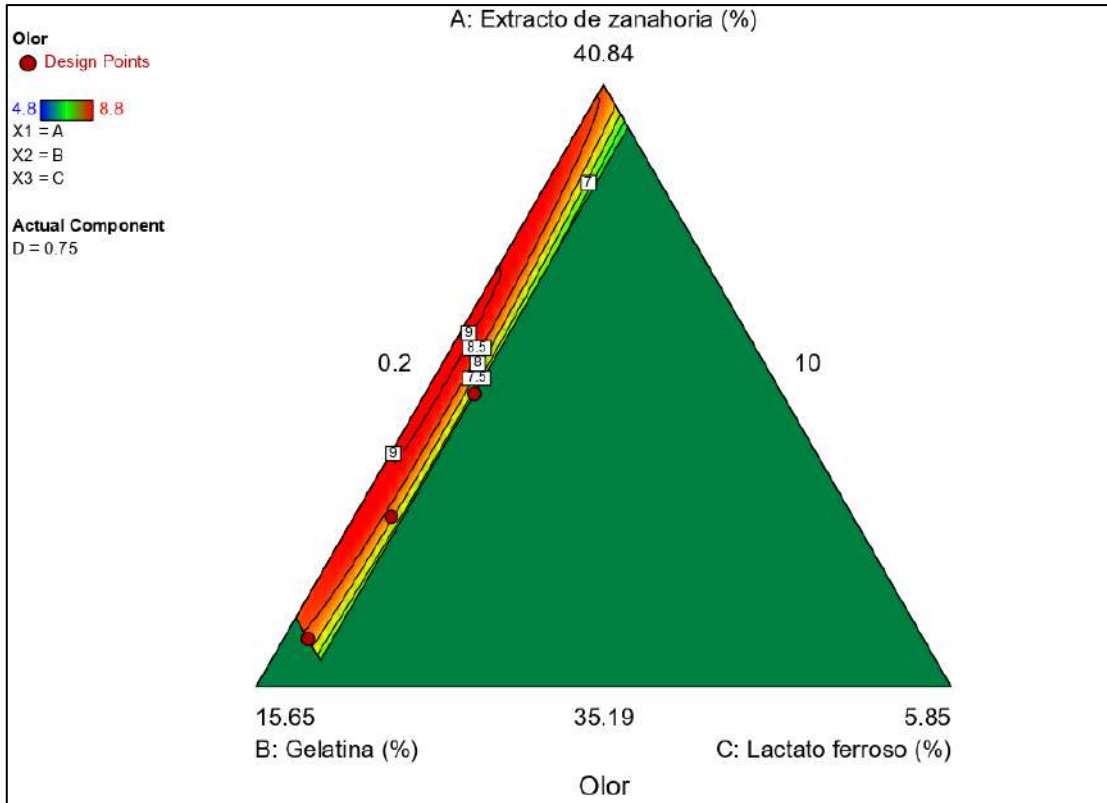


Figura 19. Gráfica de contornos del olor del caramelo a base de extracto de zanahoria fortificado con hierro y ácido ascórbico.

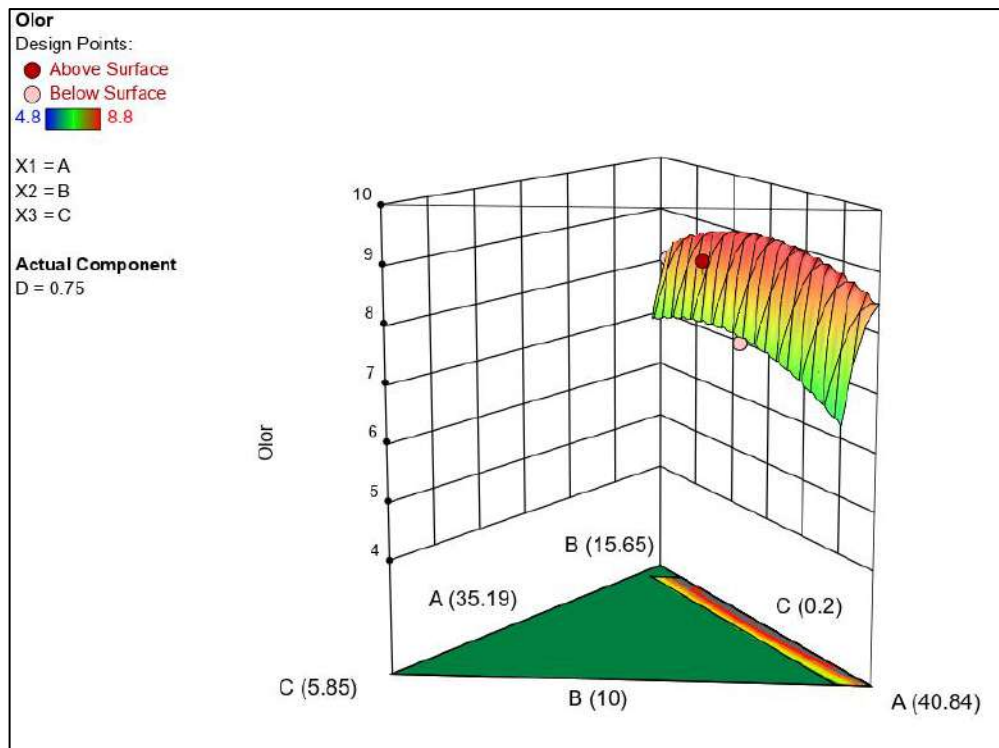


Figura 20. Gráfica de superficie de respuesta para el olor del caramelo a base de extracto de zanahoria fortificado con hierro y ácido ascórbico.

4.1.2.4. Sabor

La Tabla 26 muestra la recopilación de datos de los ensayos realizados a los 12 tratamientos.

Tabla 30
Resultados del atributo sabor del caramelo de cada tratamiento experimental

Tratamiento	Corrida	Componentes				4 Sabor
		A	B	C	D	
		Extracto de zanahoria	Gelatina	Lactato ferroso	Ácido ascórbico	
1	12	38,59	12,5	0,2	0,5	7,6
2	1	40,69	10	0,6	0,5	6,4
3	9	35,69	15	0,6	0,5	7
4	4	35,69	15	0,6	0,5	6,4
5	7	35,64	15	0,4	0,75	8,8
6	8	37,94	12,5	0,6	0,75	7
7	6	36,79	13,75	0,5	0,75	7,8
8	10	40,59	10	0,2	1	6
9	2	35,59	15	0,2	1	8,6
10	5	40,19	10	0,6	1	6,6
11	11	37,89	12,5	0,4	1	7,6
12	3	35,19	15	0,6	1	4,2

En la tabla 31 se muestra el ANOVA, para determinar el modelo adecuado, para describir el comportamiento de la variable respuesta sabor, de los caramelos a base de extracto de zanahoria fortificado con hierro y ácido ascórbico.

Tabla 31
ANOVA de los modelos aplicados a la variable dependiente sabor de caramelos

Modelo	S.C	G.L.	C.M	F	P	R ²	R ² ajustado
Lineal	5,00	3	1,67	1,12	0,3954	0,2965	0,0327
Cuadrático	16,69	9	1,85	19,92	0,0487	0,9890	0,9393
Cúbico	16,70	10	1,67	9,28	0,2505	0,9893	0,8827

Al evaluar los valores p, R² y R² ajustado de los tres modelos, el modelo cuadrático es el que mejor se adecúa al comportamiento de la variable dependiente sabor, ya que fue el que más se ajustó estadísticamente con un *valor p* de 0,0487 ($p < 0,05$) y R² de 0,9890 y un R² ajustado de 0,9393.

Tabla 32

ANOVA del modelo cuadrático para la variable dependiente sabor del caramelo a base de extracto de zanahoria fortificado con hierro y ácido ascórbico.

Fuente	S.C	G.L.	C.M	F	P	Significancia
Modelo	16,69	9	1,85	19,92	0,0487	Significativo
Mezcla Lineal	5,00	3	1,67	17,91	0,0533	
AB	0,2225	1	0,2225	2,39	0,2622	
AC	0,8279	1	0,8279	8,89	0,0965	
AD	0,4963	1	0,4963	5,33	0,1473	
BC	0,6396	1	0,6396	6,87	0,1200	
BD	0,3954	1	0,3954	4,25	0,1755	
CD	1,04	1	1,04	11,12	0,0794	
Residual	0,1863	2	0,0931			
Falto de ajuste	0,0063	1	0,0063	0,0349	0,8825	No significativo
Error puro	0,1800	1	0,1800			
Total	16,88	11				

La Tabla 33 se muestran los coeficientes del modelo cuadrático del atributo sabor del caramelo a base de extracto de zanahoria fortificado con hierro y ácido ascórbico.

Tabla 33

Coefficientes de regresión del modelo cuadrático aplicado al atributo sabor del caramelo a base de extracto de zanahoria fortificado con hierro y ácido ascórbico.

Componente	Coefficiente Estimada	G. L	Error Standard	-95% IC inferior	+95% IC superior
A-Extracto de zanahoria	4,54	1	0,5536	2,16	6,93
B-Gelatina	10,48	1	0,6437	7,71	13,25
C-Lactato ferroso	-643,60	1	227,07	-1620,62	333,42
D-Acido ascórbico	-281,05	1	131,33	-846,14	284,03
AB	2,22	1	1,43	-3,95	8,38
AC	724,64	1	243,05	-321,13	1770,41
AD	330,81	1	143,31	-285,81	947,43
BC	639,56	1	244,06	-410,55	1689,67
BD	295,32	1	143,33	-321,40	912,04
CD	838,28	1	251,36	-243,25	1919,82

La ecuación del modelo cuadrático para la variable respuesta sabor fue la siguiente:

$$\text{Sabor} = + 4,54A + 10,48B - 643,60C - 281,05D + 2,22B + 724,64AC + 330,81AD + 639,56BC + 295,32BD + 838,28CD$$

La ecuación matemática muestra el efecto del extracto de zanahoria, gelatina, lactato ferroso y ácido ascórbico sobre el sabor del caramelo. Se nota que individualmente, el efecto de la gelatina (B) y del extracto de zanahoria(A) influyen positivamente en el sabor y el lactato ferroso(C) y ácido cítrico (D) negativamente.

La figura 21 del trazo de Cox permite comprender cómo es que se comportan los componentes, se puede ver que a medida que se incrementa en la mezcla la cantidad de gelatina (B), el sabor se aumenta y lo contrario ocurre con el extracto de zanahoria, y más notorio es el efecto negativo del lactato ferroso y ácido ascórbico en el sabor del caramelo a base de extracto de zanahoria fortificado con hierro.

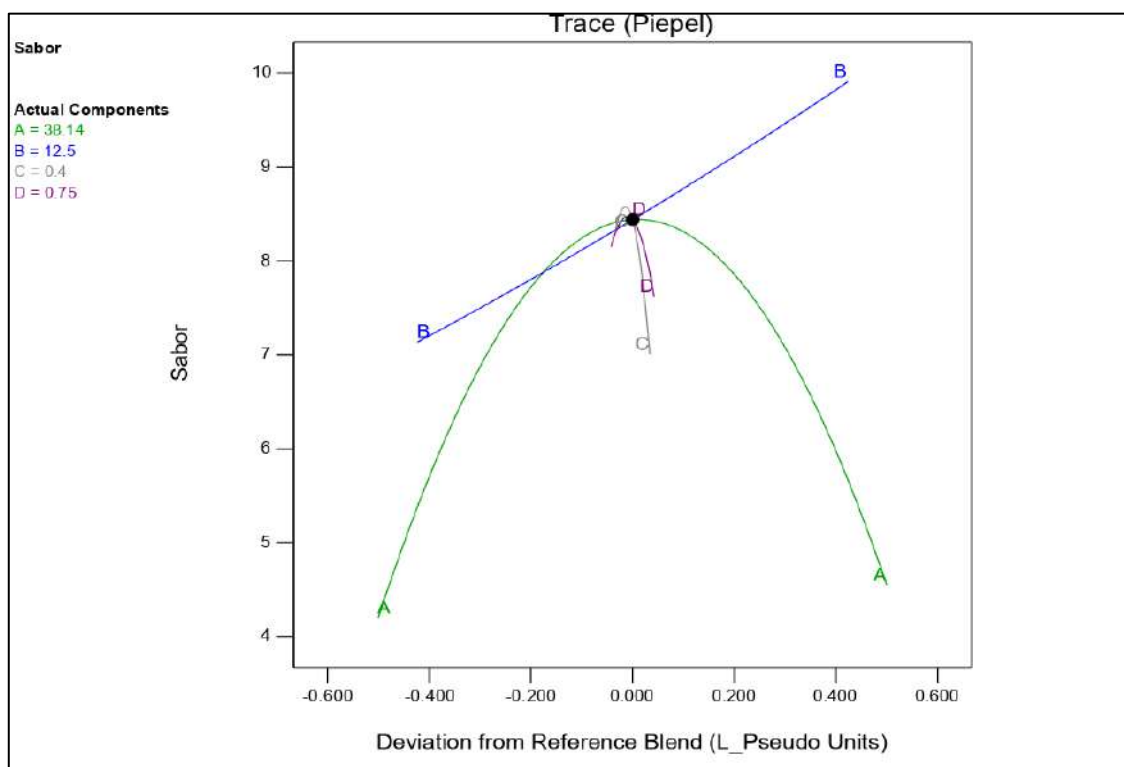


Figura 21. Trazo de Cox para el sabor

Se empleo el modelo cuadrático para generar las graficas de contornos de las restricciones para el atributo sabor del caramelo (Figura 22), en ella se observa los valores del atributo sabor representados por áreas; además, su representación gráfica en 3D (Figura 23).

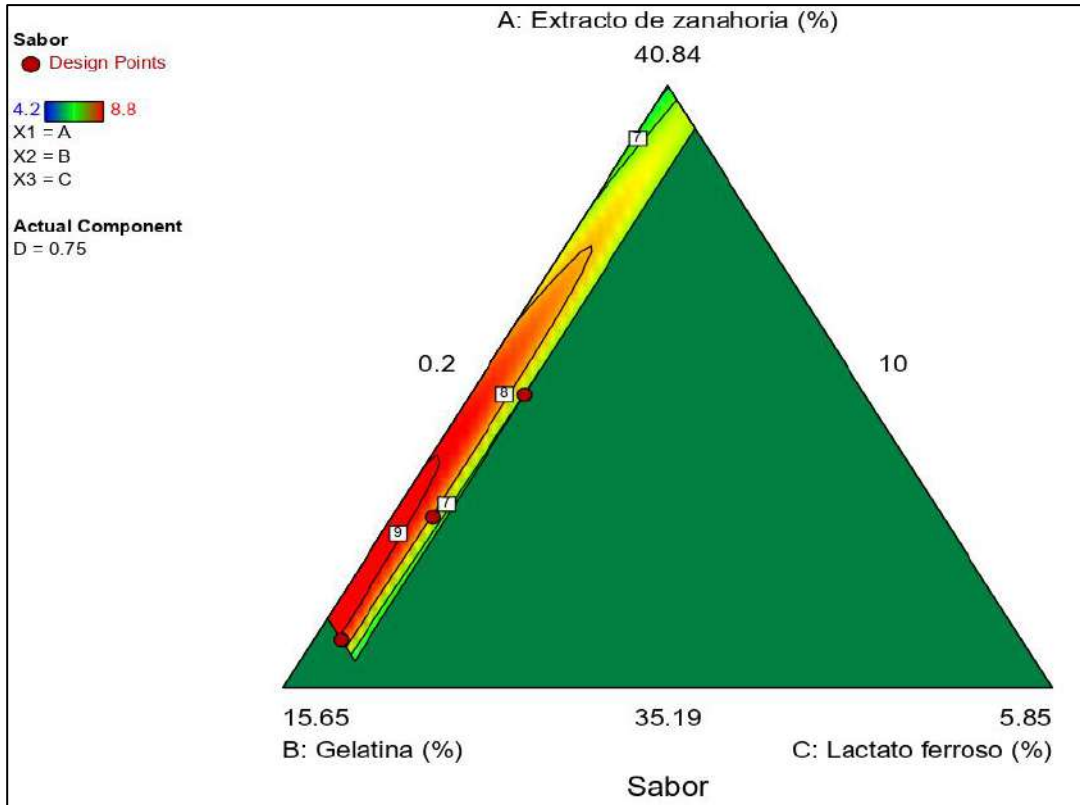


Figura 22. Gráfica de contornos del sabor del caramelo a base de extracto de zanahoria fortificado con hierro y ácido ascórbico.

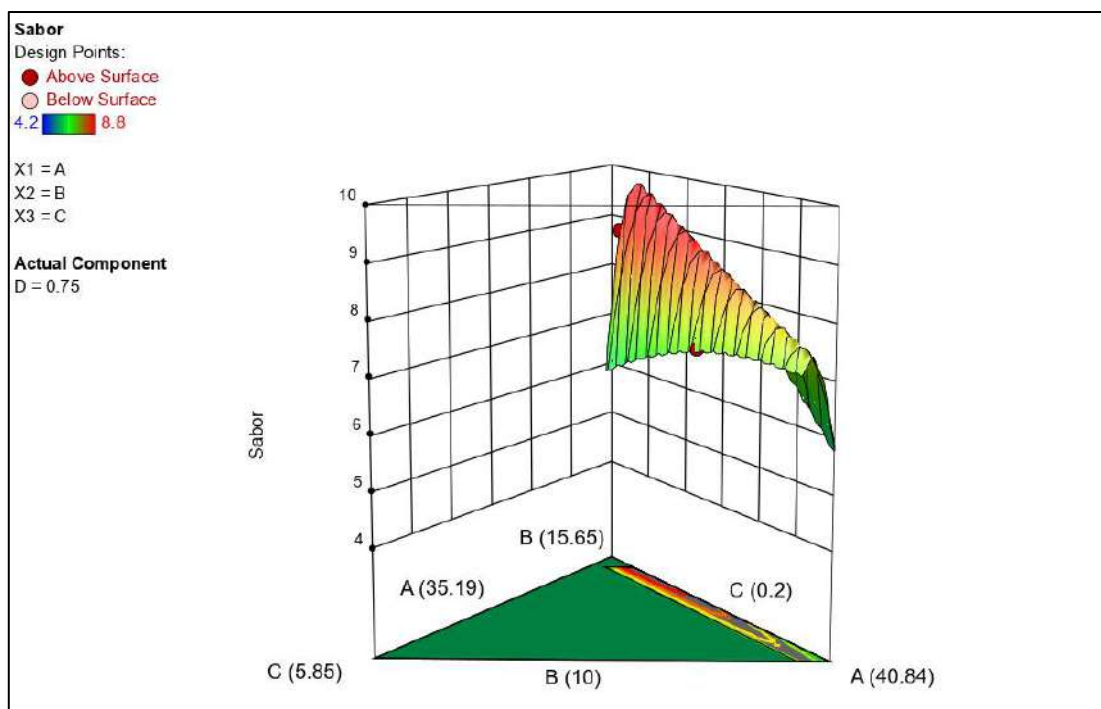


Figura 23. Gráfica de RSM para el olor caramelo a base de extracto de zanahoria fortificado con hierro y ácido ascórbico.

4.1.2.5. Textura

Tabla 34: Resultados de la textura del caramelo de cada tratamiento experimental

Tratamiento	Corrida	Componentes				5 Textura
		A	B	C	D	
		Extracto de zanahoria	Gelatina	Lactato ferroso	Ácido ascórbico	
1	12	38,59	12,5	0,2	0,5	6,8
2	1	40,69	10	0,6	0,5	4,4
3	9	35,69	15	0,6	0,5	7,6
4	4	35,69	15	0,6	0,5	8
5	7	35,64	15	0,4	0,75	8,6
6	8	37,94	12,5	0,6	0,75	6,4
7	6	36,79	13,75	0,5	0,75	7,4
8	10	40,59	10	0,2	1	4,2
9	2	35,59	15	0,2	1	8,2
10	5	40,19	10	0,6	1	6,8
11	11	37,89	12,5	0,4	1	7
12	3	35,19	15	0,6	1	6,2

La tabla 35 presenta el ANOVA del modelo lineal, cuadrático y cúbico de la variable dependiente textura de los caramelos a base de extracto de zanahoria fortificado con hierro y ácido ascórbico.

Tabla 35

ANOVA de los modelos aplicados a la variable dependiente a textura de caramelos

Modelo	S.C	G.L.	C.M	F	P	R ²	R ² ajustado
Lineal	12,72	3	4,24	4,24	0,0453	0,6141	0,4694
Cuadrático	20,64	9	2,29	57,05	0,0173	0,9961	0,9787
Cúbico	20,64	10	2,06	25,80	0,1521	0,9961	0,9575

Al evaluar los valores p, R² y R² ajustado de los tres modelos, el modelo cuadrático es el que más se adecua al comportamiento de la variable dependiente textura con un valor p de 0,0173 (p< 0,05) y R² de 0,9961 y un R² ajustado de 0,99787. donde, los coeficientes significativos (p<0,05) fueron: extracto de zanahoria(A), gelatina (B) y del ácido ascórbico (D) influyen positivamente, lactato ferroso(C).

Tabla 36

ANOVA del modelo cuadrático para la variable dependiente textura del caramelo a base de extracto de zanahoria fortificado con hierro y ácido ascórbico.

Fuente	S.C	G.L.	C.M	F	P	Significancia
Modelo	20,64	9	2,29	57,05	0,0173	Significativo
Mezcla Lineal	12,72	3	4,24	105,52	0,0094	
AB	0,0454	1	0,0454	1,13	0,3990	
AC	0,2696	1	0,2696	6,71	0,1223	
AD	0,0072	1	0,0072	0,1784	0,7138	
BC	0,1750	1	0,1750	4,35	0,1722	
BD	0,0404	1	0,0404	1,01	0,4215	
CD	0,3932	1	0,3932	9,78	0,0888	
Residual	0,0804	2	0,0402			
Falto de ajuste	0,0004	1	0,0004	0,0049	0,9555	No significativo
Error puro	0,0800	1	0,0800			
Total	20,72	11				

En la Tabla 37 muestra los coeficientes de la regresión del modelo cuadrático, aplicado al atributo textura del caramelo a base de extracto de zanahoria fortificado con hierro.

Tabla 37

Coefficientes de regresión del modelo cuadrático aplicado a la textura del caramelo

Componente	Coefficiente Estimada	G. L	Error Standard	-95% IC inferior	+95% IC superior
A-Extracto de zanahoria	2,62	1	0,3637	1,06	4,19
B-Gelatina	11,90	1	0,4229	10,09	13,72
C-Lactato ferroso	-356,63	1	149,18	-998,48	285,22
D-Acido ascórbico	57,64	1	86,28	-313,59	428,87
AB	1,00	1	0,9415	-3,05	5,05
AC	413,51	1	159,67	-273,51	1100,53
AD	-39,77	1	94,15	-444,86	365,32
BC	334,52	1	160,33	-355,35	1024,38
BD	-94,44	1	94,16	-499,59	310,72
CD	516,51	1	165,13	-194,00	1227,02

La ecuación del modelo cuadrático para la variable dependiente textura es la siguiente:

$$\text{Textura} = +2,62A + 11,90B - 356,63C + 57,64D + AB + 413,51AC - 39,77AD + 3324,52BC - 94,44BD + 516,51CD$$

La ecuación matemática muestra el efecto del extracto de zanahoria, gelatina, lactato ferroso y ácido ascórbico en la textura del caramelo. Se observa que el efecto del extracto de zanahoria(A), gelatina (B) y del ácido ascórbico (D) influyen positivamente y el lactato ferroso(C) negativamente en la textura.

La figura 24 el trazo de Cox muestra cómo se comportan las variables independientes y su influencia en la textura, se observa que, conforme se incrementa en la mezcla la cantidad de gelatina aumenta la textura y lo contrario ocurre con el extracto de zanahoria y más notorio es el efecto negativo del lactato ferroso en la textura del caramelo a base de extracto de zanahoria fortificado con hierro y ácido ascórbico.

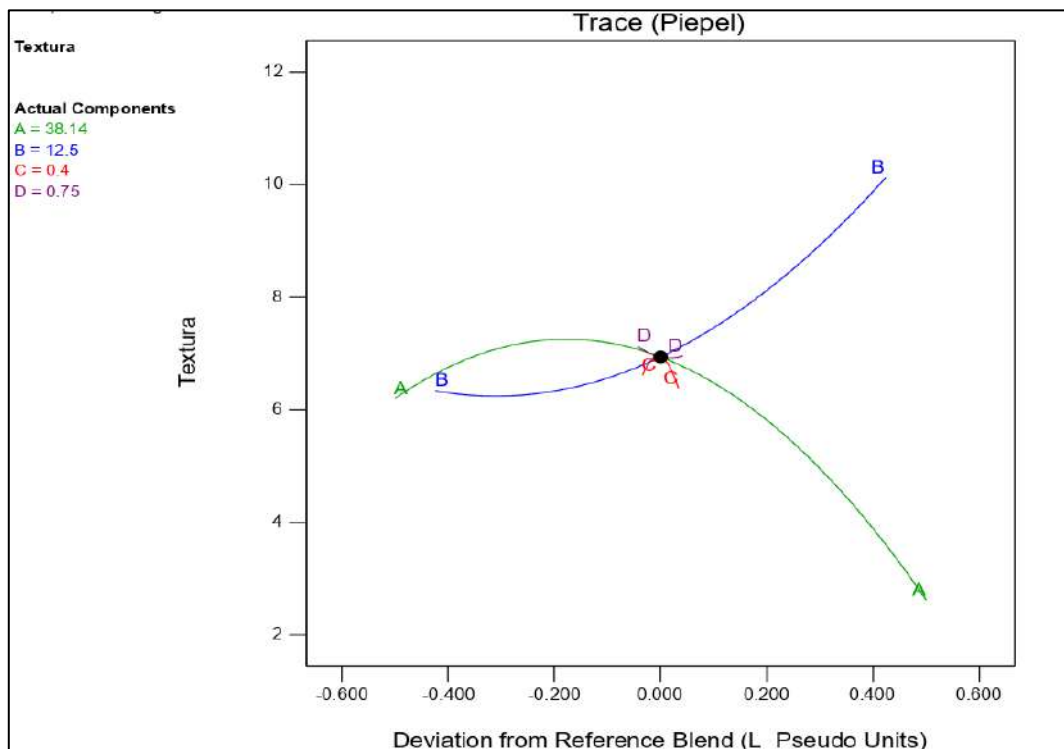


Figura 24. Trazo de Cox para la textura

Se utilizó el modelo cuadrático para generar la grafica de contornos y gráfica en tres dimensiones para la textura del caramelo como se nota en la Figura 25 y 26.

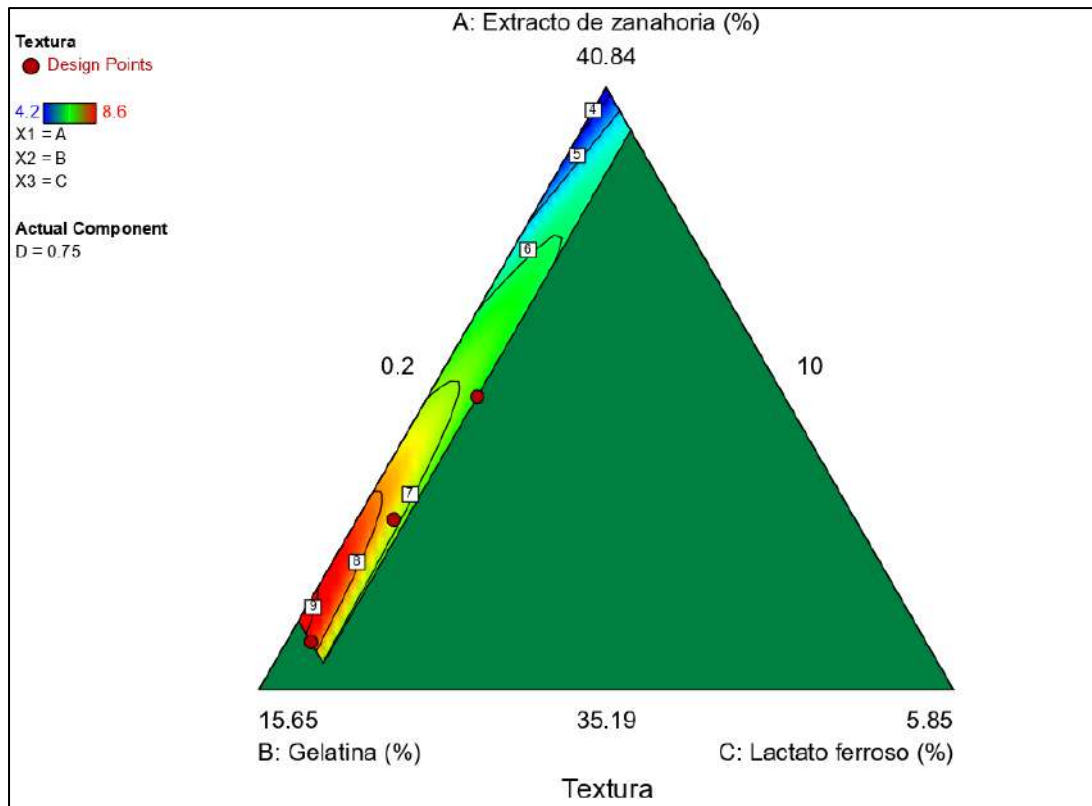


Figura 25. Gráfica de contornos del atributo textura del caramelo

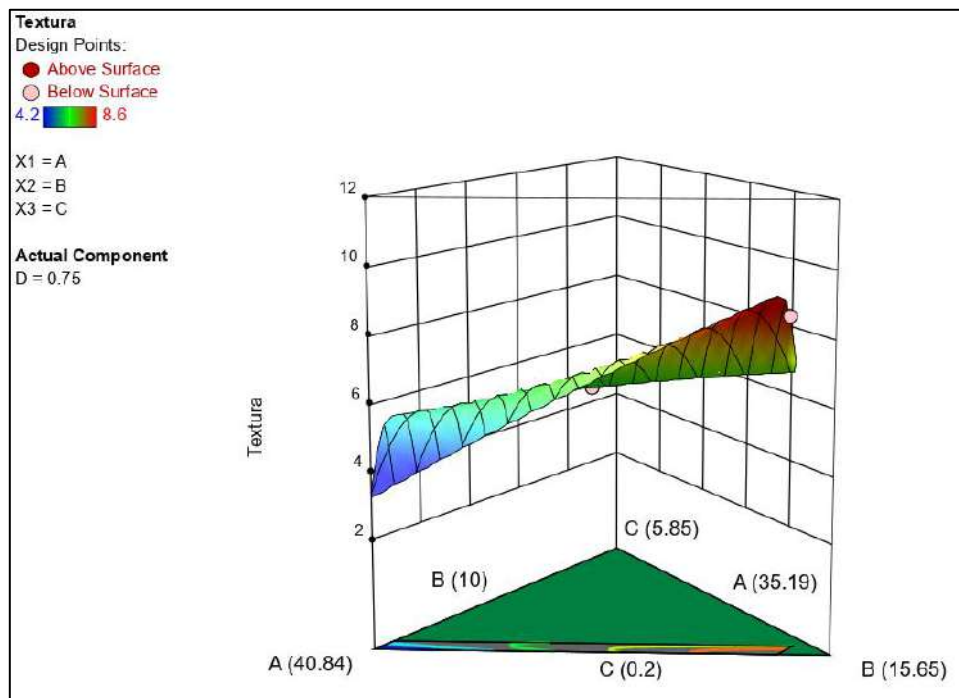


Figura 26. Gráfica de superficie de respuesta para del atributo textura caramelo

4.1.2.6. Zona de formulación factible y localización numérica de la mezcla óptima de Extracto de zanahoria, Gelatina, Lactato ferroso y ácido ascórbico.

La zona factible de formulación se consiguió determinando valores (restricciones) deseados de las variables dependientes: Aceptabilidad sensorial, color, olor, sabor y textura.

La Tabla 38 presenta los límites inferiores, objetivos y superiores de cada variable dependiente.

Tabla 38

Límites inferiores, objetivos y superiores para la determinación de la zona factible de formulación.

Parámetros	Meta	Inferior	Objetivo	Superior
Aceptabilidad sensorial	Objetivo	6	7,5	9
Color	Objetivo	6	7,5	9
Olor	Objetivo	6	7,5	9
Sabor	Objetivo	6	7,5	9
Textura	Objetivo	6	7,5	9

La evaluación sensorial se realizó en una escala hedónica de 9 puntos utilizando el formulario que se muestra en el Anexo 1. En este estudio se utilizó una calificación de 6 para una tolerancia mínima (me gusta ligeramente) y una calificación de 9 como máxima (me gusta muchísimo).

En la figura 27 se muestra la superposición de superficies de contorno para la optimización de las variables respuesta que resultaron significativas: Aceptabilidad sensorial, color, olor, sabor y textura.

La Tabla 39 muestra las 10 formulaciones simuladas obtenidas por el software Design Expert 13, con sus respectivas composiciones y características predichas.

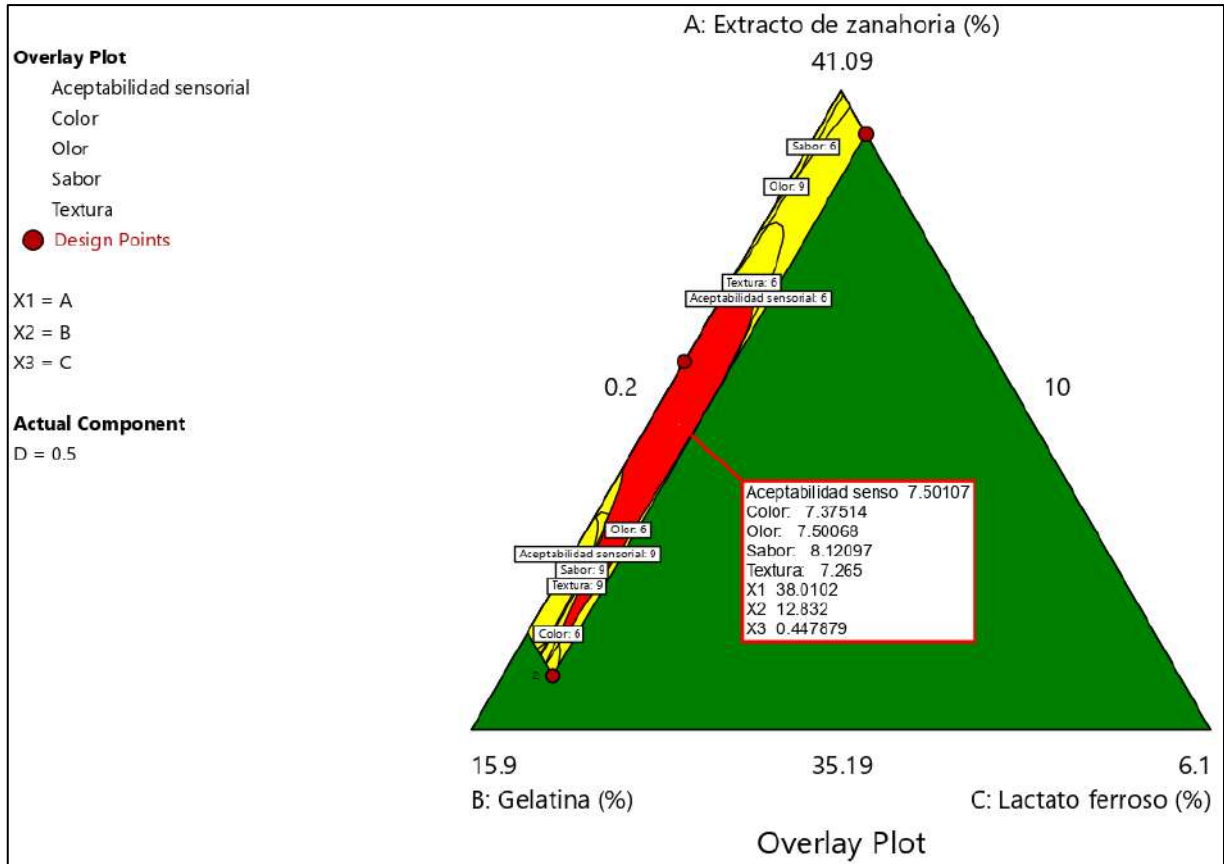


Figura 27. Zona optima y ubicación numérica del tratamiento seleccionado

Tabla 39
Mezclas adquiridas tras la optimización simultánea de las variables respuestas

Tratamiento	Componentes				Características sensoriales					Deseabilidad	*
	Extracto de zanahoria	Gelatina	Lactato ferroso	Ácido ascórbico	Aceptabilidad d sensorial	Color	Olor	Sabor	Textura		
1	38,010	12,832	0,448	0,500	7,500	7,375	7,500	8,120	7,264	0,852	*
2	37,845	13,004	0,440	0,500	7,671	7,287	7,500	8,223	7,464	0,842	
3	37,785	12,603	0,403	1,000	7,369	7,121	7,500	7,572	7,040	0,832	
4	37,811	12,574	0,407	0,998	7,365	7,128	7,500	7,563	7,032	0,831	
5	37,723	12,658	0,409	1,000	7,344	7,079	7,510	7,538	7,059	0,831	
6	37,600	13,182	0,488	0,520	7,500	7,145	7,198	8,046	7,407	0,830	
7	37,894	12,517	0,379	1,000	7,445	7,217	7,500	7,675	6,990	0,829	
8	37,590	12,798	0,402	1,000	7,371	7,015	7,577	7,576	7,103	0,824	
9	37,995	12,405	0,391	1,000	7,401	7,249	7,437	7,622	6,961	0,820	
10	38,057	12,373	0,360	1,000	7,476	7,339	7,458	7,725	6,899	0,813	

*Seleccionado

4.1.3. Determinación de vida útil sensorial de caramelo a base de extracto de zanahoria fortificado con hierro y ácido ascórbico.

Obtenido el producto óptimo, se aplicó el método probabilístico de Weibull en el software XLSTAT 2019 para determinar la vida útil del producto. El Anexo 3 contiene la puntuación dada por los 50 consumidores al cual se les entrego las muestras de caramelo a base de extracto de zanahoria fortificado con hierro y ácido ascórbico almacenado a temperatura ambiente de 25 °C. Para cada muestra, el consumidor probó y respondió a la pregunta "¿Le gustaría consumir este producto?" ¿Sí o No?" (Formulario en Anexo 2)

4.1.3.1. Interpretación de los resultados de un análisis de la vida útil sensorial

Luego de ingresar los datos, se realizaron los cálculos correspondientes en el software XLSTAT, versión de prueba 2019. La tabla 40; Corresponde al resumen estadístico relacionados con datos temporales. La Figura 28 muestra una descripción general de las respuestas del consumidor no entrenado. Este gráfico muestra que ha disminuido el número de jueces que aceptan el caramelo de goma a base de extracto de zanahoria fortificados con hierro y ácido ascórbico. Concluido el análisis, solo a 24 aceptaban el producto y a 26 miembros del panel a los que les gustó el producto rechazaron la muestra.

Tabla 40

Actitud de los consumidores respecto a la aceptación de los caramelos en función al tiempo a 25 °C.

Día	Número de positivos	%
0	50	100
14	50	100
28	50	100
42	50	100
56	50	100
70	50	100
84	48	96
98	32	64
112	24	48

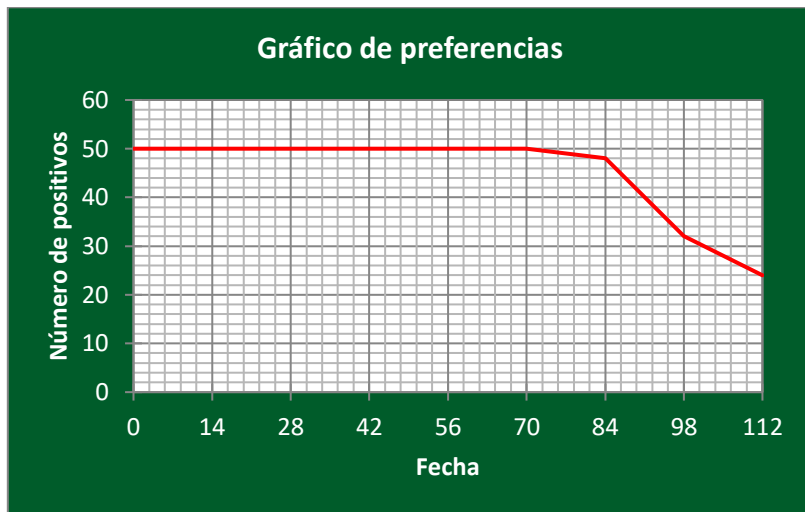


Figura 28: Grafica de Preferencias (Aceptabilidad) para la muestra a 25 °C.

La tabla 41 señala los Coeficiente de Regresión para el tratamiento de 25 °C es semejante a los que se obtiene en una curva de supervivencia paramétrica. La curva de Weibull se ajusta al modelo. Podemos ver que ambos parámetros (α y β), son significativos.

Tabla 41
Coeficiente de Regresión para el tratamiento de 25 °C.

Variable	Valor	Error estándar	X^2 - Wald	Pr > X^2	Límite inferior (95%)	Límite superior (95%)
Intercepción	4,745	0,014	110380,334	< 0,0001	4,717	4,773
Escala	0,136	0,023	33,379	< 0,0001	0,097	0,190

La figura 29 muestra la función de distribución de preferencia en base al método probabilístico de Weibull.

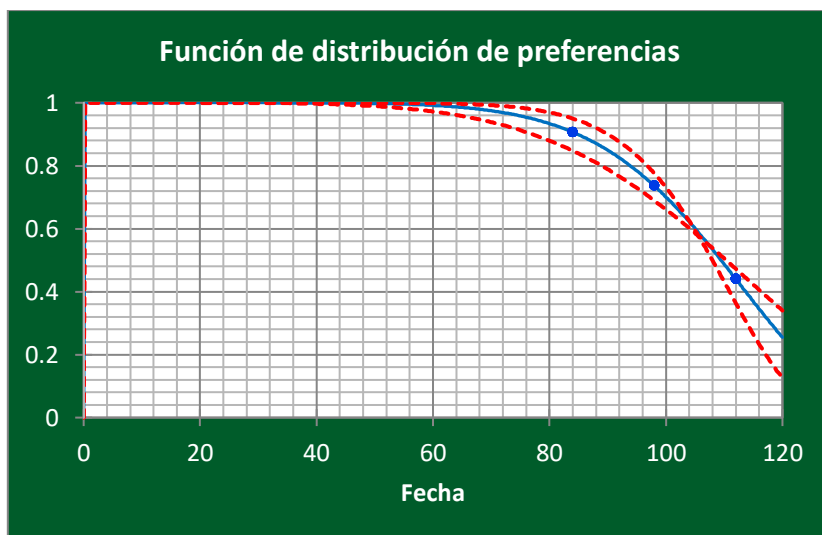


Figura 29. Función de distribución de preferencias (Aceptación) a 25 °C.

La figura 29; se muestran el incrementando de la función de riesgo para 25 °C respecto al tiempo.

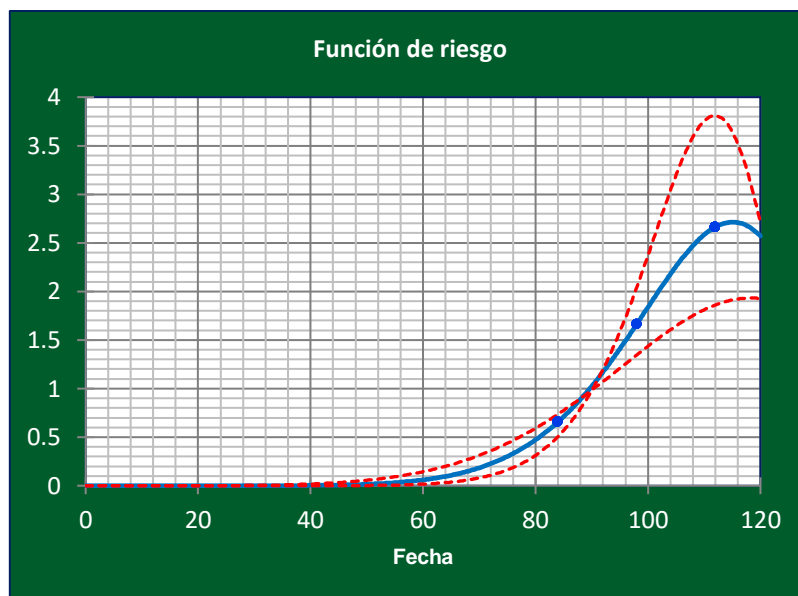


Figura 30. Función de Riesgo (Rechazo) a 25 °C.

La tabla 42; señala los percentiles de los consumidores que aceptan el caramelo de goma respecto al aumento en el tiempo de almacenamiento, se empleara percentil 50% para poder establecer la vida útil a la temperatura de 25°C, el cual arroja un tiempo promedio de 109,468 días a una temperatura de 25 °C.

Tabla 42

Percentiles de la determinación de vida útil a la temperatura de 25 °C.

<i>Percentil</i>	<i>Valor</i>
1%	61,661
5%	76,910
10%	84,794
1° Cuartil 25%	97,165
Mediana 50%	109,468
3° Cuartil 75%	120,255
90%	128,819
95%	133,498
99%	141,512

4.1.4. Análisis fisicoquímicos y microbiológicos del caramelo a base de extracto de zanahoria fortificado con hierro y ácido ascórbico.

a. Análisis microbiológicos

Tabla 43

Análisis microbiológico del caramelo a base de extracto de zanahoria fortificado con hierro y ácido ascórbico.


Análisis	Resultado
Numeración de mohos y levaduras (UFC/g)	< 10
Numeración de mesófilos viables (UFC/g)	< 10
Determinación de Estafilococos coagulasa positivos	Negativo

b. Análisis fisicoquímicos

El caramelo a base de extracto de zanahoria fortificado con hierro con mayor aceptación, reporto la siguiente composición química porcentual en base húmeda, los cuales se muestran en la Tabla 44, la cual evidencia que el caramelo a base de extracto de zanahoria fortificado con hierro, cumple los requisitos especificados en la Norma técnica peruana 208.100.

Tabla 44

Análisis fisicoquímicos del caramelo a base de extracto de zanahoria fortificado con hierro y ácido ascórbico.

Componente	Resultado	
Carbohidratos (g / 100 g de muestra)	74,15	
Proteína cruda (g / 100 g de muestra)	12,22	
Grasa (g / 100 g de muestra)	---	
Humedad (g / 100 g de muestra)	11,88	
Ceniza (g / 100 g de muestra)	1,75	
Acido ascórbico (mg / 100 g de muestra)	112,45	
Hierro mg/Kg	726,5	
Acidez (g / 100 g de muestra)	0,152	
Color:		
	L*	66,62
	a*	31,73
	b*	68,76
	Croma C	75,73
	Hue h°	65,20

4.2. Contrastación de hipótesis

Hipótesis: “Al determinar el proceso tecnológico óptimo que permita desarrollar un caramelo blando a base de extracto de zanahoria fortificado con lactato ferroso y ácido ascórbico, entonces se obtendrá un producto de buena calidad sensorial”

Para determinar si existe diferencias significativas en la aceptabilidad sensorial de los 12 tratamientos formulados se utilizó la prueba no paramétrica de Friedman a un nivel de significancia de 5 %.

H_0 : No existe diferencia significativa en las medianas de las puntuaciones dadas a la aceptabilidad sensorial de las pruebas de caramelo blando a base de extracto de zanahoria fortificado con lactato ferroso y ácido ascórbico.

H_a : Existe diferencia significativa en las medianas de las puntuaciones dadas a la aceptabilidad sensorial de las pruebas de caramelo blando a base de extracto de zanahoria fortificado con lactato ferroso y ácido ascórbico.

Decisión Estadística:

Si “ p ” calculado $\geq 0,05$ Se acepta H_0

Si “ p ” calculado $< 0,05$ Se rechaza H_0

❖ Prueba de Friedman

Tabla 45
Contraste de hipótesis específica 1

Prueba de Friedman:	Valor
Q (Valor observado)	322,45
Q (Valor crítico)	19,67
GL	11
valor-p (bilateral)	$< 0,0001$
Alfa	0,05

Interpretación de la prueba:

Debido a que el valor P calculado es menor que el nivel de significancia α (0,05), se rechaza la hipótesis nula, entonces existe diferencia significativa entre los 12 tratamientos del caramelo a base de extracto de zanahoria fortificado con hierro.

Tabla 46

Comparaciones múltiples por pares mediante el procedimiento de Nemenyi / Prueba bilateral

Muestra	Frecuencia	Suma de rangos	Media de rangos	Grupos						
T2	50	103,000	2,060	A						
T12	50	127,500	2,550	A						
T8	50	199,000	3,980	A	B					
T4	50	275,000	5,500		B	C				
T10	50	284,500	5,690		B	C				
T6	50	332,000	6,640			C	D			
T3	50	340,500	6,810			C	D	E		
T11	50	385,500	7,710			C	D	E		
T7	50	415,500	8,310				D	E	F	
T1	50	448,000	8,960				D	E	F	
T9	50	457,000	9,140					E	F	
T5	50	532,500	10,650							F

CAPITULO V. DISCUSIÓN

5.1. Discusión de resultados

5.1.1. Optimización de la extracción del jugo de zanahoria aplicando el método Superficie de respuesta

Los resultados de las pruebas preliminares del % de rendimiento, % de sólidos soluble (°Brix) y la puntuación recibida respecto al atributo color del extracto de zanahoria se muestran en las Tablas 6, 10 y 14. En la determinación de los parámetros óptimos de escaldado, se trabajó con dos variables, una es la Temperatura con valores mínimos y máximos de 60 y 80 °C y la segunda variable fue el tiempo con valores mínimos y máximos de 5 y 15 minutos. La Figura 11, muestra la zona factible, obtenido por superposición gráficas, los parámetros óptimos de temperatura de escaldado son de 80°C y un tiempo de 6,6 minutos, con estos parámetros se espera conseguir el rendimiento máximo de extracto de zanahoria de 50,82 %, con un brix de 7,2 y un color con una puntuación de 7,5.

Morales (2013) aplicando la técnica de MSR con un diseño factorial 3³ completado con un diseño central compuesto de 3 factores y 3 puntos centrales obtuvo así las mejores condiciones para el proceso de escaldado de zanahoria, un tiempo de 7,25 minutos y temperatura del medio de calentamiento de 83,96 °C, los cuales son muy cercanos a los valores obtenidos en esta investigación.

5.1.2. Determinación de la formulación óptima del caramelo a base de extracto de zanahoria fortificado con hierro.

La II etapa permitió determinar los valores porcentuales de cada componente en el caramelo a base de extracto de zanahoria fortificado con hierro, para ello se mantuvo constante la temperatura y tiempo de escaldado de la zanahoria 80°C por 6,6 minutos obtenidas en la primera etapa, la evaluación de los 12 tratamientos mostrados en las tablas 18, 22 y 26 y las figuras 15, 18 y 21 de gráficos de contornos de las variables dependientes aceptabilidad sensorial, color, olor, sabor y textura permitió hallar la fórmula con la mejor puntuación en cada uno de las variables respuestas estudiadas en el caramelo enriquecido.

De los resultados extraídos se concluye que el lactato ferroso, el ácido ascórbico, extracto de zanahoria y la gelatina son los que influyen positivamente en el color; los componentes influyen

positivamente en el olor son el extracto de zanahoria y la gelatina, y el influye negativamente es el lactato ferroso y el ácido ascórbico; y en sabor ocurre algo similar al atributo olor, el extracto de zanahoria y la gelatina influyen positivamente, y el que influye negativamente en el caramelo, es el lactato ferroso y el ácido ascórbico.

En la figura 26, se presenta el área factible de las posibles formulaciones, obtenidas mediante la metodología de superposición gráficas de contorno. El software Design expert versión 13 de prueba mediante un número determinado de iteraciones nos sugiere la composición con mayor aceptación, el cual presenta la siguiente composición: % de extracto de zanahoria de 38,01%, Gelatina 12,832%, lactato ferroso 0,4478% y ácido ascórbico 0,5%. Con lo cual se espera lograr una puntuación objetivo de 7,5 en Aceptabilidad sensorial, 7,37 en color, 7,5 en olor, 8,12 en sabor y en textura 7,26.

5.1.3. Determinación de la Vida útil sensorial del caramelo a base de extracto de zanahoria fortificado con hierro

La vida útil del caramelo a base de extracto de zanahoria fortificado con hierro y ácido ascórbico a 25 °C fue de 109,46 días.

Camavilca y Gamarra (2019) elaboraron un caramelo de goma a base de pulpa maracuyá y tumbo, y estimaron la vida útil de 40 días a 50 % de rechazo.

Rodríguez (2014) en su investigación con pruebas aceleradas obtuvo un tiempo de vida útil de 27,6 días a, y llevándolo a condiciones ambientales reales de 17°C de temperatura y 65% humedad relativa, el tiempo de vida útil fue 2 meses.

5.1.4. Análisis fisicoquímico y microbiológico

La tabla 44 muestra el análisis proximal del caramelo a base de extracto de zanahoria fortificado con hierro y ácido ascórbico, siendo estos valores los siguientes: Carbohidratos 74,15 g / 100 g de muestra, proteínas 12,22 g / 100g de muestra, humedad 11,88 g / 100g de muestra y ceniza 1,75 g / 100 g de muestra, valores similares a lo obtenido por Quintero et al. (2005) en la investigación de Biodisponibilidad de lactato ferroso adicionado a caramelos de goma, obtienen un caramelo de goma con un 8,6% de proteína, 69,6 % de hidratos de carbono, 14,1% de humedad y 0,3 % de ceniza.

Rodríguez (2014), en su investigación de elaboración de gomitas con pulpa de maracuyá y tumbo, en donde sustituye la gelatina con agar agar, obtuvo una cantidad de proteína de 5,11%, cenizas es 0,254%. Los hidratos de carbono de 74,74% un poco mayor a lo obtenido en esta investigación.

CAPITULO VI. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

- a. La condición óptima de extracción de jugo de zanahoria se da a la temperatura de 80°C y un tiempo de 6,61 minutos, obteniéndose un rendimiento de 50,81%, Brix de 7,2 y una puntuación de 7,5 en el atributo color.
- b. El porcentaje óptimo de extracto de zanahoria, gelatina, lactato ferroso y ácido ascórbico en la formulación de la mezcla del caramelo de goma fue de 38,01%, 12,83%, 0,45% y 0,5% respectivamente.
- c. El caramelo de goma con la mayor aceptación sensorial presento la siguiente composición proximal: proteína 12,22%, carbohidratos 74,15%, humedad 11,88%, ceniza 1,75%, y una concentración de ácido ascórbico 112,45 mg/100g muestra, hierro 726,5 mg/ Kg y acidez de muestra expresado en ácido cítrico de 0,152 g/100 g muestra.
- d. El análisis microbiológico realizado al caramelo presenta en mohos y levaduras y mesófilos viables valores < 10.0 ufc/g de muestra, lo cual demuestra la correcta aplicación de las buenas prácticas de manufactura durante el proceso y almacenamiento del caramelo de goma, obteniéndose con ello un producto inocuo y estable durante su almacenamiento.
- e. El tiempo de vida útil del caramelo de goma a base de extracto de zanahoria fortificado con hierro y ácido ascórbico, calculado mediante el método sensorial, a temperatura ambiental fue de 109,468 días.

6.2. Recomendaciones

- Realizar un estudio de viabilidad a nivel industrial, para una futura producción a gran escala.
- Realizar un estudio de biodisponibilidad a nivel experimental en animales menores y humanos, para evaluar su utilización en el control de la anemia en niños.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA

- BeMiller, J.N. (2010). Carbohydrate Analysis. *Food Analysis*, 147-177. Recuperado de https://doi.org/10.1007/978-1-4419-1478-1_10
- Bradley, R.L. (2010). Moisture and Total Solids Analysis. *Food Analysis*, 85-114. Recuperado de https://doi.org/10.1007/978-1-4419-1478-1_6
- Burey, P., Bhandari, B. R., Rutgers, R. P. G., Halley, P. J., & Torley, P. J. (2009). Confectionery gels: A review on formulation, rheological and structural aspects. *International Journal of Food Properties*. 12(1), 176–210. Recuperado de <https://doi.org/10.1080/10942910802223404>
- Camavilca, J. C., & Gamarra, M. G. (2019). *Efecto de la adición de pulpa maracuyá (Passiflora edulis) y tumbo (Passiflora mollisima) en gomas, sobre sus características sensoriales y vida útil* (tesis de pregrado). Recuperado de [https://repositorio.upeu.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12840/1718/Juan%20Tesis Licenciatura_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.upeu.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12840/1718/Juan%20Tesis%20Licenciatura_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Colquichagua, D. (1999). Marshmallows Y Gomas. *Intermediate Technology Development Group*, (13), 41. Recuperado de <https://www.google.com/search?q=Intermediate+Technology+Development+Group&oq=Intermediate+Technology+Development+Group&aqs=chrome..69i57j46i13i199i465i512j0i22j30.1470j0j7&sourceid=chrome&ie=UTF-8>
- Delgado, P. (2017). *Acciones Tecnológicas para mejorar la calidad nutricional y sensorial de los caramelos de goma*, (tesis doctoral). Recuperado de <file:///C:/Users/USER/Downloads/Tesis%20Doctoral%20Paola%20Delgado%20Estrella.pdf>
- Hayayumi, M. (2016). *Efecto de la concentración de extracto de jengibre (Zingiber officinale R.) y la proporción azúcar: miel de abeja: glucosa sobre el contenido de polifenoles, firmeza, dulzor y aceptabilidad general de caramelos de goma*.(tesis de pregrado) Universidad Privada Antenor Orrego. Recuperado de <https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/2466>.
- INACAL. 2019. “NTP 208.100 :2014 (REVISADO EL 2019): CONFITERÍA. Caramelos Blandos. Requisitos, *Inacal* 2019, 21. Recuperado de

<https://es.scribd.com/document/477743757/NORMA-TECNICA-PERUANA-CARAMELOS-BLANDOS>.

International Commission on Microbiological specifications for foods (ICMSF). (2018). Microorganisms in Foods 7. In Springer (Ed.), *Microorganisms in Foods 7* (Segunda ed). Recuperado de <https://doi.org/10.1007/978-3-319-68460-4>

Morales, M. (2013). *Optimización del proceso de escaldado de zanahoria (Daucus Carota L.) tipo nantes utilizando β -caroteno encapsulado*. (título de pregrado), Universidad Nacional Autónoma de México. Recuperado de https://ru.dgb.unam.mx/handle/DGB_UNAM/TES01000705819.

Morillo López, M. F., & Puma Ordoñez, M. E. (2011). *Determinación de parámetros óptimos para elaboración de Gomas utilizando pulpa de Sábila (aloe vera)* (Tesis de pregrado), Universidad Técnica del Norte. Recuperado de <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/248>

Mutlu, C., Tontul S.A. y Erbas M. (2018). Production of a minimally processed jelly candy for children using honey instead of sugar. *LWT*, 93, 499-505. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.03.064>.

Pegg, A. M. (2012). The application of natural hydrocolloids to foods and beverages. *Natural Food Additives, Ingredients and Flavourings* 175–196. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9781845698119500086>

Porras, G. (2017). *Formulación de gomitas masticables a base de jengibre, su aceptabilidad y percepción de los efectos en pacientes oncológicos*, (título de pregrado), Universidad Rafael Landívar. Recuperado de <https://www.google.com/search?q=Formulaci%C3%B3n+de+gomitas+masticables+a+base+de+jengibre%2C+su+aceptabilidad+y+percepcion+de+los+efectos+en+pacientes+oncologicos&oq=Formulaci%C3%B3n+de+gomitas+masticables+a+base+de+jengibre%2C+su+aceptabilidad+y+percepcion+de+los+efectos+en+pacientes+oncologicos&aqs=chrome.69j59j69i60l3.3154j0j15&sourceid=chrome&ie=UTF-8>.

Portilla, D. (2013). *Estabilidad de vitamina C en gomitas masticables elaboradas a partir del liofilizado de la fruta Dovyalis abyssinica comparado con gomitas de ácido ascórbico sintético*. (título de pregrado) Universidad Central del Ecuador. Recuperado de <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/4373>

- Quintero, A., Rosendo, G., Pozo, J., yRodríguez, J. (2005). Biodisponibilidad de lactato ferroso adicionado a caramelos de goma. *Revista Española de Nutricion Comunitaria*, 11(3), 146-151. <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/ibc-045943>
- Rodríguez, K., Carreón, M., Ávila, R., Vera, O., Dávila, R., Lazcano, M., & Navarro, C. (2016). Elaboración de golosinas tipo gomita bajas en azúcar y adicionadas con extractos de verduras. *Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 1(1), 751-755. Recuperado de https://www.google.com/search?q=Elaboraci%C3%B3n+de+golosinas+tipo+gomita+bajas+en+az%C3%BAcar+y+adicionadas+con+extractos+de+verduras&sxsrf=ALiCzsZFmQ0yWqUFzYFothy4TALoIzuWyg%3A1665327230965&ei=fuBCY8vMOrrA5OUP1PyH4AM&ved=0ahUKEwjLg6Wws9P6AhU6ILkGHVT-ATwQ4dUDCA4&uact=5&oq=Elaboraci%C3%B3n+de+golosinas+tipo+gomita+bajas+en+az%C3%BAcar+y+adicionadas+con+extractos+de+verduras&gs_lcp=Cgdnd3Mtd2l6EAMyBAGjECc6BwgjEOoCECdKBAhBGABKBAhGGABQ1A5Y1A5gjhloAXABeACAA YgBiAGIAZIBAzAuMZgBAKABAaABArABCsABAQ&sclient=gws-wiz.
- Rodríguez, P. (2014). *Sustitución parcial de agar – agar por gelatina en Edulis*, elaboración de gomitas con pulpa de maracuyá (*Passiflora edulis*) (trabajo de investigación) Universidad Técnica de Ambato. Recuperado de <http://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/8439>.
- Rojas, M. L., Sánchez, J., Villada, Ó., Montoya, L., Díaz, A., Vargas, C., Chica, J., & Herrera, A. M. (2013). Eficacia del hierro aminoquelado en comparación con el sulfato ferroso como fortificante de un complemento alimentario en preescolares con deficiencia de hierro, Medellín, 2011. *Biomedica*, 33(3), 350–360. Recuperado de <https://doi.org/10.7705/biomedica.v33i3.775>.
- Sadler, G.D., Murphy, P.A. (2010). pH and Titratable Acidity. *Food Analysis*, 219-238. https://doi.org/10.1007/978-1-4419-1478-1_13
- United States Department of Agriculture. 2018. *USDA National Nutrient Database for Standard Reference Legacy April 2018 Software v.3.9.4.1 2018-06-11*. Washington D. C.

ANEXO

**Anexo 1 : Formato para la evaluación de la aceptabilidad sensorial de caramelo
masticable**

Pruebe la muestra de caramelo de goma masticable a base de extracto de zanahoria fortificado con hierro y ácido ascórbico que se le presenta e indique, según la escala, su aceptación en función de la aceptación sensorial.

Marque con un aspa el renglón que corresponda a la calificación para la muestra indicada.

MUESTRA

Escala

Me gusta muchísimo _____

Me gusta mucho _____

Me gusta _____

Me gusta ligeramente _____

Ni me gusta ni me disgusta _____

Me disgusta ligeramente _____

Me disgusta _____

Me disgusta mucho _____

Me disgusta muchísimo _____

Comentarios:

GRACIAS

Anexo 2: Prueba de Aceptación / Rechazo

Determinación de la vida útil de un caramelo de goma masticable a base de extracto de zanahoria fortificado con hierro y ácido ascórbico.

Nombre del consumidor: _____

Fecha: _____

Instrucciones: Por favor, pruebe las muestras y responda a la siguiente pregunta **¿Usted e consumiría este producto?** Marcando con una X en el cuadro correspondiente:

SI

NO

Observación:

¡Muchas gracias por su participación!

Anexo 3. Respuesta de 50 consumidores que evaluaron las muestras de caramelo de goma a base de extracto de zanahoria fortificado con hierro y ácido ascórbico almacenadas a T° 25°C.

Panelista	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
1	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
2	Si	Si	Si	Si	Si	Si	No	No	No
3	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
4	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	No
5	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	No	No
6	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
7	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
8	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	No	No
9	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
10	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
11	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	No	No
12	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
13	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	No	No
14	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
15	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	No
16	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
17	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	No	No
18	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
19	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	No	Si
20	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	No
21	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	No
22	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
23	Si	Si	Si	Si	Si	Si	No	No	No
24	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	No	No
25	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
26	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	No	No
27	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
28	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
29	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	No	No
30	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
31	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	No
32	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
33	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	No	No
34	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
35	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	No
36	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
37	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	No
38	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	No	No
39	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
40	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	No	No
41	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
42	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	No
43	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
44	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	No	No
45	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	No	No
46	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
47	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	No	No
48	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
49	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	No	No
50	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	No

Anexo 4 . Matriz de consistencia

Título: Desarrollo de un caramelo de goma masticable a base de extracto de zanahoria fortificado con hierro y ácido ascórbico

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Indicadores	Instrumentos de medida
<p>Problema general ¿Será posible desarrollar un caramelo a base de extracto de zanahoria fortificado con lactato ferroso y ácido ascórbico?</p> <p>Problema específico a. ¿Cuáles serán los parámetros óptimos de elaboración un caramelo de goma masticable a base de extracto de zanahoria fortificado con hierro y ácido ascórbico? b. ¿Cuáles son las propiedades físicas, químicas, microbiológicas y sensoriales de elaboración un caramelo de goma masticable a base de extracto de zanahoria fortificado con hierro y ácido ascórbico? c. ¿Cuál es el tiempo de vida útil de elaboración un caramelo de goma masticable a base de extracto de zanahoria fortificado con hierro y ácido ascórbico?</p>	<p>Objetivo general Desarrollar un caramelo de goma masticable a base de extracto de zanahoria fortificado con hierro y ácido ascórbico.</p> <p>Objetivo específico a. Determinar los parámetros óptimos de elaboración de un caramelo de goma masticable a base de extracto de zanahoria fortificado con hierro y ácido ascórbico. b. Identificar las características físicas, químicas, microbiológicas y sensoriales del caramelo de goma masticable a base de extracto de zanahoria fortificado con hierro y ácido ascórbico. c. Determinar el tiempo de vida útil del caramelo de goma masticable a base de extracto de zanahoria fortificado con hierro y ácido ascórbico.</p>	<p>Hipótesis general Sí, es posible desarrollar un caramelo blando a base de extracto de zanahoria fortificado con lactato ferroso y ácido ascórbico que sea sensorialmente aceptable y estable durante su almacenamiento.</p> <p>Hipótesis específica a. Al determinar el proceso tecnológico óptimo que permita desarrollar un caramelo blando a base de extracto de zanahoria fortificado con lactato ferroso y ácido ascórbico, entonces se obtendrá un producto de buena calidad. b. Si se utiliza extracto de zanahoria fortificado con lactato ferroso y ácido ascórbico en el desarrollo de caramelo blando entonces el producto terminado tendrá buena aceptación, si solo si, las características físicas - químicas, sensoriales y microbiológicas se encuentran conforme a las normas de calidad. c. Estadísticamente el uso de extracto de zanahoria fortificado con lactato ferroso y ácido ascórbico en el desarrollo de caramelo de goma masticable, produce cambios significativos favorables en el tiempo de vida útil y aceptabilidad del producto terminado.</p>	<p>Variable independiente Niveles porcentuales de extracto de zanahoria, ácido ascórbico y lactato ferroso.</p> <p>Variable dependiente Aceptación del caramelo blando a base de extracto de zanahoria fortificado con lactato ferroso y ácido ascórbico.</p>	<p>- Extracto de zanahoria, ácido ascórbico y lactato ferroso.</p> <p>- Aceptación sensorial.</p>	<p>- Balanza digital - Termómetro - Refractómetro - Potenciómetro</p> <p>- Prueba no paramétrica de Friedman y la prueba de Nemenyi.</p>

Anexo 5. Análisis microbiológico y físico/químicos del caramelo de goma

 UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA	LA MOLINA CALIDAD TOTAL LABORATORIOS UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA <i>Instituto de Certificación, Inspección y Ensayos</i>							
	INFORME DE ENSAYOS N° 000138 - 2022							
	SOLICITANTE	: CRISTINA REYES GIRALDO						
	DIRECCIÓN LEGAL	: C.P REPARTICIÓN S/N BARRANCA						
		: RUC: 46830680	: Teléfono: 929191891					
	PRODUCTO	: CARAMELO DE GOMA MASTICABLE A BASE DE EXTRACTO DE ZANAHORIA FORTIFICADO CON HIERRO Y ÁCIDO ASCORBICO						
	NÚMERO DE MUESTRAS	: Uno						
	IDENTIFICACIÓN/MTRA.	: S.I.						
	CANTIDAD RECIBIDA	: 243,7 g (+envase) de muestra proporcionada por el solicitante.						
	MARCA(S)	: S.M.						
FORMA DE PRESENTACIÓN	: Envasado, la muestra ingresa en envase plástico cerrado							
SOLICITUD DE SERVICIO	: S/S N°EN-000025 -2022							
REFERENCIA	: ACEPTACION TELEFONICA							
FECHA DE RECEPCIÓN	: 05/01/2022							
ENSAYOS SOLICITADOS	: MICROBIOLÓGICO Y FÍSICO/QUÍMICO							
PERÍODO DE CUSTODIA	: No aplica							
RESULTADOS :								
ENSAYOS MICROBIOLÓGICOS :								
ALCANCE : N.A.								
<table border="1" style="width: 100%;"><thead><tr><th>ENSAYOS</th><th>RESULTADO</th></tr></thead><tbody><tr><td>1.- N. de Mohos (UFC/g)</td><td><10 Estimado</td></tr><tr><td>2.- N. de Aerobios Mesófilos (UFC/g)</td><td><10 Estimado</td></tr></tbody></table>			ENSAYOS	RESULTADO	1.- N. de Mohos (UFC/g)	<10 Estimado	2.- N. de Aerobios Mesófilos (UFC/g)	<10 Estimado
ENSAYOS	RESULTADO							
1.- N. de Mohos (UFC/g)	<10 Estimado							
2.- N. de Aerobios Mesófilos (UFC/g)	<10 Estimado							
MÉTODOS UTILIZADOS EN EL LABORATORIO :								
1.- ICMSF Vol. I Parte II Ed. II Pág. 166-167 (Traducción Versión Original 1978) Reimpresión 2000 (Ed. Acibia) 1983								
2.- ICMSF Vol. I Parte II Ed. II Pág. 120-124 (Traducción Versión Original 1978) Reimpresión 2000 (Ed. Acibia) 1983								
ENSAYOS FÍSICOS/QUÍMICOS :								
ALCANCE : N.A.								
<table border="1" style="width: 100%;"><thead><tr><th>ENSAYOS</th><th>RESULTADO</th></tr></thead><tbody><tr><td>1.- Hierro (Partes por millón)</td><td>726,5</td></tr></tbody></table>			ENSAYOS	RESULTADO	1.- Hierro (Partes por millón)	726,5		
ENSAYOS	RESULTADO							
1.- Hierro (Partes por millón)	726,5							
MÉTODOS UTILIZADOS EN EL LABORATORIO :								
1.- AOAC 975.03 Cap. 3, Pág. 3-4, 21st Edition 2019								
FECHA DE EJECUCION DE ENSAYOS: Del 05/01/2022 Al 12/01/2022.								
CONTINÚA INFORME DE ENSAYOS N° 000138 - 2022								
Pág 1/2								
Av. La Molina S/N (frente a la puerta principal de la Universidad Agraria) - La Molina - Lima - Perú Telf.: (511) 3495640 - 3492507 Fax: (511) 3495794 E-mail: mktg@lamolina.edu.pe - Página Web: www.lamolina.edu.pe/calidadtotal -  la molina calidad total								



LA MOLINA CALIDAD TOTAL LABORATORIOS
UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

Instituto de Certificación, Inspección y Ensayos



INFORME DE ENSAYOS

N° 000138 - 2022

ADVERTENCIA :

- 1 - El muestreo, las condiciones de muestreo, tratamiento y transporte de la muestra hasta su ingreso a La Molina Calidad Total - Laboratorios son de responsabilidad del Solicitante.
- 2 - Se prohíbe la reproducción parcial o total del presente Informe sin la autorización de La Molina Calidad Total - Laboratorios.
- 3 - Válido sólo para la cantidad recibida. No es un Certificado de Conformidad ni Certificado del Sistema de Calidad de quien lo produce.

La Molina, 12 de Enero de 2022



LA MOLINA CALIDAD TOTAL LABORATORIOS
Ing. Omar Torres Huanca
Dirección de Certificación y Calidad
C.C.T. N° 470

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

Pág 2/2

Anexo 6. Fotos del proceso de elaboración del caramelo de goma

