

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Escuela Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias

**DETERMINACIÓN DE LA INFLUENCIA DEL LIXIVIADO DE MAÍZ MORADO
(*Zea mays L.*) VARIEDAD NEGRO CANAAN, ACEITE ESENCIAL DE MUÑA
(*Minthostachys mollis*) Y JARABE DE AZÚCAR SOBRE
LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS Y SENSORIALES
DE UNA BEBIDA CARBONATADA**

TESIS

PRESENTADA POR:

Bach. LIRIA RUPERTA ACERO MAMANI

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

TACNA - PERÚ

2025

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN

Facultad de Ciencias Agropecuarias

Escuela Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias

DETERMINACIÓN DE LA INFLUENCIA DEL LIXIVIADO DE MAÍZ MORADO
(*Zea mays* L.) VARIEDAD NEGRO CANAAN, ACEITE ESENCIAL DE MUÑA
(*Minthostachys mollis*) Y JARABE DE AZÚCAR SOBRE LAS
CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS Y SENSORIALES DE UNA
BEBIDA CARBONATADA

Tesis sustentada y aprobada el 19 de diciembre del 2024, estando conformado
el jurado calificador por:

Presidente:


Dra. LILIANA DEL CARMEN LANCHIPA BERGAMINI

Secretario:


Dr. SAMUEL ROMAN CERRO RUÍZ

Vocal:


MSc. SONIA SUSANA POMAREDA ANGULO

Asesor:


Dr. LUIS ALBERTO MARÍN ALIAGA

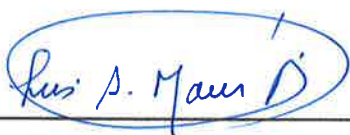
CERTIFICADO DE SIMILITUD

Yo Dr. Luis Alberto Marín Aliaga en mi condición de asesor acreditado por la Resolución de Facultad N°6706-2022-FCAG-UNJBG. de la tesis titulada: DETERMINACIÓN DE LA INFLUENCIA DEL LIXIVIADO DE MAÍZ MORADO (*Zea mays L.*) VARIEDAD NEGRO CANAAN, ACEITE ESENCIAL DE MUÑA (*Minthostachys mollis*) Y JARABE DE AZÚCAR SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS Y SENSORIALES DE UNA BEBIDA CARBONATADA Presentado por la Bachiller LIRIA RUPERTA ACERO MAMANI para optar por el título profesional de Ingeniera en Industrias Alimentarias.

Habiendo cumplido con lo establecido en el reglamento de originalidad y de similitud de trabajos de investigación y producción intelectual, considerando que según la revisión, evaluación y análisis realizado a través del software de similitud textual TURNITIN cuenta con el nivel de similitud permitido cuyo porcentaje es 11 %.

Por lo que CERTIFICO LA SIMILARIDAD de la ESCALA DE SIMILITUD de la tesis está de acuerdo con la SIMILITUD BAJA: PERMITIDO para continuar con los trámites correspondientes y para su publicación en el repositorio institucional.

Se emite el presente certificado con fines de continuar con los trámites respectivos para su obtención del título.



Dr. LUIS ALBERTO MARÍN ALIAGA



Bach. LIRIA RUPERTA ACERO MAMANI



Agradecimiento

A todas las personas que me brindaron su apoyo el ámbito profesional y personal; con sus conocimientos, consejos y experiencias que me sirvieron de mucho para seguir adelante.

Dedicatoria

*A mi madre Fresia y Dion Meza
quiénes siempre me brindan su apoyo
y me enseñan a vencer cualquier
obstáculo que se me presente en el
camino; demostrándome que con
perseverancia puedo alcanzar mis
sueños y anhelos.*

Índice

	Página
Resumen	viii
Abstract	ix
Introducción	1
Capítulo I El Problema	3
1.1. Planteamiento del problema	3
1.2. Formulación del problema	6
1.2.1. Problema general.....	6
1.2.2. Problemas específicos	6
1.3. Delimitación de la investigación	7
1.4. Justificación	7
1.5. Limitaciones.....	8
1.6. Objetivos.....	8
1.6.1. Objetivo general.....	8
1.6.2. Objetivos específicos	9
Capítulo II Operatividad Teórica	10
2.1. Hipótesis	10
2.1.1. Hipótesis general	10
2.1.2. Hipótesis específicas	10
2.2. Diagrama de variables	11

2.3.	Indicadores de las variables	11
2.3.1.	Variables independientes.....	11
2.3.2.	Variables dependientes	11
2.4.	Operacionalización de variables	12
Capítulo III	Fundamentación Teórica	14
3.1.	Base conceptual	14
3.1.1.	El maíz morado.....	14
3.1.2.	El maíz morado variedad negro Canaan INIA 615	16
3.1.3.	La muña.....	18
3.1.4.	Ingredientes de las bebidas gaseosas.....	19
3.1.5.	Contenido de hierbas de las bebidas.....	20
3.1.6.	Las bebidas gaseosas y las esencias de hierbas	21
3.1.7.	Aplicaciones de la metodología de superficie de respuesta en los procesos de la industria alimentaria	22
3.1.8.	El diseño de Box- Behnken.....	23
3.2.	Base teórica.....	25
3.3.	Antecedentes.....	27
Capítulo IV	Metodología de la Investigación	34
4.1.	Tipo de investigación	34
4.1.1.	Población y muestra	34
4.2.	Materiales y método.....	36

4.2.1.	Materiales	36
4.2.2.	Método experimental	38
4.2.3.	Métodos de análisis	45
4.2.4.	Análisis de datos.....	47
Capítulo V	Tratamiento de Resultados	48
5.1.	Composición proximal de materias primas	48
5.2.	Contenido de antocianinas totales.....	48
5.3.	Características sensoriales.....	49
5.3.1.	Color	50
5.3.2.	Olor.....	54
5.3.3.	Sabor	57
5.3.4.	Apariencia.....	60
5.4.	Características fisicoquímicas	63
5.4.1.	pH	64
5.4.2.	Acidez	67
5.4.3.	Volumen CO ₂	70
5.4.4.	Polifenoles totales.....	73
5.4.5.	Optimización	76
5.5.	Discusión	82
5.5.1.	Características fisicoquímicas de la bebida carbonatada ...	82
5.5.2.	Características sensoriales de la bebida carbonatada	85

5.5.3. Condiciones óptimas.....	89
Conclusiones	91
Recomendaciones	92
Bibliografía.....	93
Anexo.....	106

Índice de Figuras

Figura 1. Diagrama de variables para el estudio de la bebida gasificada	11
Figura 2. Maíz morado variedad Canaán.....	17
Figura 3. Distribución espacial del diseño de Box-Behnken	24
Figura 4. maíz morado variedad negro canaan INIA-615	38
Figura 5. Cocción de grano y tusa de maíz morado	39
Figura 6. Enfriado de la cocción.....	39
Figura 7. Lixiviado del maíz cocido y enfriado	40
Figura 8. Pesado de componentes para dilución del aceite esencial de muña	41
Figura 9. Mezcla preparada	41
Figura 10. Refrigeración de muestras con cierres provisionales.....	42
Figura 11. Carbonatación de la bebida	43
Figura 12. Diseño de investigación experimental para la bebida gasificada	44
Figura 13. Diagrama de Pareto para la aceptabilidad del color de la bebida carbonatada.....	51
Figura 14. Gráfico de contorno para la aceptabilidad del color por efecto del lixiviado de maíz y el aceite esencial de muña	52

Figura 15. Gráfico de contorno para la aceptabilidad del color por efecto del aceite esencial de muña y los sólidos solubles	53
Figura 16. Diagrama de Pareto para la aceptabilidad del olor de la bebida carbonatada.....	54
Figura 17. Gráfico de contorno para la aceptabilidad del olor por efecto del lixiviado de maíz y el aceite esencial de muña	55
Figura 18. Gráfico de contorno para la aceptabilidad del olor por efecto del aceite esencial de muña y los sólidos solubles	56
Figura 19. Diagrama de Pareto para la aceptabilidad del sabor de la bebida carbonatada	57
Figura 20. Gráfico de contorno para la aceptabilidad del sabor por efecto del lixiviado de maíz y el aceite esencial de muña ...	58
Figura 21. Gráfico de contorno para la aceptabilidad del sabor por efecto del aceite esencial de muña y los sólidos solubles	59
Figura 22. Diagrama de Pareto para la aceptabilidad de la apariencia de la bebida carbonatada.....	60
Figura 23. Gráfico de contorno para la aceptabilidad de la apariencia por efecto del lixiviado de maíz y el aceite esencial de muña ...	61
Figura 24. Gráfico de contorno para la aceptabilidad de la apariencia por efecto del aceite esencial de muña y los sólidos solubles ..	62
Figura 25. Diagrama de Pareto para el pH de la bebida carbonatada	64

Figura 26. Gráfico de contorno para el pH por efecto del lixiviado de maíz y el aceite esencial de muña	65
Figura 27. Gráfico de contorno para el pH por efecto del aceite esencial de muña y los sólidos solubles	66
Figura 28. Diagrama de Pareto para la acidez de la bebida carbonatada	67
Figura 29. Gráfico de contorno para la acidez por efecto del lixiviado de maíz y el aceite esencial de muña.....	68
Figura 30. Gráfico de contorno para la acidez por efecto del aceite esencial de muña y los sólidos solubles	69
Figura 31. Diagrama de Pareto para el volumen de CO ₂ de la bebida carbonatada	70
Figura 32. Gráfico de contorno para el volumen del CO ₂ por efecto del lixiviado de maíz y el aceite esencial de muña	71
Figura 33. Gráfico de contorno para el volumen del CO ₂ por efecto del aceite esencial de muña y los sólidos solubles	72
Figura 34. Diagrama de Pareto para los polifenoles totales de la bebida carbonatada.....	73
Figura 35. Gráfico de contorno para los polifenoles totales por efecto del lixiviado de maíz y los sólidos solubles.....	74

Figura 36. Gráfico de contorno para los polifenoles totales por efecto del aceite esencial de muña y los sólidos solubles	75
Figura 37. Gráfico de contorno para la solución óptima de la bebida carbonatada a condición constante de los sólidos solubles	77
Figura 38. Flujo definitivo para la elaboración de la bebida carbonatada de maíz y muña.....	78
Figura 39. Placa de recuento de aerobios mesófilos de la bebida optimizada.....	81
Figura 40. Placa de recuento de moho de la bebida optimizada	81

Índice de Tablas

Tabla 1. Operacionalización de las variables independientes y dependientes.....	13
Tabla 2. Niveles de las variables independientes en estudio.....	35
Tabla 3. Diseño experimental de Box_Behnken según las variables independientes y sus niveles	35
Tabla 4. Composición proximal de la materia (tusa)	48
Tabla 5. Determinación de antocianinas por pH diferencia en lixiviado de tusa y grano de maíz morado.....	49
Tabla 6. Resultados del análisis de los atributos sensoriales de la bebida gasificada según su aceptabilidad	50
Tabla 7. Resultados del análisis de las características fisicoquímicas de la bebida gasificada	63
Tabla 8. Solución óptima para la bebida carbonatada	76
Tabla 9. Obtención del lixiviado de maíz morado	79
Tabla 10. Elaboración de la bebida carbonatada.....	79
Tabla 11. Características físicas de la bebida carbonatada.....	80
Tabla 12. Recuento de microorganismos de la bebida optimizada.....	80
Tabla 13. Determinación de antocianinas por pH diferencia en la bebida optimizada	82

Resumen

El objetivo del presente estudio fue determinar la influencia del lixiviado de maíz morado (*Zea mays* L.) variedad negro Canaán, aceite esencial de muña (*Minthostachys mollis*) y jarabe de azúcar sobre las características fisicoquímicas y sensoriales de una bebida carbonatada. Las muestras resultaron de la aplicación del diseño de Box-Behnken para 3 variables con 3 niveles, dando un total de 15 tratamientos. Para analizar los datos de cada respuesta se aplicó la metodología de respuesta (p valor < 0,05) y para la solución óptima se aplicó la función deseada (FD > 0,7). Se concluyó que el efecto del lixiviado de maíz morado, el aceite esencial de muña y los sólidos solubles no fueron significativos sobre el sobre la acidez y volumen de CO₂, (p valor < 0,05) pero sí sobre los polifenoles totales. El efecto sobre la aceptabilidad del color, olor y sabor fueron significativas (p valor < 0,05) pero no para la apariencia (p valor > 0,05). Las condiciones óptimas de la bebida carbonatada fueron: 43,297 g/L de lixiviado de maíz, 6,519 ml/L de aceite esencial de muña y 14 °Bx de S.S. La aceptabilidad del color fue 7,8; olor 7,87; sabor 7,6 y la apariencia 7,65; pH de 3,2; acidez de 0,189 % y un volumen de CO₂ 2,018 v/v%.

Palabras clave: bebida carbonatada, lixiviado de maíz, polifenoles totales.

Abstract

The objective of this study was to determine the influence of leaching from purple corn (*Zea mays* L.) Canaan black variety, essential oil of muña (*Minthostachys mollis*) and soluble solids on the physicochemical and sensory characteristics of a carbonated beverage. The samples resulted from the application of the Box-Behnken design for 3 variables with 3 levels, giving a total of 15 treatments. To analyze the data of each response, the response methodology was applied (p value $< 0,05$) and for the optimal solution the desired function ($FD > 0,7$) was applied. It was concluded that the effect of purple corn leaching, muña essential oil and soluble solids were not significant on acidity and CO₂ volume (p value $< 0,05$) but on total polyphenols. The effect on the acceptability of colour, smell and taste were significant (p value $< 0,05$) but not for appearance (p value $> 0,05$). The optimal conditions of the carbonated drink were: 43,297 g/L of corn leachate, 6,519 ml/L of AE from muña and 14 °Bx of S.S. Color acceptability of 7,8; odor at 7,87; taste at 7,6 and appearance at 7,65; pH 3,2; acidity of 0,189%; volume of CO₂ 2,01v/v 8% and 25,8 ppm of total polyphenols.

Keywords: carbonated beverage, corn leachate, total polyphenols

Introducción

Los refrescos se producen en todo el mundo y están ampliamente disponibles. Las bebidas carbonatadas constituyen la mayor parte de la industria mundial de refrescos. El mercado de estos productos sigue mostrando un potencial de crecimiento excepcional (Abu-Reidah, 2020).

Sin embargo, el consumo de refrescos sigue siendo un tema controvertido para la salud y las políticas públicas. Numerosos estudios han establecido posibles vínculos entre la ingesta de refrescos y los problemas médicos, con resultados muy controvertidos. No obstante, tanto la industria como los consumidores están poniendo cada vez más énfasis en las propiedades saludables de los refrescos (Kregiel, 2015).

Asimismo, en las bebidas como afirman Saint-Eve et al. (2010), la percepción de carbonatación puede verse influenciada por la formulación y/o por las condiciones de consumo. Se demostró que el aumento en el nivel de CO₂ en el agua está directamente relacionado con un aumento en la percepción de carbonatación. Además, una disminución en la temperatura de consumo indujo una mayor percepción de carbonatación.



Actualmente la industria ha experimentado cambios importantes con respecto a las innovaciones y ofertas de productos. Para hacer frente a los crecientes desafíos del mercado, las empresas están incorporando nuevos sabores teniendo en cuenta las preocupaciones de bienestar y salud de los consumidores (Abu-Reidah, 2020).

Por otro lado, el interés de las antocianinas y otros compuestos fenólicos del maíz morado por los beneficios para la salud, ha crecido en las últimas décadas. Mucha evidencia sugiere que estos compuestos pueden ayudar a reducir la incidencia de una variedad de enfermedades crónicas, y han demostrado propiedades antioxidantes, antiinflamatorias, antimutagénicas, anticancerígenas y reguladoras de la presión arterial. Por ello, los extractos o antocianinas aisladas de maíz morado han sido ampliamente evaluados en diversos estudios (Lao et al., 2017).

Asimismo, algunos productos innovadores preparados a base de maíz morado como las bebidas y otros productos funcionales como son las infusiones y/ extractos como bebidas sanas y naturales que además de tener un agradable aroma contienen muchos fitoquímicos (Thiagarajah et al., 2019). Estas bebidas se consumen en todo el mundo, y casi dos tercios de la población del planeta las beben todos los días (Bassi et al., 2020).

Capítulo I

El Problema

1.1 Planteamiento del problema

El mercado de refrescos se expande día a día debido al enfoque continuo en la salud y el bienestar. El jugo de puré, las bebidas de frutas, el agua embotellada, los batidos y las bebidas lácteas continúan impulsando el crecimiento. Las oportunidades significativas para los fabricantes de refrescos se brindan por una mayor demanda de funcionalidad, como las bebidas reductoras de la presión sanguínea y reductoras de colesterol. Los fabricantes de refrescos hicieron más hincapié en las variantes bajas en calorías, como 7UP Free, Tango Clear y Fanta Z. Se ha comprobado que el mercado de refrescos se ha ampliado a todas las categorías (Rao & Ramalakshmi, 2011).

Los extractos de hierbas son las bebidas que se consumen comúnmente, que se elaboran a partir de varias partes de las plantas. Hay muchos tipos de infusiones de hierbas consumidas en todo el mundo por diferentes culturas tanto para la prevención de diversas enfermedades como para el gusto y el placer. Además, las hierbas juegan un papel importante como fuentes fenólicas junto con sus propiedades

antioxidantes, antiinflamatorias, antimicrobianas, antivirales y antiproliferativas. Sin embargo, se debe prestar especial atención a la selección de métodos de extracción adecuados (es decir, infusión y decocción) para cada tipo de hierba, para obtener el máximo beneficio. Para satisfacer la demanda de los consumidores de bebidas saludables y gestionar los requisitos de calidad y seguridad, se necesita investigación y desarrollo avanzados (Suna et al., 2019).

Por otro lado la muña es una planta herbácea subarborescente perenne, con interesantes principios activos para la investigación y desarrollo de productos naturales con beneficios para la salud derivados de aceites y extractos esenciales siempre significativos (Quezada et al., 2019).

Asimismo Vargas-Yana et al., (2020) investigaron el potencial relevante para la salud de la bebida fermentada a base de maíz morado étnico peruano Chicha de Güiñapo, en base a los perfiles fenólicos y el microbiota probiótica que probablemente se desarrollen durante la fermentación de la chicha para aplicaciones de salud actuales que a su vez ayudarían a preservar las perspectivas históricas y el conocimiento étnico de su procesamiento y relevancia cultural entre los pueblos de la región andina.

Según Serra et al., (2014) indican que los azúcares se utilizan para endulzar o potenciar el sabor, para modificar el punto de congelación y fusión o para dar color natural a los alimentos, y para conservarlos. El azúcar debe consumirse de forma natural con los alimentos que la contienen, ya que esta también aporta otros micronutrientes.

Los aditivos son sustancias que se agregan a los alimentos con la intención de realizar ciertas funciones tecnológicas y el resultado es que tanto el aditivo y/o sus subproductos se convierten en componentes de esos alimentos. Los monosacáridos, disacáridos u oligosacáridos, o los alimentos que los contengan, no se consideran aditivos alimentarios. El término edulcorante hace referencia a una sustancia utilizada para conferir un sabor dulce a los alimentos (Reglamento (CE) n° 1333/2008, 2008). Por eso, alimentos como la miel o el azúcar común, la fructosa o la glucosa no se consideran edulcorantes, ya que tienen otras funciones además del edulcorante (Gil-Campos et al., 2015).

Además tal como lo indica Ameh & Obodozie, (2016) en la fabricación de las bebidas carbonatadas, son los aceites esenciales de los concentrados los que interactúan con otros saborizantes, como edulcorantes, ácidos y CO₂, para darle a la gaseosa su sabor y aroma

distintivos. Los supuestos secretos de los fabricantes con respecto a un refresco en particular radican en la elección y combinación de una amplia gama de aceites esenciales (que pueden tener equivalentes sintéticos).

Por lo expuesto, la presente investigación aportó en elaborar una bebida a base del maíz morado de la variedad tradicionalmente más utilizada para elaborar la chicha morada que es Canaán, que, junto con el aceite esencial de la muña como fuente de compuestos fenólicos y posterior carbonatación final de la mezcla, ofrecerá al consumidor una bebida gaseosa o carbonatada no solo refrescante sino a la vez saludable.

1.2 Formulación del problema

1.2.1 Problema general

¿Cuál será la influencia del lixiviado de maíz morado (*Zea mays* L.) variedad negro Canaán, aceite esencial de muña (*Minthostachys mollis*) y jarabe de azúcar sobre las características fisicoquímicas y sensoriales de una bebida carbonatada?

1.2.2 Problemas específicos

- i. ¿Cuál será el efecto del lixiviado de maíz morado, aceite esencial de muña y jarabe de azúcar sobre las características fisicoquímicas?

- ii. ¿Cuál será el efecto del lixiviado maíz morado, aceite esencial de muña y jarabe de azúcar sobre las características sensoriales?
- iii. ¿Cuáles son las condiciones óptimas de elaboración de la bebida carbonatada a base de lixiviado de maíz morado, aceite esencial de muña y jarabe de azúcar así su composición fisicoquímica?

1.3 Delimitación de la investigación

- a) Delimitación temporal: La realización de la investigación consideró un periodo de 12 meses.
- b) Delimitación espacial: Para el estudio se realizó en la provincia de Tacna.
- c) Delimitación teórica: El estudio establece el evaluar el efecto de las variables extracto de maíz morado y aceite esencial de muña sobre las condiciones fisicoquímicas de la bebida carbonatada y su aceptabilidad sensorial.

1.4 Justificación

- Técnico científico: El estudio pretende establecer parámetros de elaboración de esta bebida carbonatada e innovadora a base de aceite esencial de muña y maíz morado. Por ello la importancia de optimizar su elaboración aplicando métodos que permitan obtener

resultados confiables, a fin de obtener un producto con cualidades sensoriales agradables aparte de las benéficas a la salud.

- Económico: El estudio permitirá revalorizar el cultivo de maíz morado y muña con fines de proyección a un producto con valor agregado, con el consecuente beneficio de los productores de dichos cultivos.
- Social: El fomentar estos cultivos alternativos permitirá otros intentos de innovación ya que en la región Tacna, la elaboración formal de bebidas gasificadas a base de hierbas o maíz morado no existe.

1.5 Limitaciones

No existen limitaciones que hayan impedido alcanzar los objetivos propuestos.

1.6 Objetivos

1.6.1 Objetivo general

Determinar la influencia del lixiviado de maíz morado (*Zea mays* L.) variedad negro Canaán, aceite esencial de muña (*Minthostachys mollis*) y jarabe de azúcar sobre las características fisicoquímicas y sensoriales de una bebida carbonatada.

1.6.2 Objetivos específicos

- i. Determinar el efecto del lixiviado de maíz morado (*Zea mays* L.), aceite esencial de muña (*Minthostachys mollis*) y jarabe de azúcar sobre las características fisicoquímicas de la bebida carbonatada.

- ii. Determinar el efecto del lixiviado de maíz morado (*Zea mays* L.), aceite esencial de muña (*Minthostachys mollis*) y jarabe de azúcar sobre las características sensoriales de la bebida carbonatada.

- iii. Establecer las condiciones óptimas de lixiviado de maíz morado (*Zea mays* L.), aceite esencial de muña (*Minthostachys mollis*) y jarabe de azúcar de la bebida carbonatada, así como su composición fisicoquímica.

Capítulo II

Operatividad Teórica

2.1 Hipótesis

2.1.1 Hipótesis general

El lixiviado de maíz morado (*Zea mays* L.) variedad negro Canaán, el aceite esencial de muña (*Minthostachys mollis*) y jarabe de azúcar influirán sobre las características fisicoquímicas y sensoriales de una bebida carbonatada.

2.1.2 Hipótesis específicas

- i. El lixiviado de maíz morado (*Zea mays* L.), el aceite esencial de muña (*Minthostachys mollis*) y jarabe de azúcar influirán sobre las características fisicoquímicas.

- ii. El lixiviado de maíz morado (*Zea mays* L.), el aceite esencial de muña (*Minthostachys mollis*) y jarabe de azúcar influirán sobre las características sensoriales.

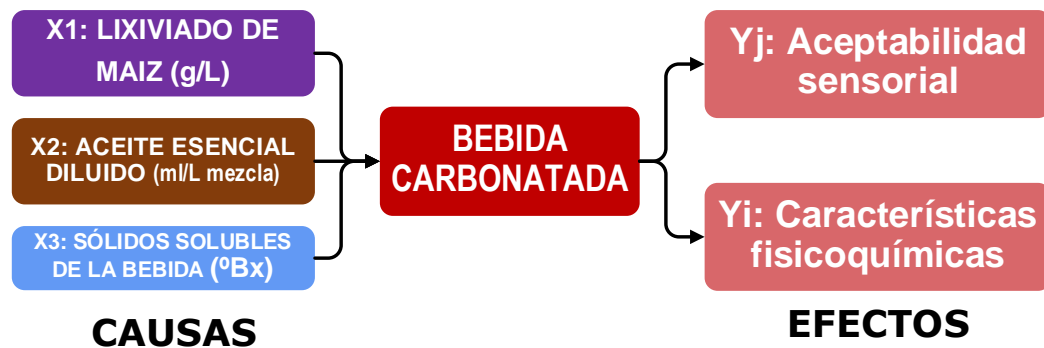
- iii. Es posible establecer las condiciones de elaboración óptimas de la bebida carbonatada y su composición fisicoquímica.

2.2 Diagrama de variables

La Figura 1 esquematiza la relación entre las variables en estudio.

Figura 1

Diagrama de variables para el estudio de la bebida gasificada



2.3 Indicadores de las variables

2.3.1 Variables independientes

- i. Lixiviado de maíz morado.
- ii. Aceite esencial de muña diluido.
- iii. Jarabe de azúcar.

2.3.2 Variables dependientes

- i. Características fisicoquímicas: pH, acidez, volumen de CO₂ y polifenoles totales.
- ii. Características sensoriales: Aceptabilidad del color, olor, sabor y la apariencia.

2.4 Operacionalización de variables

La Tabla 1 establece la forma como serán operacionalizadas las variables propuestas para desarrollar la bebida y las variables medibles.

Tabla 1*Operacionalización de las variables independientes y dependientes*

Variables	Definición teórica	Indicadores	Unidad	Instrumento de medición
Independientes				
Lixiviado	Se denomina lixiviación líquido-sólido o simplemente lixiviación, al proceso de separación de sustancias biológicas, inorgánicas y orgánicas que se encuentran en un sólido (Geankoplis, 2018).	X1: Lixiviado de maíz morado	g/L agua	Balanza
Aceite esencial	Los aceites esenciales son sustancias olorosas y altamente volátiles presentes en las plantas (Ríos, 2016)	X2: Aceite esencial de muña	g/L mezcla	Balanza
Jarabe de azúcar	Los sólidos solubles totales se determinan mediante refractómetro. Brix es una medida de sólidos solubles totales (SST) en el caso de jarabe de azúcar (Egyankosh, 2009).	X3: Sólidos solubles de la bebida	°Bx	Refractómetro
Dependientes				
Características fisicoquímicas	Las propiedades fisicoquímicas de los alimentos (reológicas, ópticas, estabilidad, "sabor") determinan en última instancia su calidad percibida, sus atributos sensoriales y su comportamiento durante la producción, el almacenamiento y el consumo. Los Polifenoles son sustancias que se encuentran en muchas plantas y le da su color a algunas flores, frutas y vegetales, estas sustancias también son antioxidantes. (McClements, 2009).	Y1: pH	---	Potenciómetro
		Y2: Acidez	% ácido cítrico	Equipo volumétrico
		Y3: Volumen de CO ₂	% v/v	Manómetro, termómetro y carta de volumen CO ₂
		Y4: Polifenoles totales	mg/L	Espectrofotómetro
Características sensoriales	El análisis sensorial examina las propiedades (textura, sabor, gusto, apariencia, olor, etc.) de un producto o alimento a través de los sentidos (vista, olfato, gusto, tacto y oído) de los panelistas (Ruiz & Herrero, 2021).	Y5: Aceptabilidad del color Y6: Aceptabilidad del olor Y7: Aceptabilidad del sabor Y8: Aceptabilidad de la apariencia	--	Escala hedónica estructurada

Capítulo III

Fundamentación Teórica

3.1 Base conceptual

3.1.1 El maíz morado

El maíz morado (*Zea mays* L.) es un maíz amiláceo y de pigmentación morada que pertenece a la raza peruana Kculli, que significa “negro” en lengua nativa “quechua” (Ranilla et al., 2021). Esta raza se derivó de la raza proto- Kculli precolombina de las tierras altas, que apareció en el período precerámico final en Perú (~4000 años calibrados antes del presente) y se ha convertido en un importante alimento básico de cereales entre las comunidades indígenas de la región andina en Sudamérica, incluidos Perú, Ecuador, Bolivia y Argentina (Lao et al., 2017).

En contraste con muchas variedades de maíz azul y púrpura pigmentado del norte y Mesoamérica, las variedades locales de maíz morado andino acumulan concentraciones más altas de antocianinas no solo en el pericarpio del grano sino también en la mazorca y la cáscara (Medina-Hoyos et al., 2020).

Estudios previos han demostrado que el maíz morado fresco entero tiene un contenido total de antocianinas de 4 a 11 veces mayor que el de los arándanos y que dichos compuestos fenólicos relevantes para la salud están más concentrados en la mazorca que en el grano (Cevallos & Cisneros, 2003).

Además, se han confirmado otros metabolitos fenólicos no antocianínicos como diferentes flavonoides y ácidos fenólicos en el maíz morado andino (Ramos et al., 2012).

Debido a esta alta composición de metabolitos fenólicos, el maíz morado se ha relacionado con propiedades bioactivas relevantes para la salud. Recientes estudios in vitro e in vivo han informado el potencial antioxidante, antihiper glucémico, antiobesidad, antiinflamatorio y anticancerígeno de los extractos de maíz morado (Magaña et al., 2020).

La “Chicha Morada”, también conocida como bebida de maíz morado (PCD), es una bebida tradicional sin gas que se prepara comúnmente en los hogares y restaurantes del Perú. Sin embargo, en los últimos años, se está produciendo a escala industrial con el objetivo de extender su vida útil, expandir su comercialización y darlo a conocer en todo el mundo.

Tradicionalmente, esta bebida, cuyo principal componente es el maíz morado (*Zea mays L.*), se elaboraba y consumía rápidamente y, en algunos casos, se almacenaba en refrigeración hasta su consumo, pero nunca más allá de las 24 a 48 horas. Con su industrialización, las fábricas se enfrentan a desafíos para diseñar y brindar la protección adecuada a la bebida, asegurando su calidad y seguridad. Si bien su producción a nivel industrial es muy similar a otras bebidas no carbonatadas que contienen jugo de frutas, varios factores de procesamiento podrían afectar la estabilidad microbiológica deseada para esta bebida, como el almacenamiento del extracto de bebida de maíz morado (Ramos et al., 2021).

3.1.2 El maíz morado variedad negro Canaan INIA 615

El maíz (*Zea mays L.*) es originario de América, pertenece a la familia de las Poáceas (gramíneas), tribu Maydeas (Anexo 14), y es la única especie cultivada de este género con gran importancia económica (Bonilla, 2009). El maíz morado, cuyo nombre en inglés es “Andean purple corn”, al que se le conoce también por el nombre más común de “blue corn” o “purple corn”, se le denomina en Costa Rica maíz pujagua (Mayorga & Pérez, 2018).

La composición del maíz (Anexo 15) está determinada primordialmente por factores como la genética, así como las condiciones agroclimáticas y prácticas agrícolas (Agama et al., 2011).

La variedad mejorada Canaán (Fig. 2), es producto del trabajo de mejoramiento en el INIA mediante la selección frecuente de medios hermanos a partir de 36 cultivares de la raza Kulli realizados durante nueve ciclos. Las variedades locales Negro Kully y Morado fueron los progenitores femeninos y los progenitores masculinos fueron un compuesto balanceado de las variedades Negro, Kully y Morado (INIA, 2007).

Figura 2
Maíz morado variedad Canaán



Nota: (INIA, 2007)

3.1.3 La muña

Minthostachys mollis (Benth.) Griseb está restringida a los Andes de Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú y Bolivia. Es conocida por varios nombres populares y tiene diferentes usos medicinales. En Perú, el nombre más conocido de *M. mollis* es “muña”, pero en algunas regiones también se le conoce como “ishmuña”, “tento”, “tinto” y “champca”; tradicionalmente se utiliza para el tratamiento de la tos, bronquitis, úlcera estomacal, gastritis, espasmos estomacales e intestinales, catarro, dolor de cabeza, parasitismo intestinal y como digestivo (Monigatti et al., 2013).

Se ha demostrado que *M. mollis* posee propiedades farmacológicas. Al respecto, el extracto alcohólico de esta especie mostró actividad inhibitoria sobre *Eschericchia coli* (Bussmann et al., 2010).

Los principales componentes del aceite esencial de *Minthostachys mollis* son los monoterpenos oxigenados pulegona (51,2%) y mentona (30,7%), seguido de los monoterpenos hidrocarbonados (limoneno 10,1%, β -pineno 1,5%, α -pineno y canfeno 1%), y sesquiterpeno oxigenado (espatulenol 1,1%) y otros menos del 1% (Gleiser et al., 2007).

También hay presencia de Carvacrol con una concentración relativa del 21,24% y que según Torrenegra-Alarcón et al., (2016) este fenol monoterpenoide sería el principal agente antimicrobiano.

3.1.4 Ingredientes de las bebidas gaseosas

Los refrescos suelen contener agua, edulcorante (8 a 12%, p/v), dióxido de carbono (0,3 a 0,6% p/v), acidulantes (0,05 a 0,3% p/v), aromatizantes (0,1 a 0,5% p/v), colorantes (70 ppm), conservantes químicos (límites legales), antioxidantes (<100 ppm) y/o agentes espumantes (saponinas hasta 200 mg/mL). Algunos refrescos utilizan sustitutos del azúcar. Sin embargo, ciertos ingredientes pueden ser peligrosos para la salud si se consumen en grandes cantidades, y existe preocupación con respecto a los conservantes y edulcorantes. Por lo tanto, si por un lado existe una tendencia a producir una amplia gama de refrescos más especializados, también existe la presión para minimizar el uso, de aditivos e ingredientes artificiales y sintéticos (Kregiel, 2015).

Las bebidas carbonatadas son aquellas bebidas a las que se les ha agregado dióxido de carbono. El dióxido de carbono es un gas incoloro e inodoro. Por lo general, se les agregan sabores y edulcorantes para mejorar su palatabilidad. El agua siempre tiene una cierta cantidad de oxígeno

disuelto, pero el agua carbonatada es la que está sobresaturada con dióxido de carbono. La reacción entre el dióxido de carbono y el agua produce ácido carbónico. Es este ácido carbónico el que crea el efecto de enredo en la lengua (PMG, 2022).

3.1.5 Contenido de hierbas de las bebidas

Las bebidas incluyen principalmente cafeína, azúcar, aminoácidos (taurina), electrolitos, vitaminas e ingredientes a base de hierbas. Se consumen fríos al igual que los refrescos. Los ingredientes a base de hierbas juegan un papel importante en la evaluación sensorial de las bebidas energéticas, además de mejorar sus efectos beneficiosos para la salud. Las hierbas más comunes que se utilizan en las bebidas energéticas se pueden enumerar como ginseng y ginkgo biloba. Otros ingredientes botánicos se pueden resumir como polen de abeja y guaraná. La jalea real también se utiliza en las formulaciones de bebidas energéticas como producto animal. Muchos de los ingredientes botánicos se utilizan en formulaciones de bebidas en forma de extractos líquidos estandarizados disueltos en agua/alcohol o glicerina. Las premezclas secadas por aspersión totalmente solubles en agua también son accesibles (Ragsdale, 2016).

3.1.6 Las bebidas gaseosas y las esencias de hierbas

Los refrescos carbonatados (“refrescos”) son bebidas frías sin alcohol y por lo general los refrescos de cola y cítricos contienen aceites esenciales de las siguientes plantas aromáticas: coca: *Erythroxylum coca* (Erythroxylaceae); canela (*Cinnamomum*); nuez moscada (*Myristica fragrans*); cilantro (*Coriandrum sativum*); neroli (*Citrus aurantium*); limón (*Citrus limón*); lima (*Citrus limetta*); naranja (*Citrus sinensis*); y vainilla (*Vanilla planifolia*) (Ameh & Obodozie, 2016).

Un refresco puede contener el equivalente sintético de cualquiera de los aromatizantes anteriores y no más del 0,5 % v/v de etanol (Humphreys, 2006). Otros nombres con los que se denomina a las gaseosas incluyen “bebida gaseosa” y “mineral”, entre otros (D’Amato et al., 2011).

Un refresco dado puede tener uno o más aceites esenciales combinados en una o más fórmulas concentradas, junto con colores y otros ingredientes, según la marca y el proveedor. Los demás ingredientes suelen ser sustancias granulares, como agentes amortiguadores (p. ej., ácido cítrico, citrato de sodio, ácido fosfórico, fosfatos de potasio) y conservantes adicionales (Ameh & Obodozie, 2016).

Una gaseosa generalmente consta de más del 99 % p/p de agua, azúcar y otros ingredientes, y menos del 0,5 % p/p de EO. Debido a que estos aceites son hidrofóbicos, una soda es realmente una suspensión de aceite en agua muy diluida. Por lo tanto, el concentrado debe presentarse como una emulsión concentrada de aceite en agua (Preedy, 2016).

3.1.7 Aplicaciones de la metodología de superficie de respuesta en los procesos de la industria alimentaria

La Metodología de superficie de respuesta (RSM) se ha empleado para modelar y optimizar varias operaciones de procesamiento de alimentos, como hornear, cocinar, asar, secar, extraer, fermentar y muchas otras. Además, RSM se ha utilizado ampliamente en la formulación de productos y la optimización de ingredientes (Kidane, 2021).

En el pasado, se ha realizado la optimización en los procesos alimentarios mediante la investigación del efecto de los cambios de un parámetro en una respuesta mientras que todos los demás se mantienen en un nivel constante (Bezerra et al., 2008).

RSM es una colección de métodos estadísticos y matemáticos establecidos en el ajuste de un modelo polinomial a los datos que debe

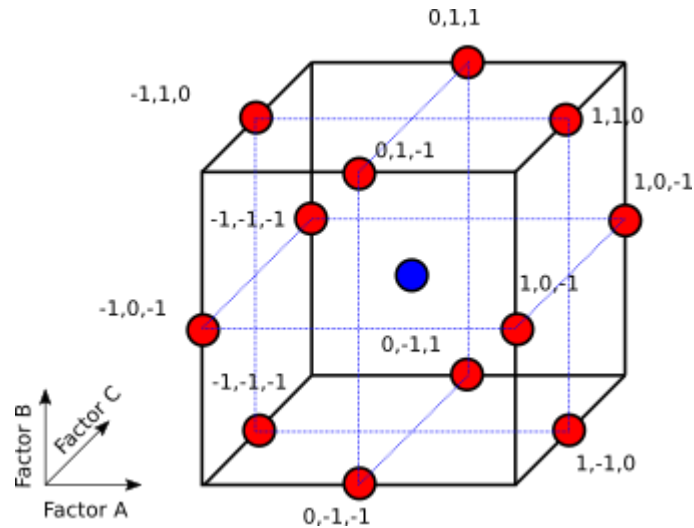
representar el comportamiento de un conjunto de datos con el propósito de hacer predicciones estadísticas. El enfoque es útil para optimizar, diseñar, desarrollar y mejorar procesos donde una respuesta o respuestas se ven afectadas por varias variables (Ghorbannezhad et al., 2016).

3.1.8 El diseño de Box- Behnken

Un diseño Box-Behnken es un tipo de diseño de superficie de respuesta que no contiene un diseño factorial integrado o fraccional. Los diseños de Box-Behnken tienen combinaciones de tratamientos que se encuentran en los puntos medios de los bordes del espacio experimental y requieren al menos tres factores continuos. La siguiente figura muestra un diseño Box-Behnken de tres factores. Estos diseños permiten una estimación eficiente de los coeficientes de primer y segundo orden. Debido a que los diseños Box-Behnken a menudo tienen menos puntos de diseño, pueden ser menos costosos de realizar que los diseños compuestos centrales con la misma cantidad de factores. Sin embargo, debido a que no tienen un diseño factorial integrado, no son adecuados para experimentos secuenciales puntos del diagrama representan las ejecuciones experimentales que se realizaran (MINITAB, 2023).

Figura 3

Distribución espacial del diseño de Box-Behnken



Los diseños de Box-Behnken también pueden resultar útiles si conoce la zona de operación segura para su proceso. Los diseños compuestos centrales suelen tener puntos axiales fuera del "cubo". Es posible que estos puntos no estén en la región de interés o que sean imposibles de realizar porque están más allá de los límites operativos seguros. Los diseños de Box-Behnken no tienen puntos axiales, por lo tanto, puede estar seguro de que todos los puntos de diseño se encuentran dentro de su zona de operación segura. Los diseños de Box-Behnken también garantizan que todos los factores no se establezcan en sus niveles altos al mismo tiempo (MINITAB, 2023).

3.2 Base teórica

- a)** Bebida carbonatada: Según la Norma Técnica Peruana - NTP 214.001. (INDECOPI, 2012), bebida gasificada jarabeada (bebida carbonatada): es el producto obtenido por disolución de edulcorantes nutritivos y dióxido de carbono en agua potable tratada, pudiendo estar adicionado de saborizantes naturales y/o artificiales, jugos de frutas, acidulantes, conservadores, emulsionantes y estabilizantes, antioxidantes, colorantes, amortiguadores, agentes de enturbiamiento, antiespumantes y espumantes, u otros aditivos alimentarios permitidos por la autoridad sanitaria.
- b)** Lixiviación: Se denomina lixiviación líquido-sólido o simplemente lixiviación, al proceso de separación de sustancias biológicas, inorgánicas y orgánicas que se encuentran en un sólido. Donde para separar el soluto deseado o eliminar un componente del soluto de la fase sólida, el sólido se pone en contacto con una fase líquida. Las dos fases están en contacto íntimo y el soluto o solutos se difunden en la fase líquida, resultando una separación de los componentes solubles que estaban en el sólido. En la lixiviación, cuando se elimina un componente indeseable de un sólido con agua, el proceso se denomina lavado. En las industrias de alimentos, muchos productos se separan de su estructura natural original por lixiviación líquido-

sólido. Para la producción de café soluble “instantáneo”, se lixivia café tostado molido con agua dulce. El té soluble se produce por lixiviación con agua de las hojas de té. El tanino se elimina de la corteza de los árboles lixiviándolos con agua (Geankoplis, 2018).

- c)** Aceite esencial: Los aceites esenciales son sustancias olorosas y altamente volátiles presentes en las plantas. Debido a su volatilidad, estas sustancias pueden ser aislado por medio de destilación al vapor de una planta aromática de una sola especie botánica y puede ser detectado por ambos sentidos del olfato y gusto. Los aceites esenciales individuales se conocen por el nombre de la planta de la que se derivan y el olor es similar al de la parte de la planta de la que se obtienen, aunque el aroma es generalmente más intenso (Ríos, 2016).
- d)** Metodología de superficie de respuesta: La metodología de superficie de respuesta (RSM), se basa en el diseño factorial, es una técnica matemática y estadística para diseñar experimentos, ajustar modelos y determinar las condiciones operativas óptimas para una respuesta objetivo. Suele utilizarse para optimizar y comprender el rendimiento de sistemas nuevos y complejos cuyos mecanismos no están claramente definidos Qiu et al. (2014).

3.3 Antecedentes

El estudio desarrollado por Suna et al. (2018) tuvo como objetivo generar una bebida de té innovadora que tenga infusión de agua de *Erica arborea*. Las hojas se sometieron a una extracción en agua hirviendo y la solución tuvo un valor Brix equilibrado a 8° con sacarosa, ácido, sabor natural de limón y agentes antimicrobianos. La experimentación se manejó en un esquema completamente aleatorio con tres repeticiones. Después de la mezcla de aditivos, se aplicó carbonatación. Además de algunos parámetros fisicoquímicos, fenoles totales, bioaccesibilidad de fenoles totales, capacidad antioxidante y antioxidantes bioaccesibles con 2,2-difenil-1-picrilhidrazilo (DPPH), poder antioxidante reductor férrico (FRAP) y ensayo de capacidad antioxidante reductora de iones cúpricos (CUPRAC) También se investigaron métodos. La bebida de color verde y amarillo era especialmente rica en potasio y calcio. Los fenólicos totales y fenólicos bioaccesibles de la bebida se identificaron como $174,06 \pm 24,53$ mg equivalente de ácido gálico (GAE) 100 mL^{-1} y $96,07 \pm 3,96$ mg GAE 100 mL^{-1} , correspondientemente. Además de sus características nutricionales y funcionales, la bebida de té *Erica arborea* se prefiere de acuerdo con la decisión sensorial de los panelistas.

En un estudio desarrollado por Barker et al. (2021) orientado a la preferencia de los consumidores al hormigueo y/o irritación oral (por ejemplo, ardor o picazón) asociada con las bebidas carbonatadas. El primer objetivo de este estudio fue identificar el efecto de la carbonatación en el gusto y la percepción sensorial de los consumidores de jugos de frutas (manzana, cereza y arándano). El objetivo secundario fue evaluar las respuestas emocionales de los consumidores a los jugos de frutas carbonatados. Se aplicó un diseño de dos vías. El primer ensayo pidió a los consumidores (n = 103) que usaran escalas hedónicas de nueve puntos y de marcar todo lo que corresponda (CATA) para evaluar seis jugos de frutas (tres carbonatados y tres no carbonatados). En la segunda prueba, se pidió a los consumidores (n = 107) que evaluaran las imágenes de los mismos jugos utilizando la variante CATA de EsSense25 Profile® y una escala de intención de compra. El primer ensayo demostró que el sabor afectó significativamente las puntuaciones generales de gusto, pero también identificó que la carbonatación aumentó el gusto general de los jugos de arándanos y manzana ($p < 0,05$). Se identificó que cuando se seleccionaban emociones positivas, aumentaba la intención de compra de los participantes.

El objetivo del trabajo realizado por Saint-Eve et al. (2009) identificaron y cuantificaron los mecanismos físicos responsables de la liberación de aromas en la nariz durante el consumo de bebidas carbonatadas con sabor a menta para comprender mejor cómo se perciben. Se investigó con un diseño de dos factores el efecto en su composición (azúcar y CO₂) sobre las propiedades sensoriales y fisicoquímicas de las bebidas mediante el estudio de la liberación de aromas in vitro e in vivo. Los resultados sensoriales revelaron que la presencia de CO₂ aumentaba la percepción del aroma independientemente del contenido de azúcar. De acuerdo con los parámetros de volatilidad, las mediciones in vivo mostraron que las bebidas carbonatadas liberaban una mayor cantidad de compuestos aromáticos en el espacio de la nariz que las no carbonatadas. El CO₂ parecía así inducir grandes modificaciones de los mecanismos fisicoquímicos responsables de la liberación del aroma y la percepción del sabor de las bebidas gaseosas. Además, el contenido de azúcar parecía tener un impacto (aumento) en la percepción del aroma solo en el caso de las bebidas no carbonatadas. Así se observaron interacciones sensoriales, en particular, entre las percepciones dulces y aromáticas. Para las bebidas carbonatadas, el contenido de azúcar tuvo un impacto solo en la liberación de aromas, pero no en su percepción.

Rocha et al. (2019) realizaron la identificación de las mejores combinaciones de tiempo de maceración y temperatura del agua para la preparación de infusiones de *Aloysia triphylla* utilizando un diseño compuesto central y una metodología de superficie de respuesta. El procedimiento tuvo como objetivo maximizar su actividad antioxidante, sus compuestos fenólicos y aromáticos y el gusto de los consumidores por las infusiones. La actividad antioxidante y el contenido fenólico se evaluaron mediante el método 2,2'-azinobis-(catión radical del ácido 3-etilbenzotiazolina-6-sulfónico) y el procedimiento de Folin-Ciocalteu. El análisis de compuestos aromáticos se realizó con base en el método de compuestos terpénicos. La evaluación sensorial abarcó el gusto general utilizando una escala hedónica de 9 puntos. La actividad antioxidante y la extracción de la mayoría de los compuestos fenólicos fue mayor durante tiempos de maceración más prolongados y temperaturas más altas, y algunos presentaron un efecto contrastante debido a la degradación a temperaturas más altas durante tiempos de maceración más prolongados. Los resultados de los compuestos terpénicos mostraron patrones contrastantes similares. Con base en la superficie de respuesta cuadrática, fue posible predecir el gusto general máximo por las infusiones de verbena de limón preparadas durante 6 minutos a 96 °C.

Hewson et al. (2009) determinaron interacciones entre los sistemas anatómicamente separados que transmiten la información de cómo los diferentes aspectos de los alimentos contribuyen a la percepción del sabor y la formulación de productos carbonatados exitosos. Para examinar estas interacciones, se creó un sistema de bebidas que contiene elementos capaces de estimular los sistemas gustativo, olfativo y trigémino. El uso de ingredientes relevantes para bebidas comerciales, agua, volátiles aromáticos, saborizantes y carbonatación permitió examinar los efectos de las interacciones saborizante-aroma-carbonatación en la percepción sensorial. Las muestras, seleccionadas según diseños D-óptimos, fueron evaluadas por un panel capacitado. Se generaron modelos polinomiales predictivos a partir de datos de panel medios para explicar las variaciones en los atributos en función de los factores de diseño. El aumento tanto de azúcares como de ácidos resultó en aumentos en el sabor percibido. La evidencia de perfiles diferenciales de mejora del sabor de dos azúcares en niveles perceptualmente equidulces, glucosa y fructosa, respaldaron hallazgos previos en un sistema no carbonatado (Hewson et al., 2008). Esta diferencia también fue evidente en los modelos generados para algunos atributos de sensación en la boca (atributos de hormigueo e irritación). La carbonatación aumentó la acidez, pero también suprimió el dulzor. Curiosamente, la evaluación de las bebidas reveló la percepción de un

regusto amargo, impulsado principalmente por el nivel de CO₂, potenciado por el ácido cítrico y suprimido por el aumento de la concentración de azúcar. Este estudio proporciona una evaluación integral del perfil sensorial de una bebida carbonatada modelo. El análisis proporcionó pruebas novedosas de la influencia de las interacciones multimodales de origen gustativo, olfativo y trigémino en la percepción sensorial y destacó los efectos diferenciales de dos monosacáridos en atributos sensoriales clave.

Kim et al. (2016) evaluaron el efecto de las condiciones de extracción del té verde sobre sus efectos antioxidantes mediante el ensayo de capacidad antioxidante (DPPH). Se analizaron tres factores de extracción, como el disolvente de extracción (EtOH, 0 - 100%), el tiempo de extracción (3 - 15 min) y la temperatura de extracción (10 – 70°C), y se determinaron las condiciones de extracción optimizadas para la actividad antioxidante del extracto de té verde (GTE). utilizando metodología de superficie de respuesta con diseño Box-Behnken (BBD) de tres niveles y tres factores. El análisis de regresión mostró un buen ajuste de los datos y se encontró que las condiciones óptimas de extracción fueron 57,7% de EtOH, 15 min y 70°C. Bajo esta condición, la actividad antioxidante de los datos experimentales fue del 88,4%, lo que casi se ajustaba al valor ideal del 88,6%. Como el galato de epigallocatequina (EGCG) es conocido por ser el

ingrediente principal de la actividad antioxidante del té verde, investigamos el efecto del EGCG sobre la actividad antioxidante del GTE. Donde el EGCG mostró actividad antioxidante con un valor de concentración inhibitoria 50 (IC50) de 4,2 µg/ml y se observó una correlación positiva entre el contenido de EGCG y la actividad antioxidante de GTE con $R^2 = 0,7134$.

Capítulo IV

Metodología de la Investigación

4.1 Tipo de investigación

- a) Tipo de investigación: Es experimental, prospectiva, transversal y analítica.
- b) Diseño de la investigación: Es experimental ya que propone evaluar la relación causa-efecto entre las variables en estudio. Por eso es que para investigar el efecto de las tres variables independientes sobre las dependientes se eligió el diseño de Box_Behnken.

4.1.1 Población y muestra

- Población: Al ser un estudio experimental y no observacional, la población lo conforman unidades hipotéticas de la combinación de niveles de lixiviado de maíz morado, aceite esencial de muña y sólidos solubles que serán diseñadas para su desarrollo durante el estudio.
- Muestras: Las muestras resultan de la aplicación del diseño de Box_Behnken para 3 variables con 3 niveles (Tabla 2), dando un total de 15 tratamientos o muestras (Tabla 3).

Tabla 2*Niveles de las variables independientes en estudio*

Factores	Unidades	Niveles		
		-1	0	+1
X1: Lixiviado de maíz morado	g/L agua	30	45	60
X2: Dilución aceite esencial de muña	ml/L mezcla	4	6	8
X3: Sólidos solubles de la bebida	°Bx	11	12,5	14

Tabla 3*Diseño experimental de Box-Behnken según las variables independientes y sus niveles*

Tratamiento	X1: Proporción de lixiviado de maíz morado (g/L agua)	X2: Proporción de aceite esencial de muña (ml/L bebida)	X3: Sólidos solubles de la bebida (°Bx)
1	30	4	12,5
2	60	4	12,5
3	30	8	12,5
4	60	8	12,5
5	30	6	11
6	60	6	11
7	30	6	14
8	60	6	14
9	45	4	11
10	45	8	11
11	45	4	14
12	45	8	14
13	45	6	12,5
14	45	6	12,5
15	45	6	12,5

Nota: Elaboración propia (2021) con ayuda de Desig Expert v 13

4.2 Materiales y método

4.2.1 Materiales

a. Materia prima e insumos para la elaboración

- Mazorcas de maíz morado variedad negro Canaán INIA 615 adquiridas en el mercado de abastos.
- Aceite esencial de muña marca Q'api.
- Agua de mesa San Francisco.
- Azúcar blanca refinada marca Doña Vera.

b. Materiales y equipos

- Balanza de precisión marca KERN sensibilidad 0,0001 g max 220 g.
- Equipo carbonatador de manufactura artesanal (Anexo 3).
- Medidor de presión de manufactura artesanal (Anexo 4).
- Cocina eléctrica marca Visioneer.
- Cucharas, cuchillos de acero inoxidable.
- Espátulas.
- Manómetro 60 psi/ 4bar, marca enzo, hecho en Italia.
- Ollas de acero inoxidable record hecho en Perú.
- Potenciómetro marca Benchtop $\pm 0,01$ hecho en USA.
- Refractómetro ABBE RL 3, made in Poland.
- Refrigerador marca Hilux.

- Espectrofotómetro UV made in Brasil
- Termómetro (-10 a 200°C).

c. Materiales de vidrio

- Bagueta de vidrio.
- Buretas de 50 ml.
- Frascos de vidrio.
- Matraces erlenmeyer de 250 y 500 ml.
- Matraz de kitasato.
- Pipetas de 0,5; 1,0; 5,0; 10 ml marca Brand made in Germany.
- Pipetas de 10 ul, 100 ul y 1 000 ul marca ISO LAB
- Probetas de 50 ml; 100 ml y 250 ml
- Tubos de ensayo marca Giordino.
- Vasos de precipitado de 25 y 100 ml marca Kyntel hecho en Perú.
- Fiolas de 25 ml, 50 ml y 100 ml

d. Reactivos

- Ácido cítrico.
- Agua destilada.
- Benzoato de sodio.
- Hidróxido de sodio 0,1 N.

- Fenolftaleína.
- Ácido gálico.
- Carbonato de sodio.
- Folin Ciocalteu.

4.2.2 Método experimental

La Figura 4 muestra las principales operaciones en la investigación de la bebida carbonatada, operaciones que se describen a continuación:

- Recepción: Se utilizó maíz morado variedad negro canaan INIA-615 (Fig. 4) adquirido en el mercado de abastos Miguel Grau.

Figura 4.
maíz morado variedad negro canaan INIA-615



- Lavado: Se desgrano el maíz morado (grano y tusa) y lavo con agua potable.

- c. Cocción Se pesó el maíz (grano y tusa) establecido según diseño, se llevó a ebullición por 5 minutos (Fig. 5).

Figura 5

Cocción de grano, tusa de maíz morado y agua



- d. Enfriado: Se enfría la cocción hasta temperatura ambiente (Fig. 6) por aproximadamente 1 hora.

Figura 6

Enfriado de la cocción



- e. Lixiviado de maíz: El líquido extraído (lixiviado) del maíz se separa del grano y tusa con un colador (Fig. 7) o una manga para eliminar los sólidos.

Figura 7

Lixiviado del maíz cocido y enfriado



- f. Sólidos solubles: Se prepara un jarabe concentrado que servirá para diluir a las concentraciones establecidas para las diferentes muestras de las bebidas.
- g. Aceite esencial de muña: El aceite esencial (Fig. 8) adquirido se diluye 0,1 g en 50 ml solución concentrada que luego se añadirá en las proporciones establecidas en el diseño.
- h. Mezclado: A un litro de agua se añade el jarabe concentrado hasta ajustar a los sólidos solubles de la bebida ya planeados en el diseño, luego se añade el lixiviado de maíz correspondiente con los aditivos

benzoato: 0,1 g; ácido cítrico 1,5 g y finalmente el aceite esencial de muña.

Figura 8

Pesado de componentes para dilución del aceite esencial de muña



- i. Llenado: La mezcla de la bebida aún sin gasificar se llena en botellas de PET de 1 L y se cierra con tapas provisionales (Fig 9).

Figura 9

Mezcla preparada



- j. Refrigeración: Las botellas llenas de la mezcla de la bebida preparada se refrigerarán a 0 °C (Fig. 10).

Figura 10

Refrigeración de muestras con cierres provisionales



- k. Carbonatación: A las botellas de la bebida ya previamente refrigeradas a 0°C según condiciones recomendadas por Talase (2017), se añadió el CO₂ en un tiempo aproximado de 2 min (valor ajustado vía ensayos previos) de carbonatación a una presión constante de 45 psi (Fig. 11).
- l. Cerrado: Inmediatamente realizada la carbonatación se realizó el cierre de las botellas y se almacenan en un ambiente limpio seco y

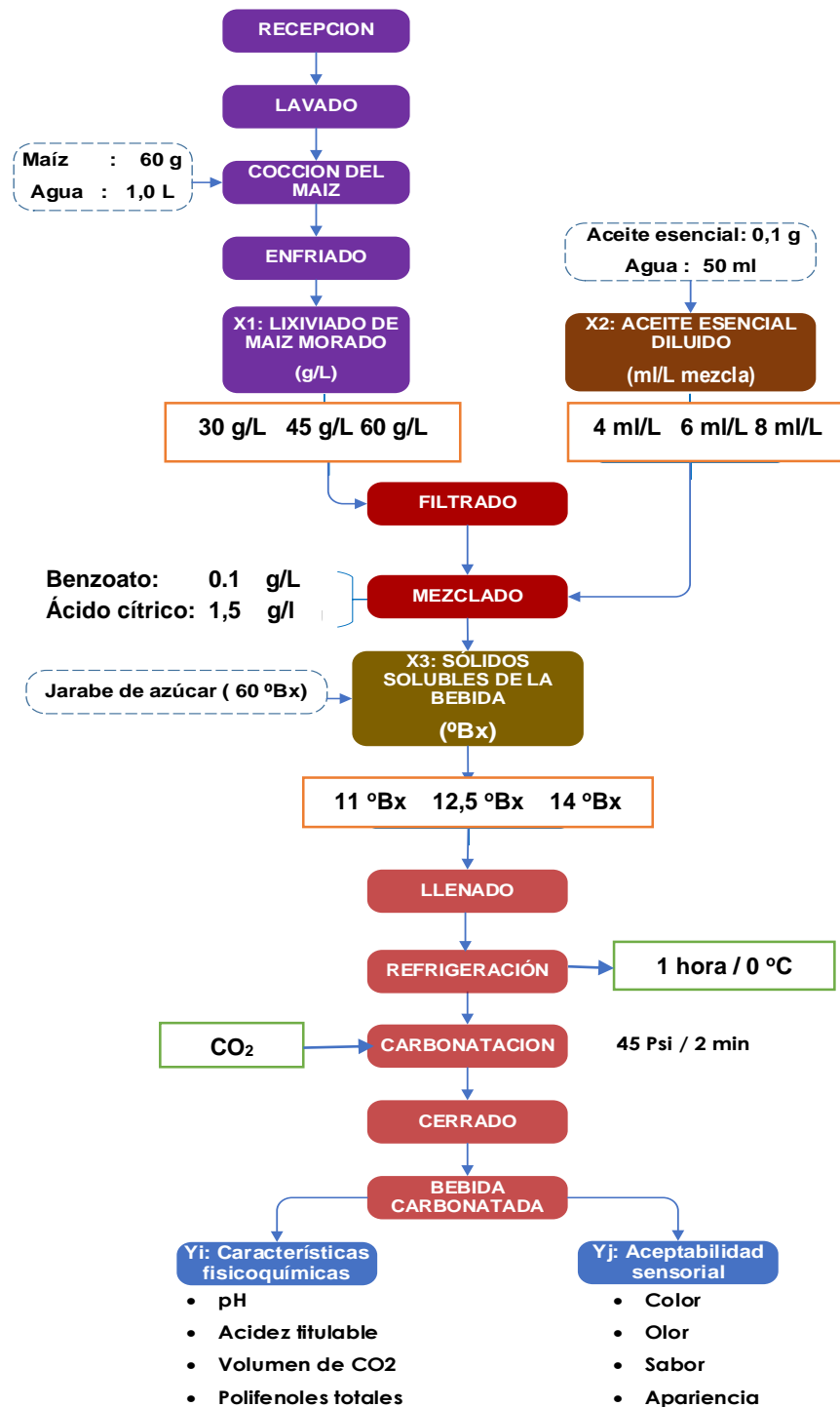
ventilado hasta su posterior sometimiento de los respectivos análisis sensoriales y fisicoquímicos.

Figura 11
Carbonatación de la bebida



Figura 12

Diseño de investigación experimental para la bebida carbonatada



4.2.3 Métodos de análisis

a. Análisis a realizar a la materia prima (Tusa y granos)

- Carbohidratos (por diferencia) A.O.A.C, 1981.
- Cenizas (método por calcinación), A.O.A.C, 1981.
- Fibra bruta (método por hidrólisis ácida y alcalina), A.O.A.C, 1981.
- Grasa (método Soxhlet), A.O.A.C, 1981.
- Humedad (método por pérdida de peso); A.O.A.C, 1981.
- Proteína (método Kjeldahl), A.O.A. C, 1981.

b. Análisis fisicoquímicos de tratamientos

- Acidez titulable A.O.A.C, 1981.
- pH, método potenciométrico.
- Sólidos solubles, con refractómetro.
- Volumen de CO₂.

c. Análisis sensorial de tratamientos

- Prueba de aceptación sensorial: con la prueba hedónica según escala estructurada (ver ficha Anexo 1) con panelistas semientrenados (estudiantes de ESIA de los últimos años de estudios).

d. Análisis al producto final optimizado

- Recuento microbiano según norma sanitaria (Anexo 4)
- Índice de refracción.
- Viscosidad aparente.
- Balance de materia.
- Antocianinas totales: Cuantificación de antocianinas por pH diferencial (Barragán & Aro, 2018).

e. Instrumentos de medición

En la medición de las variables en estudio se usarán mecanismos e instrumentos de medición cuantitativos, exactos tal como se establecieron en la operacionalización de variables los cuales no requieren de las pruebas de validez y confiabilidad pues evidentemente son validados por sus fabricantes.

f. Recolección de datos

Los datos resultados de los análisis sensorial y contenido de polifenoles de las muestras, se recopilaron directamente de los tratamientos desarrollados, registrándolos a nivel sensorial con los panelistas y la ayuda de las fichas de test hedónico y a nivel fisicoquímico con mediciones a nivel analíticas con instrumentos físicos.

4.2.4 Análisis de datos

Todas las pruebas se llevaron a cabo utilizando las combinaciones de niveles de prueba proporcionadas por el Diseño de Box_Behnken. Con los resultados (físicoquímicos y sensoriales) de los 15 tratamientos se estimaron modelos matemáticos que explican el comportamiento de cada variable respuesta, para ello se aplicó la metodología de superficie de respuesta a fin de determinar las respectivas influencias significativas de todos los factores considerados. Y sólo aquellos con un valor de p inferior al nivel de significancia igual a 0,05 fueron considerados estadísticamente significativos (p valor $<0,05$) y para la solución óptima en valor de función deseada debe ser cercano a 1 ($FD > 0,7$). Para los cálculos, construcción de las gráficas de superficie y sus curvas de nivel, así como determinar las mejores condiciones de elaboración de la bebida se utilizó el software Minitab 20.3 y Desig Expert v 13.

Capítulo V

Tratamiento de Resultados

5.1 Composición proximal de materias primas

El análisis químico proximal de la materia prima que fue el maíz morado variedad Canaán en estado fresco, utilizada en el proceso de extracción se muestra en la Tabla 4.

Tabla 4

Composición proximal de la mazorca fresca (tusa y grano)

Componente	Valor (%)
Humedad	44
Proteínas	6,38
Grasas	4,3
Cenizas	1,3
Fibra bruta	6,8
Carbohidrato	37,22

5.2 Contenido de antocianinas totales

El análisis de antocianinas totales del grano de maíz morado y su tusa o coronta resultaron tal como se muestra en la Tabla 5.

Tabla 5

Determinación de antocianinas por pH diferenciado en lixiviado de tusa y grano de maíz morado

Muestras	pH	Absorbancias		Diferencias		AT (mg/L)
		520	700	Δ	ΔA	
Tusa	4,6	0,187	0,0157	0,1713	0,6848	7,662
	1	0,8737	0,0176	0,8561		
Grano	4,6	0,1994	0,0319	0,1675	0,5085	5,689
	1	1,0073	0,3313	0,676		

Resultados que considerando la dilución de 0,30 g de tusa y 29 granos de maíz en 0,5 L de agua se obtiene 12,67 mg/g y 0,098 mg/g de antocianinas respectivamente, evidenciándose que la tusa aporta mayor cantidad de compuestos antocianinas.

5.3 Características sensoriales

La Tabla 6 muestra los resultados promedio del análisis sensorial de los atributos de la bebida gasificada según su aceptabilidad medida con la escala hedónica de 9 puntos.

Tabla 6

Resultados del análisis de los atributos sensoriales de la bebida carbonatada según su aceptabilidad

Tratamiento	Lixiviado de maíz morado (g/l agua)	Aceite	Sólidos	Color	Olor	Sabor	Apariencia
		esencial de muña (m/l mezcla)	solubles de la bebida (°Bx)				
	X1	X2	X3	Y1	Y2	Y3	Y4
1	30	4	12,5	7,22	6,33	6,78	7,17
2	60	4	12,5	6,89	6,44	6,78	6,89
3	30	8	12,5	7,33	6,67	6,61	7,50
4	60	8	12,5	6,67	7,00	6,83	7,17
5	30	6	11	7,72	6,78	6,83	7,39
6	60	6	11	7,50	6,61	6,94	7,28
7	30	6	14	7,44	7,44	7,33	7,53
8	60	6	14	7,33	7,39	7,28	7,50
9	45	4	11	7,94	7,39	7,39	7,56
10	45	8	11	7,44	7,22	7,00	7,56
11	45	4	14	7,28	7,22	7,00	7,22
12	45	8	14	7,72	7,44	7,22	7,33
13	45	6	12,5	7,61	7,56	7,33	7,33
14	45	6	12,5	7,83	7,67	7,44	7,78
15	45	6	12,5	7,50	7,50	7,78	7,83

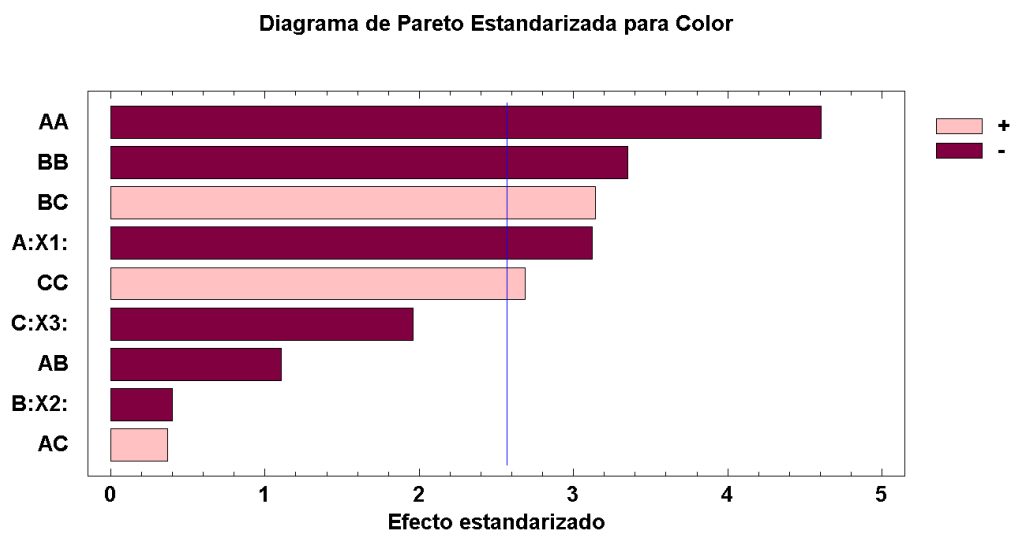
5.3.1 Color

El diagrama de Pareto (Fig. 13) de los efectos estandarizados para la aceptabilidad del color, muestra una elevada significancia para el efecto

negativo y cuadrático del lixiviado de maíz, seguido del efecto negativo y cuadrático del aceite esencial de muña, efecto positivo y combinado de la muña-sólidos solubles, el efecto negativo lineal del maíz y el efecto positivo y cuadrático de los sólidos solubles (Anexo 5).

Figura 13

Diagrama de Pareto para la aceptabilidad del color de la bebida carbonatada



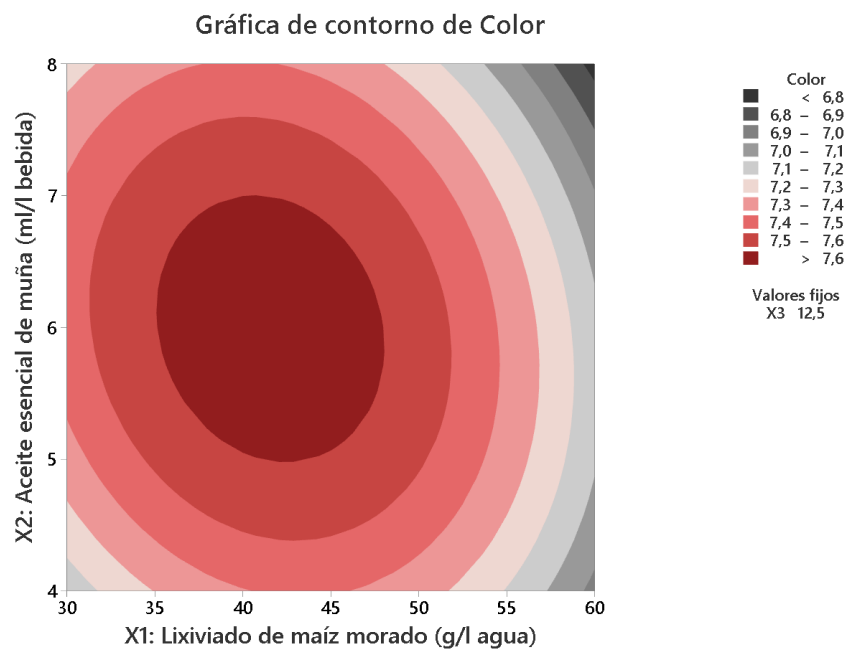
Nota: A=X1: Lixiviado de maíz morado (g/L agua), B=X2: Aceite esencial de muña diluida (ml/L bebida), C=X3: Sólidos solubles (°Bx). Elaborado con Statgraphics XVI

El modelo estadístico se verificó empleando ANOVA para el modelo cuadrático de superficie de respuesta. La variación de Fischer (valor F) del modelo fue de 7,32 que le corresponde a un p valor de 0,021, lo que indica que el modelo es significativo. Asimismo, al mantener a los sólidos solubles

constante en su valor de punto estacionario y trazar la superficie (Fig. 14) para los otros dos factores sobre el color como respuesta, se muestra un comportamiento definido, sin perfiles ni curvas anómalas. Los resultados muestran una región de máxima respuesta en color rojo oscuro con un valor estimado de la escala hedónica 7,65 que significa “me gusta moderadamente” y “me gusta mucho”.

Figura 14

Gráfico de contorno para la aceptabilidad del color por efecto del lixiviado de maíz y el aceite esencial de muña



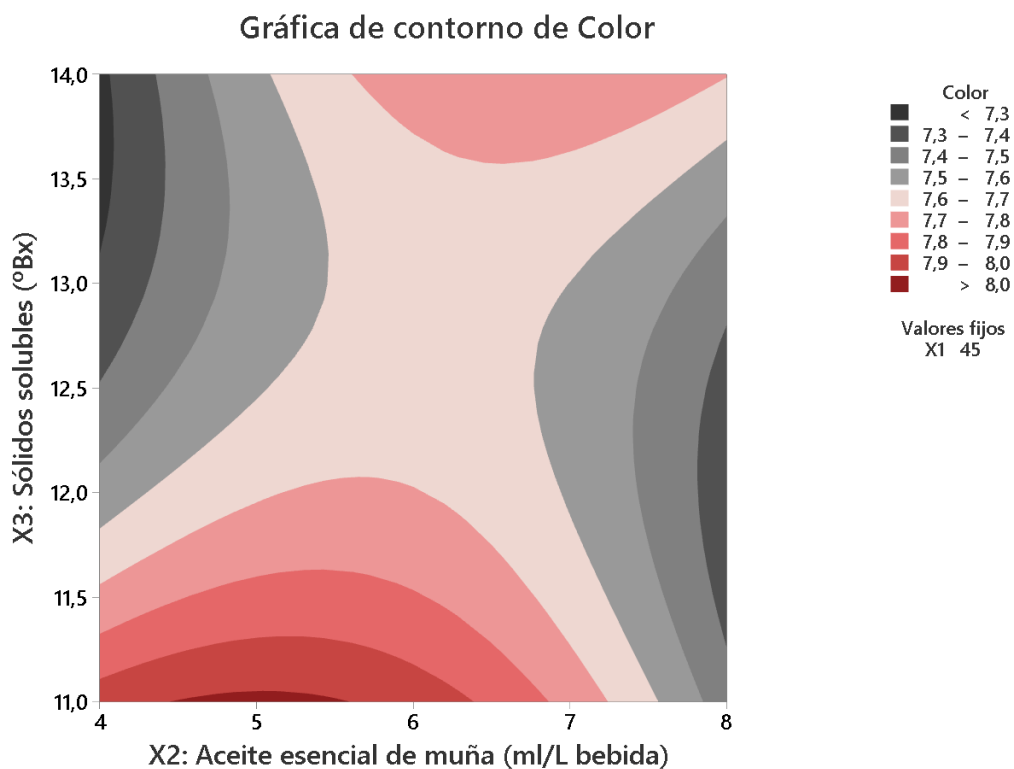
Nota: Elaborado con Minitab 20.3

Al mantener el lixiviado de maíz constante en su valor de punto estacionario y trazar la superficie (Fig. 15) para los otros dos factores sobre

el color como respuesta, el diagrama muestra un comportamiento definido, tipo silla de montar. Los resultados muestran una región de máxima respuesta en color rojo con un valor estimado de la escala hedónica 8,0 que significa “me gusta mucho”, en un rango de 4,5 a 5,6 ml/L de aceite esencial de muña al nivel mínimo de sólidos solubles de 11°Bx.

Figura 15

Gráfico de contorno para la aceptabilidad del color por efecto del aceite esencial de muña y los sólidos solubles



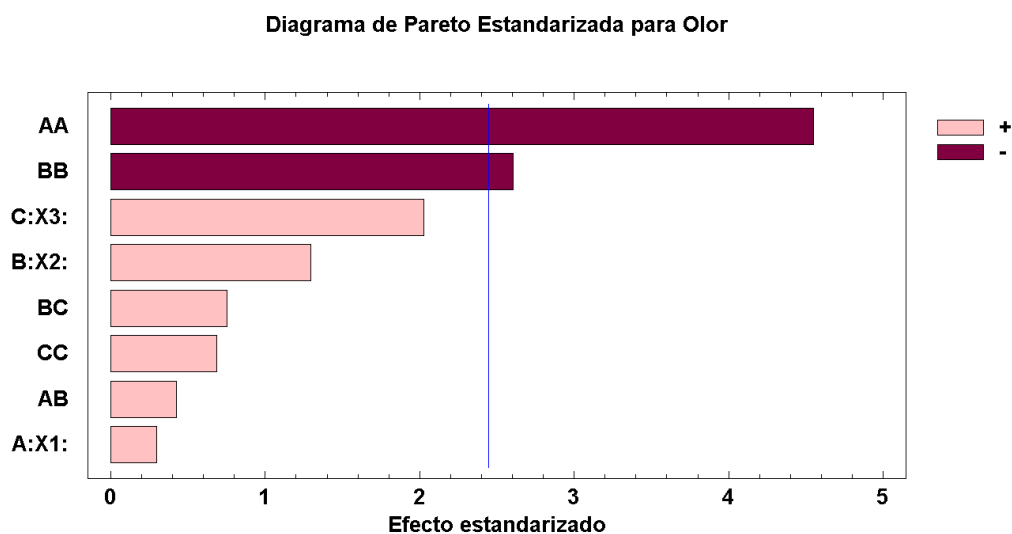
Nota: Elaborado con Minitab 20.3

5.3.2 Olor

El diagrama de Pareto (Fig. 16) de los efectos estandarizados para la aceptabilidad del olor, muestra un nivel elevado de significancia para el efecto negativo y cuadrático del lixiviado de maíz y seguido del efecto negativo y cuadrático del aceite esencial de muña (Anexo 6).

Figura 16

Diagrama de Pareto para la aceptabilidad del olor de la bebida carbonatada



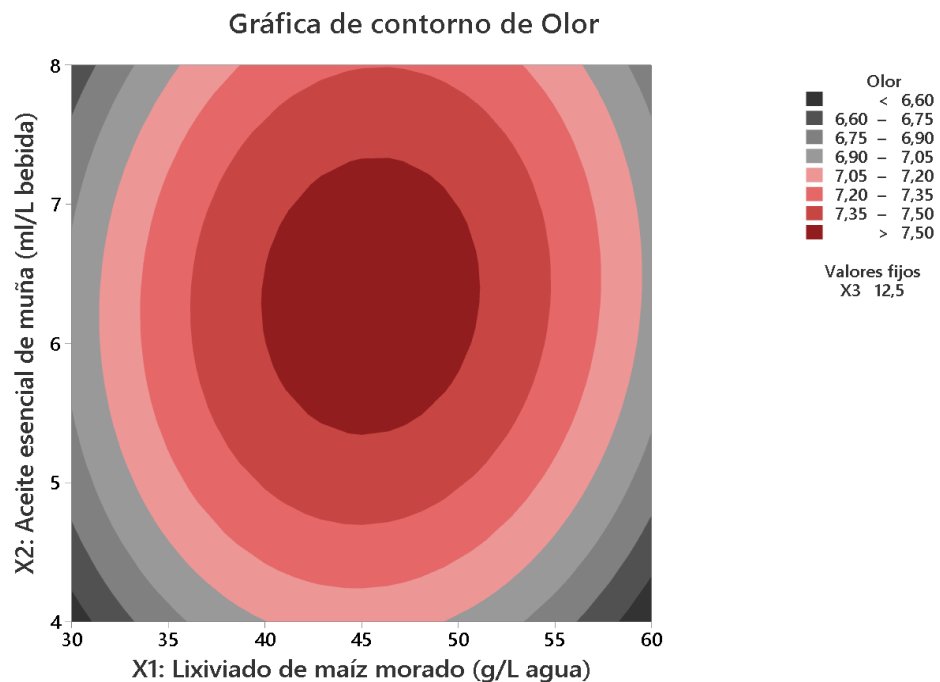
Nota: A=X1: Lixiviado de maíz morado (g/L agua), B=X2: Aceite esencial de muña diluido (ml/L bebida), C=X3: Sólidos solubles (°Bx). Elaborado con Statgraphics XVI

El modelo estadístico se verificó, empleando ANOVA para validar el modelo cuadrático ajustado de construir y explicar las superficies de respuesta. La variación de Fischer (valor F) del modelo fue de 4,23 que le

corresponde a un p valor de 0,048, indica que el modelo es significativo. Al mantener el lixiviado de maíz constante en su valor de punto estacionario y trazar la superficie (Fig. 17) para los otros dos factores sobre el olor como respuesta, se muestra un comportamiento definido como montaña. Los resultados muestran una región de máxima respuesta en color naranja oscuro con un valor estimado de la escala hedónica 7,5 que se encuentra entre que “me gusta moderadamente” y “me gusta mucho”.

Figura 17

Gráfico de contorno para la aceptabilidad del olor por efecto del lixiviado de maíz y el aceite esencial de muña

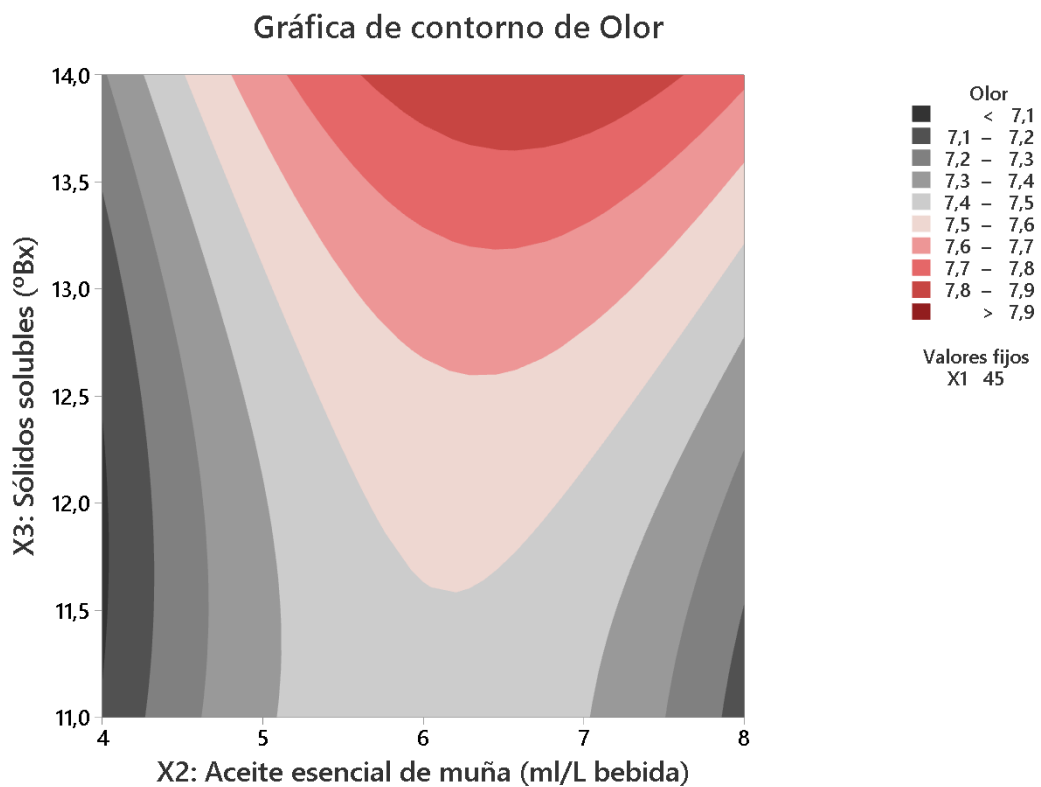


Nota: Elaborado con Minitab 20.3

Al mantener uno de los tres factores constante en su valor central y trazar la superficie (Fig. 18) para los otros dos factores para el olor como respuesta, el diagrama muestra un comportamiento definido, tipo silla de montar. Los resultados muestran una región de máxima respuesta en color rojo con un valor estimado de la escala hedónica 7,85 que prácticamente significa “me gusta mucho”, para un rango de 6 a 7 ml/L de aceite esencial de muña al nivel máximo de sólidos solubles de 14°Bx.

Figura 18

Gráfico de contorno para la aceptabilidad del olor por efecto del aceite esencial de muña y los sólidos solubles



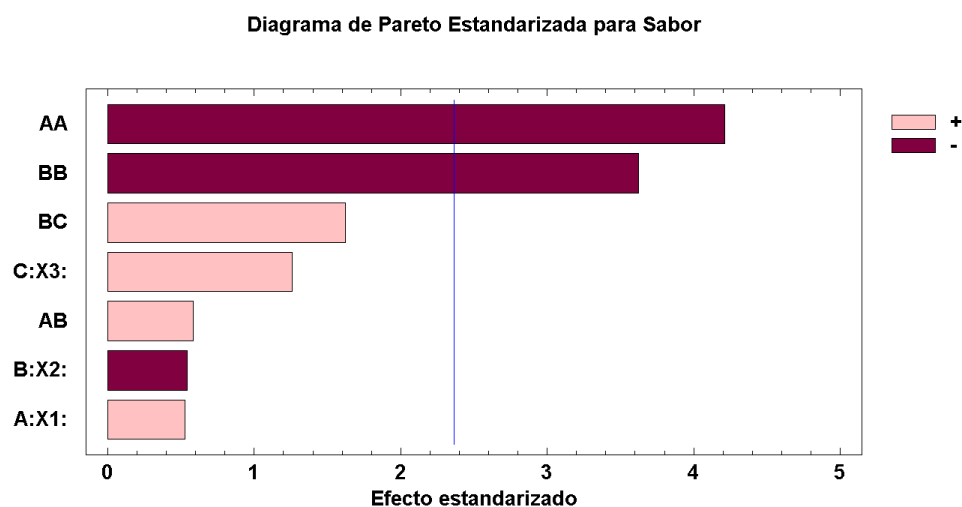
Nota: Elaborado con Minitab 20.3

5.3.3 Sabor

El diagrama de Pareto (Fig. 19) de los efectos estandarizados para la aceptabilidad del sabor, muestra una elevada significancia para el efecto negativo y cuadrático del lixiviado de maíz, seguido del efecto negativo y cuadrático del aceite esencial de muña (Anexo 7).

Figura 19

Diagrama de Pareto para la aceptabilidad del sabor de la bebida carbonatada



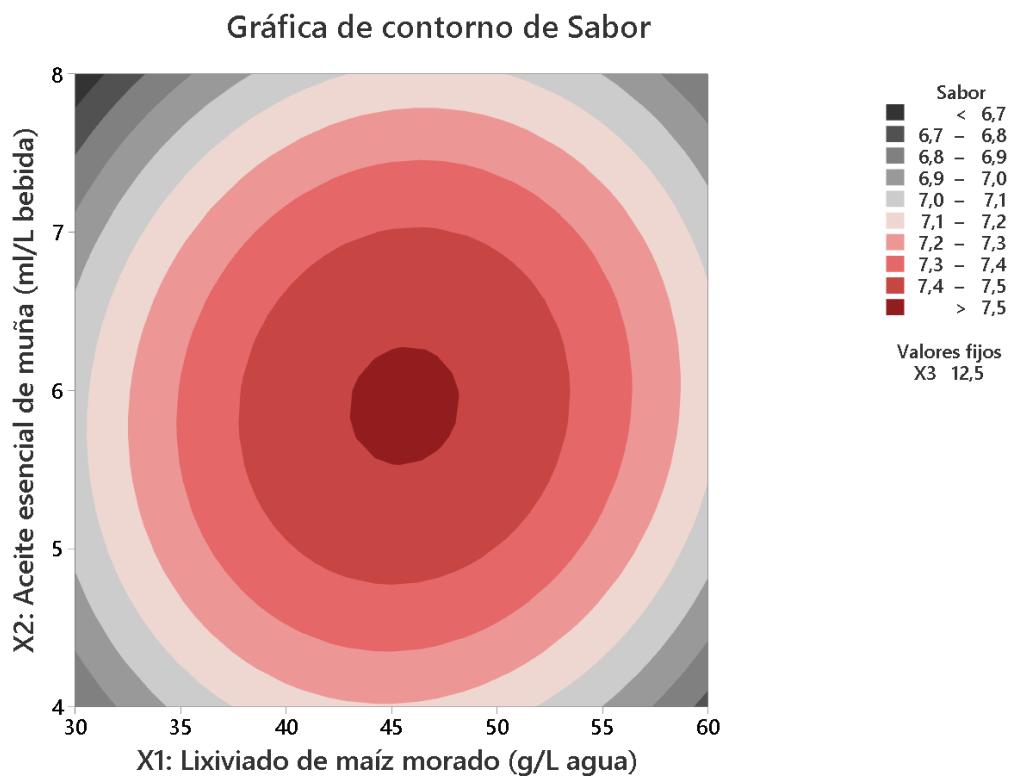
Nota: A=X1: Lixiviado de maíz morado (g/L agua), B=X2: Aceite esencial de muña (ml/L bebida), C=X3: Sólidos solubles (°Bx). Elaborado con Statgraphics XVI

El modelo estadístico se verificó empleando ANOVA para el modelo cuadrático ajustado de superficie de respuesta. La variación de Fischer (valor F) del modelo fue de 4,85 que le corresponde a un p valor de 0,027; lo que indica que el modelo es significativo. Al mantener el factor sólido

soluble constante en su valor de punto estacionario y trazar la superficie (Fig. 20) para los otros dos factores sobre el sabor como respuesta, el diagrama muestra un comportamiento definido como “montaña”. Los resultados muestran una región de máxima respuesta en color naranja oscuro con un valor estimado de la escala hedónica 7,5 que se encuentra entre que “me gusta moderadamente” y “me gusta mucho”.

Figura 20

Gráfico de contorno para la aceptabilidad del sabor por efecto del lixiviado de maíz y el aceite esencial de muña

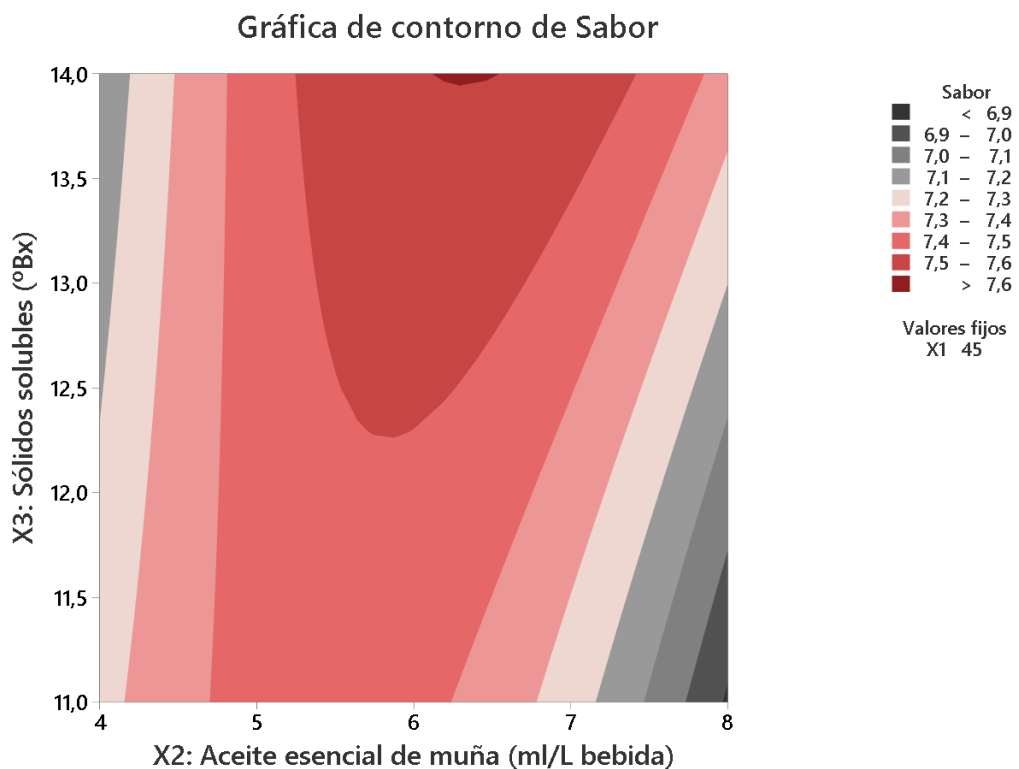


Nota: Elaborado con Minitab 20.3

Al mantener uno de los tres factores constante en su valor central y trazar la superficie (Fig. 21) para los otros dos factores para el olor como respuesta, el diagrama muestra un comportamiento definido, tipo silla de montar. Los resultados muestran una región de máxima respuesta en color rojo con un valor estimado de la escala hedónica 7,6 que prácticamente es entre “me gusta mucho”, para un rango de 6,0 a 6,5 ml/L de aceite esencial de muña al nivel máximo de sólidos solubles de 14°Bx.

Figura 21

Gráfico de contorno para la aceptabilidad del sabor por efecto del aceite esencial de muña y los sólidos solubles



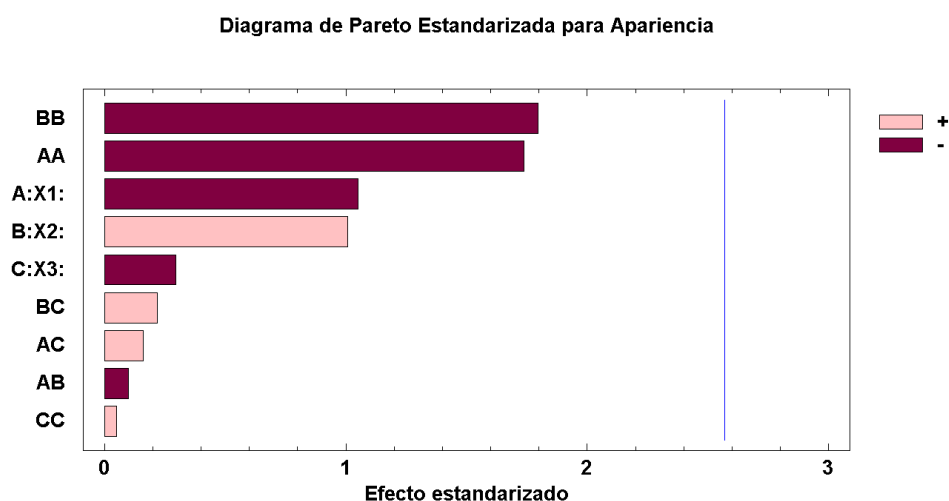
Nota: Elaborado con Minitab 20.3

5.3.4 Apariencia

El diagrama de Pareto (Fig. 22) de los efectos estandarizados para la aceptabilidad de la apariencia, no muestra mayores significancias para el los efectos lineales, cuadráticos y combinados (Anexo 8).

Figura 22

Diagrama de Pareto para la aceptabilidad de la apariencia de la bebida carbonatada



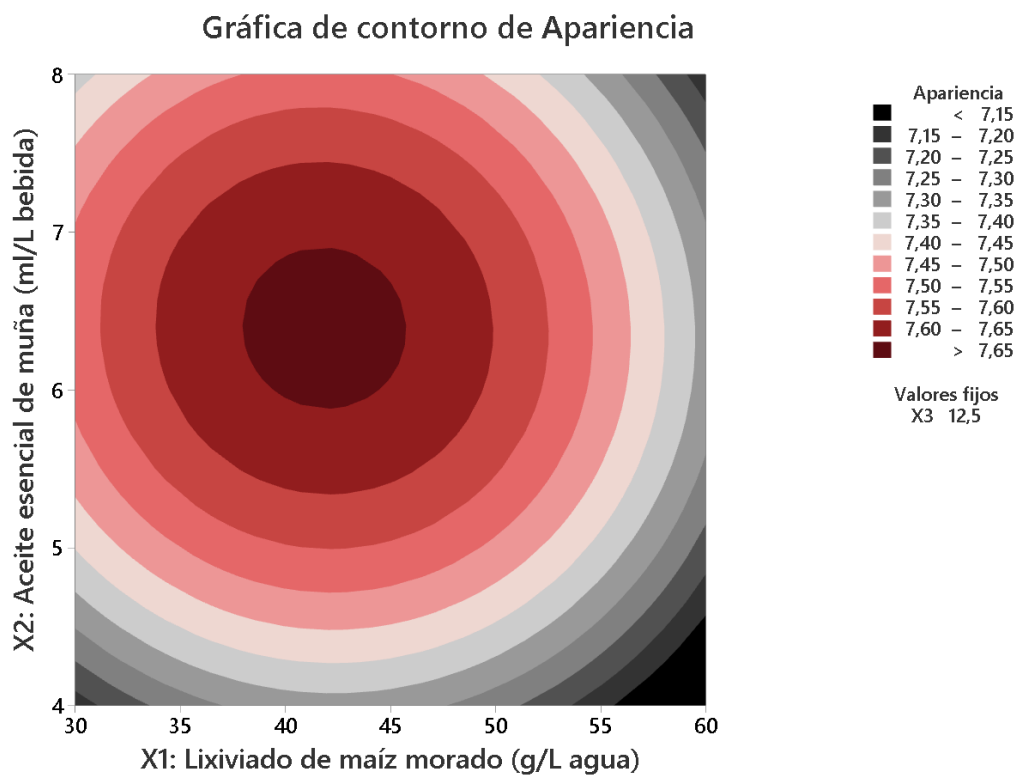
Nota: A=X1: Lixiviado de maíz morado (g/L agua), B=X2: Aceite esencial de muña (ml/L bebida), C=X3: Sólidos solubles (°Bx). Elaborado con Statgraphics XVI

El modelo estadístico se verificó empleando ANOVA para el modelo cuadrático completo de superficie de respuesta. La variación de Fischer (valor F) del modelo fue de 0,91 que le corresponde a un p valor de 0,557; lo que indica que el modelo es no significativo.

Al mantener el factor sólido soluble constante en su valor de punto estacionario y trazar la superficie (Fig. 23) para los otros dos factores para la apariencia como respuesta, el diagrama muestra un comportamiento definido como montaña. Los resultados muestran una región de máxima respuesta en color naranja oscuro con un valor estimado de la escala hedónica 7,65 que se encuentra entre “me gusta moderadamente” y “me gusta mucho”.

Figura 23

Gráfico de contorno para la aceptabilidad de la apariencia por efecto del lixiviado de maíz y el aceite esencial de muña

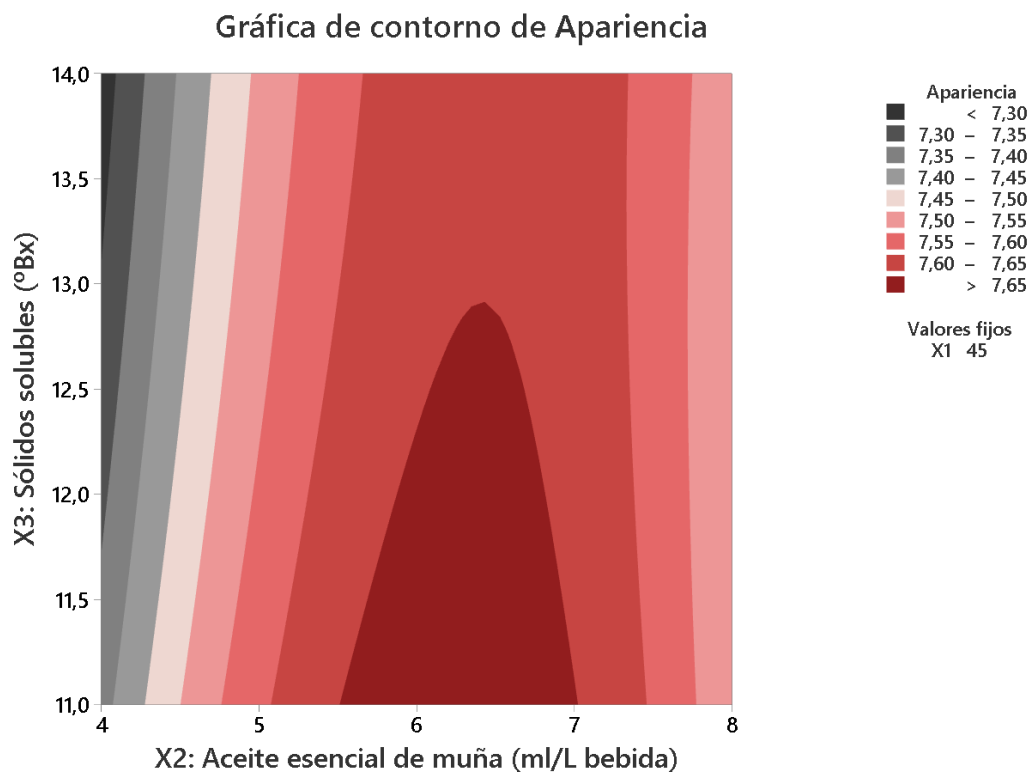


Nota: Elaborado con Minitab 20.3

Al mantener el lixiviado de maíz constante en su valor de punto estacionario y trazar la superficie (Fig. 24) para los otros dos factores para la apariencia como respuesta, el diagrama muestra un comportamiento definido, tipo cima. Los resultados muestran una región de máxima respuesta en color rojo con un valor estimado de la escala hedónica 7,65 que prácticamente está entre “me gusta mucho”, para un rango de 5,3 a 7,0 ml/L de aceite esencial de muña a menos de 13°Bx de sólidos solubles.

Figura 24

Gráfico de contorno para la aceptabilidad de la apariencia por efecto del aceite esencial de muña y los sólidos solubles



Nota: Elaborado con Minitab 20.3

5.4 Características fisicoquímicas

La Tabla 7 muestra los resultados promedio del análisis de las características fisicoquímicas de las muestras de bebida gasificada.

Tabla 7

Resultados del análisis de las características fisicoquímicas de la bebida gasificada

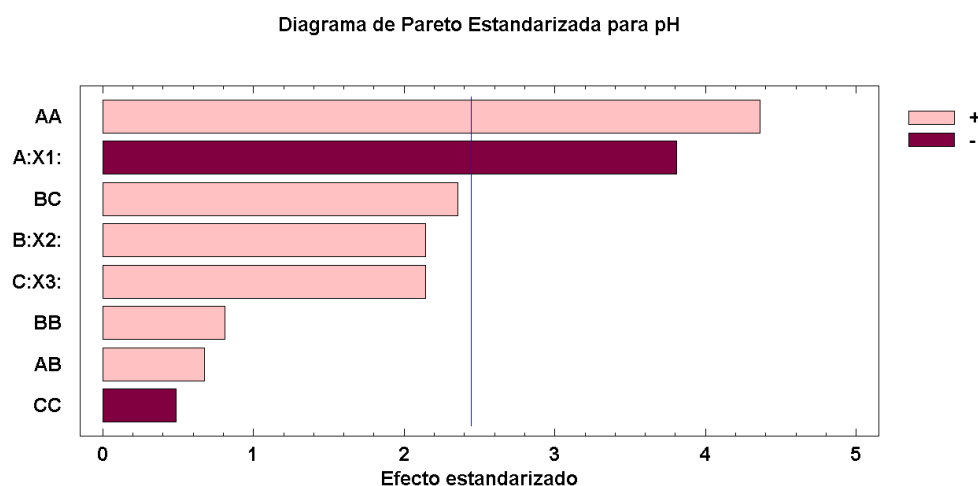
Tratamiento	Lixiviado de maíz morado (g/L agua)	Aceite esencial de muña (ml/L bebida)	Sólidos solubles de la bebida (°Bx)	pH	Acidez (%)	Volumen (% V/V)	Polifenoles (ppm)
	X1	X2	X3	Y5	Y6	Y7	Y8
1	30	4	12,5	3,2	0,219	2,05	15,37
2	60	4	12,5	3,15	0,19	1,95	53,71
3	30	8	12,5	3,2	0,178	1,6	26,60
4	60	8	12,5	3,17	0,172	2,2	68,52
5	30	6	11	3,19	0,196	2	30,18
6	60	6	11	3,15	0,174	1,9	63,56
7	30	6	14	3,19	0,18	2,2	31,75
8	60	6	14	3,15	0,179	1,8	40,33
9	45	4	11	3,12	0,189	1,9	66,77
10	45	8	11	3,12	0,186	1,45	42,79
11	45	4	14	3,13	0,2	1,8	26,85
12	45	8	14	3,2	0,193	2,1	36,49
13	45	6	12,5	3,14	0,188	1,6	18,42
14	45	6	12,5	3,14	0,19	2,2	25,06
15	45	6	12,5	3,14	0,209	2,1	16,04

5.4.1 pH

El diagrama de Pareto (Fig. 25) de los efectos estandarizados para el pH, muestra una elevada significancia para el efecto positivo y cuadrático del lixiviado de maíz, seguido de su efecto negativo y lineal (Anexo 9).

Figura 25

Diagrama de Pareto para el pH de la bebida carbonatada



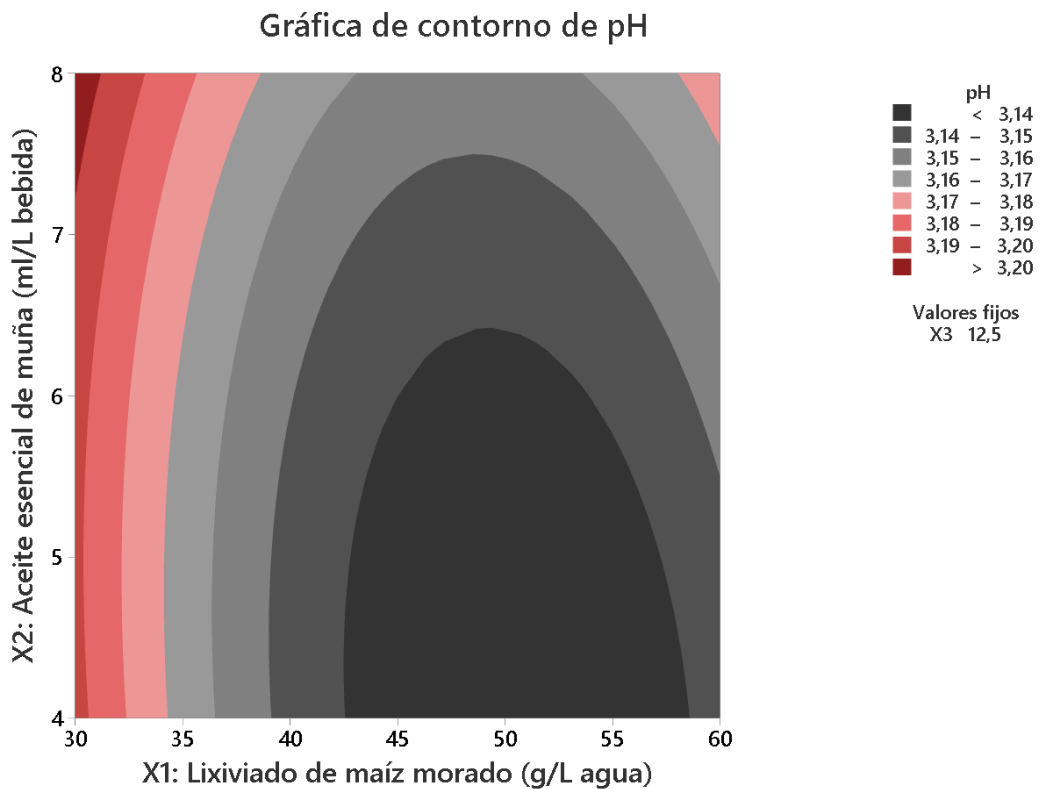
Nota: A=X1: Lixiviado de maíz morado (g/L agua), B=X2: Aceite esencial de muña diluido (ml/L bebida), C=X3: Sólidos solubles ($^{\circ}$ Bx). Elaborado con Statgraphics XVI

El modelo estadístico se verificó empleando ANOVA para el modelo cuadrático de superficie de respuesta. La variación de Fischer (valor F) del modelo fue de 6,21 que le corresponde a un p valor de 0,019; lo que indica que el modelo es significativo. Al mantener el factor sólido soluble constante en su valor de punto estacionario y trazar la superficie (Fig. 26) para los

otros dos factores para el pH como respuesta, el diagrama muestra un comportamiento definido, con curvas con tendencia a maximizar el pH a menor nivel de lixiviado de maíz con valor de 3,2. Asimismo, muestran una región de mínima respuesta en color gris con un valor estimado de 3,13 para un rango de lixiviado de 49 a 53 g/L pero a la menor dosis de aceite.

Figura 26

Gráfico de contorno para el pH por efecto del lixiviado de maíz y el aceite esencial de muña

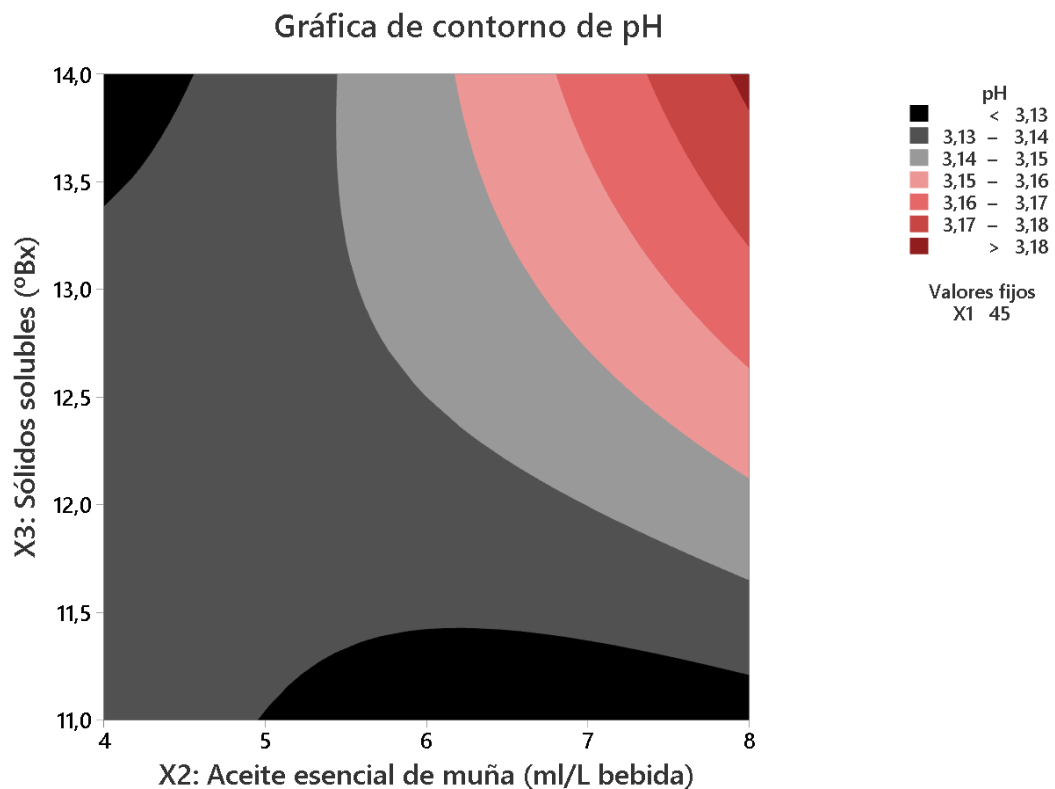


Nota: Elaborado con Minitab 20.3

Al mantener el lixiviado de maíz como factor constante en su punto estacionario y trazar la superficie (Fig. 27) para los otros dos factores para el pH como respuesta, el diagrama muestra un comportamiento definido tipo pendiente. Los resultados muestran una tendencia de máxima respuesta en la región en color rojo con un valor estimado de 3,18 provocado por el incremento del aceite esencial de muña de 8 ml/L y del nivel máximo de sólidos solubles hasta 14°Bx.

Figura 27

Gráfico de contorno para el pH por efecto del aceite esencial de muña y los sólidos solubles



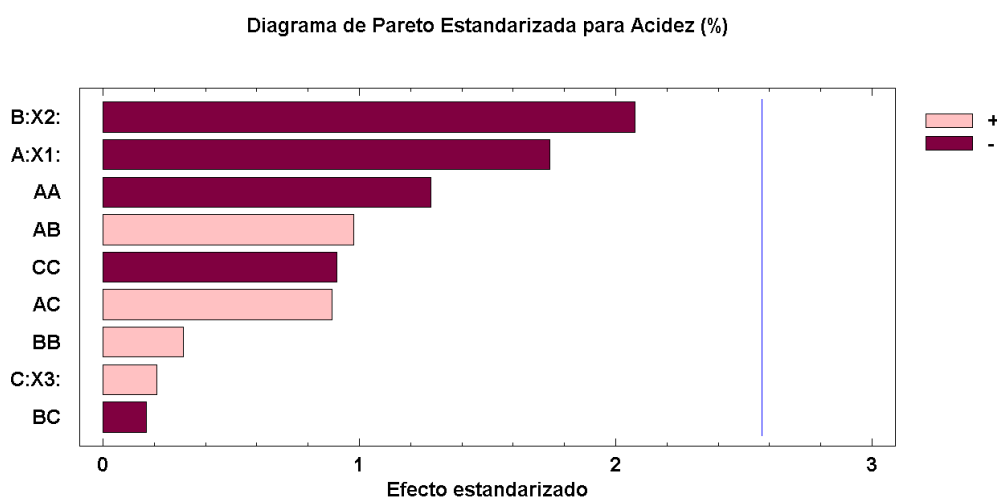
Nota: Elaborado con Minitab 20.3

5.4.2 Acidez

El diagrama de Pareto (Fig. 28) de los efectos estandarizados para la acidez, no muestra mayores significancias para el los efectos lineales, cuadráticos y combinados (Anexo 10).

Figura 28

Diagrama de Pareto para la acidez de la bebida carbonatada



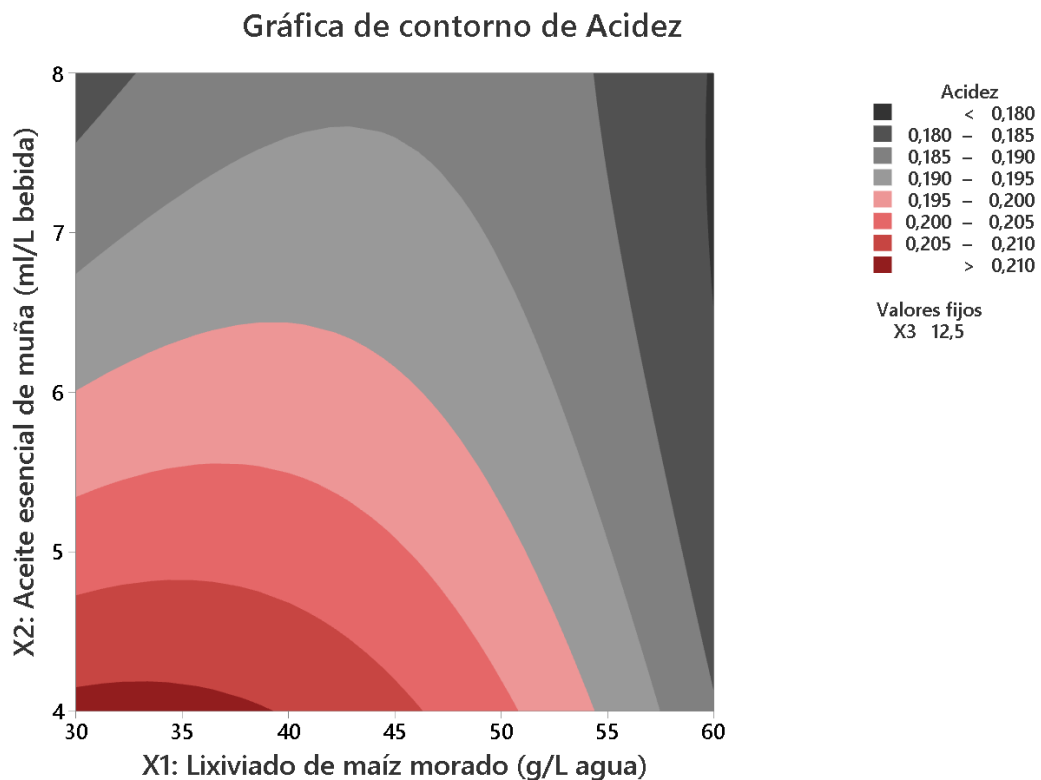
Nota: A=X1: Lixiviado de maíz morado (g/L agua), B=X2: Aceite esencial de muña diluido (ml/L bebida), C=X3: Sólidos solubles ($^{\circ}$ Bx). Elaborado con Statgraphics XVI

El modelo estadístico se verificó empleando ANOVA para el modelo cuadrático ajustado de superficie de respuesta. La variación de Fischer (valor F) del modelo fue de 1,3 que le corresponde a un p valor de 0,406; lo que indica que el modelo no es significativo.

Al mantener el factor sólido soluble constante en su valor de punto estacionario y trazar la superficie (Fig. 29) para los otros dos factores para la acidez como respuesta, el diagrama muestra un comportamiento definido con curvas que definen una pendiente. Los resultados muestran una región de máxima respuesta en color naranja oscuro con un valor estimado de 0,21 % que se encuentra menor nivel de lixiviado de maíz (30 g/L) y menor nivel de aceite esencial de muña (4 ml/L).

Figura 29

Gráfico de contorno para la acidez por efecto del lixiviado de maíz y el aceite esencial de muña

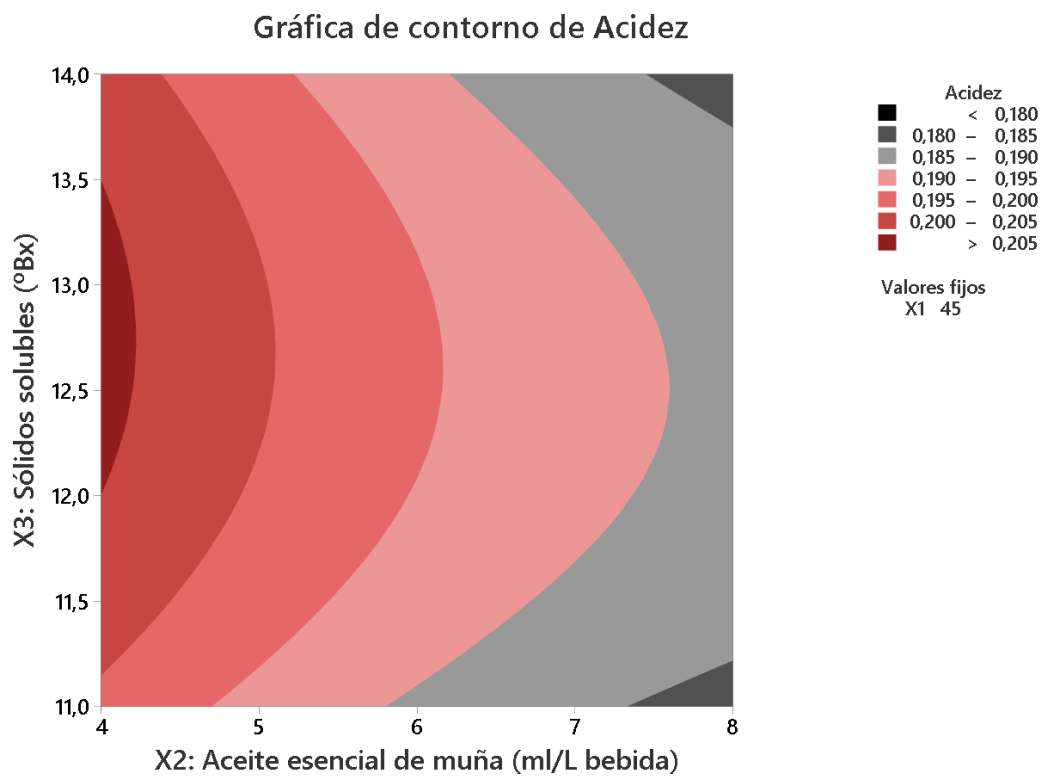


Nota: Elaborado con Minitab 20.3

Al mantener al lixiviado de maíz como factor constante en su punto estacionario se traza la superficie (Fig. 30) entre los otros dos factores para la acidez como respuesta, el diagrama muestra un comportamiento definido como una ligera pendiente. Los resultados muestran una región de máxima respuesta en color amarillo con un valor estimado de 0,195 % de acidez bajo condiciones de 4ml/L de aceite esencial y 12 a 13,5°B de sólido solubles.

Figura 30

Gráfico de contorno para la acidez por efecto del aceite esencial de muña y los sólidos solubles



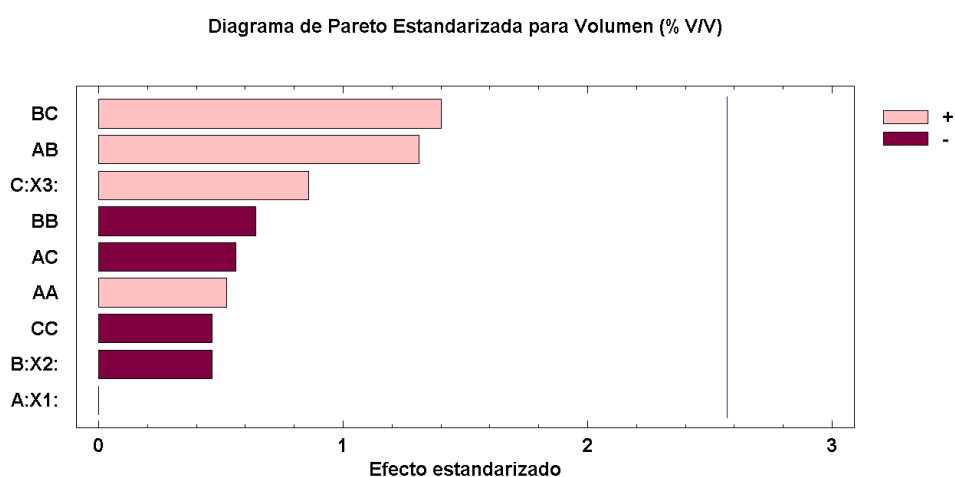
Nota: Elaborado con Minitab 20.3

5.4.3 Volumen CO₂

El diagrama de Pareto (Fig. 31), de los efectos estandarizados para el volumen de CO₂, no muestra mayores significancias para el los efectos lineales, cuadráticos y combinados lo que evidencia que los factores no se relacionan significativamente (Anexo 11) con el volumen de CO₂ (%).

Figura 31

Diagrama de Pareto para el volumen de CO₂ de la bebida carbonatada



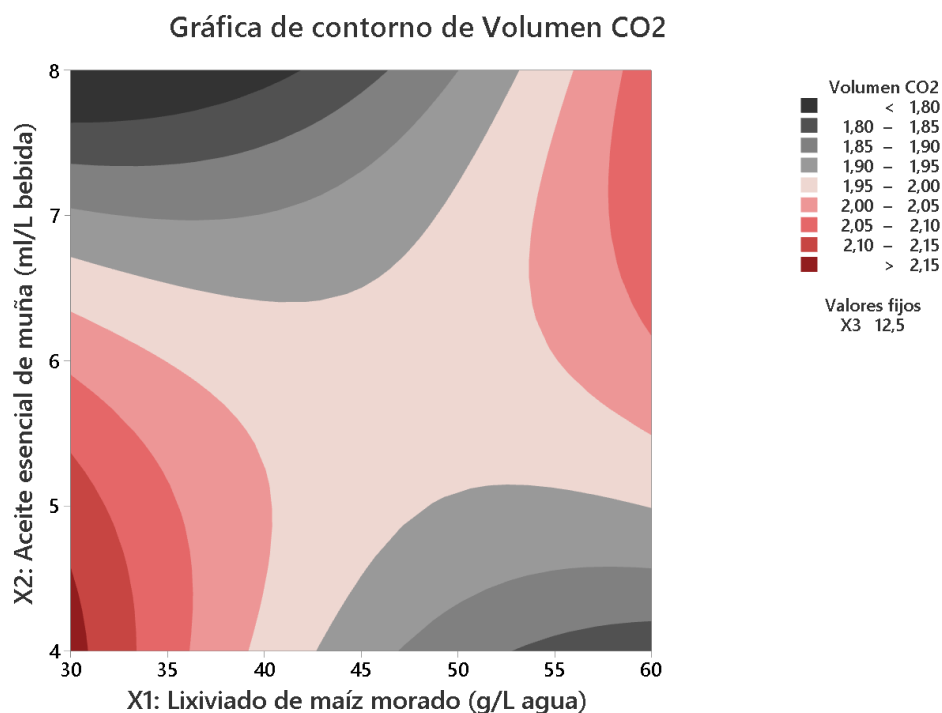
Nota: A=X1: Lixiviado de maíz morado (g/L agua), B=X2: Aceite esencial de muña diluido (ml/L bebida), C=X3: Sólidos solubles (°Bx). Elaborado con Statgraphics XVI

El modelo estadístico se verificó con el ANOVA para el modelo cuadrático completo de superficie de respuesta. La variación de Fischer (valor F) del modelo fue de 0,66 que le corresponde a un p valor de 0,726; lo que indica que el modelo no es significativo. Al mantener el factor sólido soluble constante en su valor de punto estacionario y trazar la superficie

(Fig. 32) para los otros dos factores para el porcentaje de volumen de CO₂ como respuesta, el diagrama muestra un comportamiento definido con curvas tipo silla de montar. Los resultados muestran una región de máxima respuesta en color naranja oscuro con un valor estimado de 2,1 % que se encuentra al menor nivel de lixiviado de maíz (30 g/L) y menor nivel de aceite esencial de muña (4 ml/L).

Figura 32

Gráfico de contorno para el volumen del CO₂ por efecto del lixiviado de maíz y el aceite esencial de muña



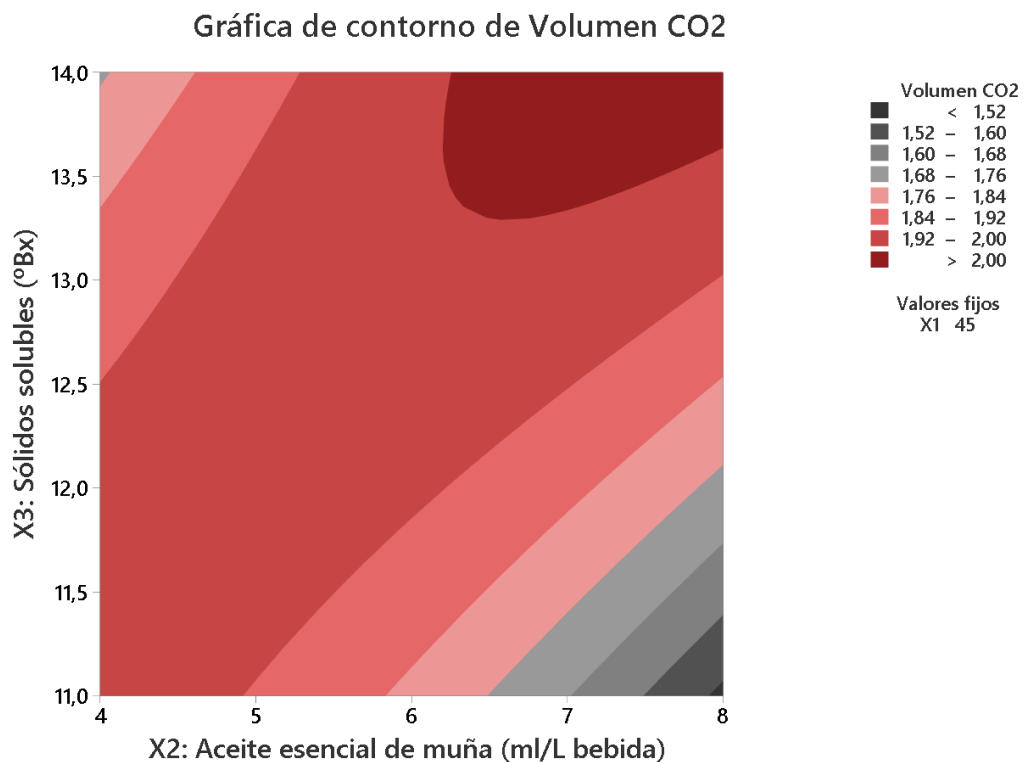
Nota: Elaborado con Minitab 20.3

Al mantener al lixiviado de maíz como factor constante en su punto estacionario se traza la superficie (Fig. 33) entre los otros dos factores para

el porcentaje del volumen del CO₂ como respuesta, el diagrama muestra un comportamiento definido como una silla de montar. Los resultados muestran una región de máxima respuesta en color naranja para un valor estimado de 2 % de volumen de CO₂ a condiciones de más de 6 ml/L de aceite esencial de muña y 13,2 °Bx de sólidos solubles.

Figura 33

Gráfico de contorno para el volumen del CO₂ por efecto del aceite esencial de muña y los sólidos solubles



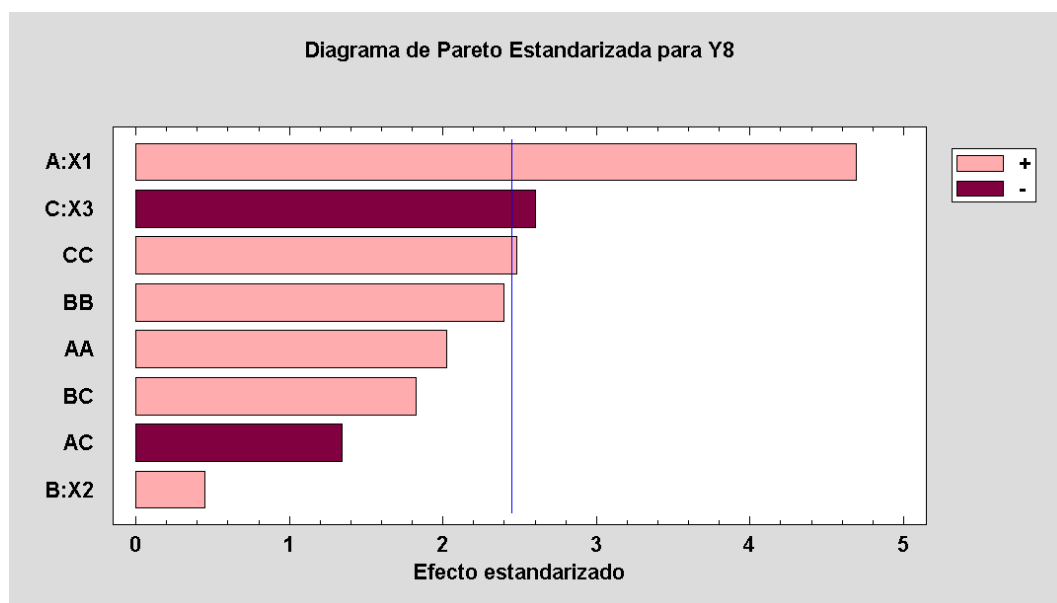
Nota: Elaborado con Minitab 20.3

5.4.4 Polifenoles totales

El diagrama de Pareto de los efectos estandarizados para los polifenoles, muestra algunos coeficientes significativos como los efectos lineales del maíz y los sólidos solubles (Fig. 34), lo que evidencia que ambos factores en estudio se relacionan significativamente (Anexo 12) con la concentración de polifenoles en la bebida gasificada.

Figura 34

Diagrama de Pareto para los polifenoles totales de la bebida carbonatada



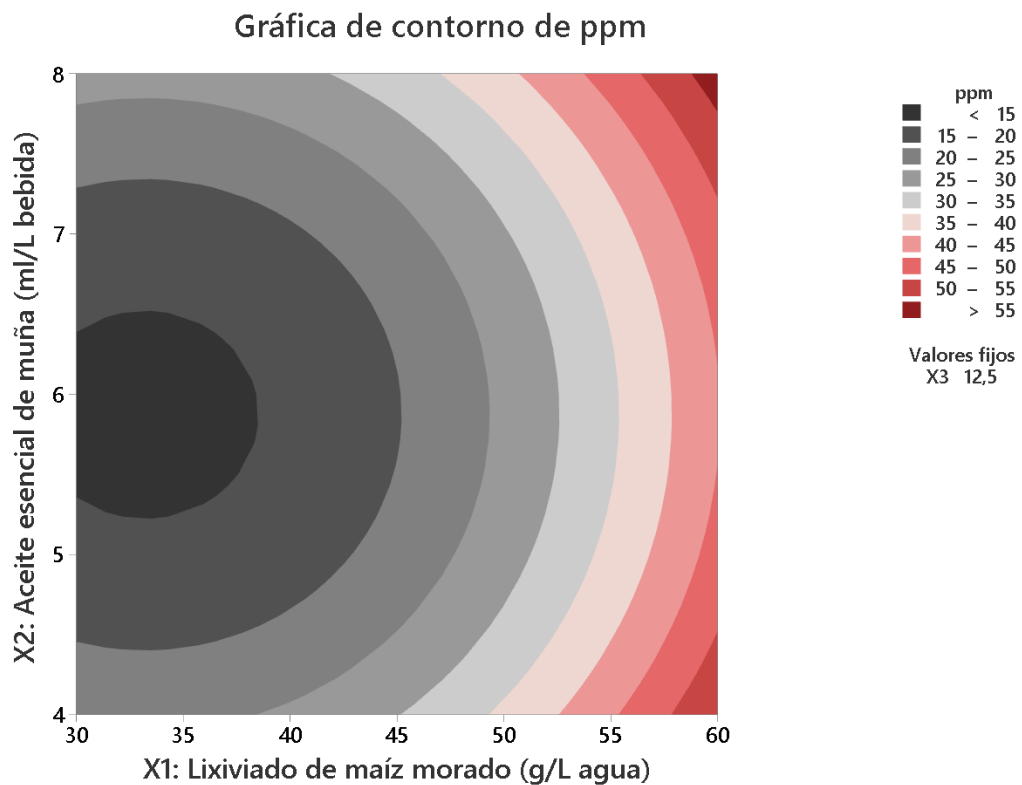
Nota: A=X1: Lixiviado de maíz morado (g/L agua), B=X2: Aceite esencial de muña diluido (ml/L bebida), C=X3: Sólidos solubles (°Bx). Elaborado con Statgraphics XVI

El modelo cuadrático completo se evaluó con el ANOVA donde la variación de Fischer (valor F) del modelo fue de 6,00 que le corresponde a un p valor de 0,021; lo que indica que el modelo es significativo. Al

mantener el factor aceite esencial de muña constante en su valor central y trazar la superficie (Fig. 35) de los otros dos factores para la concentración de polifenoles, el diagrama muestra un comportamiento definido como valle. Los resultados muestran una región de máxima respuesta en color rojo con un valor estimado de 60 ppm que se encuentra al mayor nivel de lixiviado de maíz (60 g/L) y menor nivel de sólido solubles (11 °Bx).

Figura 35

Gráfico de contorno para los polifenoles totales por efecto del lixiviado de maíz y los sólidos solubles

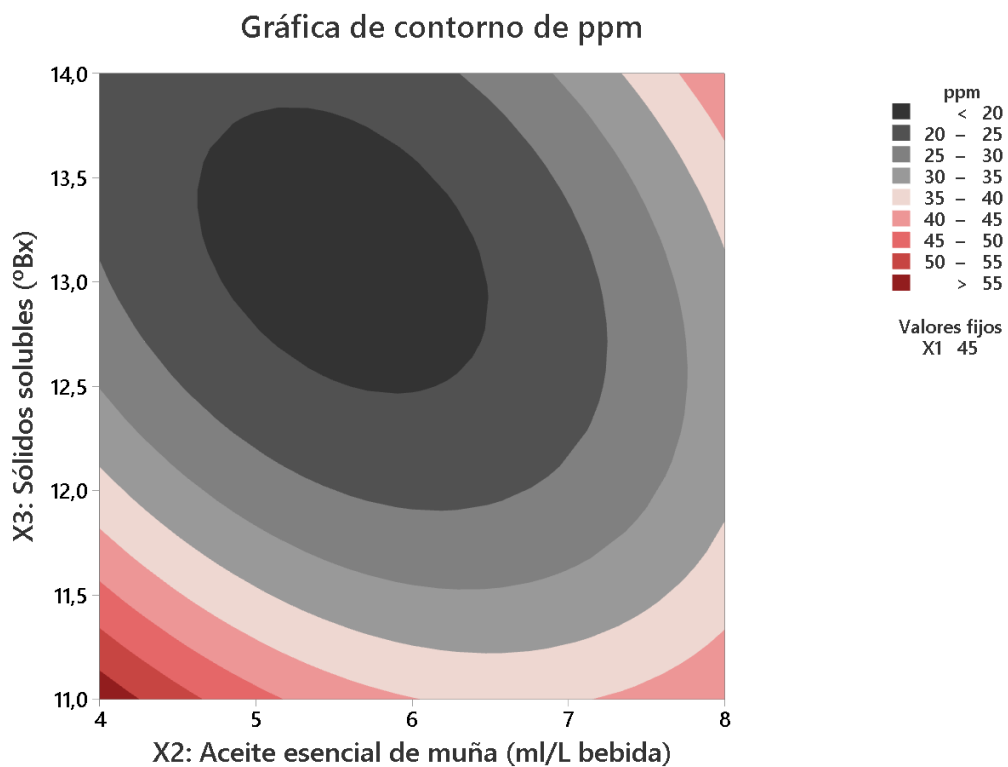


Nota: Elaborado con Minitab 20.3

Al mantener el lixiviado de maíz como factor constante en su punto estacionario se traza la superficie (Fig. 36) entre los otros dos factores sobre los polifenoles como respuesta, el diagrama muestra un comportamiento definido valle, donde se muestran una región de máxima respuesta en color naranja para un valor estimado de 55 ppm de concentración de polifenoles a niveles bajos de aceite esencial de muña 4,2 g/L y sólidos solubles de menos de 11,2 °Bx.

Figura 36

Gráfico de contorno para los polifenoles totales por efecto del aceite esencial de muña y los sólidos solubles



Nota: Elaborado con Minitab 20.3

5.4.5 Optimización

La Tabla 8 muestra la solución obtenida por la optimización múltiple donde se considerada óptima para la elaboración de la bebida carbonatada de maíz morado.

Tabla 8
Solución óptima para la bebida carbonatada

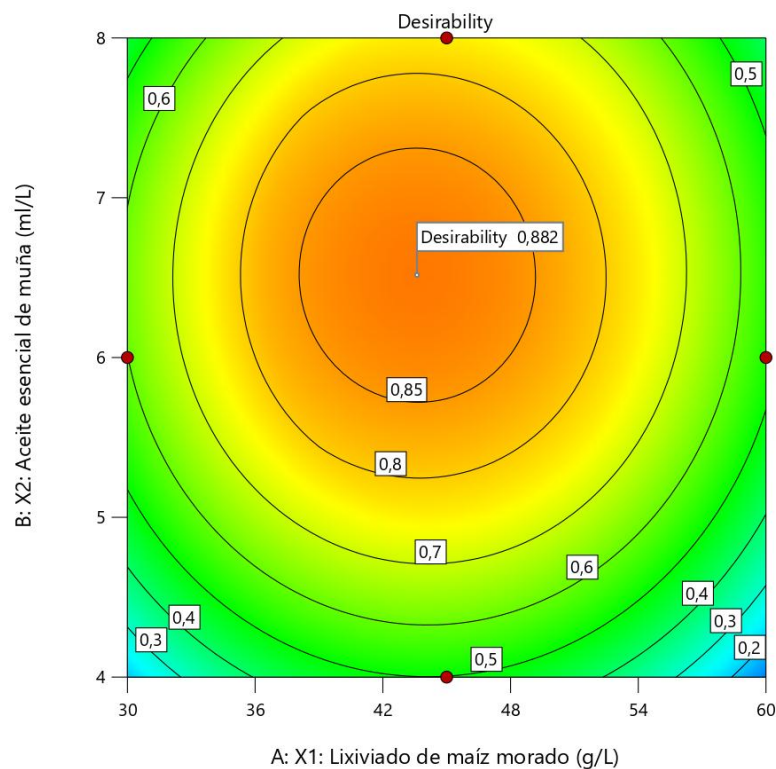
Factor	Criterio	Límite inferior	Límite superior	Solución óptima
X1: Lixiviado de maíz morado	en rango	30	60	43,297
X2: Aceite esencial de muña diluido	en rango	4	8	6,519
X3: Sólidos Solubles	en rango	11	14	14
Color	maximizar	6,67	7,94	7,806
Olor	maximizar	6,33	7,67	7,873
Sabor	maximizar	6,61	7,78	7,593
Apariencia	maximizar	6,89	7,83	7,65
pH	ninguno	3,12	3,2	3,157
Acidez	ninguno	0,172	0,219	0,189
Volumen CO ₂ (% V/V)	ninguno	1,45	2,2	2,018
Polifenoles	ninguno	15,4	68,5	25,8
Desirability				0,882

Los resultados de la Tabla 8 muestran que la combinación óptima al presentar un valor de deseabilidad de 0,882 muy cercano a 1, demuestra que es una combinación que, al desarrollarse bajo esas condiciones, presenta una alta probabilidad de que los resultados a obtener sean cercanos a los obtenidos en la optimización.

En la Figura 37 se muestra la región donde se ubica la combinación considerada óptima para la elaboración de la bebida carbonatada de maíz, dicha ubicación demuestra que las combinaciones estudiadas revelan una combinación de curvas de nivel concéntricas que revelan que la combinación óptima si era posible de ubicar dentro de las regiones de estudio. Asimismo, en la Figura 38 muestra el flujo para la elaboración de la bebida carbonatada bajo condiciones del proceso optimizado.

Figura 37

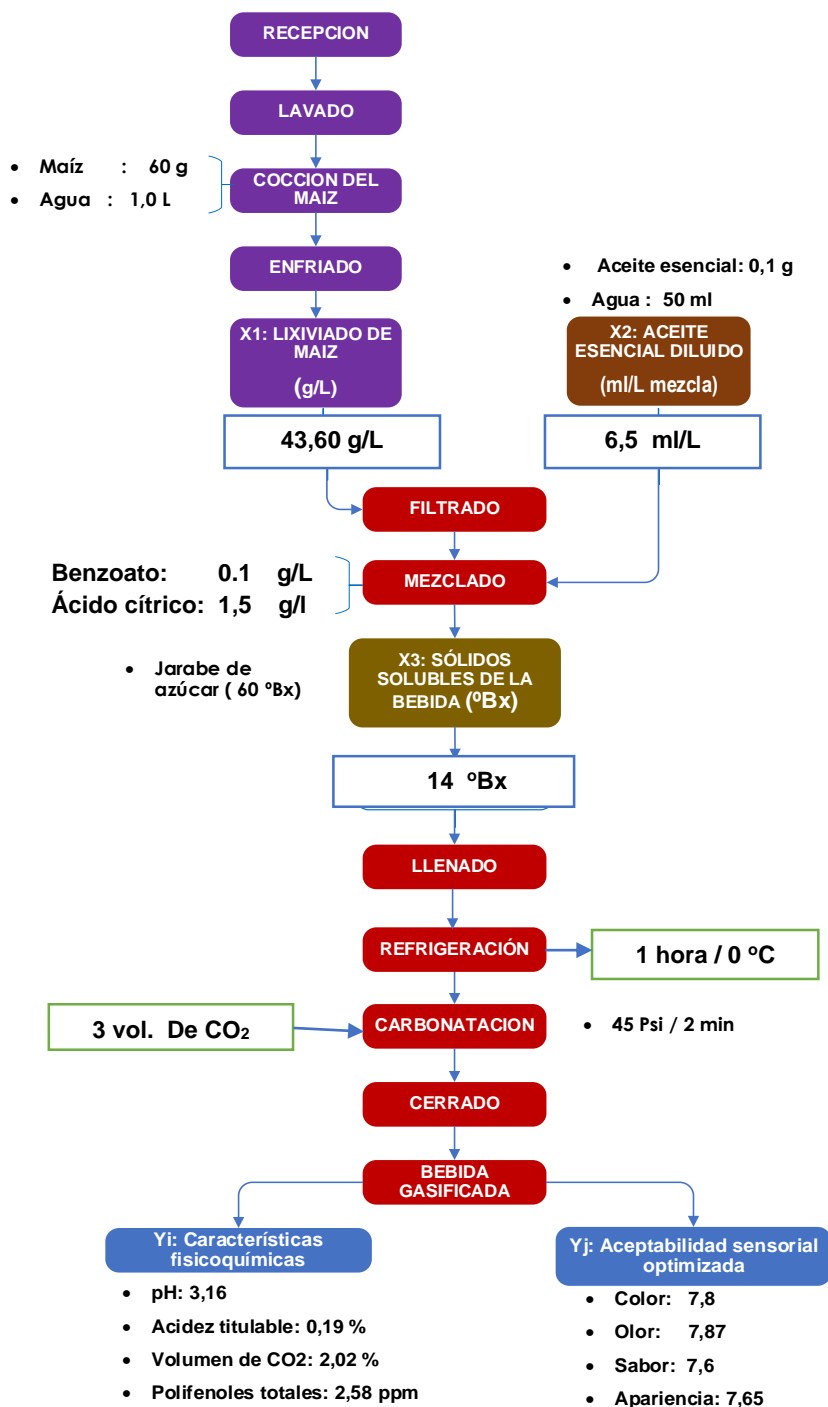
Gráfico de contorno para la solución óptima de la bebida carbonatada a condición constante de los sólidos solubles



Nota: Elaborado con Design Expert V. 13

Figura 38

Flujo definitivo para la elaboración de la bebida carbonatada de maíz y muña



Las Tablas 9 y 10 muestra los balances de materia correspondiente al proceso optimizado de elaboración de la bebida carbonatada, destacándose que el rendimiento resultó en un 116,0 %.

Tabla 9

Obtención del lixiviado de maíz morado

OPERACIÓN	ENTRA	SALE	CONTINUA
RECEPCIÓN	1 000	0	1 000
LAVADO	1 000	1	999
COCCIÓN	999	5	994
ENFRIADO	994	1	993
LIXIVIADO (ml)	993		

Tabla 10

Elaboración de la bebida carbonatada

OPERACIÓN	ENTRA	SALE	CONTINUA
AGUA (ml)	1 000		
Lixiviado (g/L)	43,3		
Jarabe (°Bx)	14		
Aceite esencial de muña (ml/L)	6,5		
FILTRADO	1 189,8	10	1 179,8
MEZCLADO	1 179,8	10	1 169,8
LLENADO	1 169,8	10	1 159,8
REFRIGERACIÓN	1 159,8	0	1 159,8
CARBONATACIÓN	1 159,8	0	1 159,8
CERRADO	1 159,8	0	1 159,8
BEBIDA GASIFICADA	1 159,8		
RENDIMIENTO	116,0%		

La Tabla 11 muestra algunas características físicas de la bebida carbonatada optimizada.

Tabla 11
Características físicas de la bebida carbonatada

Características	Valor
Viscosidad	16,5
Brix	12
Índice de refracción	1,35

La tabla 12 muestra los resultados del análisis microbiológico realizado a la muestra optimizada de bebida carbonatada, donde se alcanzaron niveles satisfactorios (Fig. 39 y Fig. 40) pues ningún recuento superó el límite establecido en la normativa de criterios microbiológicos

Tabla 12
Recuento de microorganismos de la bebida optimizada.

Agente microbiano	Resultado	Límite
Mesófilos	0	10
Mohos	4	5
Levaduras	5	10

Figura 39

Placa de recuento de aerobios mesófilos de la bebida optimizada

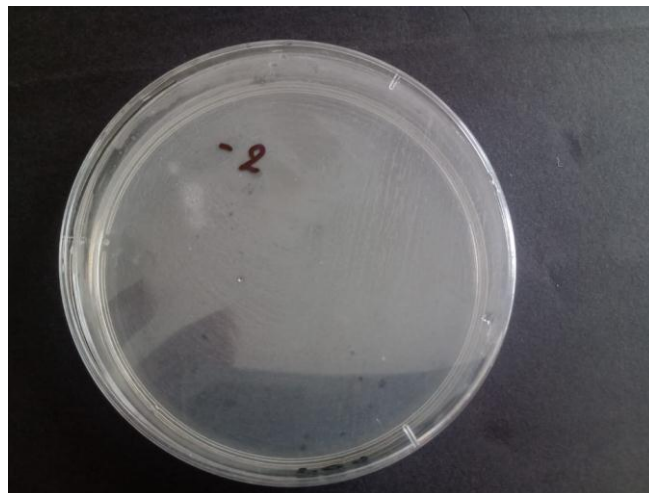
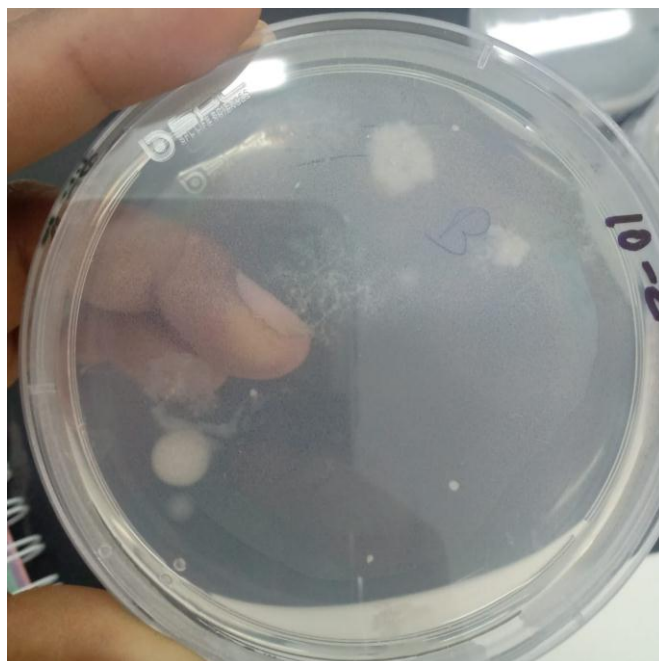


Figura 40

Placa de recuento de moho de la bebida optimizada



La Tabla 13 muestra las lecturas de absorbancia y cálculo final de antocianinas para la bebida final optimizada, donde se reporta un bajo valor en comparación con el contenido de antocianinas de los lixiviados iniciales.

Tabla 13

Determinación de antocianinas por pH diferencia en la bebida optimizada

Muestra	pH	Absorbancias		Diferencias		AT (mg/L)
		520	700	Δ	ΔA	
BEBIDA	4,6	0,0993	0,0119	0,0874	0,04303	0,481
	1	0,42173	0,2913	0,13043		

5.5 Discusión

5.5.1 Características fisicoquímicas de la bebida carbonatada

El comportamiento del pH reveló una elevada significancia para el efecto cuadrático del lixiviado de maíz, seguido de su efecto lineal. La tendencia a maximizar el pH ocurre a menor nivel de lixiviado de maíz con valor de 3,2. Se halló una región de mínimo valor estimado en 3,14. Mientras una región de máxima respuesta con un valor estimado de 3,18 se presenta en bebidas con máximo nivel de aceite esencial de muña de 8 ml/L con un nivel máximo de sólidos solubles ($^{\circ}\text{Bx}$).

Para la acidez, no muestra mayores significancias para los efectos lineales, cuadráticos y combinados. Los resultados muestran una región de máxima respuesta en color naranja oscuro con un valor estimado de 0,21 % que se encuentra al menor nivel de lixiviado de maíz (30 g/L) y menor nivel de aceite esencial de muña (4 ml/L). Los resultados muestran una región de máxima respuesta en color verde con un valor estimado de 0,195 % de acidez.

Para el volumen de CO₂, no muestra mayores significancias para los efectos lineales, cuadráticos y combinados, lo que evidencia que los factores en estudio no se relacionan significativamente con el volumen de CO₂ (%). Los resultados muestran una región de máxima respuesta en color naranja oscuro con un valor estimado de 2,1 % que se encuentra al menor nivel de lixiviado de maíz (30 g/L) y menor nivel de aceite esencial de muña (4 ml/L). Los resultados muestran una región de máxima respuesta en color naranja para un valor estimado de 2 % de volumen de CO₂.

La percepción de carbonatación se puede definir como la percepción general en la cavidad nasal y bucal, incluyendo escozor, ardor, enfriamiento, irritación, etc. (Azizi et al., 2003).

Para los polifenoles, muestra algunos coeficientes significativos como los efectos lineales del maíz y los sólidos solubles (Fig. 25), lo que evidencia que ambos factores en estudio se relacionan significativamente con la concentración de polifenoles en la bebida gasificada CO₂ (%).

Los resultados muestran una región de máxima respuesta en color rojo con un valor estimado de 6 ppm que se encuentra al mayor nivel de lixiviado de maíz (60 g/L) y menor nivel de sólidos solubles. Una región de máxima respuesta en color naranja para un valor estimado de 5 ppm de concentración de polifenoles a niveles bajos de aceite esencial de muña 4,5 g/L y sólidos solubles de menos de 11,3 °Bx.

De los resultados hallados con respecto al CO₂ Ashurst et al. (2017) afirman que un típico refresco carbonatado contiene aproximadamente 3–4 volúmenes (6–8 g/L) de CO₂. La presión dentro de un recipiente (lata o botella) depende del nivel de CO₂ disuelto y de la temperatura. Es decir que los valores hallados resultaron menores que los sugeridos, es decir que las muestras aún se pueden experimentar con valores más altos de carbonatación.

5.5.2 Características sensoriales de la bebida carbonatada

Para la aceptabilidad del color (Figura 32) resultó significativo para el efecto cuadrático del lixiviado de maíz, seguido del efecto cuadrático del aceite esencial de muña, efecto combinado de la muña-sólidos solubles, el efecto lineal del maíz y el efecto cuadrático de los sólidos solubles. Los resultados muestran una región de máxima respuesta con un valor estimado de la escala hedónica 7,97 que prácticamente significa “me gusta mucho”, para un rango de 4 a 6 ml/L de aceite esencial de muña al nivel mínimo de sólidos solubles.

Figura 32
Color de las muestras en estudio



Para la aceptabilidad del olor, resultó significativo el efecto cuadrático del lixiviado de maíz y seguido del efecto cuadrático del aceite esencial de muña.

Alcanzándose una región de máxima respuesta con un valor estimado de la escala hedónica 7,8 que prácticamente significa “me gusta mucho”, para un rango de 6 a 7 ml/L de aceite esencial de muña al nivel máximo de sólidos solubles.

Para la aceptabilidad del sabor, resultó significativo el efecto cuadrático del lixiviado de maíz, seguido del efecto cuadrático del aceite esencial de muña. Los resultados muestran una región de máxima respuesta en color naranja oscuro con un valor estimado de la escala hedónica 7,5 que se encuentra entre “me gusta moderadamente” y “me gusta mucho”.

Saint-Eve et al. (2010) indican que la presencia de CO₂ aumentaba la percepción del aroma independientemente del contenido de azúcar. De acuerdo con los parámetros de volatilidad, las mediciones in vivo mostraron que las bebidas carbonatadas liberaban una mayor cantidad de compuestos aromáticos en el espacio de la nariz que las no carbonatadas. El CO₂ parecía inducir grandes modificaciones de los mecanismos fisicoquímicos responsables de la liberación del aroma y la percepción del sabor de las bebidas gaseosas. Además, el contenido de azúcar parecía tener un impacto (aumento) en la percepción del aroma solo en el caso de

las bebidas no carbonatadas. Así se observaron interacciones sensoriales, en particular, entre las percepciones dulces y aromáticas. Para las bebidas carbonatadas, el contenido de azúcar tuvo un impacto solo en la liberación de aromas, pero no en su percepción.

Asimismo Barker et al., (2021) coincide con lo afirmado por Saint-Eve et al. (2010) quienes determinaron que a los consumidores les gusta la sensación en la boca y las cualidades que mejoran el sabor de las bebidas carbonatadas y las asociaron con eventos especiales. Pero no les gustaban las bebidas demasiado carbonatadas o sin gas y las bebidas carbonatadas asociadas con sensaciones físicas negativas y percepciones de salud. En general, el sabor fue más importante que si la bebida era carbonatada o no, y las puntuaciones de intención de compra aumentaron cuando se percibieron emociones positivas. Y para el presente estudio, la bebida carbonatada, al tener como materias primas al maíz y la muña que se destacan por sus cualidades favorables a la salud por su importante contenido en polifenoles, es probable que bien pudiera ganar mayor aceptabilidad orientando su percepción en un contexto en el cual se dé a conocer a los panelistas las potencialidades de la bebida.

Por otro lado, la aceptabilidad de la apariencia, no muestra mayores significancias, es decir que, en general no se podría notar diferencias a simple vista alguna diferencia notable en las muestras a pesar de tener diferentes condiciones de elaboración. Asimismo, la región de máxima respuesta fue estimada en 7,6 que se puede afirmar que la bebida en su apariencia califica entre “me gusta moderadamente” y “me gusta mucho”.

El gusto y la sensación en boca son los principales factores que influyen en la preferencia por elegir una bebida en particular y esto luego se relaciona con su consumo, no solo en la niñez y juventud, sino también en adultos. En este sentido, estos atributos podrían utilizarse para influir en los patrones de consumo de bebidas con el fin de mejorar la ingesta de líquidos (Redondo et al., 2014)

Leksrisonpong et al. (2013) afirman que en general los consumidores coinciden que el sabor era la más razón importante para elegir una bebida sobre otra. Este resultado podría sugerir que el sabor de una bebida puede ser un aspecto vital que conduce a un determinado patrón de consumo.

5.5.3 Condiciones óptimas

Los resultados muestran que la combinación óptima al presentar un valor de deseabilidad de 0,882 muy cercano a 1, demuestra que es una combinación que, al desarrollarse bajo esas condiciones, presenta una alta probabilidad de que los resultados a obtener sean similares a los obtenidos en la optimización. La forma concéntrica de las curvas de nivel revela que la combinación óptima sí es posible de ubicar considerando las características sensoriales dentro de las regiones de estudio.

Este resultado obtenido que ha considerado la optimización sensorial a nivel multivariable como ser considerando de manera simultánea al color, olor, sabor y apariencia de la bebida carbonatada bien se puede reflejar con la definición de frescura, término que como lo indican Labbe et al., (2009) es un concepto multisensorial que incluye componentes visuales, olfativos, táctiles y, en algunos casos, gustativos y auditivos, y tiene una dimensión hedónica (Zampini & Spence, 2005). La calidad refrescante de los alimentos y bebidas puede verse influenciada por estimulaciones aromáticas, gustativas y visuales. Además, hay que destacar que la sensación gustativa más frecuentemente asociada con una experiencia refrescante es la acidez.

Como afirma Rocha et al., (2019) las infusiones de hierbas son una nueva tendencia emergente entre los consumidores y aparecen en el mercado en muchas formas diferentes. Debido a la intensa competencia, el éxito comercial de las infusiones de hierbas depende en gran medida del sabor.

Conclusiones

1. Respecto a las características fisicoquímicas acidez y volumen de CO₂, el efecto del lixiviado de maíz morado, aceite esencial de muña y los sólidos solubles finales fueron estadísticamente no significativas (p valor <0,05) pero si fueron influyentes sobre los polifenoles totales de la bebida carbonatada.
2. El efecto del lixiviado de maíz morado, aceite esencial de muña y los sólidos solubles finales de la bebida carbonatada fueron significativas (p valor <0,05) para la aceptabilidad del color, olor y sabor, pero no para la apariencia (p valor >0,05), es decir que se pueden distinguir diferencias en los atributos sensoriales menos para la apariencia.
3. Las condiciones óptimas de la bebida carbonatada fueron: 43,297 g/L de lixiviado de maíz, 6,519 ml/L de aceite esencial de muña y 14 °Bx de sólidos solubles finales lo que da una bebida con una aceptabilidad del color de 7,806; olor en 7,873; sabor en 7,593 y de la apariencia en 7,65. Además presenta un pH de 3,157; con una acidez de 0,189 %; con un volumen de CO₂ 2,018% y 25,8 ppm de polifenoles totales.

Recomendaciones

1. Evaluar las sensaciones de burbujeo por efecto del CO₂ como factor de aceptabilidad de la bebida carbonatada.
2. Evaluar la capacidad antioxidante de las bebidas elaboradas en función del contenido del lixiviado de maíz y el aceite esencial de muña.
3. Determinar la vida útil de la bebida carbonatada optimizada en función a tipos de envases como plástico, vidrio y metal.
4. Evaluar otras operaciones (molienda, acidificación, tratamiento térmico) del lixiviado para incrementar la extracción antocianinas.

Bibliografía

- Abu-Reidah, I. M. (2020). Chapter 1—Carbonated Beverages. En C. M. Galanakis (Ed.), *Trends in Non-alcoholic Beverages* (pp. 1-36). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-816938-4.00001-X>
- Ameh, S. J., & Obodozie, O. (2016). Chapter 11—Essential Oils as Flavors in Carbonated Cola and Citrus Soft Drinks. En V. R. Preedy (Ed.), *Essential Oils in Food Preservation, Flavor and Safety* (pp. 111-121). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-416641-7.00011-0>
- Ashurst, P. R., Hargitt, R., & Palmer, F. (2017). Chapter 3—Ingredients in Soft Drinks. En P. R. Ashurst, R. Hargitt, & F. Palmer (Eds.), *Soft Drink and Fruit Juice Problems Solved (Second Edition)* (pp. 29-66). Woodhead Publishing. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100918-5.00003-5>
- Azizi, M., Rajabzadeh, N., & Riahi, E. (2003). Effect of monoglyceride and lecithin on dough rheological characteristics and quality of flat bread. *Lwt - Food Science and Technology*, 36, 189-193. [https://doi.org/10.1016/S0023-6438\(02\)00201-3](https://doi.org/10.1016/S0023-6438(02)00201-3)

- Barker, S., Moss, R., & McSweeney, M. B. (2021). Carbonated emotions: Consumers' sensory perception and emotional response to carbonated and still fruit juices. *Food Research International (Ottawa, Ont.)*, 147, 110534. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2021.110534>
- Barragán, M., & Aro, J. M. (2018). Antocianinas, compuestos fenólicos y capacidad antioxidante del mio-mio (*Coriaria ruscifolia* L.). *Revista de Investigaciones Altoandinas - Journal of High Andean Research*, 18(4), 419-428. <https://doi.org/10.18271/ria.2018.419>
- Bassi, P., Kumar, V., Kumar, S., Kaur, S., Gat, Y., & Majid, I. (2020). Importance and prior considerations for development and utilization of tea bags: A critical review. *Journal of Food Process Engineering*, 43(1), e13069. <https://doi.org/10.1111/jfpe.13069>
- Bezerra, M. A., Santelli, R. E., Oliveira, E. P., Villar, L. S., & Escaleira, L. A. (2008). Response surface methodology (RSM) as a tool for optimization in analytical chemistry. *Talanta*, 76(5), 965-977. <https://doi.org/10.1016/j.talanta.2008.05.019>
- Bonilla, N. (2009). *Cultivo de maíz*. <https://www.mag.go.cr/bibliotecavirtual/F01-2479.PDF>
- Bussmann, R. W., Malca-García, G., Glenn, A., Sharon, D., Chait, G., Díaz, D., Pourmand, K., Jonat, B., Somogy, S., Guardado, G., Aguirre, C.,

- Chan, R., Meyer, K., Kuhlman, A., Townesmith, A., Effio-Carbajal, J., Frías-Fernandez, F., & Benito, M. (2010). Minimum inhibitory concentrations of medicinal plants used in Northern Peru as antibacterial remedies. *Journal of Ethnopharmacology*, 132(1), 101-108. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2010.07.048>
- Cevallos, B. A., & Cisneros, L. (2003). Stoichiometric and kinetic studies of phenolic antioxidants from Andean purple corn and red-fleshed sweetpotato. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51(11), 3313-3319. <https://doi.org/10.1021/jf034109c>
- Crush Products Technical Service. (s.f.). *Gas Volume Chart*. Center Hill Road.
- D'Amato, A., Fasoli, E., Kravchuk, A. V., & Righetti, P. G. (2011). Going Nuts for Nuts? The Trace Proteome of a Cola Drink, as Detected via Combinatorial Peptide Ligand Libraries. *Journal of Proteome Research*, 10(5), 2684-2686. <https://doi.org/10.1021/pr2001447>
- Egyankosh. (2009). *Experiment 8 Determination of total soluble solids (°Brix)*. <https://www.egyankosh.ac.in/bitstream/123456789/11518/1/Experiment-8.pdf>
- Geankoplis, C. (2018). *Transport Processes And Separation Process Principles* (Fifth). Prentice Hall.

<https://vdoc.pub/documents/transport-processes-and-separation-process-principles-5cs6sqq7tsh0>

Ghorbannezhad, P., Bay, A., Yolmeh, M., Yadollahi, R., & Moghadam, J. Y. (2016). Optimization of coagulation–flocculation process for medium density fiberboard (MDF) wastewater through response surface methodology. *Desalination and Water Treatment*, 57(56), 26916-26931. <https://doi.org/10.1080/19443994.2016.1170636>

Gil-Campos, M., San José González, M. A., & Díaz Martín, J. J. (2015). Use of sugars and sweeteners in children's diets. Recommendations of the Nutrition Committee of the Spanish Association of Paediatrics. *Anales de Pediatría (English Edition)*, 83(5), 353.e1-353.e7. <https://doi.org/10.1016/j.anpede.2015.10.002>

Gleiser, R. M., Bonino, M. a A., & Zygadlo, J. A. (2007). BIOACTIVIDAD DE ACEITES ESENCIALES DE *Minthostachys mollis* CONTRA MOSQUITOS. *Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas*. https://scholar.google.com/scholar_lookup?title=BIOACTIVIDAD+D+E+ACEITES+ESENCIALES+DE+Minthostachys+mollis+CONTRA+MOSQUITOS&author=Raquel+M.+Gleiser&publication_year=2007

Hewson, L., Hollowood, T., Chandra, S., & Hort, J. (2009). Gustatory, Olfactory and Trigeminal Interactions in a Model Carbonated

- Beverage. *Chemosensory Perception*, 2, 94-107.
<https://doi.org/10.1007/s12078-009-9043-7>
- Humphreys, C. (2006, mayo 14). *What Is Meant By Alcohol-Free? | The Alcohol-Free Community*. <https://www.alcoholfree.co.uk/>
<https://www.alcoholfree.co.uk/blog/what-is-meant-by-alcohol-free/>
- INIA, E. E. A. C.-. (2007). Maíz INIA 615 - Negro Canaán: Nueva variedad de maíz morado para la sierra peruana. *Instituto Nacional de Innovación Agraria*.
<https://repositorio.inia.gob.pe/handle/20.500.12955/648>
- ITIS. (2010). *ITIS - Report: Zea mays*.
https://www.itis.gov/servlet/SingleRpt/SingleRpt?search_topic=TSN&search_value=42269#null
- Kidane, S. (2021). *Application of Response Surface Methodology in Food Process Modeling and Optimization*.
<https://doi.org/10.5772/intechopen.100113>
- Kim, M., Ahn, J., Kim, S. B., Jo, Y., Liu, Q., Hwang, B. Y., & Lee, M. K. (2016). Effect of Extraction Conditions of Green Tea on Antioxidant Activity and EGCG Content: Optimization using Response Surface Methodology. *Natural Product Sciences*, 22, 270.
<https://doi.org/10.20307/nps.2016.22.4.270>

- Kregiel, D. (2015). Health Safety of Soft Drinks: Contents, Containers, and Microorganisms. *BioMed Research International*, 2015, e128697. <https://doi.org/10.1155/2015/128697>
- Labbe, D., Gilbert, F., Antille, N., & Martin, N. (2009). Sensory determinants of refreshing. *Food Quality and Preference*, 20(2), 100-109. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2007.09.001>
- Lao, F., Sigurdson, G. T., & Giusti, M. M. (2017). Health Benefits of Purple Corn (*Zea mays* L.) Phenolic Compounds: Health benefits of purple corn phenolics.... *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 16(2), 234-246. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12249>
- Leksrisompong, P. P., Lopetcharat, K., Guthrie, B., & Drake, M. A. (2013). Preference mapping of lemon lime carbonated beverages with regular and diet beverage consumers. *Journal of Food Science*, 78(2), S320-328. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.12028>
- Norma Técnica Peruana - NTP 214.001. (INDECOPI, 2012), bebida gasificada jarabeada (bebida carbonatada)
- Magaña, J. M., Peniche, H. A., Tiessen, A., & Díaz, C. M. G. (2020). Pigmented Maize (*Zea mays* L.) Contains Anthocyanins with Potential Therapeutic Action Against Oxidative Stress—A Review.

- Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 70(2), 85-99.
<https://doi.org/10.31883/pjfns/113272>
- Mayorga, A., & Pérez, A. (2018). *Alimentos-vegetales-autoctonos.utf8*.
<https://alimentos-autoctonos.fabro.com.mx/maiz-morado.html>
- McClements. (2009). *ANALYSIS OF FOOD PRODUCTS*.
<https://people.umass.edu/~mcclemen/581Introduction.html>
- Medina-Hoyos, A., Narro-León, L., & Chávez-Cabrera, A. (2020). Cultivo de maíz morado (*Zea mays* L.) en zona altoandina de Perú: Adaptación e identificación de cultivares de alto rendimiento y contenido de antocianina. *Scientia Agropecuaria*, 11(3), Article 3.
<https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2020.03.01>
- MINITAB. (2023). *What are response surface designs, central composite designs, and Box-Behnken designs?* [Mtbconcept].
<https://support.minitab.com/en-us/minitab/21/help-and-how-to/statistical-modeling/doe/supporting-topics/response-surface-designs/response-surface-central-composite-and-box-behnken-designs/>
- Monigatti, M., Bussmann, R. W., & Weckerle, C. S. (2013). Medicinal plant use in two Andean communities located at different altitudes in the Bolívar Province, Peru. *Journal of Ethnopharmacology*, 145(2), 450-464. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2012.10.066>

- PMG. (2022, febrero 26). Carbonated Beverages. *PMG Engineering*.
<https://www.pmg.engineering/carbonated-beverages/>
- Preedy, V. (2016). *Essential Oils in Food Preservation, Flavor and Safety—1st Edition*. Academic Press.
<https://www.elsevier.com/books/essential-oils-in-food-preservation-flavor-and-safety/preedy/978-0-12-416641-7>
- Qiu, P., Cui, M., Kang, K., Park, B., Son, Y., Khim, E., Jang, M., & Khim, J. (2014). Application of Box-Behnken design with response surface methodology for modeling and optimizing ultrasonic oxidation of arsenite with H₂O₂. *Open Chemistry*, 12(2), 164-172.
<https://doi.org/10.2478/s11532-013-0360-y>
- Quezada, W. F., Quezada, W. D., Travez, A., Arias, G., Cevallos, E., Zambrano, Z., Brito, H., & Salazar, K. (2019). Essential oil of *Minthostachys mollis*: Extraction and chemical composition of fresh and stored samples. *Arabian Journal of Medicinal and Aromatic Plants*, 5(1), Article 1. <https://doi.org/10.48347/IMIST.PRSM/ajmap-v5i1.15684>
- Ragsdale, F. R. (2016). Energy Drinks: The Elixirs of Our Time. En T. Wilson & N. J. Temple (Eds.), *Beverage Impacts on Health and Nutrition: Second Edition* (pp. 243-258). Springer International Publishing.
https://doi.org/10.1007/978-3-319-23672-8_16

- Ramos, F., López, B., Ramos, J., & Silva, M. (2021). Factors That Affect the Microbiological Stability of Chicha Morada during Its Production on an Industrial Scale: A Review. *Journal of Food Protection*, 84(12), 2151-2158. <https://doi.org/10.4315/JFP-21-190>
- Ramos, F., Muñoz, A. M., Alvarado, C., Alvarado, Á., & Yáñez, J. A. (2012). Purple Corn (*Zea mays* L.) Phenolic Compounds Profile and Its Assessment as an Agent Against Oxidative Stress in Isolated Mouse Organs. *Journal of Medicinal Food*, 15(2), 206-215. <https://doi.org/10.1089/jmf.2010.0342>
- Ranilla, L. G., Rios-Gonzales, B. A., Ramírez-Pinto, M. F., Fuentealba, C., Pedreschi, R., & Shetty, K. (2021). Primary and Phenolic Metabolites Analyses, In Vitro Health-Relevant Bioactivity and Physical Characteristics of Purple Corn (*Zea mays* L.) Grown at Two Andean Geographical Locations. *Metabolites*, 11(11), 722. <https://doi.org/10.3390/metabo11110722>
- Rao, L. J. M., & Ramalakshmi, K. (2011). *Recent trends in soft beverages*. Woodhead publ.
- Redondo, N., Gómez-Martínez, S., & Marcos, A. (2014). Sensory attributes of soft drinks and their influence on consumers' preferences. *Food & Function*, 5(8), 1686. <https://doi.org/10.1039/C4FO00181H>

- Reglamento (CE) nº 1333/2008. (2008). *Reglamento (CE) nº 1333/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 16 de diciembre de 2008, sobre aditivos alimentarios.*
<https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=DOUE-L-2008-82640>
- Reyes, María. (2018). *Tablas peruanas de composición de alimentos* (10a ed). Ministerio de Salud, Instituto Nacional de Salud.
http://bvs.minsa.gob.pe/local/INS/843_MS-INS77.pdf
- Ríos, J.-L. (2016). Chapter 1 - Essential Oils: What They Are and How the Terms Are Used and Defined. En V. R. Preedy (Ed.), *Essential Oils in Food Preservation, Flavor and Safety* (pp. 3-10). Academic Press.
<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-416641-7.00001-8>
- Rocha, C., Coelho, M., Lima, R., Campos, F., Pintado, M., & Cunha, L. (2019). Increasing phenolic and aromatic compounds extraction and maximizing liking of lemon verbena (*Aloysia triphylla*) infusions through the optimization of steeping temperature and time. *Food Science and Technology International*, 25(8), 701-710.
<https://doi.org/10.1177/1082013219860352>
- Ruiz, C., & Herrero, A. M. (2021). Sensory Analysis and Consumer Research in New Product Development. *Foods*, 10(3), 582.
<https://doi.org/10.3390/foods10030582>

- Saint-Eve, A., Déléris, I., Aubin, E., Semon, E., Feron, G., Rabillier, J.-M., Ibarra, D., Guichard, E., & Souchon, I. (2009). Influence of composition (CO₂ and sugar) on aroma release and perception of mint-flavored carbonated beverages. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *57*(13), 5891-5898. <https://doi.org/10.1021/jf900542j>
- Saint-Eve, A., Déléris, I., Feron, G., Ibarra, D., Guichard, E., & Souchon, I. (2010). How trigeminal, taste and aroma perceptions are affected in mint-flavored carbonated beverages. *Food Quality and Preference*, *21*(8), 1026-1033. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2010.05.021>
- Serra, L., Riobó, P., Belmonte, S., Anadón, A., & Aranzeta, J. (2014). Chinchón declaration; decalogue on low- and no-calorie sweeteners. *Nutrición Hospitalaria*, *4*, 719-734. <https://doi.org/10.3305/nh.2014.29.4.7393>
- Suna, S., Özcan-Sinir, G., Tamer, C. E., İncedayi, B., & Çopur, Ö. U. (2018). Antioxidant Capacity and Physicochemical Characteristics of Carbonated Erica Arborea Tea Beverage. *Beverages*, *4*(3), Article 3. <https://doi.org/10.3390/beverages4030050>
- Suna, S., Tamer, C. E., & Özcan-Sinir, G. (2019). 13—Trends and Possibilities of the Usage of Medicinal Herbal Extracts in Beverage Production. En A. M. Grumezescu & A. M. Holban (Eds.), *Natural*

Beverages (pp. 361-398). Academic Press.

<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-816689-5.00013-4>

Talase, M. (2017). *Evaluación de las características fisicoquímicas y sensoriales de una bebida carbonatada elaborada a base de jugo de granada (Púnica granatum L.) variedad wonderful.*

Thiagarajah, K., Ong, M. K., Teh, L. K., & Lye, H. S. (2019). 13—Plants Infused Water as Preferred Healthy Drinks. En A. M. Grumezescu & A. M. Holban (Eds.), *Bottled and Packaged Water* (pp. 367-402). Woodhead Publishing. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-815272-0.00013-1>

Torrenegra-Alarcón, M., Granados-Conde, C., Durán-Lengua, M., León-Méndez, G., Yáñez-Rueda, X., Martínez, C., & Pájaro-Castro, N. (2016). Composición Química y Actividad Antibacteriana del Aceite Esencial de *Minthostachys mollis*. *Orinoquia*, 1(20), 69. <https://doi.org/10.22579/20112629.329>

Vargas-Yana, D., Aguilar-Morón, B., Pezo-Torres, N., Shetty, K., & Ranilla, L. G. (2020). Ancestral Peruvian ethnic fermented beverage “Chicha” based on purple corn (*Zea mays* L.): Unraveling the health-relevant functional benefits. *Journal of Ethnic Foods*, 7(1), 35. <https://doi.org/10.1186/s42779-020-00063-3>

Zampini, M., & Spence, C. (2005). Modifying the multisensory perception of a carbonated beverage using auditory cues. *Food Quality and Preference*.

https://scholar.google.com/scholar_lookup?title=Modifying+the+multisensory+perception+of+a+carbonated+beverage+using+auditory+cues&author=Zampini%2C+M.&publication_year=2005

Anexos

Anexo 1. Ficha de cata hedónica estructurada

NOMBRE: _____ FECHA: _____

Frente a usted hay muestras codificadas las cuales debe probar una a la vez, luego según su percepción, marque con una X en el casillero correspondiente a cada muestra.

ATRIBUTO: _____

ESCALA	MUESTRAS														
	919	257	439	405	758	262	673	980	796	108	210	827	733	549	657
Me gusta muchísimo															
Me gusta mucho															
Me gusta moderadamente															
Me gusta un poco															
Me es indiferente															
Me disgusta un poco															
Me disgusta moderadamente															
Me disgusta mucho															
Me disgusta muchísimo															

Comentarios: _____

Anexo 2. Tabla de determinación de porcentaje de volumen de CO₂ en gaseosas y cervezas artesanales

CO₂ content in volumes based on the head pressure and temperature of the beer

temperature (°F)	head pressure (psi)																																						
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29									
30	1.7	1.8	1.9	2.0	2.1	2.2	2.3	2.4	2.6	2.7	2.8	2.9	3.0	3.1	3.2	3.3	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	4.0	4.1	4.3	4.4	4.5	4.6	4.7	4.8	4.9									
32	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	2.1	2.2	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	3.0	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.7	3.8	3.9	4.0	4.1	4.2	4.3	4.4	4.5	4.6	4.7									
34	1.5	1.6	1.7	1.8	2.0	2.1	2.2	2.3	2.4	2.6	2.7	2.8	2.9	3.0	3.1	3.2	3.3	3.4	3.6	3.7	3.8	3.9	4.0	4.1	4.2	4.4	4.5	4.6											
36	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	3.0	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	4.0	4.1	4.2	4.3	4.4									
38	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	3.0	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	4.0	4.1	4.2										
40	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	3.0	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	4.0	4.1	4.2										
42	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	3.0	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	4.0	4.1										
44	1.3	1.4	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	3.0	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	4.0										
46	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	3.0	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	4.0										
48	1.2	1.3	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	3.0	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9										
50	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	3.0	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9										
52	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	3.0	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9										
54	1.1	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	3.0	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9									
56	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	3.0	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9									
58	1.0	1.1	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	3.0	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9								
60	1.0	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	3.0	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9								
62	0.9	1.0	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	3.0	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9							
64	0.9	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	3.0	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9							
66	0.9	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	3.0	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9							
68	0.8	0.9	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	3.0	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9						
70	0.8	0.9	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	3.0	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9						
72	0.8	0.8	0.9	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	3.0	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9					
74	0.7	0.8	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	3.0	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9					
76	0.7	0.8	0.8	0.9	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	3.0	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9				
78	0.7	0.7	0.8	0.8	0.9	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	3.0	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9			
80	0.7	0.7	0.8	0.8	0.9	1.0	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	3.0	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9			
82	0.7	0.7	0.7	0.8	0.8	0.9	0.9	1.0	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2.0	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	2.8	2.9	3.0	3.1	3.2	3.3	3.4	3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	

British ales 1.5-2.0 volumes
 Porter, Stout 1.7-2.3 volumes
 Belgian ales 1.9-2.4 volumes
 American ales 2.2-2.7 volumes

European lagers 2.2-2.7 volumes
 Belgian Lambic 2.4-2.8 volumes
 American wheat 2.7-3.3 volumes
 German wheat 3-4.5 volumes

Source style guidelines: John Palmer (howtobrew.com)

Nota: Step by Step Balancing Your Kegerator Draft System.

Anexo 3. Equipo de carbonatación y válvula diseñado para la presente investigación



Anexo 4. Norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano

XVI.1 Bebidas carbonatadas.						
Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Limite por 100 mL	
					m	M
Aerobios mesófilos (*)	2	3	5	2	10	50
Mohos	2	3	5	2	5	10
Levaduras	2	3	5	2	10	30

(*) Para aquellas bebidas con menos de 3 atmósferas de CO₂. En caso de no poder determinarse se realizara el análisis.

Fuente: MINSA/DIGESA-V.01. (2003)

Anexo 5 Análisis estadístico de la aceptabilidad del color

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Modelo	9	1,47460	0,163844	7,32	0,021
X1	1	0,21780	0,217800	9,74	0,026
X2	1	0,00361	0,003612	0,16	0,704
X3	1	0,08611	0,086112	3,85	0,107
X1*X1	1	0,47410	0,474103	21,20	0,006
X2*X2	1	0,25120	0,251203	11,23	0,020
X3*X3	1	0,16154	0,161541	7,22	0,043
X1*X2	1	0,02722	0,027225	1,22	0,320
X1*X3	1	0,00302	0,003025	0,14	0,728
X2*X3	1	0,22090	0,220900	9,88	0,026
Error	5	0,11184	0,022368		
Falta de ajuste	3	0,05537	0,018458	0,65	0,652
Error puro	2	0,05647	0,028233		
Total	14	1,58644			

Resumen del modelo

S	R-cuadrado	R-cuadrado(ajustado)	R-cuadrado (pred)
0,149560	92,95%	80,26%	36,14%

Coefficientes codificados

Término	Coef	EE del coef.	Valor T	Valor p	FIV
Constante	7,6467	0,0863	88,56	0,000	
X1	-0,1650	0,0529	-3,12	0,026	1,00
X2	-0,0212	0,0529	-0,40	0,704	1,00
X3	-0,1037	0,0529	-1,96	0,107	1,00
X1*X1	-0,3583	0,0778	-4,60	0,006	1,01
X2*X2	-0,2608	0,0778	-3,35	0,020	1,01
X3*X3	0,2092	0,0778	2,69	0,043	1,01
X1*X2	-0,0825	0,0748	-1,10	0,320	1,00
X1*X3	0,0275	0,0748	0,37	0,728	1,00
X2*X3	0,2350	0,0748	3,14	0,026	1,00

Ecuación de regresión en unidades no codificadas

$$Y1_{\text{color}} = 23,84 + 0,1336 X1 - 0,084 X2 - 2,918 X3 - 0,001593 X1*X1 - 0,0652 X2*X2 + 0,0930 X3*X3 - 0,00275 X1*X2 + 0,00122 X1*X3 + 0,0783 X2*X3$$

Anexo 6. Análisis estadístico del olor

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Modelo	8	2,28415	0,28552	4,23	0,048
X1	1	0,00605	0,00605	0,09	0,775
X2	1	0,11281	0,11281	1,67	0,243
X3	1	0,27751	0,27751	4,11	0,089
X1*X1	1	1,39463	1,39463	20,67	0,004
X2*X2	1	0,45771	0,45771	6,79	0,040
X3*X3	1	0,03188	0,03188	0,47	0,517
X1*X2	1	0,01210	0,01210	0,18	0,687
X2*X3	1	0,03803	0,03803	0,56	0,481
Error	6	0,40474	0,06746		
Falta de ajuste	4	0,38987	0,09747	13,11	0,072
Error puro	2	0,01487	0,00743		
Total	14	2,68889			

Resumen del modelo

S	R-cuadrado	R-cuadrado(ajustado)	R-cuadrado (pred)
0,259725	84,95%	64,88%	0,00%

Coefficientes codificados

Término	Coef	EE del coef.	Valor T	Valor p	FIV
Constante	7,577	0,150	50,53	0,000	
X1	0,0275	0,0918	0,30	0,775	1,00
X2	0,1188	0,0918	1,29	0,243	1,00
X3	0,1863	0,0918	2,03	0,089	1,00
X1*X1	-0,615	0,135	-4,55	0,004	1,01
X2*X2	-0,352	0,135	-2,60	0,040	1,01
X3*X3	0,093	0,135	0,69	0,517	1,01
X1*X2	0,055	0,130	0,42	0,687	1,00
X2*X3	0,098	0,130	0,75	0,481	1,00

Ecuación de regresión en unidades no codificadas

$$\text{Olor} = 6,3 + 0,2367 X1 + 0,627 X2 - 1,10 X3 - 0,002731 X1*X1 - 0,0880 X2*X2 + 0,0413 X3*X3 + 0,00183 X1*X2 + 0,0325 X2*X3$$

Anexo 7. Análisis estadístico del sabor

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Modelo	7	1,20306	0,171866	4,85	0,027
X1	1	0,00980	0,009800	0,28	0,615
X2	1	0,01051	0,010512	0,30	0,603
X3	1	0,05611	0,056113	1,58	0,248
X1*X1	1	0,62848	0,628478	17,75	0,004
X2*X2	1	0,46505	0,465055	13,14	0,008
X1*X2	1	0,01210	0,012100	0,34	0,577
X2*X3	1	0,09302	0,093025	2,63	0,149
Error	7	0,24783	0,035404		
Falta de ajuste	5	0,13776	0,027553	0,50	0,770
Error puro	2	0,11007	0,055033		
Total	14	1,45089			

Resumen del modelo

S	R-cuadrado	R-cuadrado(ajustado)	R-cuadrado (pred)
0,188161	82,92%	65,84%	23,33%

Coefficientes codificados

Término	Coef	EE del coef.	Valor T	Valor p	FIV
Constante	7,5108	0,0904	83,09	0,000	
X1	0,0350	0,0665	0,53	0,615	1,00
X2	-0,0362	0,0665	-0,54	0,603	1,00
X3	0,0838	0,0665	1,26	0,248	1,00
X1*X1	-0,4113	0,0976	-4,21	0,004	1,01
X2*X2	-0,3538	0,0976	-3,62	0,008	1,01
X1*X2	0,0550	0,0941	0,58	0,577	1,00
X2*X3	0,1525	0,0941	1,62	0,149	1,00

Ecuación de regresión en unidades no codificadas

$$\text{Sabor} = 4,24 + 0,1559 X1 + 0,325 X2 - 0,249 X3 - 0,001828 X1*X1 - 0,0885 X2*X2 + 0,00183 X1*X2 + 0,0508 X2*X3$$

Anexo 8. Análisis de la apariencia

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Modelo	9	0,521252	0,057917	0,91	0,577
X1	1	0,070312	0,070312	1,10	0,342
X2	1	0,064800	0,064800	1,02	0,360
X3	1	0,005512	0,005512	0,09	0,780
X1*X1	1	0,192503	0,192503	3,02	0,143
X2*X2	1	0,205356	0,205356	3,22	0,133
X3*X3	1	0,000164	0,000164	0,00	0,961
X1*X2	1	0,000625	0,000625	0,01	0,925
X1*X3	1	0,001600	0,001600	0,03	0,880
X2*X3	1	0,003025	0,003025	0,05	0,836
Error	5	0,318642	0,063728		
Falta de ajuste	3	0,166975	0,055658	0,73	0,621
Error puro	2	0,151667	0,075833		
Total	14	0,839893			

Resumen del modelo

S	R-cuadrado	R-cuadrado(ajustado)	R-cuadrado (pred)
0,252445	62,06%	0,00%	0,00%

Coefficientes codificados

Término	Coef	EE del coef.	Valor T	Valor p	FIV
Constante	7,647	0,146	52,46	0,000	
X1	-0,0938	0,0893	-1,05	0,342	1,00
X2	0,0900	0,0893	1,01	0,360	1,00
X3	-0,0262	0,0893	-0,29	0,780	1,00
X1*X1	-0,228	0,131	-1,74	0,143	1,01
X2*X2	-0,236	0,131	-1,80	0,133	1,01
X3*X3	0,007	0,131	0,05	0,961	1,01
X1*X2	-0,012	0,126	-0,10	0,925	1,00
X1*X3	0,020	0,126	0,16	0,880	1,00
X2*X3	0,028	0,126	0,22	0,836	1,00

Ecuación de regresión en unidades no codificadas

$$\text{Apariencia} = 5,2 + 0,0765 X1 + 0,657 X2 - 0,19 X3 - 0,001015 X1*X1 - 0,0590 X2*X2 + 0,0030 X3*X3 - 0,00042 X1*X2 + 0,00089 X1*X3 + 0,0092 X2*X3$$

Anexo 9. Análisis del pH.

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Modelo	8	0,010968	0,001371	6,21	0,019
X1	1	0,003200	0,003200	14,49	0,009
X2	1	0,001012	0,001012	4,58	0,076
X3	1	0,001013	0,001013	4,58	0,076
X1*X1	1	0,004206	0,004206	19,04	0,005
X2*X2	1	0,000144	0,000144	0,65	0,450
X3*X3	1	0,000052	0,000052	0,24	0,645
X1*X2	1	0,000100	0,000100	0,45	0,526
X2*X3	1	0,001225	0,001225	5,55	0,057
Error	6	0,001325	0,000221		
Falta de ajuste	4	0,001325	0,000331	*	*
Error puro	2	0,000000	0,000000		
Total	14	0,012293			

Resumen del modelo

S	R-cuadrado	R-cuadrado(ajustado)	R-cuadrado (pred)
0,0148605	89,22%	74,85%	0,00%

Coefficientes codificados

Término	Coef	EE del coef.	Valor T	Valor p	FIV
Constante	3,14000	0,00858	365,98	0,000	
X1	-0,02000	0,00525	-3,81	0,009	1,00
X2	0,01125	0,00525	2,14	0,076	1,00
X3	0,01125	0,00525	2,14	0,076	1,00
X1*X1	0,03375	0,00773	4,36	0,005	1,01
X2*X2	0,00625	0,00773	0,81	0,450	1,01
X3*X3	-0,00375	0,00773	-0,48	0,645	1,01
X1*X2	0,00500	0,00743	0,67	0,526	1,00
X2*X3	0,01750	0,00743	2,36	0,057	1,00

Ecuación de regresión en unidades no codificadas

$$\text{pH} = 3,655 - 0,01583 X1 - 0,0935 X2 + 0,0142 X3 + 0,000150 X1*X1 + 0,00156 X2*X2 - 0,00167 X3*X3 + 0,000167 X1*X2 + 0,00583 X2*X3$$

Anexo 10. Análisis estadístico de la acidez

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Modelo	9	0,001618	0,000180	1,30	0,406
X1	1	0,000421	0,000421	3,04	0,142
X2	1	0,000595	0,000595	4,30	0,093
X3	1	0,000006	0,000006	0,04	0,842
X1*X1	1	0,000227	0,000227	1,64	0,257
X2*X2	1	0,000014	0,000014	0,10	0,767
X3*X3	1	0,000115	0,000115	0,83	0,404
X1*X2	1	0,000132	0,000132	0,96	0,373
X1*X3	1	0,000110	0,000110	0,80	0,413
X2*X3	1	0,000004	0,000004	0,03	0,872
Error	5	0,000692	0,000138		
Falta de ajuste	3	0,000423	0,000141	1,05	0,522
Error puro	2	0,000269	0,000134		
Total	14	0,002310			

Resumen del modelo

S	R-cuadrado	R-cuadrado(ajustado)	R-cuadrado (pred)
0,0117636	70,04%	16,12%	0,00%

Coefficientes codificados

Término	Coef	EE del coef.	Valor T	Valor p	FIV
Constante	0,19567	0,00679	28,81	0,000	
X1	-0,00725	0,00416	-1,74	0,142	1,00
X2	-0,00863	0,00416	-2,07	0,093	1,00
X3	0,00088	0,00416	0,21	0,842	1,00
X1*X1	-0,00783	0,00612	-1,28	0,257	1,01
X2*X2	0,00192	0,00612	0,31	0,767	1,01
X3*X3	-0,00558	0,00612	-0,91	0,404	1,01
X1*X2	0,00575	0,00588	0,98	0,373	1,00
X1*X3	0,00525	0,00588	0,89	0,413	1,00
X2*X3	-0,00100	0,00588	-0,17	0,872	1,00

Ecuación de regresión en unidades no codificadas

$$\text{Acidez} = -0,047 - 0,00142 X1 - 0,0145 X2 + 0,0541 X3 - 0,000035 X1*X1 + 0,00048 X2*X2 - 0,00248 X3*X3 + 0,000192 X1*X2 + 0,000233 X1*X3 - 0,00033 X2*X3$$

Anexo 11. Análisis estadístico del volumen del CO₂

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Modelo	9	0,422042	0,046894	0,66	0,726
X1	1	0,000000	0,000000	0,00	1,000
X2	1	0,015312	0,015312	0,21	0,663
X3	1	0,052813	0,052813	0,74	0,429
X1*X1	1	0,019631	0,019631	0,27	0,623
X2*X2	1	0,029631	0,029631	0,41	0,548
X3*X3	1	0,015401	0,015401	0,22	0,662
X1*X2	1	0,122500	0,122500	1,71	0,247
X1*X3	1	0,022500	0,022500	0,31	0,599
X2*X3	1	0,140625	0,140625	1,97	0,220
Error	5	0,357292	0,071458		
Falta de ajuste	3	0,150625	0,050208	0,49	0,726
Error puro	2	0,206667	0,103333		
Total	14	0,779333			

Resumen del modelo

S	R-cuadrado	R-cuadrado(ajustado)	R-cuadrado (pred)
0,267317	54,15%	0,00%	0,00%

Coefficientes codificados

Término	Coef	EE del coef.	Valor T	Valor p	FIV
Constante	1,967	0,154	12,74	0,000	
X1	-0,0000	0,0945	-0,00	1,000	1,00
X2	-0,0437	0,0945	-0,46	0,663	1,00
X3	0,0813	0,0945	0,86	0,429	1,00
X1*X1	0,073	0,139	0,52	0,623	1,01
X2*X2	-0,090	0,139	-0,64	0,548	1,01
X3*X3	-0,065	0,139	-0,46	0,662	1,01
X1*X2	0,175	0,134	1,31	0,247	1,00
X1*X3	-0,075	0,134	-0,56	0,599	1,00
X2*X3	0,187	0,134	1,40	0,220	1,00

Ecuación de regresión en unidades no codificadas

$$\text{Volumen CO}_2 = 1,2 - 0,0225 X_1 - 0,797 X_2 + 0,55 X_3 + 0,000324 X_1 * X_1 - 0,0224 X_2 * X_2 - 0,0287 X_3 * X_3 + 0,00583 X_1 * X_2 - 0,00333 X_1 * X_3 + 0,0625 X_2 * X_3$$

Anexo 12. Análisis estadístico de los polifenoles totales

Análisis de Varianza

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Modelo	8	4 076,33	509,54	6,00	0,021
X1	1	1 867,22	1 867,22	21,99	0,003
X2	1	17,11	17,11	0,20	0,669
X3	1	575,96	575,96	6,78	0,040
X1*X1	1	348,84	348,84	4,11	0,089
X2*X2	1	487,46	487,46	5,74	0,054
X3*X3	1	522,43	522,43	6,15	0,048
X1*X3	1	153,76	153,76	1,81	0,227
X2*X3	1	282,58	282,58	3,33	0,118
Error	6	509,49	84,91		
Falta de ajuste	4	465,78	116,45	5,33	0,164
Error puro	2	43,70	21,85		
Total	14	4 585,82			

Resumen del modelo

S	R-cuadrado	R-cuadrado(ajustado)	R-cuadrado (pred)
9,21491	88,89%	74,08%	0,00%

Coefficientes codificados

Término	Coef	EE del coef.	Valor T	Valor p	FIV
Constante	19,84	5,32	3,73	0,010	
X1	15,28	3,26	4,69	0,003	1,00
X2	1,46	3,26	0,45	0,669	1,00
X3	-8,48	3,26	-2,60	0,040	1,00
X1*X1	9,72	4,80	2,03	0,089	1,01
X2*X2	11,49	4,80	2,40	0,054	1,01
X3*X3	11,89	4,80	2,48	0,048	1,01
X1*X3	-6,20	4,61	-1,35	0,227	1,00
X2*X3	8,40	4,61	1,82	0,118	1,00

Ecuación de regresión en unidades no codificadas

$$\text{ppm} = 1112 + 0,57 X1 - 68,8 X2 - 142,2 X3 + 0,0432 X1*X1 + 2,87 X2*X2 + 5,29 X3*X3 - 0,276 X1*X3 + 2,80 X2*X3$$

Anexo 13. Clasificación taxonómica del maíz morado

Característica	Detalle
Reino	<i>Plantae</i>
Subreino	<i>Viridiplantae</i>
Infrareino	<i>Streptophyta</i>
Superdivisión	<i>Embryophyta</i>
División	<i>Tracheophyta</i>
Subdivisión	<i>Spermatophytina</i>
Clase	<i>Magnoliopsida</i>
Superorden	<i>Liliana</i>
Orden	<i>Poales</i>
Familia	<i>Poaceae</i>
Género	<i>Zea L.</i>
Especie	<i>Zea mays</i>

Nota: ITIS, (2010)

Anexo 14. Composición proximal del Maíz morado

Composición	Maíz sin coronta	Bebida de maíz con azúcar
Energía (kcal)	355	20
Energía (kJ)	1487	84
Agua (g)	11,4	95
Proteínas (g)	7,3	0
Grasa total (g)	3,4	0
Carbohidratos totales (g)	76,2	4,9
Cenizas (g)	1,7	0,1
Calcio (mg)	12	24
Fósforo (mg)	328	4
Hierro (mg)	0,2	1,3
Tiamina (mg)	0,38	0
Rivoflavina (mg)	0,22	0,1
Niacina (mg)	2,84	0,04
Vitamina (C)	2,1	1,9

Nota: Reyes, (2018)

Anexo 15 Matriz de consistencia del proyecto propuesto

Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Indicadores	Metodología
Problema general	Objetivo general	Hipótesis general	Independientes		
¿Cuál será la influencia del lixiviado de maíz morado (<i>Zea mays</i> L.) variedad negro Canaán y aceite esencial de muña (<i>Minthostachys mollis</i>) sobre las características fisicoquímicas y sensoriales de una bebida carbonatada?	Determinar la influencia del lixiviado de maíz morado (<i>Zea mays</i> L.) variedad negro Canaán y aceite esencial de muña (<i>Minthostachys mollis</i>) sobre las características fisicoquímicas y sensoriales de una bebida carbonatada.	El lixiviado de maíz morado (<i>Zea mays</i> L.) variedad negro Canaán y aceite esencial de muña (<i>Minthostachys mollis</i>) influirán en las características fisicoquímicas y sensoriales de una bebida carbonatada.	Lixiviado de maíz morado Aceite esencial de muña Jarabe de azúcar	X1: Proporción de lixiviado de maíz morado X2: Proporción aceite esencial de muña X3: Porcentaje de sólidos solubles	Tipo Experimental, prospectiva, transversal y analítica Diseño Experimental – Box_Behnken Población Niveles de lixiviado de maíz morado, aceite esencial de muña y sólidos solubles
Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específicas	Dependiente		Muestra
¿Cuál será el efecto del porcentaje de lixiviado de maíz morado y aceite esencial de muña sobre las características fisicoquímicas?	Determinar el efecto del porcentaje del lixiviado de maíz morado y aceite esencial de muña las características fisicoquímicas.	El porcentaje de lixiviado de maíz morado y aceite esencial de muña influirán sobre las características fisicoquímicas.	Características fisicoquímicas	Y1: pH Y2: Acidez Y3: Volumen de CO2 Y4: Polifenoles totales	Diseño de Box_Behnken para 3 variables con 3 niveles dando un total de 15 tratamientos o muestras
¿Cuál será el efecto del porcentaje de lixiviado de maíz morado y aceite esencial de muña sobre las características sensoriales?	Determinar el efecto del porcentaje del lixiviado de maíz morado y aceite esencial de muña sobre las características sensoriales.	El porcentaje de lixiviado de maíz morado y aceite esencial de muña influirán sobre las características sensoriales.	Características sensoriales	Y5: Aceptabilidad del color Y6: Aceptabilidad del olor	Análisis, Normas Análisis de Materia prima y características fisicoquímicas: AOAC 1981 Características sensoriales: Prueba de la Escala Hedónica

¿Cuáles son los parámetros de la bebida carbonatada de maíz morado y aceite esencial de muña optimizada y composición proximal?	Determinar los parámetros de la bebida carbonatada de lixiviado de maíz morado y aceite esencial de muña optimizada.	Es posible establecer parámetros óptimos de la bebida carbonatada optimizada y su composición fisicoquímica.	Y7: Aceptabilidad del sabor Y8: Aceptabilidad de la apariencia	Método Estadístico Metodología de superficie de respuesta Software estadístico Minitab 20.3 y Design Expert v.13
---	--	--	---	---

Anexo 16. Métodos de análisis utilizados

a) Humedad AOAC 925.10:1990: Método gravimétrico, consiste en la determinación de la pérdida de masa experimentada por la muestra cuando es sometida a la acción de temperatura.

$$H = \frac{(m - m_1)}{m} \times 100$$

- H = Porcentaje de humedad
- m = Masa inicial de la muestra (g)
- m1= Masa de la muestra seca (g).

b) Cenizas AOAC 923.03.1990: Método gravimétrico de calcinación. Después de calcinar la muestra generalmente a 500-550 °C, queda como residuo la materia mineral, cuya cantidad se determina por la diferencia de cenizas.

$$C = \frac{(m_2 - m_1)}{m} \times \frac{100}{100 - h}$$

- C= Porcentaje de cenizas
- m=Masa de la muestra (g)
- m1 =Masa del crisol vacío (g)
- m2 =Masa del crisol con cenizas (g)
- h=Porcentaje de humedad de la muestra.

c) Grasas AOAC 960.39.1990: La grasa se extrae de la muestra desecada por medio del éter etílico. El solvente se elimina por evaporadores, luego se saca el residuo y finalmente se determina la masa.

$$G = \frac{(P_2 - P_1)}{m} \times 100$$

- G = Porcentaje de grasa
- P1 =Masa (g) del matraz del equipo Soxhlet previamente desecado.
- P2 =Masa (g) del matraz del equipo Soxhlet más la grasa obtenida (g)
- m = Masa de la muestra.

d) Proteínas AOAC 960.52: Método de microkjeldahl. Mediante el uso de microkjeldahl considerado como factor de conversión de nitrógeno a proteínas.

$$P = \frac{G * 0,0014 * 100 * F}{m}$$

- P = Porcentaje de proteínas
- G = Volumen gastado de HCL 0,1N
- F = Factor de conversión 5,70
- m = 0,1 g de muestra.

e) Fibra: Método AOAC 7.073 1984: Después de lavar el filtrado de la muestra con agua destilada caliente cada digestión, una con H₂SO₄ y la otra con NaOH, se lava el residuo con etanol caliente, del cual se obtienen: humedad y cenizas y el resultado es la diferencia de masas.

$$F = \frac{(m_1 - m_2)}{m} \times 100$$

- F = Porcentaje de fibra bruta
- M1= Peso crisol después de la estufa
- M2= Peso crisol después de la mufla,
- m = Peso de la muestra.

f) Carbohidratos: Método AOAC 986.25:1990: Después de determinar la grasa, ceniza y proteína cruda, los carbohidratos se determinan por la diferencia del contenido total de sólidos.

$$CA = 100 - H - P - G - C$$

- H= Porcentaje de humedad
- P= Porcentaje de proteínas
- G= Porcentaje de grasas
- C= Porcentaje de ceniza.

g) Acidez titulable: La acidez de la fruta se obtiene usando el método 942.15 (37.1.37) del AOAC (1996), el método se basa en la titulación de una muestra, con solución de NaOH 0,1 N, hasta el vire de fenolftaleína como indicador ácido-base y/o un valor de pH de 8,0 + 0,2. El resultado de la titulación se expresa como kg de ácido málico / kg de muestra.

h) Cuantificación de antocianinas totales por pH diferencial. El método se fundamenta en la cualidad de los compuestos antociánicos de adoptar diferentes coloraciones y estructuras a determinados pH, siendo la concentración de antocianinas totales proporcional a la diferencia entre las absorbancias a pH 1 y pH 4,5.

$$\Delta A = (A_{510} - A_{700})_{pH=1} - (A_{510} - A_{700})_{pH=4,5}$$

$$AT = \frac{\Delta A * PM * FD * 1000}{\epsilon * L}$$

Dónde:

AT: Antocianinas totales (mg/L)

AA: Cambio en la absorbancia

PM: Masa molecular para cianidina-3-glucósido. 449.2 g/mol

FD: Factor de dilución

ϵ : Coeficiente de extinción molar para cianidina-3-glucósido. 26900

L: Longitud de paso de celda. 1cm

i) Determinación de polifenoles: método 952.03 descrito por la AOAC (Association Of Analytical Chemists, 2000) basado en la cuantificación espectrofotométrica de polifenoles totales de la muestra, utilizando una curva de calibración de ácido gálico usado como referencia.

Se hará una disolución de ácido gálico de 100 mg/L (disolución concentrada o madre), a partir de esta disolución se prepararán 10 mL de disoluciones diluidas de concentraciones crecientes de ácido gálico entre 0 y 16 ppm, según se detalla en la tabla. Para ello se procederá de la siguiente manera:

1. Preparar los tubos de ensayo numerados.
2. Añadir a cada tubo la cantidad correspondiente de agua destilada (tabla 2).
3. Añadir a cada tubo la cantidad correspondiente de ácido gálico (tabla 2).
4. Agitar en vortex y mantener en oscuridad y en refrigeración

Tabla 2. Preparación de la curva patrón de ácido gálico a partir de una disolución concentrada de 100 mg/L.

Reactivos	Concentración (mg/L) de la curva patrón de ácido gálico								
	0	2	4	6	8	10	12	14	16
Ácido gálico (mL)	0	0,2	0,4	0,6	0,8	1	1,2	1,4	1,6
Agua (mL)	10	9,8	9,6	9,4	9,2	9	8,8	8,6	8,4

Anexo 17. Norma técnica ecuatoriana para medir el volumen de co2 en gaseosas industriales

Republic of Ecuador

👉 EDICT OF GOVERNMENT 👈

In order to promote public education and public safety, equal justice for all, a better informed citizenry, the rule of law, world trade and world peace, this legal document is hereby made available on a noncommercial basis, as it is the right of all humans to know and speak the laws that govern them.



NTE INEN 1082 (1984) (Spanish): Bebidas gaseosas. Determinación del gas carbónico

BLANK PAGE



Norma Técnica Ecuatoriana	BEBIDAS GASEOSAS. DETERMINACIÓN DEL GAS CARBONICO	INEN 1 082 1983-12
<p style="text-align: center;">1. OBJETO</p> <p>1.1 Esta norma establece el método para determinar el volumen de gas carbónico (anhídrido carbónico) en bebidas gaseosas.</p> <p style="text-align: center;">2. RESUMEN</p> <p>2.1 Determinar los volúmenes de gas carbónico disueltos en un volumen de bebida, en función de la presión y la temperatura.</p> <p style="text-align: center;">3. INSTRUMENTAL</p> <p>3.1 <i>Medidor de volumen de gas carbónico</i>; manómetro de calibración certificada.</p> <p>3.2 <i>Termómetro</i>, graduado en 0,1°C.</p> <p>3.3 <i>Protector del envase</i>.</p> <p style="text-align: center;">4. PROCEDIMIENTO</p> <p>4.1 La determinación debe efectuarse sobre dos unidades de muestreo pertenecientes a la misma muestra.</p> <p>4.2 Cubrir el envase, a fin de proteger al operador.</p> <p>4.3 Acoplar convenientemente el medidor sobre la tapa del envase y cerrar la válvula de escape.</p> <p>4.4 Perforar la tapa mediante el vástago del aparato y abrir momentáneamente la válvula de escape, para que la aguja del manómetro caiga a cero; cerrar inmediatamente la válvula.</p> <p>4.5 Agitar fuertemente el envase, hasta alcanzar la presión máxima en el manómetro y anotar el valor correspondiente; abrir la válvula de escape para eliminar la presión interna.</p> <p>4.6 Retirar el manómetro y destapar el envase; inmediatamente introducir el termómetro y determinar la temperatura de la muestra.</p> <p>4.7 Establecer el volumen de gas carbónico existente en la muestra utilizando la tabla 1 (ver Anexo A), en base a los valores de presión y temperatura.</p> <p style="text-align: right;"><i>(Continúa)</i></p>		

4.7.1 La Tabla 1 indica los volúmenes de gas carbónico disueltos en un volumen de bebida a la presión y temperatura indicadas.

5. ERRORES DE METODO

5.1 La diferencia entre los resultados de una determinación efectuada por duplicado no debe exceder de 0,1 volumen de gas carbónico; en caso contrario, debe repetirse la determinación.

6. INFORME DE RESULTADOS

6.1 Como resultado final, debe reportarse la media aritmética de los resultados de la determinación.

6.2 En el informe de resultados deben indicarse la identificación del método usado INEN 1 082 y el resultado obtenido; debe mencionarse, además, cualquier condición no especificada en esta norma, o considerada como opcional, así como cualquier circunstancia que pueda haber influido sobre el resultado.

6.3 Deben incluirse todos los detalles para la completa identificación de la muestra.

(Continua)

ANEXO A

TABLA 1. Volumen de gas carbónico disuelto en un volumen de Bebida a la temperatura y presión indicada

2,0 2,1 2,2 2,3 2,4	2,5 2,6 2,7 2,8 2,9	3,0 3,1 3,2 3,3 3,4	3,5 3,6 3,7 3,8 3,9	4,0 4,1 4,2 4,3 4,4	4,5°
2,0 2,1 2,2 2,3 2,4	2,5 2,6 2,7 2,8 2,9	3,0 3,0 3,1 3,2 3,3	3,4 3,5 3,6 3,7 3,8	3,9 4,0 4,1 4,2 4,3	5,0
1,9 2,0 2,1 2,2 2,3	2,4 2,5 2,6 2,7 2,8	2,9 3,0 3,1 3,2 3,3	3,4 3,5 3,6 3,7 3,8	3,9 4,0 4,1 4,2 4,3	5,6
1,9 2,0 2,1 2,2 2,3	2,4 2,5 2,6 2,7 2,8	2,9 2,9 3,0 3,1 3,2	3,3 3,4 3,5 3,6 3,7	3,8 3,9 4,0 4,1 4,2	6,1
1,9 2,0 2,0 2,1 2,2	2,3 2,4 2,5 2,6 2,7	2,8 2,9 3,0 3,1 3,2	3,3 3,4 3,5 3,6 3,6	3,7 3,8 3,9 4,0 4,1	6,7
1,8 1,9 2,0 2,1 2,2	2,3 2,4 2,5 2,6 2,7	2,8 2,8 2,9 3,0 3,1	3,2 3,3 3,4 3,5 3,6	3,7 3,8 3,9 4,0 4,0	7,2
1,8 1,9 2,0 2,1 2,2	2,2 2,3 2,4 2,5 2,6	2,7 2,8 2,9 3,0 3,1	3,2 3,2 3,3 3,4 3,5	3,6 3,7 3,8 3,9 4,0	7,8
1,8 1,9 1,9 2,0 2,1	2,2 2,3 2,4 2,5 2,6	2,7 2,8 2,8 2,9 3,0	3,1 3,2 3,3 3,4 3,5	3,6 3,6 3,7 3,8 3,9	8,3
1,7 1,8 1,9 2,0 2,1	2,2 2,3 2,4 2,4 2,5	2,6 2,7 2,8 2,9 3,0	3,1 3,1 3,2 3,3 3,4	3,5 3,6 3,7 3,8 3,8	8,9
1,7 1,8 1,9 2,0 2,1	2,1 2,2 2,3 2,4 2,5	2,6 2,7 2,8 2,8 2,9	3,0 3,1 3,2 3,3 3,4	3,4 3,5 3,6 3,7 3,8	9,4
1,7 1,8 1,8 1,9 2,0	2,1 2,2 2,3 2,4 2,4	2,5 2,6 2,7 2,8 2,9	3,0 3,0 3,1 3,2 3,3	3,4 3,5 3,6 3,6 3,7	10,0
1,6 1,7 1,8 1,9 2,0	2,1 2,2 2,2 2,3 2,4	2,5 2,6 2,7 2,7 2,8	2,9 3,0 3,1 3,2 3,2	3,3 3,4 3,5 3,6 3,7	10,6
1,6 1,7 1,8 1,9 2,0	2,0 2,1 2,2 2,3 2,4	2,4 2,5 2,6 2,7 2,8	2,9 3,0 3,0 3,1 3,2	3,3 3,4 3,4 3,5 3,6	11,1
1,6 1,7 1,8 1,8 1,9	2,0 2,1 2,2 2,3 2,3	2,4 2,5 2,6 2,7 2,7	2,8 2,9 3,0 3,1 3,1	3,2 3,3 3,4 3,5 3,6	11,7
1,6 1,7 1,7 1,8 1,9	2,0 2,1 2,1 2,2 2,3	2,4 2,5 2,5 2,6 2,7	2,8 2,9 2,9 3,0 3,1	3,2 3,3 3,3 3,4 3,5	12,2
1,5 1,6 1,7 1,8 1,9	1,9 2,0 2,1 2,2 2,3	2,3 2,4 2,5 2,6 2,7	2,7 2,8 2,9 3,0 3,1	3,1 3,2 3,3 3,4 3,4	12,8
1,5 1,6 1,7 1,8 1,8	1,9 2,0 2,1 2,2 2,2	2,3 2,4 2,5 2,5 2,6	2,7 2,8 2,8 2,9 3,0	3,1 3,2 3,2 3,3 3,4	13,3
1,5 1,6 1,7 1,7 1,8	1,9 2,0 2,0 2,1 2,2	2,3 2,3 2,4 2,5 2,6	2,7 2,7 2,8 2,9 3,0	3,0 3,1 3,2 3,3 3,3	13,9
1,5 1,6 1,6 1,7 1,8	1,9 1,9 2,0 2,1 2,2	2,2 2,3 2,4 2,5 2,5	2,6 2,7 2,8 2,8 2,9	3,0 3,1 3,1 3,2 3,3	14,4
1,5 1,5 1,6 1,7 1,8	1,8 1,9 2,0 2,1 2,1	2,2 2,3 2,4 2,4 2,5	2,6 2,7 2,7 2,8 2,9	3,0 3,0 3,1 3,2 3,2	15,0
1,5 1,6 1,7 1,7	1,8 1,9 1,9 2,0 2,1	2,2 2,2 2,3 2,4 2,5	2,5 2,6 2,7 2,8 2,8	2,9 3,0 3,1 3,1 3,2	15,6
1,5 1,6 1,6 1,7	1,8 1,8 1,9 2,0 2,1	2,1 2,2 2,3 2,4 2,4	2,5 2,6 2,6 2,7 2,8	2,9 2,9 3,0 3,1 3,2	16,1
1,5 1,6 1,7	1,7 1,8 1,9 2,0 2,0	2,1 2,2 2,3 2,3 2,4	2,5 2,5 2,6 2,7 2,8	2,8 2,9 3,0 3,0 3,1	16,7
1,5 1,6 1,7	1,7 1,8 1,9 1,9 2,0	2,1 2,1 2,2 2,3 2,4	2,4 2,5 2,6 2,6 2,7	2,8 2,9 2,9 3,0 3,1	17,2
1,5 1,6 1,6	1,7 1,8 1,8 1,9 2,0	2,0 2,1 2,2 2,3 2,3	2,4 2,5 2,5 2,6 2,7	2,7 2,8 2,9 3,0 3,0	17,8
1,5 1,6 1,6	1,7 1,7 1,8 1,9 1,9	2,0 2,1 2,2 2,2 2,3	2,4 2,4 2,5 2,6 2,6	2,7 2,8 2,8 2,9 3,0	18,3
1,5 1,6	1,6 1,7 1,8 1,8 1,9	2,0 2,1 2,1 2,2 2,3	2,3 2,4 2,5 2,5 2,6	2,7 2,7 2,8 2,9 2,9	18,9
1,5 1,6	1,6 1,7 1,8 1,8 1,9	2,0 2,0 2,1 2,2 2,2	2,3 2,4 2,4 2,5 2,6	2,6 2,7 2,8 2,8 2,9	19,4
1,5 1,5	1,6 1,7 1,7 1,8 1,9	1,9 2,0 2,1 2,1 2,2	2,3 2,3 2,4 2,5 2,5	2,6 2,7 2,7 2,8 2,9	20,0
1,5	1,6 1,6 1,7 1,8 1,8	1,9 2,0 2,0 2,1 2,2	2,2 2,3 2,4 2,4 2,5	2,6 2,6 2,7 2,8 2,8	20,6
1,5	1,6 1,6 1,7 1,7 1,8	1,9 1,9 2,0 2,1 2,1	2,2 2,3 2,3 2,4 2,5	2,5 2,6 2,7 2,7 2,8	21,1
1,5	1,5 1,6 1,7 1,7 1,8	1,9 1,9 2,0 2,0 2,1	2,2 2,2 2,3 2,4 2,4	2,5 2,6 2,6 2,7 2,7	21,7
	1,5 1,6 1,6 1,7 1,8	1,8 1,9 2,0 2,0 2,1	2,1 2,2 2,3 2,3 2,4	2,5 2,5 2,6 2,6 2,7	22,2
	1,5 1,6 1,6 1,7 1,7	1,8 1,9 1,9 2,0 2,1	2,1 2,2 2,2 2,3 2,4	2,4 2,5 2,6 2,6 2,7	22,8
	1,5 1,5 1,6 1,7 1,7	1,8 1,8 1,9 2,0 2,0	2,1 2,1 2,2 2,3 2,3	2,4 2,5 2,5 2,6 2,6	23,3
	1,5 1,6 1,6 1,7	1,8 1,8 1,9 1,9 2,0	2,1 2,1 2,2 2,2 2,3	2,4 2,4 2,5 2,5 2,6	23,9
	1,5 1,5 1,6 1,7	1,7 1,8 1,9 1,9 2,0	2,0 2,1 2,2 2,2 2,3	2,3 2,4 2,5 2,5 2,6	24,4
	1,5 1,6 1,6	1,7 1,8 1,8 1,9 2,0	2,0 2,1 2,1 2,2 2,2	2,3 2,4 2,4 2,5 2,5	25,0
	1,5 1,6 1,6	1,7 1,7 1,8 1,9 1,9	2,0 2,0 2,1 2,2 2,2	2,3 2,3 2,4 2,4 2,5	25,6
	1,5 1,6 1,6	1,7 1,7 1,8 1,8 1,9	2,0 2,0 2,1 2,1 2,2	2,2 2,3 2,4 2,4 2,5	26,1
	1,5 1,6	1,6 1,7 1,8 1,8 1,9	1,9 2,0 2,0 2,1 2,2	2,2 2,3 2,3 2,4 2,4	26,7
	1,5 1,5	1,6 1,7 1,7 1,8 1,8	1,9 2,0 2,0 2,1 2,1	2,2 2,3 2,3 2,4 2,4	27,2
	1,5	1,6 1,7 1,7 1,8 1,8	1,9 1,9 2,0 2,0 2,1	2,2 2,2 2,3 2,3 2,4	27,8
	1,5	1,6 1,6 1,7 1,7 1,8	1,9 1,9 2,0 2,0 2,1	2,1 2,2 2,2 2,3 2,4	28,3
	1,5	1,6 1,6 1,7 1,7 1,8	1,8 1,9 1,9 2,0 2,0	2,1 2,2 2,2 2,3 2,3	28,9
		1,5 1,6 1,6 1,7 1,8	1,8 1,9 1,9 2,0 2,0	2,1 2,1 2,2 2,2 2,3	29,4
		1,5 1,6 1,6 1,7 1,7	1,8 1,8 1,9 1,9 2,0	2,1 2,1 2,2 2,2 2,3	30,0
		1,5 1,6 1,6 1,7 1,7	1,8 1,8 1,9 1,9 2,0	2,0 2,1 2,1 2,2 2,2	30,6
		1,5 1,6 1,6 1,7	1,7 1,8 1,8 1,9 1,9	2,0 2,1 2,1 2,2 2,2	31,1
		1,5 1,6 1,6 1,7	1,7 1,8 1,8 1,9 1,9	2,0 2,0 2,1 2,1 2,2	31,7
		1,5 1,5 1,6 1,7	1,7 1,7 1,8 1,9 1,9	2,0 2,0 2,1 2,1 2,2	32,2
0,042 0,049 0,056 0,063 0,070	0,77 0,064 0,091, 0,098, 0,105	0,112 0,120 0,127 0,134 0,141	0,148 0,155, 0,162 0,169 0,176	0,183 0,190 0,197 0,204 0,211	

PRESION MANOMETRICA EN MEGA PASCALES

Continuación de la tabla 1.

4,5 4,6 4,7 4,8 4,9	5,0 5,1 5,2 5,3 5,4	5,5 5,6 5,7 5,8 5,9	6,0		4,5°
4,4 4,5 4,6 4,7 4,8	4,9 5,0 5,1 5,2 5,3	5,4 5,5 5,6 5,7 5,8	5,9 6,0		5,0
4,4 4,5 4,6 4,6 4,7	4,8 4,9 5,0 5,1 5,2	5,3 5,4 5,5 5,6 5,7	5,8 5,9 6,0		5,6
4,3 4,4 4,5 4,6 4,7	4,8 4,9 5,0 5,0 5,1	5,2 5,3 5,4 5,5 5,6	5,7 5,8 5,9 6,0		6,1
4,2 4,3 4,4 4,5 4,6	4,7 4,8 4,9 5,0 5,1	5,1 5,2 5,3 5,4 5,5	5,6 5,7 5,8 5,9 6,0		6,7
4,1 4,2 4,3 4,4 4,5	4,6 4,7 4,8 4,9 5,0	5,1 5,2 5,2 5,3 5,4	5,5 5,6 5,7 5,8 5,9	6,0	7,2
4,1 4,2 4,2 5,3 4,4	4,5 4,6 4,7 4,8 4,9	5,0 5,1 5,2 5,2 5,3	5,4 5,5 5,6 5,7 5,8	5,9 6,0	7,8
4,0 4,1 4,2 4,3 4,4	4,4 4,5 4,6 4,7 4,8	4,9 5,0 5,1 5,2 5,2	5,3 5,4 5,5 5,6 5,7	5,8 5,9 6,0	8,3
3,9 4,0 4,1 4,2 4,3	4,4 4,5 4,6 4,6 4,7	4,8 4,9 5,0 5,1 5,2	5,2 5,3 5,4 5,5 5,6	5,7 5,8 5,9 5,9 6,0	8,9
3,9 4,0 4,0 4,1 4,2	4,3 4,4 4,5 4,6 4,6	4,7 4,8 4,9 5,0 5,1	5,2 5,3 5,3 5,4 5,5	5,6 5,7 5,8 5,9 5,9	9,4
3,8 3,9 4,0 4,1 4,1	4,2 4,3 4,4 4,5 4,6	4,7 4,7 4,8 4,9 5,0	5,1 5,2 5,3 5,3 5,4	5,5 5,6 5,7 5,8 5,8	10,0
3,8 3,8 3,9 4,0 4,1	4,2 4,3 4,3 4,4 4,5	4,6 4,7 4,8 4,8 4,9	5,0 5,1 5,2 5,3 5,3	5,4 5,5 5,6 5,7 5,8	10,6
3,7 3,8 3,9 3,9 4,0	4,1 4,2 4,3 4,4 4,4	4,5 4,6 4,7 4,8 4,8	4,9 5,0 5,1 5,2 5,3	5,3 5,4 5,5 5,6 5,7	11,1
3,6 3,7 3,8 3,9 4,0	4,0 4,1 4,2 4,3 4,4	4,4 4,5 4,6 4,7 4,8	4,8 4,9 5,0 5,1 5,2	5,3 5,3 5,4 5,5 5,6	11,7
3,6 3,7 3,7 3,8 3,9	4,0 4,1 4,1 4,2 4,3	4,4 4,5 4,5 4,6 4,7	4,8 4,9 4,9 5,0 5,1	5,2 5,3 5,3 5,4 5,5	12,2
3,5 3,6 3,7 3,8 3,8	3,9 4,0 4,1 4,2 4,2	4,3 4,4 4,5 4,6 4,6	4,7 4,8 4,9 4,9 5,0	5,1 5,2 5,3 5,3 5,4	12,8
3,5 3,6 3,6 3,7 3,8	3,9 3,9 4,0 4,1 4,2	4,2 4,3 4,4 4,5 4,6	4,6 4,7 4,8 4,9 4,9	5,0 5,1 5,2 5,3 5,3	13,3
3,4 3,5 3,6 3,7 3,7	3,8 3,9 4,0 4,0 4,1	4,2 4,3 4,3 4,4 4,5	4,6 4,6 4,7 4,8 4,9	5,0 5,0 5,1 5,2 5,3	13,9
3,4 3,4 3,5 3,6 3,7	3,8 3,8 3,9 4,0 4,1	4,1 4,2 4,3 4,4 4,4	4,5 4,6 4,7 4,7 4,8	4,9 5,0 5,0 5,1 5,2	14,4
3,3 3,4 3,5 3,5 3,6	3,7 3,8 3,8 3,9 4,0	4,1 4,1 4,2 4,3 4,4	4,4 4,5 4,6 4,7 4,7	4,8 4,9 5,0 5,0 5,1	15,0
3,3 3,3 3,4 3,5 3,6	3,6 3,7 3,8 3,9 3,9	4,0 4,1 4,2 4,2 4,3	4,4 4,4 4,5 4,6 4,7	4,7 4,8 4,9 5,0 5,0	15,6
3,2 3,3 3,4 3,4 3,5	3,6 3,7 3,7 3,8 3,9	4,0 4,0 4,1 4,2 4,2	4,3 4,4 4,5 4,5 4,6	4,7 4,7 4,8 4,9 5,0	16,1
3,2 3,3 3,3 3,4 3,5	3,5 3,6 3,7 3,8 3,8	3,9 4,0 4,0 4,1 4,2	4,2 4,3 4,4 4,5 4,5	4,6 4,7 4,7 4,8 4,9	16,7
3,1 3,2 3,3 3,3 3,4	3,5 3,6 3,6 3,7 3,8	3,8 3,9 4,0 4,0 4,1	4,2 4,3 4,3 4,4 4,5	4,5 4,6 4,7 4,8 4,8	17,2
3,1 3,2 3,2 3,3 3,4	3,4 3,5 3,6 3,6 3,7	3,8 3,9 3,9 4,0 4,1	4,1 4,2 4,3 4,3 4,4	4,5 4,6 4,6 4,7 4,8	17,8
3,0 3,1 3,2 3,3 3,3	3,4 3,5 3,5 3,6 3,7	3,7 3,8 3,9 3,9 4,0	4,1 4,1 4,2 4,3 4,4	4,4 4,5 4,6 4,6 4,7	18,3
3,0 3,1 3,1 3,2 3,3	3,3 3,4 3,5 3,5 3,6	3,7 3,8 3,8 3,9 4,0	4,0 4,1 4,2 4,2 4,3	4,4 4,4 4,5 4,6 4,6	18,9
3,0 3,0 3,1 3,2 3,2	3,3 3,4 3,4 3,5 3,6	3,6 3,7 3,8 3,8 3,9	4,0 4,0 4,1 4,2 4,2	4,3 4,4 4,4 4,5 4,6	19,4
2,9 3,0 3,1 3,1 3,2	3,3 3,3 3,4 3,5 3,5	3,6 3,7 3,7 3,8 3,8	3,9 4,0 4,0 4,1 4,2	4,2 4,3 4,4 4,4 4,5	20,0
2,9 3,0 3,0 3,1 3,1	3,2 3,3 3,3 3,4 3,5	3,5 3,6 3,7 3,7 3,8	3,9 3,9 4,0 4,1 4,1	4,2 4,3 4,3 4,4 4,4	20,6
2,8 2,9 3,0 3,0 3,1	3,2 3,2 3,3 3,4 3,4	3,5 3,6 3,6 3,7 3,7	3,8 3,9 3,9 4,0 4,1	4,1 4,2 4,3 4,3 4,4	21,1
2,8 2,9 2,9 3,0 3,1	3,1 3,2 3,3 3,3 3,4	3,4 3,5 3,6 3,6 3,7	3,8 3,8 3,9 4,0 4,0	4,1 4,1 4,2 4,3 4,3	21,7
2,8 2,8 2,9 3,0 3,0	3,1 3,1 3,2 3,3 3,3	3,4 3,5 3,5 3,6 3,6	3,7 3,8 3,8 3,9 4,0	4,0 4,1 4,2 4,2 4,3	22,2
2,7 2,8 2,9 2,9 3,0	3,0 3,1 3,2 3,2 3,3	3,4 3,4 3,5 3,5 3,6	3,7 3,7 3,8 3,9 3,9	4,0 4,0 4,1 4,2 4,2	22,8
2,7 2,8 2,8 2,9 2,9	3,0 3,1 3,1 3,2 3,3	3,3 3,4 3,4 3,5 3,6	3,6 3,7 3,7 3,8 3,9	3,9 4,0 4,0 4,1 4,2	23,3
2,7 2,7 2,8 2,8 2,9	3,0 3,0 3,1 3,2 3,2	3,3 3,3 3,4 3,5 3,5	3,6 3,6 3,7 3,8 3,8	3,9 3,9 4,0 4,1 4,1	23,9
2,6 2,7 2,8 2,8 2,9	2,9 3,0 3,1 3,1 3,2	3,2 3,3 3,4 3,4 3,5	3,5 3,6 3,6 3,7 3,8	3,8 3,9 3,9 4,0 4,1	24,4
2,6 2,7 2,7 2,8 2,8	2,9 3,0 3,0 3,1 3,1	3,2 3,2 3,3 3,4 3,4	3,5 3,5 3,6 3,7 3,7	3,8 3,8 3,9 4,0 4,0	25,0
2,6 2,6 2,7 2,7 2,8	2,9 2,9 3,0 3,0 3,1	3,1 3,2 3,3 3,3 3,4	3,4 3,5 3,6 3,6 3,7	3,7 3,8 3,9 3,9 4,0	25,6
2,5 2,6 2,7 2,7 2,8	2,8 2,9 2,9 3,0 3,1	3,1 3,2 3,2 3,3 3,3	3,4 3,5 3,5 3,6 3,6	3,7 3,7 3,8 3,9 3,9	26,1
2,5 2,6 2,6 2,7 2,7	2,8 2,8 2,9 3,0 3,0	3,1 3,1 3,2 3,2 3,3	3,4 3,4 3,5 3,5 3,6	3,6 3,7 3,8 3,8 3,9	26,7
2,5 2,5 2,6 2,6 2,7	2,8 2,8 2,9 2,9 3,0	3,0 3,1 3,1 3,2 3,3	3,3 3,4 3,4 3,5 3,5	3,6 3,7 3,7 3,8 3,8	27,2
2,4 2,5 2,6 2,6 2,7	2,7 2,8 2,8 2,9 2,9	3,0 3,1 3,1 3,2 3,2	3,3 3,3 3,4 3,4 3,5	3,6 3,6 3,7 3,7 3,8	27,8
2,4 2,5 2,5 2,6 2,6	2,7 2,7 2,8 2,8 2,9	3,0 3,0 3,1 3,1 3,2	3,2 3,3 3,3 3,4 3,5	3,5 3,6 3,6 3,7 3,7	28,3
2,4 2,4 2,5 2,5 2,6	2,7 2,7 2,8 2,8 2,9	2,9 3,0 3,0 3,1 3,1	3,2 3,3 3,3 3,4 3,4	3,5 3,5 3,6 3,6 3,7	28,9
2,3 2,4 2,5 2,5 2,6	2,6 2,7 2,7 2,8 2,8	2,9 2,9 3,0 3,1 3,1	3,2 3,2 3,3 3,3 3,4	3,4 3,5 3,5 3,6 3,6	29,4
2,3 2,4 2,4 2,5 2,5	2,6 2,6 2,7 2,7 2,8	2,9 2,9 3,0 3,0 3,1	3,1 3,2 3,2 3,3 3,3	3,4 3,4 3,5 3,5 3,6	30,0
2,3 2,3 2,4 2,4 2,5	2,6 2,6 2,7 2,7 2,8	2,8 2,9 2,9 3,0 3,0	3,1 3,1 3,2 3,2 3,3	3,3 3,4 3,5 3,5 3,6	30,6
2,3 2,3 2,4 2,4 2,5	2,5 2,6 2,6 2,7 2,7	2,8 2,8 2,9 2,9 3,0	3,0 3,1 3,2 3,2 3,3	3,3 3,4 3,4 3,5 3,5	31,1
2,2 2,3 2,3 2,4 2,4	2,5 2,5 2,6 2,7 2,7	2,8 2,8 2,9 2,9 3,0	3,0 3,1 3,1 3,2 3,2	3,3 3,3 3,4 3,4 3,5	31,7
2,2 2,3 2,3 2,4 2,4	2,5 2,5 2,6 2,6 2,7	2,7 2,8 2,8 2,9 2,9	3,0 3,0 3,1 3,1 3,2	3,2 3,3 3,3 3,4 3,4	32,2
0,218 0,225 0,232 0,239 0,246	0,253 0,260 0,267 0,274 0,281	0,288 0,295 0,302 0,309 0,316	0,323 0,330 0,337 0,344 0,352	0,359 0,366 0,373 0,380 0,387	

PRESION MANOMETRICA EN MEGA PASCALES

TEMPERATURA DEL LIQUIDO EN GRADOS CENTIGRADOS

Continuación de la Tabla 1.

6,0 5,9 6,0					4,5° 5,0 5,6 6,1 6,7 7,2
5,8 5,9 6,0 5,8 5,8 5,9 6,0 5,7 5,7 5,8 5,9 6,0 5,6 5,6 5,7 5,8 5,9 5,5 5,6 5,6 5,7 5,8					7,8 8,3 8,9 9,4 10,0
5,4 5,5 5,6 5,6 5,7 5,3 5,4 5,5 5,6 5,6 5,3 5,3 5,4 5,5 5,6 5,2 5,3 5,3 5,4 5,5 5,1 5,2 5,2 5,3 5,4	6,0 5,9 6,0				10,6 11,1 11,7 12,2 12,8
5,0 5,1 5,2 5,2 5,3 5,0 5,0 5,1 5,2 5,2 4,9 5,0 5,0 5,1 5,2 4,8 4,9 5,0 5,0 5,1 4,8 4,8 4,9 4,0 5,0	5,8 5,5 5,9 6,0 5,7 5,8 5,9 5,9 6,0 5,6 5,7 5,8 5,9 5,9 5,5 5,6 5,7 5,8 5,8 5,5 5,5 5,6 5,7 5,8	6,0 5,9 6,0			13,3 13,9 14,4 15,0 15,6
5,0 5,1 5,2 5,2 5,3 5,0 5,0 5,1 5,2 5,2 4,9 5,0 5,0 5,1 5,2 4,8 4,9 5,0 5,0 5,1 4,8 4,8 4,9 5,0 5,0	5,4 5,5 5,5 5,6 5,7 5,3 5,4 5,5 5,5 5,6 5,2 5,3 5,4 5,5 5,5 5,2 5,2 5,3 5,4 5,4 5,1 5,2 5,2 5,3 5,4	5,8 5,8 5,9 6,0 5,7 5,7 5,8 5,9 6,0 5,6 5,7 5,7 5,8 5,9 5,5 5,6 5,7 5,7 5,8 5,4 5,5 5,6 5,6 5,7			16,1 16,7 17,2 17,8 18,3
4,7 4,8 4,8 4,9 5,0 4,6 4,7 4,8 4,8 4,9 4,6 4,6 4,7 4,8 4,8 4,5 4,6 4,6 4,7 4,8 4,5 4,5 4,6 4,6 4,7	5,0 5,1 5,2 5,2 5,3 5,0 5,0 5,1 5,2 5,2 4,9 5,0 5,0 5,1 5,2 4,8 4,9 5,0 5,0 5,1 4,8 4,8 4,9 5,0 5,0	5,4 5,4 5,5 5,6 5,6 5,3 5,4 5,4 5,5 5,6 5,2 5,3 5,4 5,4 5,5 5,2 5,2 5,3 5,4 5,4 5,1 5,2 5,2 5,3 5,3	6,0 5,9 5,9 6,0 5,8 5,9 5,9 6,0 5,7 5,8 5,9 5,9 6,0		18,9 19,4 20,0 20,6 21,1
4,4 4,5 4,5 4,6 4,7 4,3 4,4 4,5 4,5 4,6 4,3 4,3 4,4 4,5 4,5 4,2 4,3 4,4 4,4 4,5 4,2 4,2 4,3 4,4 4,4	4,7 4,8 4,8 4,9 5,0 4,7 4,7 4,8 4,8 4,9 4,6 4,7 4,7 4,8 4,8 4,5 4,6 4,7 4,7 4,8 4,5 4,5 4,6 4,7 4,7	5,3 5,4 5,5 5,5 5,6 5,3 5,3 5,4 5,5 5,6 5,2 5,3 5,3 5,4 5,4 5,1 5,2 5,3 5,3 5,4 5,1 5,1 5,2 5,3 5,3	5,7 5,7 5,8 5,8 5,9 5,6 5,6 5,7 5,8 5,8 5,5 5,6 5,6 5,7 5,8 5,4 5,5 5,6 5,6 5,7 5,4 5,4 5,5 5,6 5,6	6,0 5,9 6,0 5,8 5,9 5,9 6,0 5,7 5,8 5,9 5,9	21,7 22,2 22,8 23,3 23,9
4,1 4,2 4,2 4,3 4,4 4,1 4,1 4,2 4,3 4,3 4,0 4,1 4,1 4,2 4,3 4,0 4,0 4,1 4,2 4,2 3,9 4,0 4,0 4,1 4,2	4,4 4,5 4,5 4,6 4,7 4,4 4,4 4,5 4,5 4,6 4,3 4,4 4,4 4,5 4,6 4,3 4,3 4,4 4,4 4,5 4,2 4,3 4,3 4,4 4,4	5,0 5,1 5,1 5,2 5,3 5,0 5,0 5,1 5,1 5,2 4,9 5,0 5,0 5,1 5,1 4,8 4,9 5,0 5,0 5,1 4,8 4,8 4,9 4,9 5,0	5,3 5,4 5,4 5,5 5,5 5,2 5,3 5,4 5,4 5,5 5,2 5,2 5,3 5,4 5,4 5,1 5,2 5,2 5,3 5,4 5,1 5,1 5,2 5,2 5,3	5,6 5,7 5,7 5,8 5,8 5,5 5,6 5,6 5,7 5,8 5,4 5,5 5,6 5,6 5,7 5,4 5,5 5,5 5,6 5,6 5,3 5,4 5,5 5,5 5,6	24,4 25,0 25,6 26,1 26,7
3,9 3,9 4,0 4,1 4,1 3,8 3,9 3,9 4,0 4,1 3,8 3,8 3,9 4,0 4,0 3,7 3,8 3,9 3,9 4,0 3,7 3,8 3,8 3,9 3,9	4,2 4,2 4,3 4,3 4,4 4,1 4,2 4,2 4,3 4,3 4,1 4,1 4,2 4,2 4,3 4,0 4,1 4,1 4,2 4,2 4,0 4,0 4,1 4,1 4,4	4,7 4,8 4,8 4,9 4,9 4,7 4,7 4,8 4,8 4,9 4,6 4,7 4,8 4,8 4,8 4,6 4,6 4,7 4,7 4,8 4,5 4,6 4,6 4,7 4,7	5,0 5,1 5,1 5,2 5,2 4,9 5,0 5,1 5,1 5,2 4,9 4,9 5,0 5,0 5,1 4,8 4,9 4,9 5,0 5,0 4,8 4,8 4,9 4,9 5,0	5,3 5,3 5,4 5,4 5,5 5,2 5,3 5,3 5,4 5,4 5,2 5,2 5,3 5,3 5,4 5,1 5,2 5,2 5,3 5,3 5,0 5,1 5,2 5,2 5,3	27,2 27,8 28,3 28,9 29,4
3,7 3,7 3,8 3,8 3,9 3,6 3,7 3,7 3,8 3,8 3,6 3,6 3,7 3,7 3,8 3,5 3,6 3,6 3,7 3,7 3,5 3,5 3,6 3,6 3,7	3,9 4,0 4,0 4,1 4,1 3,9 3,9 4,0 4,0 4,1 3,8 3,9 3,9 4,0 4,0 3,8 3,8 3,9 3,9 4,0 3,7 3,8 3,8 3,9 3,9	4,5 4,5 4,6 4,6 4,7 4,4 4,5 4,5 4,6 4,6 4,4 4,4 4,5 4,5 4,6 4,3 4,4 4,4 4,5 4,5 4,3 4,3 4,4 4,4 4,5	4,7 4,8 4,8 4,9 4,9 4,7 4,7 4,8 4,8 4,9 4,6 4,7 4,7 4,8 4,8 4,6 4,6 4,7 4,7 4,8 4,5 4,6 4,6 4,7 4,7	5,0 5,0 5,1 5,1 5,2 4,9 5,0 5,0 5,1 5,1 4,9 4,9 5,0 5,0 5,1 4,8 4,9 4,9 5,0 5,0 4,8 4,8 4,9 4,9 5,0	30,0 30,6 31,1 31,7 32,2
0,394 0,401 0,408 0,415 0,422	0,429 0,436 0,443 0,450 0,457	0,464 0,471 0,478 0,485 0,492	0,499 0,506 0,513 0,520 0,527	0,534 0,541 0,548 0,555 0,562	

PRESION MANOMETRICA EN MEGA PASCALES

Continuación de la Tabla 1.

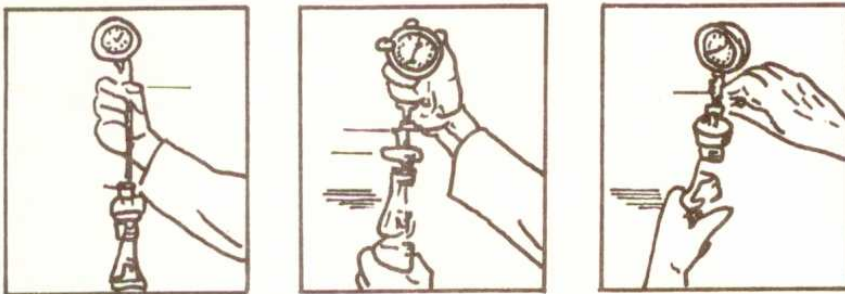
					4,5° 5,0 5,6 6,1 6,7 7,2
					7,8 8,3 8,9 9,4 10,0
					10,6 11,1 11,7 12,2 12,8
					13,3 13,9 14,4 15,0 15,6
					16,1 16,7 117,2 17,8 18,3
					18,9 19,4 20,0 20,6 21,1
					21,7 22,2 22,8 23,3 23,9
6,0					24,4 25,0 25,6 26,1 26,7
5,9 6,0 5,8 5,9 6,0 5,8 5,8 5,9 5,9 6,0 5,7 5,7 5,8 5,9 5,9 5,6 5,7 5,7 5,8 5,9	6,0 5,9 6,0				27,2 27,8 28,3 28,9 29,4
5,6 5,6 5,7 5,7 5,8 5,5 5,5 5,6 5,7 5,7 5,4 5,5 5,5 5,6 5,6 5,4 5,4 5,5 5,5 5,6 5,3 5,4 5,4 5,5 5,5	5,8 5,9 6,0 5,8 5,8 5,9 6,0 5,7 5,8 5,8 5,9 5,9 5,6 5,7 5,7 5,8 5,9 5,6 5,6 5,7 5,7 5,8	6,0 5,9 6,0 5,9 5,9 6,0			30,0 30,6 31,1 31,7 32,2
5,3 5,3 5,4 5,4 5,5 5,2 5,3 5,3 5,4 5,4 5,1 5,2 5,2 5,3 5,4 5,1 5,1 5,2 5,2 5,3 5,0 5,1 5,1 5,2 5,2	5,5 5,6 5,6 5,7 5,7 5,5 5,5 5,6 5,6 5,7 5,4 5,5 5,5 5,6 5,6 5,3 5,4 5,4 5,5 5,5 5,3 5,3 5,4 5,4 5,5	5,8 5,8 5,9 5,9 6,0 5,7 5,8 5,8 5,9 5,9 5,7 5,7 5,8 5,8 5,9 5,6 5,6 5,7 5,7 5,8 5,5 5,6 5,6 5,7 5,7	6,0 5,9 6,0 5,8 5,9 5,9 6,0 5,8 5,8 5,9 5,9 6,0		
0,605 0,612 0,619 0,626 0,633	0,640 0,647 0,654 0,661 0,668	0,665 0,682 0,689 0,696 0,703	0,710 0,717, 0,724 0,731 0,738		

PRESION MANOMETRICA EN MEGA PASCALES

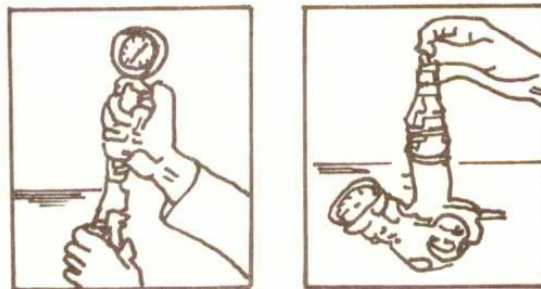
TEMPERATURA DEL LÍQUIDO EN GRADOS CENTIGRADOS

Continuación Tabla No. 1

La Tabla 1 se basa en la solubilidad del CO_2 en agua pura. Suponiendo que el espacio libre (aquella parte de la botella que no contiene líquido) es de 75 del contenido total. Tal como se muestra en las ilustraciones adjuntas. Primeramente se desahogará el gas del espacio libre para remover el exceso de aire. Aunque para uso práctico las pruebas pueden efectuarse a cualquier temperatura, las pequeñas cantidades de aire que quedan en la botella pueden causar un error que, aunque pequeño, varía en magnitud con los cambios de temperatura. Esta tabla está calculada para una exactitud máxima cuando las pruebas se efectúan a 15.6°C . A pesar de que la tabla ha sido calculada para un tamaño específico de botella, su uso es aceptable en la práctica con cualquier tamaño de botella de bebidas carbonatadas, así como con tanques Pre-mix.



1. Colocar sobre la botella el cuerpo del aparato para probar la presión. Apretar la tuerca de cierre C. Apretar un poco la tuerca de empaque D. Cerrar la válvula de escape A.
2. Insertar el manómetro de modo que la aguja perfora la tapa corona. Apretar más la tuerca de empaque D y la tuerca de cierre C para impedir escape de gas. No apunte esta presión.
3. Abrir rápidamente la válvula de escape A y cerrar tan pronto como la lectura de la presión baje a 0.



4. Agitar la botella y el aparato vigorosamente hasta que al sacudir más ya no suba la lectura de la presión. Apunte esta presión.
5. Quitar el aparato probador de presión y la tapa de la botella. Medir la temperatura introduciendo un termómetro en el líquido. No tomar la lectura hasta que el mercurio haya dejado de subir o de bajar. Apunte esta temperatura.

**COMO DEBE USARSE
LA TABLA 1**

Ejemplo: la presión obtenida en el cuarto paso es de 0.260 megapascuales. La temperatura encontrada en el quinto paso es de 16.1° . Buscar 0.260 en la línea inferior y 16.1 en la columna de la derecha. Leer hacia arriba del valor de la presión y hacia la izquierda del valor de la temperatura hasta la intersección de estas dos líneas. El volumen de gas para esta presión y temperatura es de 3.7.

Precaución: Para su seguridad, envuelva la botella durante esta operación.

(Continua)

APENDICE Z

Z.1 NORMAS A CONSULTAR

Esta norma no requiere de otras para su aplicación.

Z.2 BASES DE ESTUDIO

Norma Indú IS. 2346 - 73. *Specification for carbonated beverages*. Indian Standards Institution. Nueva Delhi, 1973.

Norma Peruana ITINTEC 214 002. *Bebidas gaseosas. Métodos de ensayo*. Instituto de Investigación Tecnológica Industrial y de Normas Técnicas. Lima, 1972.

Bebidas. Manual práctico para la industria de refrescos. A11 Américas Publishers Service. México, 1966.

INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA

Documento: NTE INEN 1082 **TÍTULO: BEBIDAS GASEOSAS. DETERMINACION DEL GAS CARBONICO.** **Código:** AL 04.03-305

<p>ORIGINAL: Fecha de iniciación del estudio:</p>	<p>REVISIÓN: Fecha de aprobación anterior por Consejo Directivo Oficialización con el Carácter de por Acuerdo No. de publicado en el Registro Oficial No. de Fecha de iniciación del estudio:</p>
--	---

Fechas de consulta pública: de 1980-04-07 a 1980-05-30

Subcomité Técnico: **Bebidas Gaseosas**

Fecha de iniciación:

Fecha de aprobación: 1983-02-23

Integrantes del Subcomité Técnico:

NOMBRES:

INSTITUCIÓN REPRESENTADA:

<p>Dra. Elena de Cárdenas Dra. Teresa Nuques de Guzmán Dra. Consuelo Alvario Dra. Marcia Ramírez Solano Ing. Fred Lavayen Dra. Myrna de Martrus Ing. Daniel Rodríguez Ing. José Salinas Ing. Carlos Lema Ing. Freddy Balseca Dra. Cecilia Alarcón Ing. José Villacreses Dra. Rosa de León Ing. Eduardo Caicedo Dr. Raúl Vinueza Ing. Cornelio Alvarez Ing. Miguel Aldaz Ing. Daniel Anchundia Ing. Humberto Rivera Dr. Marcelo Noroña Ing. Giovanna Lucio Dr. Javier Aldea Martínez Dra. Hipatia Navas Ing. César Jara</p>	<p>INHMT INHMT INHMT BEBIDAS CITRICAS BEBIDAS CITRICAS CEGSA ASTESA ASTESA ASTESA INDEGA INIMS INSTITUTO INVESTIGACIONES TECNOLOGICAS-GUAYAQUIL INSTITUTO DE HIGIENE IZQUIETA PEREZ QUITO GASEOSAS TUNGURAHUA ESCUELA POLITECNICA DEL CHIMBORAZO EMPROSUR ING. QUIMICA UNIVERSIDAD CENTRAL INGAORO INKA COLA TESALIA ESCUELA POLITECNICA NACIONAL ONUDI-INEN INEN INEN</p>
--	--

Otros trámites: ♦4 Esta norma sin ningún cambio en su contenido fue **DESREGULARIZADA**, pasando de **OBLIGATORIA a VOLUNTARIA**, según Resolución de Consejo Directivo de 1998-01-08 y oficializada mediante Acuerdo Ministerial No. 235 de 1998-05-04 publicado en el Registro Oficial No. 321 del 1998-05-20

El Consejo Directivo del INEN aprobó este proyecto de norma en sesión de 1983-12-15

Oficializada como: Obligatoria
Registro Oficial No. 716 del 1984-04-03.

Por Acuerdo Ministerial No. 169 del 1984-03-21

Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN - Baquerizo Moreno E8-29 y Av. 6 de Diciembre
Casilla 17-01-3999 - Telfs: (593 2)2 501885 al 2 501891 - Fax: (593 2) 2 567815
Dirección General: E-Mail: baguilera@inen.gov.ec
Área Técnica de Normalización: E-Mail: normalizacion@inen.gov.ec
Área Técnica de Certificación: E-Mail: certificacion@inen.gov.ec
Área Técnica de Verificación: E-Mail: verificacion@inen.gov.ec
Área Técnica de Servicios Tecnológicos: E-Mail: inencati@inen.gov.ec
Regional Guayas: E-Mail: inenguayas@inen.gov.ec
Regional Azuay: E-Mail: inencuenca@inen.gov.ec
Regional Chimborazo: E-Mail: inenriobamba@inen.gov.ec
[URL:www.inen.gov.ec](http://www.inen.gov.ec)