



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA E
INDUSTRIAS**

CARRERA DE INGENIERÍA DE ALIMENTOS

**EVALUACIÓN SENSORIAL DE LA COMBINACIÓN DE
ACIDULANTES CON UNA MEZCLA BINARIA EDULCORANTE,
APLICADA EN DOS BEBIDAS CARBONATADAS Y ESTUDIO
DE SU ESTABILIDAD**

**TRABAJO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO
DE INGENIERO DE ALIMENTOS**

RICARDO ALEJANDRO ARGÜELLO OCHOA

DIRECTORA: ING. ELENA BELTRÁN MSc.

Quito, junio 2016

© Universidad Tecnológica Equinoccial. 2016
Reservados todos los derechos de reproducción

DECLARACIÓN

Yo **RICARDO ALEJANDRO ARGÜELLO OCHOA**, declaro que el trabajo aquí descrito es de mi autoría; que no ha sido previamente presentado para ningún grado o calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento.

La Universidad Tecnológica Equinoccial puede hacer uso de los derechos correspondientes a este trabajo, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su Reglamento y por la normativa institucional vigente.



Ricardo Alejandro Argüello Ochoa

C.I.: 1714431945

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo que lleva por título "**Evaluación sensorial de la combinación de acidulantes con una mezcla binaria edulcorante, aplicada en dos bebidas carbonatadas y estudio de su estabilidad**", que, para aspirar al título de **Ingeniero de Alimentos** fue desarrollado por **Ricardo Argüello**, bajo mi dirección y supervisión, en la Facultad de Ciencias de la Ingeniería e Industrias; y cumple con las condiciones requeridas por el reglamento de Trabajos de Titulación artículos 17, 27 y 28.



Ing. Elena Beltrán MSc.

DIRECTORA DEL TRABAJO

C.I.: 1710472125

CARTA DE LA INSTITUCIÓN

Quito, 27 de junio de 2016

Ing. Juan Bravo PhD.

Decano Facultad de Ciencias de la Ingeniería e Industrias, Universidad Tecnológica Equinoccial

Presente

De mis consideraciones

Como Director de Investigación, Desarrollo e Innovación de Quala Ecuador S.A., deseo manifestar que se brindó el apoyo y facilidades a Ricardo Alejandro Argüello Ochoa, con C.I. 1714431945, para el desarrollo de su trabajo de titulación "Evaluación Sensorial de la Combinación de Acidulantes con una Mezcla Binaria Edulcorante, Aplicada en dos Bebidas Carbonatadas y Estudio de su Estabilidad", en nuestra empresa en la ciudad de Quito – Ecuador.



Atentamente

Salvador García González

Director de Investigación, Desarrollo e Innovación Quala Ecuador S.A.

DEDICATORIA

A mi madre.

A mi padre.

AGRADECIMIENTOS

A mi madre Marcia y mi abuelita Gladys por todo el amor, esfuerzo y cobijo.

A mis hermanos Mateo y César por todo, incluida la alegría.

A Juan Carlos por su amistad y sinceridad.

A Giorgia por ser y estar.

A Mauricio, José, Michelle, Rita, Silvana, Santiago, Carla, Carolina, y Ricardo por lo compartido.

A Cristina, María Gloria, Juan Fernando y Salvador por la oportunidad.

A mi directora Ing. Elena Beltrán por el asesoramiento.

FORMULARIO DE REGISTRO BIBLIOGRÁFICO
PROYECTO DE TITULACIÓN

DATOS DE CONTACTO	
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1714431945
APELLIDO Y NOMBRES:	Argüello Ocho Ricardo Alejandro
DIRECCIÓN:	San Carlos
EMAIL:	raarguello@hotmail.com
TELÉFONO FIJO:	02-2292778
TELÉFONO MOVIL:	0999724989

DATOS DE LA OBRA	
TITULO:	Evaluación sensorial de la combinación de acidulantes con una mezcla binaria edulcorante, aplicada en dos bebidas carbonatadas y estudio de su estabilidad
AUTOR O AUTORES:	Ricardo Alejandro Argüello Ochoa
FECHA DE ENTREGA DEL PROYECTO DE TITULACIÓN:	29/06/2016
DIRECTOR DEL PROYECTO DE TITULACIÓN:	Ing. Elena Beltrán MSc.
PROGRAMA	PREGRADO <input checked="" type="checkbox"/> POSGRADO <input type="checkbox"/>
TITULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero de Alimentos
RESUMEN: Mínimo 250 palabras	El presente trabajo tuvo como objetivo principal evaluar sensorialmente las reformulaciones de dos tipos de bebidas carbonatadas y estudiar su estabilidad. Las reformulaciones se fundamentaron en la aplicación de una mezcla binaria edulcorante natural (con eliminación de los edulcorantes artificiales). Las variantes (de dos niveles cada una) fueron el tipo de bebida y el semáforo nutricional del azúcar (medio o bajo), teniendo 4 tratamientos en el diseño experimental 22 (AxB). Para llegar a tener el perfil sensorial

de las bebidas patrón (semáforo medio en azúcar y edulcoradas artificialmente), se precisaron ajustes finos de otros ingredientes. El proceso requirió la conformación de un panel de evaluadores sensoriales de bebidas carbonatadas, que se fundó en la ejecución de pruebas diseñadas con base en metodologías sensoriales establecidas por organismos internacionales como ASTM (Sociedad Americana para Ensayos y Materiales) e ICONTEC (normas de adopción idéntica por traducción de ISO). Se reclutaron 27 candidatos, 12 de los cuales se descartaron en la etapa de selección (que incluyó pruebas de correspondencia y agudeza-capacidad de discriminación). En la fase de entrenamiento, donde hubo pruebas sensoriales discriminativas, se separaron 7 candidatos, conformando al final 8 personas el panel de evaluadores sensoriales. Adicionalmente, en el entrenamiento se realizó una capacitación sobre conceptos y principios del análisis sensorial, así como sesiones de familiarización con el producto específico a ser evaluado. Para la evaluación sensorial de cada tratamiento, se usó la prueba discriminativa tétrada, teniendo como resultado que solamente en el tratamiento 3 no hubo diferencia significativa versus su patrón. Finalmente se montó un estudio de estabilidad acelerado, realizado a los tratamientos con igual contenido de azúcar que sus patrones, y se observó el cumplimiento de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos conforme a la NTE INEN

	<p>1101 de requisitos para bebidas gaseosas. El estudio de estabilidad detalló las notas de envejecimiento evidenciadas en función del tiempo dentro del ambiente (estufa).</p>
<p>PALABRAS CLAVES:</p>	<p>Bebidas carbonatadas, evaluación sensorial, edulcorante, acidulante, tétrada</p>
<p>ABSTRACT:</p>	<p>This study had as a main objective to sensory evaluate reformulations of two types of carbonated soft drinks and study their stability. Reformulations were based on the application of a natural sweetener binary mixture (with removal of artificial sweeteners). Variants (two levels each) were the type of drink and sugar nutritional semaphore (medium or low), having 4 treatments in the experimental design 2^2 (AxB). In order to have the sensory profile of the drink's patron (medium sugar semaphore and artificially sweetened), fine adjustments of other ingredients were required. The formation of a panel of sensory evaluators in carbonated soft drinks was requested, which was founded in the execution of designed tests, based on established sensory methodologies by international organizations such as ASTM (American Society for Testing and Materials) and ICONTEC (standards that are identical adoption by translation of ISO). There were 27 candidates recruited, 12 of which were discarded in the selection stage (which included correspondence and acuity-discrimination capacity tests). In the training phase, where there was discriminative tests, 7 candidates were separated, having 8 people conforming the</p>

	<p>sensory evaluators panel. Additionally, a training course was done on concepts and principles of sensory analysis, as well as familiarization sessions with the specific product to be evaluated. For sensory evaluation of each treatment, the discriminative test called tetrad was used, with the result that only treatment 3 had no significant difference versus its patron. Finally, an accelerated stability study was set up with the treatments that had the same sugar content as their patrons, and the fulfillment of the physico-chemical and microbiological parameters according to the NTE INEN 1101 requirements for carbonated soft drinks was observed. The stability study detailed the evidenced notes of aging in function of time within the environment (stove).</p>
<p>KEYWORDS</p>	<p>Carbonated soft drinks, sensory evaluation, sweetener, acidifier, tetrad</p>

Se autoriza la publicación de este Proyecto de Titulación en el Repositorio Digital de la Institución.

f: 
 ARGÜELLO OCHOA RICARDO ALEJANDRO
 1714431945

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **ARGÜELLO OCHOA RICARDO ALEJANDRO**, CI 1714431945 autor del proyecto titulado: **Evaluación sensorial de la combinación de acidulantes con una mezcla binaria edulcorante, aplicada en dos bebidas carbonatadas y estudio de su estabilidad** previo a la obtención del título de **INGENIERO DE ALIMENTOS** en la Universidad Tecnológica Equinoccial.

1. Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las Instituciones de Educación Superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de graduación para que sea integrado al Sistema Nacional de información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.
2. Autorizo a la BIBLIOTECA de la Universidad Tecnológica Equinoccial a tener una copia del referido trabajo de graduación con el propósito de generar un Repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Quito, 29 de junio de 2016

f: _____



ARGÜELLO OCHOA RICARDO ALEJANDRO

1714431945

Quito, 29 de junio de 2016

CARTA DE AUTORIZACIÓN

Yo, **SALVADOR GARCÍA GONZÁLEZ** con Pasaporte No. G19520779, en calidad de Director de Investigación, Desarrollo e Innovación de Quala Ecuador S. A. autorizo a **RICARDO ALEJANDRO ARGÜELLO OCHOA**, realizar la investigación para la elaboración de su proyecto de titulación "Evaluación sensorial de la combinación de acidulantes con una mezcla binaria edulcorante, aplicada en dos bebidas carbonatadas y estudio de su estabilidad", basada en la información proporcionada por la compañía.

f: _____

SALVADOR GARCÍA GONZÁLEZ

Pasaporte No. G19520779

ÍNDICE DE CONTENIDOS

	PÁGINA
RESUMEN	xi
ABSTRACT	xii
1. INTRODUCCIÓN	1
2. MARCO TEÓRICO	2
2.1. BEBIDAS CARBONATADAS	2
2.1.1. REDUCCIÓN DE AZÚCAR	2
2.1.2. FORMULACIÓN	3
2.1.2.1. Agua	4
2.1.2.2. Edulcorantes	4
2.1.2.3. Acidulantes	12
2.1.2.4. Sistema buffer	15
2.1.2.5. Saborizantes	16
2.1.2.6. Colorantes	17
2.1.2.7. Conservantes	17
2.1.2.8. Anti espumantes	18

	PÁGINA
2.1.2.9. Estabilizantes	18
2.1.2.10. Quelantes / secuestrantes	19
2.1.2.11. Nutraceuticos	19
2.1.2.12. Dióxido de carbono (CO ₂)	19
2.1.3. SINERGIA	21
2.1.3.1. Sinergia de edulcorantes	21
2.1.3.2. Sinergia de acidulantes	23
2.1.4. CARBONATACIÓN	23
2.2. ESTUDIOS DE ESTABILIDAD	24
2.2.1. VIDA ÚTIL	25
2.2.2. VOLÚMENES CO ₂	26
2.2.3. pH	26
2.2.4. ° BRIX	26
2.2.5. ACIDEZ TITULABLE	27
2.2.6. MICROBIOLOGÍA	27
2.3. EVALUACIÓN SENSORIAL	27
2.3.1. EVALUACIÓN SENSORIAL DE CSD	29
2.3.2. PANELISTAS	31
2.3.3. EL SENTIDO DEL GUSTO	31

	PÁGINA
2.3.4. TIPOS DE EVALUACIONES	32
2.3.4.1. Discriminación	32
2.3.4.2. De escalas y categorización	36
2.3.4.3. Descriptivas	36
3. METODOLOGÍA	37
3.1. REFORMULACIÓN	38
3.2. CONFORMACIÓN DEL PANEL SENSORIAL	39
3.2.1. RECLUTAMIENTO DE CANDIDATOS	40
3.2.2. SELECCIÓN	40
3.2.2.1. Prueba de correspondencia	40
3.2.2.2. Agudeza y capacidad de discriminación	41
3.2.3. ENTRENAMIENTO	43
3.2.3.1. Capacitación sobre conceptos y principios del análisis sensorial	43
3.2.3.2. Pruebas de evaluación discriminativa	43
3.2.3.3. Entrenamiento en producto específico	46
3.3. EVALUACIÓN SENSORIAL	47
3.3.1. PRUEBA TÉTRADA	47
3.4. ESTUDIO DE ESTABILIDAD	49

	PÁGINA
3.4.1. MEDICIÓN VOLÚMENES CO ₂	51
3.4.2. MEDICIÓN DE pH	52
3.4.3. MEDICIÓN DE SÓLIDOS SOLUBLES (° BRIX)	53
3.4.4. MEDICIÓN DE ACIDEZ TITULABLE	53
3.4.5. PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS	54
3.4.6. PARÁMETROS SENSORIALES	54
4. ANÁLISIS DE RESULTADOS	55
4.1. REFORMULACIÓN	55
4.2. CONFORMACIÓN DEL PANEL SENSORIAL	56
4.2.1. RECLUTAMIENTO DE CANDIDATOS	56
4.2.2. SELECCIÓN	56
4.2.2.1. Prueba de correspondencia	57
4.2.2.2. Agudeza y capacidad de discriminación	58
4.2.3. ENTRENAMIENTO	62
4.2.3.1. Capacitación sobre conceptos y principios del análisis sensorial	62
4.2.3.2. Pruebas de evaluación discriminativa	62
4.2.3.3. Entrenamiento en producto específico	66
4.3. EVALUACIÓN SENSORIAL	66

	PÁGINA
4.3.1. PRUEBA TÉTRADA	66
4.4. ESTUDIO DE ESTABILIDAD	68
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	73
5.1. CONCLUSIONES	73
5.2. RECOMENDACIONES	74
BIBLIOGRAFÍA	75
ANEXOS	80

ÍNDICE DE TABLAS

	PÁGINA
Tabla 1. Clasificación de edulcorantes	4
Tabla 2. Contenido de esteviósido y Reb A en hojas de Stevia cultivadas en diferentes zonas de Ecuador	11
Tabla 3. Poder edulcorante (intensivos)	12
Tabla 4. Poder edulcorante (no intensivos y polioles)	12
Tabla 5. Acidulantes y su efecto en el perfil de sabor de una CSD	15
Tabla 6. Tratamientos del diseño experimental	37
Tabla 7. Prueba de gustos básicos	41
Tabla 8. Determinación de umbral dulce	41
Tabla 9. Determinación de umbral ácido	42
Tabla 10. Determinación de umbral amargo	42
Tabla 11. Muestras para comparación pareada	45
Tabla 12. Muestras para prueba dúo-trío	45
Tabla 13. Muestras para prueba triangular	46
Tabla 14. Sensibilidad de la prueba tétrada	48
Tabla 15. Muestras para prueba tétrada	49
Tabla 16. Diseño de estabilidad acelerado	51

	PÁGINA
Tabla 17. Requisitos microbiológicos bebidas gaseosas	54
Tabla 18. Resultados de reformulación	55
Tabla 19. Resultados prueba tétrada	67
Tabla 20. Resumen del patrón de envejecimiento T1	68
Tabla 21. Resumen del patrón de envejecimiento T3	70
Tabla 22. Desviación estándar de parámetros físicoquímicos	72

ÍNDICE DE FIGURAS

	PÁGINA
Figura 1. Tolerancia digestiva de los polioles	7
Figura 2. Proceso de reformulación CSD	38
Figura 3. Escala cuantitativa de razón	54
Figura 4. Resultados primera prueba de gustos básicos	57
Figura 5. Resultados segunda prueba de gustos básicos	58
Figura 6. Resultados primera prueba de umbral dulce	59
Figura 7. Resultados segunda prueba de umbral dulce	59
Figura 8. Resultados primera prueba de umbral ácido	60
Figura 9. Resultados segunda prueba de umbral ácido	60
Figura 10. Resultados primera prueba de umbral amargo	61
Figura 11. Resultados segunda prueba de umbral amargo	61
Figura 12. Resultados primera prueba de comparación pareada	63
Figura 13. Resultados segunda prueba de comparación pareada	63
Figura 14. Resultados primera prueba dúo-trío	64
Figura 15. Resultados segunda prueba dúo-trío	64
Figura 16. Resultados primera prueba triangular	65

	PÁGINA
Figura 17. Resultados segunda prueba triangular	65
Figura 18. Cinética de envejecimiento T1	69
Figura 19. Curva de descarbonatación T1	70
Figura 20. Cinética de envejecimiento T3	71
Figura 21. Curva de descarbonatación T3	72

ÍNDICE DE ANEXOS

	PÁGINA
ANEXO I	80
Hoja de respuesta para prueba de correspondencia	
ANEXO II	81
Hoja de respuesta para prueba de determinación de umbrales	
ANEXO III	82
Resumen NTC 2680 y hoja de respuesta para prueba de comparación pareada	
ANEXO IV	84
Resumen NTC 3883 y hoja de respuesta para prueba dúo-trío	
ANEXO V	86
Resumen NTC 2681 y hoja de respuesta para prueba triangular	
ANEXO VI	88
Resumen ASTM E3009-15 y hoja de respuesta para prueba tétrada	

RESUMEN

El presente trabajo tuvo como objetivo principal evaluar sensorialmente las reformulaciones de dos tipos de bebidas carbonatadas y estudiar su estabilidad. Las reformulaciones se fundamentaron en la aplicación de una mezcla binaria edulcorante natural (con eliminación de los edulcorantes artificiales). Las variantes (de dos niveles cada una) fueron el tipo de bebida y el semáforo nutricional del azúcar (medio o bajo), teniendo 4 tratamientos en el diseño experimental 2^2 (AxB). Para llegar a tener el perfil sensorial de las bebidas patrón (semáforo medio en azúcar y edulcoradas artificialmente), se precisaron ajustes finos de otros ingredientes. El proceso requirió la conformación de un panel de evaluadores sensoriales de bebidas carbonatadas, que se fundó en la ejecución de pruebas diseñadas con base en metodologías sensoriales establecidas por organismos internacionales como ASTM (Sociedad Americana para Ensayos y Materiales) e ICONTEC (normas de adopción idéntica por traducción de ISO). Se reclutaron 27 candidatos, 12 de los cuales se descartaron en la etapa de selección (que incluyó pruebas de correspondencia y agudeza-capacidad de discriminación). En la fase de entrenamiento, donde hubo pruebas sensoriales discriminativas, se separaron 7 candidatos, conformando al final 8 personas el panel de evaluadores sensoriales. Adicionalmente, en el entrenamiento se realizó una capacitación sobre conceptos y principios del análisis sensorial, así como sesiones de familiarización con el producto específico a ser evaluado. Para la evaluación sensorial de cada tratamiento, se usó la prueba discriminativa tétrada, teniendo como resultado que solamente en el tratamiento 3 no hubo diferencia significativa versus su patrón. Finalmente se montó un estudio de estabilidad acelerado, realizado a los tratamientos con igual contenido de azúcar que sus patrones, y se observó el cumplimiento de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos conforme a la NTE INEN 1101 de requisitos para bebidas gaseosas. El estudio de estabilidad detalló las notas de envejecimiento evidenciadas en función del tiempo dentro del ambiente (estufa).

ABSTRACT

This study had as a main objective to sensory evaluate reformulations of two types of carbonated soft drinks and study their stability. Reformulations were based on the application of a natural sweetener binary mixture (with removal of artificial sweeteners). Variants (two levels each) were the type of drink and sugar nutritional semaphore (medium or low), having 4 treatments in the experimental design 2^2 (AxB). In order to have the sensory profile of the drink's patron (medium sugar semaphore and artificially sweetened), fine adjustments of other ingredients were required. The formation of a panel of sensory evaluators in carbonated soft drinks was requested, which was founded in the execution of designed tests, based on established sensory methodologies by international organizations such as ASTM (American Society for Testing and Materials) and ICONTEC (standards that are identical adoption by translation of ISO). There were 27 candidates recruited, 12 of which were discarded in the selection stage (which included correspondence and acuity-discrimination capacity tests). In the training phase, where there was discriminative tests, 7 candidates were separated, having 8 people conforming the sensory evaluators panel. Additionally, a training course was done on concepts and principles of sensory analysis, as well as familiarization sessions with the specific product to be evaluated. For sensory evaluation of each treatment, the discriminative test called tetrad was used, with the result that only treatment 3 had no significant difference versus its patron. Finally, an accelerated stability study was set up with the treatments that had the same sugar content as their patrons, and the fulfillment of the physico-chemical and microbiological parameters according to the NTE INEN 1101 requirements for carbonated soft drinks was observed. The stability study detailed the evidenced notes of aging in function of time within the environment (stove).

1. INTRODUCCIÓN

1. INTRODUCCIÓN

El desarrollo de bebidas carbonatadas sigue cada vez más las tendencias de reducción de calorías provenientes del azúcar y la edulcoración natural (orientación del consumidor hacia una alimentación más sana). Por otro lado, el aporte de los acidulantes al perfil de sabor de una bebida, es de gran importancia al enmascarar las características no deseadas de los edulcorantes, que comúnmente comprenden resabios y sabores desagradables.

En el proceso de reformulación de las bebidas, la evaluación sensorial es una herramienta, cuya principal función es el ejecutar pruebas válidas y confiables que generen información sobre la cual se puedan tomar decisiones (Meilgaard, Civille, & Carr, 2007). El presente trabajo se enmarca dentro de la matriz productiva al ser parte de la industria priorizada de alimentos frescos y procesados (SENPLADES, 2012).

El objetivo general del presente trabajo fue evaluar sensorialmente las reformulaciones de dos tipos de bebidas (combinación de acidulantes con una mezcla binaria edulcorante), y estudiar su estabilidad. La evaluación sensorial incide en decisiones económicas, de aseguramiento de la calidad y de investigación, implícitas en el desarrollo de nuevos productos. Para lograr lo propuesto, se plantearon los siguientes objetivos específicos:

- Reformular (con edulcoración natural) los dos tipos de bebidas.
- Seleccionar y entrenar un panel sensorial de bebidas gasificadas.
- Evaluar sensorialmente las bebidas y determinar si existe diferencia significativa versus sus respectivos patrones (edulcoración artificial).
- Estudiar la estabilidad fisicoquímica, microbiológica y sensorial de las reformulaciones.

2. MARCO TEÓRICO

2. MARCO TEÓRICO

2.1. BEBIDAS CARBONATADAS

Las bebidas gasificadas, o en inglés “carbonated soft drinks” (CSD), son bebidas efervescentes (formación de burbujas) que contienen CO₂ gaseoso y conforman cerca del 50 % de las ventas mundiales de bebidas no alcohólicas. Son una matriz líquida destinada para consumo humano directo (INEN, 2008). Su concepto se originó a partir de la efervescencia encontrada en las aguas minerales de manantial, donde se creía que al bañarse, se conseguía efectos curativos.

La conclusión natural fue, que el consumo de dicha agua (potabilizada) contribuía a la salud (Shachman, 2005). Dentro de esta categoría de bebidas se encuentran gaseosas estándar y dietéticas, saborizadas con fruta, energizantes, entre otros. Según pronósticos hasta el 2019, se prevé el crecimiento continuo del mercado de CSD, tanto en valor como en volumen.

El incremento más sostenido se ha dado en países de economías emergentes (Brasil, India, China), mientras que en USA, ha declinado el volumen de ventas por la preferencia de alternativas de bebidas percibidas como más saludables (MarketLine, 2015).

2.1.1. REDUCCIÓN DE AZÚCAR

Las estadísticas de sobrepeso, obesidad y malnutrición en la población, están relacionadas directamente a la falta de actividad física y dietas altas en azúcar. Los efectos en la salud, derivados de su consumo, han influenciado

el comportamiento actual de los consumidores (Restrepo, 2004). La reducción de azúcar es un asunto cada vez más prioritario en la industria de alimentos.

Hace un tiempo, la oferta de bebidas reducidas en azúcar era muy limitada, y no siempre estuvo ligada al concepto de naturalidad (Jungbunzlauer, 2015). Adicionalmente, los estudios de mercado muestran una clara tendencia del consumidor, a no preferir bebidas reducidas en azúcar, siendo las principales razones, el no sacrificar sabor y la preocupación en torno a la seguridad de los edulcorantes (Purkayastha, 2010). Por esta razón, una edulcoración natural debería comprender:

- Aporte de cero calorías.
- No dejar resabios extraños.
- Perfil de edulcoración similar a la sacarosa.
- Proveer cuerpo a la bebida.
- Ser fácilmente digerible.

2.1.2. FORMULACIÓN

Para lograr el balance adecuado en la formulación de una bebida, se deben considerar factores como la estabilidad microbiológica y el sabor del producto, que es el atributo más significativo y prioritario para su éxito (Matalanis, 2008). A continuación se detallan las características de los principales ingredientes en CSD.

2.1.2.1. Agua

El agua de formulación debe ser purificada y apta para consumo humano. Tiene un gran impacto en la calidad de la bebida final, al ser el mayor componente de la fórmula. Es deseable que el agua de proceso pase por filtros de carbón activado (Ashurst & Hargitt, 2009). Contaminantes como el cloro, pueden reaccionar con saborizantes de la bebida, formando clorofenoles y generando así un aroma a desinfectante.

2.1.2.2. Edulcorantes

Son sustancias que suministran a una bebida, la percepción de gusto dulce. Un tipo de clasificación, es la mostrada en la Tabla 1.

Tabla 1. Clasificación de edulcorantes

Tipo	Edulcorante	
Natural	Carbohidratos	Glucosa, Fructosa, Sacarosa, Lactosa, Miel de abeja, Azúcar Invertido, Jarabes de Maíz
	Alcoholes Polihidroxiados	Sorbitol, Xilitol
	Proteínas	Miralina, Monelina, Taumatina
	Glucósidos	Filodulcina, Esteviósidios, Osladina, Glicirricina
Sintético	Acesulfame K, Aspartame, L-azúcares, Ciclamatos, Dihidrochalconas, Dulcina, Sacarina, Sucralosa, Alitame, Neotame	

(Restrepo, 2004)

Los edulcorantes, según su metabolización en el cuerpo humano, pueden ser calóricos (nutritivos), de bajo aporte calórico o no calóricos. El desarrollo de CSD con edulcorantes no calóricos, se enfoca actualmente, en minimizar sus resabios (percepciones gustativas secundarias: metálicas, amargas, mentoladas o alicoradas), con el uso de mezclas binarias de edulcorantes u otros agentes que los enmascaran (Restrepo, 2004).

La oferta de éste tipo de CSD, casi ha igualado a la de las bebidas endulzadas convencionalmente, dependiendo del país, hasta la oferta ahora es mayor (Lipinski, 2013).

➤ **EDULCORANTES A GRANEL**

Se usan en cantidad relativamente grande, debido a su poder edulcorante similar o menor a la sacarosa, incluyéndola:

- **Azúcar invertido:** Es la mezcla de glucosa y fructosa en proporción 1:1, que se forma por la inversión del azúcar, fenómeno donde la sacarosa se hidroliza a condiciones de bajo pH y altas temperaturas. Su uso en CSD no es común (Ashurst & Hargitt, 2009).
- **Jarabe de Maíz:** El término azúcar también se puede referir al jarabe de maíz de alta fructosa (HFCS). Se obtiene también del trigo y tiene una rápida absorción calórica en el cuerpo. Se almacena en caliente para evitar su cristalización. Es menos costosa que la sacarosa.
- **Sacarosa:** Es el endulzante típico de mesa y está asociado comúnmente al término azúcar. Se produce a partir de la remolacha o de la caña de azúcar y es comercializado en distintas formas (sólido granulado o jarabe de 67 °Brix) para ajustarse a las necesidades de la industria. Químicamente es un disacárido compuesto por glucosa y fructosa.

Se hidroliza lentamente en soluciones ácidas y altas temperaturas, en un proceso llamado inversión, por lo que las bebidas que son endulzadas solamente con sacarosa, tienden a tener tiempo después una combinación de sacarosa, glucosa y fructosa. Tanto la sacarosa, como el HFCS, aportan con 4 kcal/g y son el patrón (en términos de sabor,

disponibilidad, precio y propiedades tecnológicas) para motivos de edulcoración (Jungbunzlauer, 2015).

Su calidad se relaciona comúnmente con su color; mientras menos coloreado estén, menos contaminantes tienen y mayor es su pureza. El contenido de ceniza e iones metálicos deben ser mínimos, porque afecta organoléptica y microbiológicamente a la bebida terminada.

- **Poliolios:** También llamados azúcares del alcohol, son sustancias derivadas del azúcar, en las cuales por hidrogenación, se ha transformado el grupo carbonilo en grupo hidroxilo. Cada polioliol posee propiedades diferentes. Tienen un poder edulcorante cercano al de la sacarosa y un perfil similar de edulcoración. Su aporte calórico es de 2.4 kcal/g debido a su patrón de digestión, a excepción del eritritol.

Al disolverse se enfrían, por tener calor de disolución negativo. No son cariogénicos (Solá, 2014), posiblemente porque las bacterias de la cavidad oral no los metabolizan, o lo hacen lentamente (Lipinski, 2013). Se han reportado efectos laxantes por encima del consumo de 20 g/día, sin embargo, no se ha definido un valor de Ingesta Diaria Admisible (IDA).

Como se muestra en la Figura 1, la tolerancia digestiva de los polioliolios es baja (ocurre un efecto laxante), excepto la del eritritol que es mucho mayor.

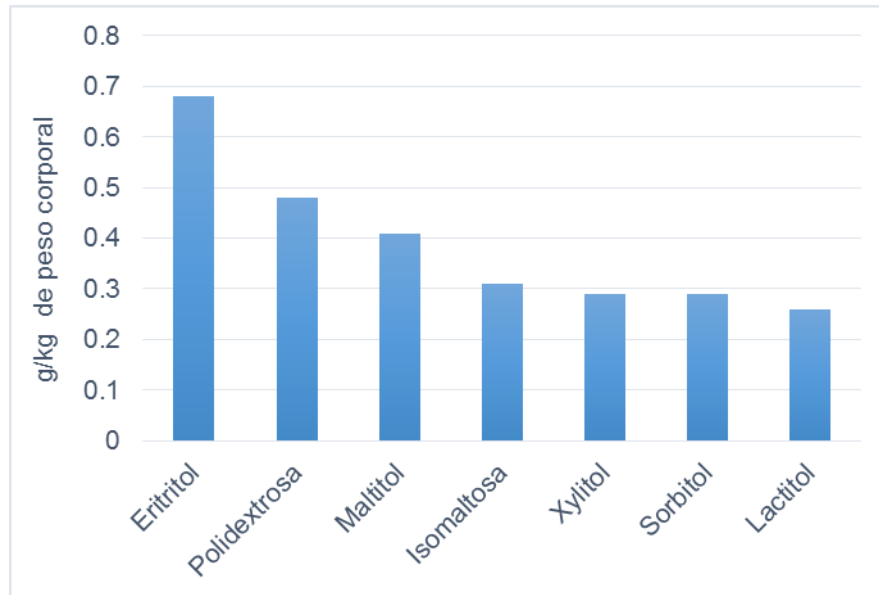


Figura 1. Tolerancia digestiva de los polioles
(Jungbunzlauer, 2015)

- **Eritritol:** Es el único poliol natural, ya que se obtiene por fermentación microbológica, con el uso de una levadura natural que convierte un sustrato de carbohidratos en eritritol. Este proceso no necesita enzimas, catálisis, uso de GMO o modificación química del producto obtenido.

Otros polioles se obtienen por procesos puramente químicos, como la hidrogenación catalítica. Se le asigna un valor calórico de 0.2 kcal/g, y únicamente el 5 % de su valor calórico intrínseco, se provee al cuerpo humano. Por su carácter de baja higroscopicidad, es muy estable. Naturalmente se lo encuentra en uvas, vino, miel y queso.

Las propiedades que lo diferencian de otros polioles, surgen de su bajo peso molecular (122 g/mol), tiene cuatro carbonos, cuando los demás polioles tienen de 5 a 12. Posee un perfil de edulcoración similar al de la sacarosa, proporciona mouthfeel a la bebida, y ayuda a enmascarar regustos de edulcorantes intensivos (con los que generar sinergia). Es

considerado sustancia GRAS (Generally Recognized As Safe) desde el 2001 en USA, y está aprobado en otros países. (Jungbunzlauer, 2015).

Su aplicación en CSD tuvo restricciones en Europa, debido a la preocupación sobre su efecto laxativo. Posteriormente se sustentó la seguridad de su uso a una dosis máxima de 2.5 %, lo que implica un nivel de consumo por debajo del NOAEL (nivel en el cual no se observa un efecto adverso) del efecto laxante, fijado en 0.71 g/kg de peso corporal (EFSA, 2013).

➤ **EDULCORANTES INTENSIVOS**

Tienen un poder edulcorante alto y no aportan energía, aunque en sentido estricto, ciertos edulcorantes intensivos tienen valor nutritivo, pero no en cantidad significativa, considerando los bajos porcentajes usados (Solá, 2014). La mayoría son muy estables, no dando problemas en un período de vida útil de 12 meses.

En ciertos productos y mercados, el costo es un factor fundamental, por lo que el uso de edulcorantes intensivos puede resultar en un ahorro de hasta el 75 % en edulcoración. Un edulcorante intensivo debe ser funcional, económico y normalmente metabolizado o excretado (Giannuzzi & Molina, 1995). Influencian atributos como la intensidad de sabor, resabios, y la percepción de otros sabores en la bebida (Matalanis, 2008).

A pesar de que la dosificación de un edulcorante se puede calcular (de acuerdo a su poder edulcorante), éste debe ser evaluado, con el fin de conseguir el sabor deseado, ya que la interacción con los demás ingredientes generan el perfil general de la bebida. Los edulcorantes intensivos más comunes en bebidas son:

- **Acesulfame K:** Posee un sabor dulce fácilmente perceptible, pero deja regusto metálico. Tiene buena solubilidad en agua (Solá, 2014).
- **Aspartame:** Se compone de dos aminoácidos: fenilalanina y ácido aspártico. Existe una condición hereditaria llamada fenilcetonuria, y quienes la padecen no pueden metabolizar la fenilalanina, por lo que el uso de este edulcorante requiere reportar una “fuente de fenilalanina” en la etiqueta. Es inestable y su dulzor decrece en altas temperaturas y pH extremos.

Una solución utilizada por fabricantes, es sobredosificarlo para que al tiempo de consumo, la bebida llegue al nivel deseado de dulzor (Ashurst & Hargitt, 2009).

- **Ciclamatos:** Actualmente prohibido en diversos países, por estudios que lo vinculan al cáncer. En el resto de territorios se ha descontinuado su uso por mala reputación y su baja IDA (7 mg/kg de peso corporal).
- **Neotame:** Tiene una estructura química similar al aspartame y su poder edulcorante, es de 35 a 65 veces más que éste (Orozco, 2014). La ventaja comparativa es que la fenilalanina no se libera, por lo que no representa un problema metabólico. Su utilización en dosis muy pequeñas, se traduce en un gran ahorro.
- **Reb A:** El Rebaudiósido A, es un edulcorante natural no fermentable, de sabor similar a la sacarosa, fácilmente procesable, no nutritivo y no vulnerable a la reacción de Maillard. Se extrae de la planta *Stevia rebaudiana Bertoni*, originaria de Paraguay, y cuyo cultivo se ha expandido hacia Canadá, y parte de Europa y Asia (Jiménez, Cabrera, Álvarez, & Gómez, 2010).

El extracto convencional de la planta, contiene hasta 10 distintos glucósidos diterpénicos, no siendo todos de buen sabor (Purkayastha, 2010). Los glucósidos son compuestos comúnmente identificados en plantas, conformados por un carbohidrato unido a una molécula de otra naturaleza, y se nombran de acuerdo con el tipo de azúcar que contienen (glucósido-glucosa).

El Reb A, es un glucósido de esteviol, y conjuntamente con el esteviósido, son los principales compuestos edulcorantes de interés en la estevia. El Reb A es superior en términos de dulzor y calidad del sabor en comparación al esteviósido, que deja un regusto amargo. No es carcinogénico ni mutagénico y estudios recientes de toxicidad, muestran que es seguro incluso en niveles altos dentro de una dieta (Lemus, Vega, Liliana, & Ah-Hen d, 2012).

La FDA, considera como GRAS al Reb A de alta pureza (>95 %). Su mezcla con otros edulcorantes calóricos y no calóricos, puede generar un efecto positivo de enmascaramiento de regustos, mouthfeel y potencialización del dulzor. El Comité Conjunto de Expertos en Aditivos Alimentarios (JECFA) fijó su IDA en 4 mg/kg de peso corporal (Ibarra, 2011).

Se ha evaluado la composición de hojas de *Stevia rebaudiana Bertoni* cultivadas en Ecuador, y tal como se aprecia en la Tabla 2, se ha encontrado que el contenido de esteviósido es bajo, mientras el de Reb A es alto (ESPE, 2009).

Tabla 2. Contenido de esteviósido y Reb A en hojas de Stevia cultivadas en diferentes zonas de Ecuador

Provincia	% Esteviósido	% Reb A
Guayas	<1	9.0
Francisco de Orellana	<1	8.6
Manabí	<1	8.3
Santo Domingo de los Tsáchilas	<1	6.1
Pichincha	<1	10.0
Carchi	<1	8.3
Zamora	<1	7.2
Los Ríos	<1	8.4
Loja	<1	6.0

(ESPE, 2009)

- **Sacarina:** Esta sustancia tiene buen dulzor, pero deja un regusto amargo prolongado (Solá, 2014). Es el edulcorante más barato.
- **Sucralosa:** Se deriva de la sacarosa, y se obtiene por un proceso patentado de sustitución selectiva (cambio de tres grupos hidroxilo por átomos de cloro). Su IDA, definida por la FDA, es de 5 mg/kg de peso corporal (Restrepo, 2004). El uso frecuente de sucralosa, se debe a su gran estabilidad en sistemas líquidos.

Se considera al perfil de la sucralosa, ciclamato y aspartame como los más cercanos a la sacarosa, usados individualmente (Ashurst & Hargitt, 2009). Es importante considerar la permisión para el uso específico de cada sustancia, ya que la legislación varía de un país a otro en materia de edulcorantes.

➤ **PODER EDULCORANTE**

La capacidad edulcorante de una sustancia, se mide subjetivamente comparándola con la sacarosa (Badui, 2006). Este dulzor es aproximado, y depende del producto donde se aplique. Considerando que a la sacarosa se le atribuye el valor de 1, el poder edulcorante de las distintas sustancias, se muestra en las Tabla 3 y 4.

Tabla 3. Poder edulcorante (intensivos)

Sustancia	Poder Edulcorante	Número E	Índice Glicémico (glucosa = 100)
Ciclamato sódico	30-50	E-952	0
Aspartame y Acesulfame K	200	E-951 y E-950	0
Stevia	300-400	E-960	0
Sacarina sódica	300-500	E-954	0
Sucralosa	600	E-955	0
Neohesperidina	1000-1800	E-959	0
Taumatina	2000-3000	E-957	0
Neotame	8000-13000	E-961	0

(EPSA, 2015)

Tabla 4. Poder edulcorante (no intensivos y polioles)

Sustancia	Poder Edulcorante	Número E	Índice Glicémico (glucosa = 100)
Sacarosa	1	-	68
Maltitol	2.4	E-965	35
Lactilol	0.3-0.4	E-968	3
Isomaltol	0.4	E-953	2
Sorbitol	0.6	E-420	4
Eritritol	0.6-0.8	E-968	1
Tagatosa	0.92	-	3
Xylitol	1	E-967	12
Manitol	1.6	E-421	2

(EPSA, 2015)

2.1.2.3. Acidulantes

Aportan la percepción ácida de la bebida, disminuyen su pH, son agentes conservadores, modificadores de viscosidad, coagulantes y antioxidantes (Restrepo, 2004). Sensorialmente generan acidez y astringencia en la boca, además de ayudar en el enmascaramiento de resabios de edulcorantes intensivos (Sortwell, 2004).

Por lo general, los ácidos inorgánicos se perciben más astringentes que los orgánicos. Los ácidos fuertes, como el ácido nítrico, liberan gran cantidad de iones hidrógeno en solución, mientras que los ácidos débiles (más usados

en alimentos), como el acético, no. Mientras más débil un ácido, más cantidad se requiere para bajar el pH a un valor específico (Sortwell, 2004).

La saliva humana tiene un pH aproximado de 6.8, y los acidulantes lo modifican al interactuar con las papilas gustativas en la boca, que receptan la sensación ácida y la transmiten al cerebro (Bartek, 2014). El nivel de acidez percibida de un ácido comprende tres factores: el ácido específico usado, el pH de la bebida y la concentración del ácido.

Para comparar la acidez relativa de los acidulantes, se deben evaluar al mismo pH, ya que un ácido puede ser percibido en diferente intensidad de acuerdo con el pH en que se encuentra (Matalanis, 2008). A pesar de que los ácidos no son un factor de peso en costos, se debe considerar posibles restricciones del costo de la fórmula (Sortwell, 2004). Si el tipo de CSD a desarrollar, ha estado expuesto por años en el mercado, entonces un cambio de acidulantes no es recomendable.

Al considerar diversos factores (efecto particular en aroma, manejo y almacenamiento, límites regulatorios), la selección del acidulante adecuado para conseguir el sabor deseado, se puede facilitar:

- **Ácido Cítrico:** Es el acidulante más usado y está presente en la naranja, mango, tomate, frambuesa, entre otros. Tiene un impacto inicial en el perfil del sabor.
- **Ácido Fosfórico:** Es un ácido más fuerte que los otros, y tiene una acidez relativa muy baja a pH 3.0, por lo que su aplicación busca disminuir el pH, con un ligero incremento en la acidez (Sortwell, 2004).

Requiere procedimientos de seguridad especiales por ser un líquido corrosivo.

- **Ácido Fumárico:** Es un sólido no higroscópico, que brinda una sensación astringente, y posee solubilidad baja (0.5 % p/v) a 20 °C, por lo cual, retiene más la sensación ácida que brinda en la boca. Para lograr su disolución, existe una forma especial de este ácido (tamaño de partícula menor a 200 µm), junto al uso de un agente tensoactivo.
- **Ácido Láctico:** Es un líquido, que otorga notas cremosas, deseables en bebidas lácticas o frutales.
- **Ácido Máfico:** Tiene un carácter frutal y perdurable. Está notablemente presente en la manzana, cereza, sandía y durazno.

Impacta en la parte media de un perfil de sabor. Incluso como acidulante secundario, tiene la capacidad de combinar notas de sabor incompatibles, creando un perfil de sabor más redondo y suave, efecto muy importante en productos con ingredientes funcionales, muy saborizados, extractos, aminoácidos, vitaminas B, o con edulcorantes intensivos que poseen resabios (Sortwell, 2004). Por ejemplo, complementa el dulzor permanente de la sucralosa (Sortwell, 2004).

Esto ocurre por su conformación molecular, que contiene una región hidrofóbica, que se asocia con la región hidrofóbica de los compuestos saborizantes, demorando así el transporte de sabores a través de la saliva, y haciendo que los receptores gustativos están expuestos a ellos por más tiempo (Bartek, 2014).

- **Ácido Tartárico:** Tiene carácter astringente y se encuentra en naturalmente en arándanos, uva y tamarindo. Impacta al perfil del sabor

en el momento inicial. Es el acidulante más higroscópico y puede precipitar en bebidas fortificadas con calcio.

Los efectos particulares en CSD de cada acidulante, se muestran en la Tabla 5.

Tabla 5. Acidulantes y su efecto en el perfil de sabor de una CSD

Acidulante	Descriptor de acidez	Modificador de sabor	Acidez en el tiempo
Cítrico	Brillante, refrescante	Bajo	Corta
Fumárico	Limpio y seco	Alto	Larga
Láctico	Suave, lácteo	Medio	Larga
Málico	Maduro, suave	Muy alto	Larga
Fosfórico	Bajo impacto	Bajo	Corta
Tartárico	Brusco, seco	Bajo	Corta

(Bartek, 2014)

El ácido cítrico es generalmente el acidulante primario (excepto en colas, donde el primario es el fosfórico) y el ácido málico es el secundario, siendo ésta la combinación más usada.

2.1.2.4. Sistema Buffer

Un sistema buffer o tampón, está conformado por un ácido o base débil y su sal conjugada. La mayoría de los buffer en CSD, son de naturaleza ácida. Las sales de grado alimenticio más comunes, son de sodio y potasio. Las sales de los ácidos orgánicos, como el citrato de sodio, también aportan acidez a la bebida (Bartek, 2014). Es mejor formular un sistema con un ácido débil y su propia sal (por ejemplo: ácido cítrico y citrato de sodio).

Otros buffers usados son los acetatos y gluconatos (Matalanis, 2008). La capacidad buffer es la resistencia al cambio de pH, expresada como la concentración normal (equivalentes/L) de un ácido o base fuerte, que cambia el pH en 1.0. Los sistemas buffer se usan para disminuir la variación del pH entre lote y lote, mejorar la estabilidad del aspartame, controlar la gelificación en productos con pectina o reducir la tasa de inversión de la sacarosa (Sortwell, 2004).

Los cambios en el pH son resultado directo de los cambios en la concentración de iones hidrógenos libres, por consecuencia, las soluciones buffer son muy efectivas para mantener el pH constante, al reaccionar y secuestrar el exceso de iones hidrógeno disociados en la bebida.

Para una adecuada elección del buffer, se debe considerar el rango de pH de la bebida, ya que cada sistema buffer tiene un rango efectivo de pH; por ejemplo el del ácido cítrico y el citrato de sodio está entre 2.1 y 4.7 (Matalanis, 2008).

2.1.2.5. Saborizantes

Son sustancias esenciales para la bebida, porque simulan su sabor y son el pilar fundamental para elaborar un concepto nuevo, extensión de producto, o reducción de costos (Ashurst & Hargitt, 2009). Son generalmente reactivos y algunos, susceptibles a oxidarse, siendo notable el efecto sobre la estabilidad de la bebida. Los saborizantes basados en aceites esenciales (cítricos), son los más inestables (en especial los que contienen fracciones de terpeno).

Si el triacetato de glicerina se usa como solvente del saborizante, se producen malos sabores por su descomposición en ácido acético y glicerina. Se debe considerar posibles interacciones cuando la CSD tiene vitaminas y minerales adicionadas (especialmente Fe, Ca y Zn). Los compuestos saborizantes son disueltos en solventes permitidos y su clasificación está en función de la fuente de sus ingredientes clave:

- Artificial: Si el compuesto sintético no se encuentra en la naturaleza.
- Idéntico al natural: Si se obtienen por síntesis química, pero son idénticos a las sustancias naturales.
- Natural: Si se derivan de fuentes naturales.

2.1.2.6. Colorantes

Su uso va ligado a la expectativa de apariencia por parte del consumidor. La elección del colorante, debe considerar:

- Disponibilidad y costos.
- Origen (natural o artificial).
- Solubilidad y estabilidad (reacciones oxidativas, desempeño en el medio acuoso y ácido de la bebida).

2.1.2.7. Conservantes

Son sustancias que ayudan a garantizar la estabilidad de la bebida durante su vida útil, previniendo el crecimiento microbiano (Ashurst & Hargitt, 2009). Son efectivos a niveles iniciales bajos de contaminación microbiana; no se debe asumir que protegen del deterioro en cualquier circunstancia. El efecto antimicrobiano es mayor con una mezcla de conservantes y la acidificación

de la bebida, ya que a menor pH, mayor es el efecto preservante (Ashurst & Hargitt, 2009).

Los conservantes más comunes en CSD son los sorbatos y benzoatos (sales de K o Na derivadas de los ácidos sórbico y benzoico).

2.1.2.8. Anti espumantes

Previenen la formación de la espuma estable durante el procesamiento de CSD y la única sustancia permitida para este fin, es el dimetilpolisiloxano (10 mg/L). El uso de edulcorantes intensivos o ciertos jugos de frutas, pueden ser posibles causas de generación de espuma (Ashurst & Hargitt, 2009).

Es importante distinguir entre generación de espuma y burbujeo originado por el CO₂, ya que el uso de anti espumantes puede empeorar el burbujeo, al reducir la tensión superficial del producto y acelerar la liberación del CO₂ disuelto.

2.1.2.9. Estabilizantes

Importantes en bebidas con jugo de fruta, donde la separación y precipitación de una fase ocasiona mala apariencia del producto. Compuestos como la pectina, o gomas (xantana o guar) pueden mejorar esta condición.

2.1.2.10. Quelantes / secuestrantes

Son sustancias, como el EDTA, que capturan iones metálicos libres en una solución, y crean una barrera a los microorganismos, al bajar la disponibilidad de sus factores de crecimiento (por ejemplo Ca y Fe).

2.1.2.11. Nutraceuticos

Son ingredientes que otorgan un efecto funcional beneficioso. Su uso ha incrementado debido a la preocupación del consumidor por adquirir bebidas más saludables. Los nutraceuticos más usados son:

- **Vitaminas/minerales:** La vitamina A se agrega en forma de betacaroteno (provitamina A, que en el cuerpo se convierte en vitamina A). Las vitaminas B, ayudan al metabolismo de carbohidratos, y se incluyen frecuentemente en bebidas deportivas. Los minerales más populares son Ca, Zn y Na.
- **Antioxidantes:** Algunas vitaminas son también antioxidantes (vitamina E y C). Previenen la deterioración oxidativa, y contrarrestan el efecto de los radicales libres en el cuerpo (relacionados al envejecimiento celular).

2.1.2.12. Dióxido de Carbono (CO₂)

Es un gas natural y conforma el 0.03 % de la mezcla gaseosa del aire. Puede encontrarse además, en estado sólido (hielo seco) y líquido (presurizado). No posee color ni olor, ni aporta con sabor a la bebida. No es tóxico ni inflamable. El CO₂ forma ácido carbónico (H₂CO₃) en el agua, que

ayuda a retardar el crecimiento microbiano (Shachman, 2005). El azúcar disminuye la solubilidad del CO₂, mientras que los aminoácidos libres, las proteínas y los coloides, la incrementan.

Esta solubilidad parece estar sometida al cambio en la concentración de masa de los constituyentes sólidos de la bebida, y no a sus propiedades físicas, como la viscosidad (Descoins, Mathlouthi, Le Moual, & Hennequin, 2006). Las especificaciones para el CO₂ grado alimenticio, han sido elaboradas por la ISBT (International Society of Beverage Technologists) en USA y por la EIGA (European Industrial Gases Association) en la UE (Ashurst & Hargitt, 2009).

El número y tamaño de las burbujas formadas por el CO₂, influye en la percepción sensorial de la bebida. Se ha concluido en estudios, que las bebidas que poseen un menor tamaño de burbuja, son preferidas sobre las que tienen de tamaño normal, además el 73 % de panelistas percibieron a las bebidas (con tamaño pequeño de burbuja), como mayormente gasificadas (Barker, Jefferson, & Judd, 2002).

Investigaciones demuestran, que la sensación percibida al tomar CSD, se origina de la formación de H₂CO₃ en la mucosa oral, y no de la estimulación táctil de las burbujas, ya que la sensación percibida no varía significativamente si se prueba la bebida gasificada a presión atmosférica (con formación de burbujas) o a 2.0 atm (sin formación de burbujas).

La estimulación provista por las burbujas, enfatiza y modula el ardor percibido, pero su fuerza física es muy débil para estimular los mecanociceptores en la mucosa oral (Wise, Wolf, Thom, & Bryant, 2013).

2.1.3. SINERGIA

Es el trabajo conjunto de dos o más componentes en un sistema, para producir un efecto positivo (mejoramiento) o negativo (supresión). Los descubrimientos de mezclas sinérgicas, han sido hallazgos empíricos de que ciertas mezclas funcionan más efectivamente que sus agentes de manera individual (Gordon, 1996).

Este fenómeno es común en edulcorantes y acidulantes, entre los cuales también se da un enmascaramiento mutuo, es decir que, cualquier cambio en el dulzor, afectará la acidez y viceversa (ISBT, 2003).

2.1.3.1. Sinergia de edulcorantes

La sustitución de sacarosa no es sencilla, principalmente porque ésta desempeña funciones de textura, conservación y consistencia (Badui, 2006). Las sustancias edulcorantes no presentan un óptimo sabor por si solas, y aún menos en sustituciones 1 a 1. Un mejor sabor se puede alcanzar con mezclas, ya que ningún edulcorante intensivo sabe exactamente como la sacarosa.

La sinergia en mezclas edulcorantes, ocurre cuando el dulzor obtenido es mejor (cantidad y calidad) que la suma de los componentes individuales, lo que puede evitar el impacto negativo en la aceptabilidad de la bebida, al mantener la dulzura típica de la sacarosa (Heikel B. , Krebs, Kohn, & Busch-Stockfisch, 2012). La sinergia se optimiza cuando la proporción de la mezcla es 1:1 por dulzor, lo que se conoce como el punto equidulce (OEPM, 1994).

Las mezclas más conocidas son las de aspartame/acesulfame K y aspartame/sacarina, pero cabe notar que no todas las mezclas muestran esta propiedad. En CSD, los beneficios de usar mezclas edulcorantes, están con relación a la sinergia, sabor, estabilidad, y costos. Aunque los mecanismos precisos que producen el efecto sinérgico entre compuestos aún no están claros, es evidente que este fenómeno ocurre en mezclas de edulcorantes (Schiffman, y otros, 1995).

Estudios indican que dicho efecto puede ser mayor en combinaciones binarias de edulcorantes, que en terciarias, por lo que el potencial beneficio de un sinergismo entre estos compuestos, se deriva de la combinación simple de dos edulcorantes (Schiffman S. , Sattely, Graham, Booth, & Gibes, 2000).

Una mezcla edulcorante, con gran potencial, es la de eritritol/reb A, pues aporta significativamente a conseguir un perfil similar al de una bebida edulcorada con sacarosa, sin necesidad de agentes enmascarantes de resabios. Entre los beneficios de esta mezcla están:

- Origen natural.
- Contiene cero calorías.
- Alta tolerancia digestiva en el cuerpo humano (a niveles esperados de consumo).
- Provee de mouthfeel y cuerpo a la bebida.
- No genera regustos ni notas extrañas.
- Índice glicémico cero (no afecta al nivel de azúcar en la sangre).
- Sustancias no carcinógenas ni cariogénicas (Jungbunzlauer, 2015).

2.1.3.2. Sinergia de acidulantes

La combinación de ácidos es frecuente, debido a los beneficios que otorga al desarrollo de una bebida (Sortwell, 2004). Al duplicar la cantidad de un ácido, el grado de percepción de la acidez no se duplica, tan solo aumenta un 74 % (Sortwell, 2004). Con la combinación de acidulantes, se consigue la misma sensación de acidez, reduciendo a la vez la concentración de los ácidos. Así se facilita el logro de un perfil de sabor más auténtico, mientras se adquiere una ventaja económica.

2.1.4. CARBONATACIÓN

El nivel de carbonatación se mide en volúmenes de CO₂. Usualmente la gaseosa, cerveza de jengibre, agua tónica y con gas, tienen entre 3.0 y 4.0 volúmenes de CO₂, mientras que bebidas frutales y refrescos cremosos, tienden a tener entre 2.5 y 2.8 volúmenes. El nivel de carbonatación es un factor sensorial clave en las CSD (Shachman, 2005).

Si el nivel de CO₂ es bajo, se percibirá una bebida “plana”, y si es muy alto se considerará “ácida o amarga”, y en cualquier caso, el consumidor percibe la bebida como de baja calidad. Para aumentar la retención de CO₂, se usan polisacáridos o hidrocoloides, estabilizantes, gelificantes, los cuales aumentan la carga tensoactiva del líquido. Estudios han encontrado que, la carbonatación aumenta la acidez percibida a niveles bajos de ácido cítrico, lo que no pasa a niveles altos (Yau & McDaniel, 1992).

2.2. ESTUDIOS DE ESTABILIDAD

El desarrollo de CSD comprende el estudio de la estabilidad del producto final, con el fin de determinar su perfil de envejecimiento y vida útil. Estos estudios involucran disciplinas como la química, microbiología, bioquímica, cinética, aritmética, cálculo, estadística, evaluación sensorial y fisicoquímica. Debe considerar los parámetros que se controlarán, como se medirán y con qué frecuencia, la cantidad de muestras, a qué condiciones se mantienen y el tiempo que durará la evaluación.

Todo producto posee un parámetro de calidad de alta sensibilidad (Anzueto, 2012). Es por esto que se requiere de la evaluación microbiológica, sensorial y medición de atributos fisicoquímicos críticos, para determinar el momento en que el producto no es aceptable, evaluando así, el desempeño del producto una vez en manos del consumidor.

Asumiendo que el producto permanece microbiológicamente estable, es usualmente la degradación del sabor, lo que determina la no aceptabilidad del producto (Ashurst & Hargitt, 2009). Por lo general, el uso de edulcorantes de poder edulcorante similar a la sacarosa, no representa un cambio significativo en la estabilidad de la bebida, sin embargo, el grado de pureza de los mismos si puede incidir en su degradación.

La correcta interpretación de los datos arrojados, permite llegar a una conclusión acertada y estimación de la vida útil. El estudio puede ser costoso por el entrenamiento de paneles sensoriales y uso de cámaras climáticas (para creación de condiciones extremas de temperatura y humedad que facilitan evaluación acelerada). La estimación de la vida útil tiene dos metodologías generales:

- Bajo condiciones normales (determinación directa).
- Bajo condiciones de abuso (determinación acelerada).

Los métodos acelerados toman el principio, de que los procesos de deterioro ocurren más rápido a temperaturas mayores de almacenamiento que las reales. Entre más rápido se induzca el deterioro, disminuye la confiabilidad de la estimación y no siempre es aplicable a todo producto (Anzueto, 2012). Estudios bajo condiciones reales deben hacerse, para validar los datos de estabildades aceleradas.

2.2.1. VIDA ÚTIL

También llamada vida de anaquel o vida en estante, es el periodo en donde la bebida mantiene aceptables sus atributos sensoriales y de seguridad para el consumidor, mientras se almacena bajo condiciones óptimas ya instauradas. Es importante considerar que la vida útil no está en función del tiempo, si no de las condiciones ambientales y la permisibilidad de pérdida de calidad (estándares de inaceptabilidad definidos y su forma de medición).

Cuando al menos un parámetro (de la evaluación microbiológica, fisicoquímica o sensorial) se vuelve inaceptable, ocurre el final de la vida útil. En CSD, los procesos de deterioro que se pueden suscitar son la rancidez (oxidativa, lipolítica, hidrolítica), la degradación de vitaminas y minerales, cambios del aspecto y sabor, crecimiento microbiano, entre otros.

Aparte de los requisitos microbiológicos, la normativa ecuatoriana, especifica parámetros fisicoquímicos para las bebidas gasificadas, como sólidos solubles (°Brix), volúmenes de CO₂, acidez titulable y pH (INEN, 2008).

2.2.2. VOLÚMENES CO₂

Cada volumen de CO₂ equivale a 1.96 gCO₂/L_{bebida}. A una temperatura menor y presión mayor, aumentará el volumen de CO₂ disuelto en la bebida (Shachman, 2005). Con la combinación de estos dos parámetros, se puede alcanzar niveles de saturación desde 2 hasta 15 g/L de CO₂ disuelto.

Para medir el volumen de CO₂ disuelto en una bebida, se debe determinar la presión y temperatura de ésta, con un probador de CO₂ y hallar el resultado cruzando los datos en una tabla ya desarrollada o en una calculadora de volúmenes de CO₂. Para fines de control rutinario, la precisión de este método es suficiente (Ashurst & Hargitt, 2009). Existen también métodos colorimétricos, pero son vulnerables a interferencia en bebidas intensamente coloreadas.

2.2.3. pH

Es el logaritmo negativo de la concentración molar de los iones hidrógeno. Por ejemplo, el pH de una solución 0.000027 M (mol/L) es igual a 4.56. Mientras menor es el pH, la concentración de iones hidrógeno es mayor. Una variación de pH de 1.0 significa un cambio en la concentración de iones hidrógeno igual a 10x (Bartek, 2014).

2.2.4. ° BRIX

Es una propiedad óptica de las soluciones de sucralosa, dependiente de la temperatura y expresada como el contenido de sólidos solubles en un líquido. Para fines prácticos, es el porcentaje (p/p) de la sucralosa en la

bebida (Steen & Ashurst, 2006). Cualquier conversión a volumen necesita de tablas de relación °Brix / densidad relativa y contenido de sólidos por litro (Ashurst & Hargitt, 2009).

2.2.5. ACIDEZ TITULABLE

Es la acidez de la bebida, señalada como el porcentaje de ácido cítrico. Se determina con uso de una solución estandarizada de hidróxido de sodio. El miliequivalente del ácido cítrico anhidro (0.064 g) equipara a 1 ml de solución 0.1 N de Na(OH).

2.2.6. MICROBIOLOGÍA

Las CSD soportan el crecimiento de microorganismos alterantes (bacterias, mohos y levaduras). Las levaduras producen CO₂, al metabolizar el azúcar, por lo se suscita un hinchamiento de las botellas. Los mohos deterioran el sabor y apariencia de la bebida. En la industria, las formulaciones comúnmente se enfocan en conseguir un pH cercano a 3.2, como un estándar para asegurar la calidad microbiológica de la bebida terminada (Hamilton, 2002).

2.3. EVALUACIÓN SENSORIAL

Es el estudio de la percepción que ocurre en los órganos sensoriales de las personas, generada por su interacción con las propiedades fisicoquímicas del material evaluado. Se evalúa la percepción de una propiedad, no la propiedad en sí. Dicha respuesta humana no es aislable de experiencias

previas ni de la influencia ambiental. El objetivo principal de una evaluación sensorial es la ejecución de pruebas válidas y confiables que arrojen resultados para la toma de decisiones.

Es aplicable para control de calidad, desarrollo de nuevos productos e investigaciones (Meilgaard, Civille, & Carr, 2007). Las inconsistencias en las respuestas sensoriales de los individuos ocurren por sus diferenciales fisiológicos y psicológicos, sin embargo se puede adquirir respuestas muy congruentes mediante procesos de entrenamiento (ICONTEC, 2007). La adecuada ejecución de las metodologías de evaluación sensorial, permiten identificar y controlar posibles sesgos y variaciones.

El enfoque actual del análisis sensorial es tratar a los panelistas como un instrumento de medición efectivo y único para medir lo que se necesita medir. Los evaluadores o jueces deben ser personas interesadas en realizar la actividad, siendo innecesaria la persuasión. Para la correcta realización de una evaluación sensorial es necesario detallar siete tareas prácticas:

- Determinar el objetivo del proyecto: definir las necesidades específicas para interpretar los resultados correctamente. Se debe precisar si se trata de un mejoramiento de producto, reducción de costos, sustitución de ingredientes, si se busca que las muestras sean igual o diferentes de otras, preferidas más o igualmente, variables en uno o más atributos, entre otros (Meilgaard, Civille, & Carr, 2007).
- Determinar el objetivo de la prueba: puede ser una diferencia global, diferencia por atributo, preferencia relativa, aceptabilidad. No se debe plantear muchas preguntas en una sola prueba.

- Examinar las muestras: conocer a fondo los materiales a evaluar para comprender cualquier atributo que pueda causar sesgo, por ejemplo en una prueba de diferencia global, donde el color puede afectar la medición de una diferencia de dulzor.
- Diseñar la prueba: elegir la técnica de evaluación, definir correctamente la hipótesis nula y alternativa, seleccionar y entrenar los panelistas (para lograr resultados reproducibles), plantear la hoja de respuesta, establecer los criterios para preparación y presentación de las muestras, y determinar cómo se analizarán los datos (Meilgaard, Civille, & Carr, 2007).
- Ejecutar la prueba: asegurar que todos los requerimientos de la prueba se cumplan a cabalidad.
- Analizar los resultados: se puede hacer uso de un programa estadístico para tratar los datos, tan pronto como la prueba termine.
- Interpretar y reportar los resultados: se debe expresar en función del objetivo inicial (Meilgaard, Civille, & Carr, 2007).

2.3.1. EVALUACIÓN SENSORIAL DE CSD

Implica valorar el impacto de una CSD en los sentidos, involucrándose así su sabor, olor, apariencia, e incluso sonido (Shachman, 2005). Se debe considerar la ocurrencia del fenómeno de adaptación sensorial, en el que un estímulo de sabor constante e ininterrumpido en la lengua, reduce la respuesta al estímulo (Schiffman S. , y otros, 2003). Mientras se consume ininterrumpidamente varias bebidas, su dulzor percibido tiende a declinar (Matalanis, 2008).

Las investigaciones muestran que este fenómeno es más frecuente con edulcorantes intensivos y no nutritivos, que con edulcorantes nutritivos. La recuperación entre muestras es importante para lograr moderar la adaptación sensorial. Los panelistas deberían ser prudentes al evaluar, tomando solamente pequeños bocados, manteniéndolos en la boca durante un par de segundos y esperando por lo menos 15 segundos antes de probar la siguiente muestra.

El primer y segundo sorbo son los que más impacto tienen en la percepción sensorial y los panelistas deberían aprovecharlos para elaborar las comparaciones necesarias (Meilgaard, Civille, & Carr, 2007). En CSD, el contenido de gas es un factor sensorial crítico, así como su acidez, dulzor y amargor.

Las CSD deberían servirse frías, a la misma temperatura (o al menos con diferencia no distinguible). Una muestra más fría que otra puede ganar preferencia sin importar sus otros atributos. Si una muestra ha perdido gas, ganará preferencia de quienes gustan de bebidas gasificadas levemente y viceversa. Se evalúa sensorialmente una bebida cuando:

- Se sospecha un defecto de sabor.
- Se desarrollan nuevos productos.
- Se requiere guiar el progreso de una formulación.
- Se somete una nueva formulación a aprobación final.
- Se examina el producto de la competencia para propósitos de apreciación general.

2.3.2. PANELISTAS

- Panelistas: inexpertos (no desempeñan un criterio de selección específico) o iniciados (que han tenido experiencia previa en pruebas sensoriales).
- Panelistas seleccionados: han pasado por un proceso de selección y entrenamiento para una prueba sensorial específica.
- Panelistas expertos: se han seleccionado y entrenado en una multitud de técnicas de evaluación sensorial y poseen alta agudeza en éstas.

La conformación de un panel entrenado implica una inversión de tiempo y dinero. El entrenamiento de panelistas para pruebas descriptivas es diferente del que es para panelistas en pruebas de discriminación (ICONTEC, 2007). Los panelistas en pruebas de preferencia solo requieren ser representativos dentro de un sector delimitado de la población.

2.3.3. EL SENTIDO DEL GUSTO

Son las sensaciones percibidas en la boca, dadas por la interacción química entre componentes del producto que probamos (disueltos en agua, aceite o saliva) y las papilas gustativas, que en su mayoría se ubican en la superficie de la lengua. La mucosa del paladar y la garganta también participan en menor medida. La sobresaturación de estos tejidos se puede dar por moléculas de gran amargor que se enlazan a las proteínas receptoras (Meilgaard, Civille, & Carr, 2007).

La concentración del estímulo, así como su área de aplicación, temperatura, viscosidad, duración y el estado químico de la saliva, afectan la percepción gustativa. La relación entre un estímulo físico y su respuesta humana, se estructura en tres momentos:

- El estímulo llega al órgano sensorial y se convierte en una señal nerviosa que se transmite al cerebro.
- El cerebro interpreta, organiza, e integra la señal tomando como referencia experiencias previas alojadas en la memoria.
- Se formula una respuesta basada en la percepción global del sujeto.

2.3.4. TIPOS DE EVALUACIONES

En todo tipo de evaluación sensorial, las hojas de respuesta deben estar diseñadas para cumplir con el objetivo de la prueba, y tener instrucciones breves y precisas. No deberían existir restricciones de tiempo para la realización de las pruebas (Shachman, 2005). Las pruebas sensoriales se dividen en tres grandes grupos:

2.3.4.1. Discriminación

Evalúan la probabilidad de diferencia o igualdad entre muestras. La hipótesis nula es que “las muestras no son diferentes” cuando se evalúa diferencia, o “las muestras son iguales” si se evalúa similitud. Después de la evaluación, se decide aceptar o rechazar la hipótesis nula con el uso de niveles de

significancia “valor p”, cuyo nivel más usado es de 0.05 para evaluaciones de diferencia, y de 0.10 para evaluaciones de similitud.

Si el valor p resultante de la evaluación es menor que 0.05 o 0.10 (según el caso), se rechaza la hipótesis nula (Carlisle, 2014). Estas pruebas funcionan mucho mejor con dos productos levemente diferentes.

➤ **COMPARACIÓN POR PARES**

Esta prueba puede usarse para determinar diferencia o similitud sensorial perceptible entre dos muestras (ICONTEC, 2013), así como para seleccionar y entrenar panelistas. En contexto de pruebas con consumidor, se la puede usar como prueba de preferencia entre dos muestras, siendo su objetivo en ese caso, determinar el impacto que tiene la diferencia (pequeña o grande y ya conocida previamente), en la preferencia por una u otra muestra (Shachman, 2005).

La comparación pareada se destaca por su simplicidad y bajo agotamiento sensorial.

➤ **DÚO-TRÍO**

Es una prueba especialmente útil para determinar si hay diferencia o similitud sensorial perceptible entre dos muestras y sirve también para selección y entrenamiento de evaluadores (ICONTEC, 2006). Se presenta una muestra de referencia, seguida de dos muestras entre las cuales se encuentra una idéntica a la referencia y se pide al panelista que la identifique.

➤ TRIANGULAR

Este tipo de prueba es útil para determinar la existencia de un diferencial o similitud sensorial, perceptible entre muestras de dos productos (ICONTEC, 2006). Se suministran tres bebidas, de las cuales dos son iguales y una diferente. Se menciona al juez que una de ellas es diferente (lo que despierta la sensibilidad sensorial en la búsqueda). No determina preferencias (Shachman, 2005).

Una diferencia puede haber sido añadida deliberadamente (cambio de materia prima) o involuntariamente (falla en procesamiento). Si el juez duda o no está seguro de marcar una muestra, debe escoger una, así sea como adivinanza (Shachman, 2005). Este principio de decisión forzada alienta al juez a esforzarse más por elegir una muestra.

Si el juez persiste en escribir que no existe diferencia en una prueba triangular, se debe descartar la hoja de respuesta en la tabulación de los datos. Esta prueba también sirve para selección y entrenamiento de panelistas.

➤ TÉTRADA

Este método es útil para determinar si existe una diferencia sensorial perceptible entre muestras de dos productos o para establecer la magnitud de dicha diferencia, la cual se puede encontrar en un atributo sensorial o en varios (ASTM, 2015). Es estadísticamente más eficiente que la prueba triangular o la dúo-trío (si existe una diferencia entre muestras, es menos probable que no se perciba con el mismo número de juicios).

Le prueba tétrada es efectiva cuando su objetivo es determinar si una diferencia perceptible resulta o no de un cambio en formulación, proceso, empaque o almacenamiento del material a ser evaluado (ASTM, 2015). En la aplicación de pruebas de discriminación, la prueba triangular se considera uno de los métodos sensoriales más conocidos, a pesar de necesitar un gran número de juicios para ser efectiva (Ennis & Rousseau, 2012).

Con la prueba tétrada se puede adquirir el mismo resultado de una triangular, realizando menos juicios (teóricamente la tercera parte). Al igual que la prueba triangular, la tétrada no necesita especificar la naturaleza de la diferencia en el producto.

Su metodología comprende la presentación de cuatro muestras, de las cuales dos representan a un producto y dos a otro. Se pide a los panelistas que agrupen las muestras en dos grupos de dos, basándose en similitud (es diferente a pedir que junten las dos muestras más similares). Esta prueba implica ahorros económicos y de tiempo en la industria, además que brinda información sensorial de más calidad para la toma de decisiones (Ennis & Rousseau, 2012).

Es fundamental considerar que la prueba tétrada no es la adecuada si se pretende evaluar productos que causen fatiga sensorial, es decir que tengan fuerte condimentación, se sirvan calientes o que posean un prolongado residual (Carlisle, 2014).

2.3.4.2. De escalas y categorización

Ayudan a decidir las categorías o clases asignables a las muestras. Estas pruebas estiman además, la magnitud de los atributos específicos de los productos. La elección de una escala de respuesta, debe ser comprensible y fácil de usar por los panelistas.

2.3.4.3. Descriptivas

Identifican las particularidades sensoriales inherentes de una muestra. Se pueden usar para caracterizar cuantitativamente o cualitativamente a un producto. Pueden ser pruebas descriptivas simples, de perfil sensorial o de perfil de libre elección.

3. METODOLOGÍA

3. METODOLOGÍA

El presente estudio estuvo estructurado por cuatro etapas principales: reformulación de las dos CSD patrón, conformación del panel sensorial de CSD, evaluación sensorial de las propuestas y estudio de estabilidad de las bebidas seleccionadas. Se utilizó un diseño factorial 2^2 (AxB), siendo los factores (variables independientes) los siguientes:

- Contenido de azúcar de CSD edulcoradas naturalmente; niveles:
 - Semáforo medio (mayor a 2.5 g/100 ml y menor a 7.5 g/100 ml).
 - Semáforo bajo (menor o igual a 2.5 g/100 ml).
- Fórmula base de bebida patrón, niveles:
 - Bebida tipo 1.
 - Bebida tipo 2.

La variable dependiente fue la existencia o no, de diferencia sensorial significativa respecto al patrón. Como se puede evidenciar en la Tabla 6, fueron cuatro los tratamientos evaluados.

Tabla 6. Tratamientos del diseño experimental

	Semáforo Azúcar	Bebida Tipo 1	Bebida Tipo 2
T1	Medio		x
T2	Bajo		x
T3	Medio	x	
T4	Bajo	x	

3.1. REFORMULACIÓN

El proceso de reformulación comprendió la eliminación de los edulcorantes artificiales de las bebidas patrón y la aplicación de una mezcla binaria edulcorante natural, con ajustes de ingredientes. En la Figura 2 se puede apreciar las etapas aplicadas para cada una de las dos bebidas tipo.

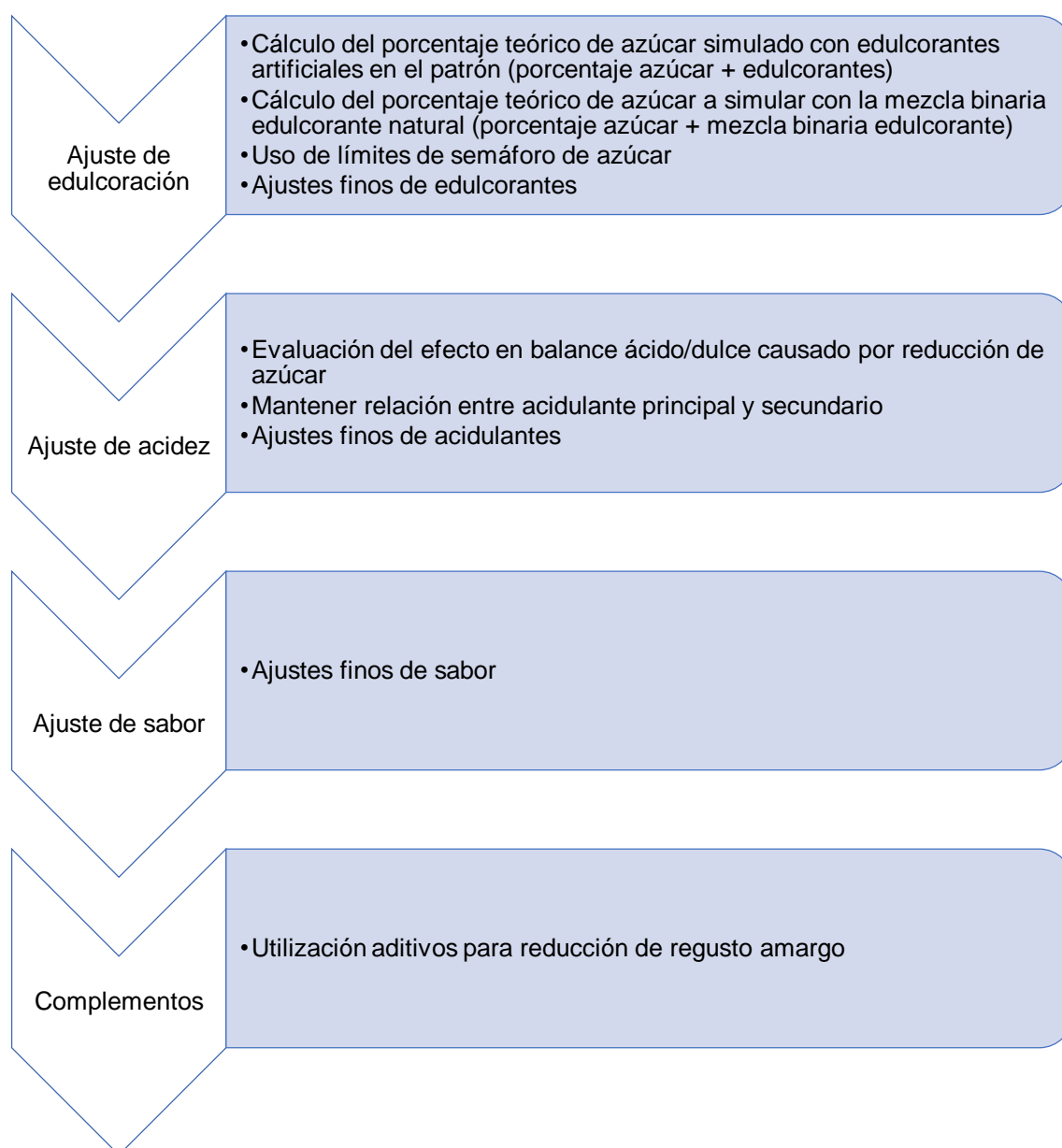


Figura 2. Proceso de reformulación CSD

Las propuestas de bebida en cada etapa, se evaluaron preliminarmente con el equipo de trabajo que lidera el desarrollo de las CSD en estudio. Se seleccionó finalmente las fórmulas para cada uno de los cuatro tratamientos a evaluar.

3.2. CONFORMACIÓN DEL PANEL SENSORIAL

Teniendo el propósito de asegurar la calidad en las CSD a reformular, se decidió conformar un panel de evaluadores seleccionados, es decir elegidos y entrenados para pruebas sensoriales particulares y de tipo discriminativas (ICONTEC, 2007). Para este fin, se siguió los lineamientos de la Guías Técnicas Colombianas (GTC) 245 y 246, editadas por el Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC), las cuales se basan en la norma ISO 8586-1: 1993.

Las guías especifican criterios para la selección, entrenamiento y seguimiento de evaluadores en análisis sensorial. Todas las pruebas del presente trabajo se realizaron en cabinas de evaluación sensorial, minimizando así las distracciones para los candidatos y evitando sesgos psicológicos por la interacción entre ellos (ambiente separado). Las cabinas tuvieron flujo de aire controlado, sin olor, ni oscilaciones de temperatura.

Las sesiones de repetición en la selección y el entrenamiento, se realizaron en el mismo orden secuencial expuesto a continuación, una vez terminadas todas las pruebas de dichas fases. La conformación del panel se efectuó a lo largo de 3 meses y tuvo el apoyo de la Dirección de Investigación, Desarrollo e Innovación, garantizando así su ejecución.

3.2.1. RECLUTAMIENTO DE CANDIDATOS

Se realizó un reclutamiento interno, para asegurar la disponibilidad del personal en el proceso y la confidencialidad de los productos evaluados. Empíricamente se sabe que cerca del 50 % de los reclutados se separan en ciclos posteriores del proceso (por baja motivación, sensibilidad gustativa o indisponibilidad), la base de datos inicial incluyó individuos de oficina, planta y laboratorio (evaluadores iniciados por haber previamente formado parte de procesos similares).

Para mantener la motivación del grupo, conforme a la GTC 246 (ICONTEC, 2013), se suministró retroalimentación de resultados individuales a cada panelista y se proporcionó incentivos varios en cada una de las fases.

3.2.2. SELECCIÓN

Las pruebas para la selección de los candidatos se definieron conforme a los atributos sensoriales más significativos de las CSD (dulzor, acidez y amargor). Se ejecutaron dos tipos de pruebas, en siete sesiones efectuadas (incluyendo la repetición de las pruebas en los casos que fue requerido).

3.2.2.1. Prueba de correspondencia

Se empleó una prueba de gustos básicos, preparando soluciones acuosas de las sustancias especificadas en la Tabla 7, a concentraciones definidas por la GTC 245.

Tabla 7. Prueba de gustos básicos

Gusto Básico	Sustancia	Código
Dulce	Sacarosa	558-113 ; 845-357
Ácido	Ácido cítrico	240-602 ; 652-873
Salado	Cloruro de sodio	835-519 ; 124-244
Amargo	Cafeína	721-215 ; 204-643
Umami	Glutamato monosódico	614-428 ; 157-987

(ICONTEC, 2013)

Se presentaron ocho muestras a cada candidato, etiquetando cada una con un código diferente y aleatorio de tres dígitos, y asegurando la repartición balanceada de todos los gustos. Se suministró agua sin sabor ni olor para neutralizar las papilas gustativas entre cada toma. Se pidió identificar el gusto básico para cada una de las muestras, en la hoja de respuesta mostrada en el Anexo 1.

3.2.2.2. Agudeza y capacidad de discriminación

Se aplicó una prueba de discriminación entre niveles de intensidad de un estímulo, específicamente una prueba de determinación de umbrales (dulce, ácido y amargo). Como se muestra en las Tablas 8, 9 y 10, se prepararon nueve soluciones acuosas con intensidades crecientes para cada gusto básico.

Tabla 8. Determinación de umbral dulce

Muestra	Sacarosa (g/L)	Código
1	0.00	894 ; 546
2	8.96	346 ; 872
3	13.48	539 ; 357
4	18.00	477 ; 906
5	27.00	711 ; 410
6	36.00	903 ; 520
7	45.00	185 ; 873
8	65.00	620 ; 945
9	62.80	258 ; 368

Tabla 9. Determinación de umbral ácido

Muestra	Ácido Cítrico (g/L)	Código
1	0.00	692 ; 481
2	0.30	447 ; 520
3	0.60	839 ; 291
4	0.80	218 ; 674
5	1.20	761 ; 368
6	1.60	373 ; 692
7	2.00	584 ; 103
8	2.40	126 ; 507
9	2.80	955 ; 438

Tabla 10. Determinación de umbral amargo

Muestra	Cafeína (g/L)	Código
1	0.00	315 ; 842
2	0.20	818 ; 159
3	0.40	944 ; 664
4	0.60	830 ; 705
5	0.80	521 ; 234
6	1.00	238 ; 895
7	1.20	911 ; 407
8	1.50	107 ; 630
9	2.00	242 ; 381

Se presentaron las muestras codificadas, en el orden especificado previamente (conforme a la concentración), abasteciendo de agua a los candidatos para neutralización de sus papilas gustativas. En la hoja de respuesta, mostrada en el Anexo 2, se pidió probar las muestras de izquierda a derecha e identificar el código en que:

- Se percibe alguna sensación.
- Se identifica el gusto básico.
- Ya no se siente un aumento de intensidad con respecto a la anterior muestra.

3.2.3. ENTRENAMIENTO

Se realizaron tres actividades de entrenamiento, haciendo uso de producto terminado (acercamiento preliminar a la naturaleza del material a ser evaluado sensorialmente).

3.2.3.1. Capacitación sobre conceptos y principios del análisis sensorial

Se instruyó teóricamente a los candidatos sobre análisis sensorial, campos de aplicación, beneficios, sentidos del cuerpo humano, estímulos y percepción, diferencia entre gusto y sabor, sensaciones bucales, papilas gustativas y su sensibilidad a los gustos básicos, diferenciación entre tipos de metodologías para la evaluación sensorial, clases de panelistas, cabinas de evaluación, factores que influyen en la evaluación y principio de decisión forzada.

Además se recalcó la importancia de la abstinencia del uso de cosméticos, consumo de tabaco o de alimentos fuertemente condimentados (como mínimo desde una hora antes del inicio de una sesión). Finalmente se detallaron consideraciones para la correcta evaluación de las bebidas (neutralización, aprovechamiento de primeras tomas y direccionamiento lingual).

3.2.3.2. Pruebas de evaluación discriminativa

Se emplearon tres tipos de pruebas, en 9 sesiones efectuadas. Se tuvo en cuenta las siguientes consideraciones:

- Se usaron CSD como material de evaluación, rotando la bebida tipo 1 y tipo 2 en todas las pruebas. Se tuvo agua disponible para neutralización.
- El producto se sirvió en vasos plásticos desechables, libres de olor u objetos extraños y en igual cantidad. Las bebidas estuvieron frías (temperatura a la que usualmente son consumidas).
- Se alternó la muestra que probó primero cada evaluador, para equilibrar el impacto dominante que tiene la primera muestra probada en el paladar. Las indicaciones de tomar las muestras de izquierda a derecha fueron incluidas en las hojas de evaluación.
- Si el evaluador no estuvo seguro de marcar un código, se indicó que debería escoger uno (así sea adivinando), alentando así un mayor esfuerzo por dar una respuesta satisfactoria y cumpliendo con el principio de decisión forzada de estas pruebas.

➤ **COMPARACIÓN PAREADA**

Conforme a la metodología descrita en la Norma Técnica Colombiana NTC 2680 para comparación pareada, se presentaron dos muestras diferentes a cada evaluador. En las hojas de respuesta, expuestas en el Anexo 3 junto al resumen de la norma, se solicitó indicar el código más dulce o más ácido (dependiendo de la rotación de tipo de bebida).

La descripción de las muestras se especifica en la Tabla 11. El objetivo fue evaluar el reconocimiento de una intensidad diferente en un atributo específico de la bebida.

Tabla 11. Muestras para comparación pareada

CSD	Atributo	Código
Bebida Tipo 1	Menos ácida (estabilidad 120 días)	941 ; 725
Bebida Tipo 1	Más ácida (fresco)	267 ; 819
Bebida Tipo 2	Más dulce (estabilidad 134 días)	941 ; 725
Bebida Tipo 2	Menos dulce (fresco)	267 ; 819

➤ **PRUEBA DÚO-TRÍO**

Siguiendo la metodología especificada en la NTC 3883, sobre la metodología dúo-trío, se le presentó a cada evaluador una referencia (patrón) y dos muestras codificadas. Se utilizó la técnica de referencia constante, rotando solamente las muestras, cuya descripción se evidencia en la Tabla 12.

En la hoja de respuesta, mostrada en el Anexo 4 junto al resumen de la norma, se solicitó probar (primero patrón y luego muestras) e indicar cuál muestra era igual a la referencia. El objetivo fue evidenciar la sensibilidad sensorial de los candidatos para percibir dos muestras iguales.

Tabla 12. Muestras para prueba dúo-trío

CSD	Atributo	Código
Bebida Tipo 1	Vol. CO ₂ = 3.2 (fresco)	491 y Patrón ; 627 y Patrón
Bebida Tipo 1	Sabor envejecido, vol. CO ₂ = 2.0 (estabilidad 123 días)	357 ; 215
Bebida Tipo 2	Vol. CO ₂ = 3.4 (fresco)	491 y Patrón ; 627 y Patrón
Bebida Tipo 2	Sabor envejecido, vol. CO ₂ = 2.4 (estabilidad 137 días)	357 ; 215

➤ PRUEBA TRIANGULAR

De acuerdo con el proceso detallado en la NTC 2681, para metodología triangular, se suministraron tres muestras codificadas a cada evaluador (una triada que solamente representa dos productos: patrón y muestra).

En la hoja de respuesta que se presenta en el Anexo 5 junto al resumen de la norma, se requirió indicar cuál código consideraron diferente a los otros dos (que son iguales), y cuyas descripciones se detallan en la Tabla 13. El objetivo fue poner a prueba la capacidad discriminativa de los evaluadores para detectar una muestra diferente a las otras.

Tabla 13. Muestras para prueba triangular

CSD	Atributo	Código
Bebida Tipo 1	Vol. CO ₂ = 3.2 (fresco)	671 (Patrón) ; 276 (Patrón)
Bebida Tipo 1	Sabor envejecido, vol. CO ₂ = 2.0 (estabilidad 120 días)	845 y 239 ; 291 y 543
Bebida Tipo 2	Vol. CO ₂ = 3.4 (fresco)	671 (Patrón) ; 276 (Patrón)
Bebida Tipo 2	Sabor envejecido, vol. CO ₂ = 2.7 (estabilidad 85 días)	845 y 239 ; 291 y 543

3.2.3.3. Entrenamiento en producto específico

Se organizaron dos sesiones de familiarización, una para cada tipo de CSD a evaluar, en donde se degustó:

- Bebida con un ingrediente específico omitido a la vez (acidulantes, edulcorantes, saborizantes).
- Cada uno de los ingredientes específicos, en solución acuosa (a porcentaje de fórmula).
- Bebida terminada (completa).

El objetivo de esta actividad fue que los panelistas entrenados obtengan un conocimiento más profundo del producto a ser evaluado, además de aprender sobre el aporte de los ingredientes clave en el perfil sensorial de la CSD (caracterizando aisladamente cada sustancia en solución y siendo ésta omitida en la bebida, comparando a la vez con la bebida completa).

3.3. EVALUACIÓN SENSORIAL

Las evaluaciones sensoriales se llevaron a cabo con los panelistas mejor calificados en las fases de selección y entrenamiento. Para este fin se ejecutó la prueba tétrada, que corresponde a un tipo de evaluación discriminativa.

3.3.1. PRUEBA TÉTRADA

- H_0 : No existe diferencia sensorial entre la CSD edulcorada artificialmente y la CSD edulcorada naturalmente.
- H_A : Existe diferencia sensorial entre la CSD edulcorada artificialmente y la CSD edulcorada naturalmente.

El objetivo de la prueba tétrada (norma ASTM E3009-15) fue determinar si la reformulación resulta en una diferencia sensorial perceptible. Los productos evaluados fueron bebidas patrón edulcoradas artificialmente (dos tipos) y sus respectivas reformulaciones (combinación de acidulantes con una mezcla binaria edulcorante natural).

Como se aprecia en la Tabla 14, el número mínimo de evaluaciones se fijó definiendo la sensibilidad de la prueba, es decir su desempeño en términos estadísticos.

Tabla 14. Sensibilidad de la prueba tétrada

Componente	Descripción	Valor seleccionado
α Riesgo alpha Error tipo 1 Nivel de significancia	Es la probabilidad de concluir que una diferencia perceptible existe, cuando en realidad no.	0.20
β Riesgo β beta Error tipo 2	Es la probabilidad de concluir que no existe una diferencia perceptible, cuando en realidad sí.	0.10
δ Tamaño del efecto Máxima diferencia sensorial	Es el valor "suficientemente similar" sensorialmente. Para detectar menores valores de δ , se necesita un mayor número de evaluadores.	1.50
Número mínimo de evaluaciones: 16		

(ASTM, 2015)

Conforme a los lineamientos de la norma, se suministraron a cada uno de los ocho evaluadores, cuatro muestras codificadas, cuya descripción se encuentra en la Tabla 15. Dos de las muestras representaron a un producto y las otras dos a otro producto. La hoja de respuesta diseñada para los evaluadores se detalla en el Anexo 6, junto al resumen de la norma. Las indicaciones dadas reflejaron lo siguiente:

- Probar las muestras de izquierda a derecha, en el orden espacial en que las recibieron.
- La toma repetida de una muestra estuvo permitida.
- Se solicitó la agrupación de las muestras en dos conjuntos de dos, basándose en su similitud (más no en separar las dos muestras más iguales entre sí).
- Se recalcó que la prueba tétrada usa el principio de decisión forzada.

Los cuatro tratamientos para las CSD se evaluaron sensorialmente, uno por día, siendo realizadas en total cuatro pruebas tétrada.

Tabla 15. Muestras para prueba tétrada

# Prueba Tétrada	CSD	Código
1	Bebida Tipo 1 (patrón)	984-256 ; 461-358
	T1 (reformulación)	731-542 ; 926-719
2	Bebida Tipo 1 (patrón)	237-594 ; 684-175
	T2 (reformulación)	843-621 ; 438-932
3	Bebida Tipo 2 (patrón)	247-894 ; 124-867
	T3 (reformulación)	196-752 ; 983-745
4	Bebida Tipo 2 (patrón)	241-687 ; 274-861
	T4 (reformulación)	914-273 ; 856-935

Se elaboró una hoja de trabajo, para organización al momento de servir las muestras en sus seis combinaciones posibles:

- AABB
- ABAB
- ABBA
- BBAA
- BABA
- BAAB

Durante todo el desarrollo de las sesiones se prescindió de dar información sobre la fórmula, tipo de procesamiento del producto, o rendimiento individual del panelista. Para completar el número mínimo de evaluaciones se realizó una réplica a cada evaluador, con cuatro horas de interludio, para evitar la posible fatiga sensorial causada por las CSD.

3.4. ESTUDIO DE ESTABILIDAD

Se realizó el diseño de un estudio de estabilidad acelerado, por lo que se montaron las bebidas T1 y T3 en estufa (ambiente extremo). Dichos tratamientos se seleccionaron por ser semáforo medio en azúcar (mismo semáforo que cada bebida tipo patrón), independientemente de si existió diferencia significativa en la evaluación sensorial.

Se preparó producto para montar en la estufa (muestras) y también en nevera (patrones), para así poder observar claramente los cambios de la bebida en cada salida programada. El propósito de este estudio acelerado fue obtener resultados preliminares con respecto al envejecimiento de la bebida, es decir el adquirir una visual muy general del comportamiento de la fórmula en el tiempo.

Considerando para las dos bebidas, un factor muy aproximado de conversión entre ambiente extremo y real, se evaluaron 5 meses de vida del producto (lo que corresponde a 15 días en estufa). Se programaron salidas diarias de lunes a viernes, por lo que se elaboró dos botellas para cada una (medición de parámetros fisicoquímicos y evaluación sensorial), adicionalmente a una botella para análisis microbiológico al final del estudio.

Para el pesaje de las fórmulas se utilizó una balanza de precisión (Pioneer) y una analítica (Mettler Toledo). La mezcla se efectuó con la ayuda de un agitador de varilla (Heidolph) a 700 rpm por 20 minutos. El producto se gasificó usando un equipo Soda Stream dentro de un rango de temperatura (2 – 4 °C). Finalmente se envasó en botellas PET con tapa de polipropileno. Los posibles cambios por el deterioro, que se contemplaron en el estudio fueron:

- Pérdida del perfil ideal.
- Pérdida de CO₂.
- Variación de pH.
- Disminución en la intensidad de los edulcorantes.
- Variación en el balance ácido – dulce.
- Fermentación del producto.

En la Tabla 16 se muestran los parámetros fisicoquímicos, sensoriales y microbiológicos del estudio de estabilidad.

Tabla 16. Diseño de estabilidad acelerado

Producto	Ambiente Muestra	Ambiente Patrón
T1 y T3	Estufa Binder (42±1 °C).	Nevera Elextrolux (4±2 °C)
Fisicoquímicos (en cada salida programada)	CO ₂ pH Densidad Sólidos solubles (°Brix) Acidez titulable (como porcentaje de ácido cítrico)	
Microbiológicos (en la última salida programada)	Coliformes NMP/100cm ³ REP ufc/cm ³ Mohos y Levaduras up/cm ³	
Sensoriales (en cada salida programada)	Escala cuantitativa de razón por atributos	

3.4.1. MEDICIÓN VOLÚMENES CO₂

Para la determinación del nivel de gasificación de la bebida, se siguió el método manual del fabricante del equipo probador de CO₂ (Zahm & Nagel), similar al referido en la NTE INEN 1082 (INEN, 2013). El procedimiento consiste de los siguientes pasos:

- La muestra se dejó en reposo en la base del equipo durante un par de minutos para que el CO₂ se estabilizara en el líquido, ya que pudo haberse agitado la botella por su manejo.
- Se cerró la válvula de purga.
- Se llevó el perforador de metal a la cabeza de la botella mediante el nivelador y se presionó moderadamente el tope de la tapa hasta atravesarla.

- Se abrió suavemente la válvula de purga para liberar el aire del espacio de cabeza dentro de la botella y rápidamente se la cerró cuando el manómetro marcó cero.
- Sosteniendo el equipo firmemente con ambas manos, se agitó vigorosamente la botella, hasta que no se observó más incremento en la medición del manómetro.
- Se registró la presión y se abrió la válvula de purga suavemente, para separar la botella del equipo después.
- Se insertó inmediatamente el termómetro para registrar la temperatura.
- Se determinó los volúmenes de CO₂ contenidos, mediante el cruce de temperatura y presión en la tabla del fabricante.

3.4.2. MEDICIÓN DE pH

La determinación de pH se realizó con un potenciómetro Mettler Toledo (previa calibración con soluciones buffer de pH = 4 y pH = 7), siguiendo el procedimiento descrito en la NTE INEN 1087 (INEN, 1984). Se tomaron las consideraciones siguientes:

- Se descarbonató la muestra trasvasándola en dos vasos de precipitación y se homogenizó agitándola con una varilla de vidrio.
- Las mediciones se realizaron cuando la muestra llegó a temperatura ambiente (20 °C) por duplicado y la diferencia entre los resultados no excedió en 0.1 unidades de pH.
- Se reportó la media aritmética de las mediciones.

3.4.3. MEDICIÓN DE SÓLIDOS SOLUBLES (° BRIX)

La determinación de °Brix se realizó con el uso de un refractómetro digital Mettler Toledo (rango 0 – 85 °Brix), de la siguiente forma:

- Se calibró el equipo con agua destilada.
- Con una pipeta se tomó un pequeño volumen de la bebida a temperatura ambiente (20 °C) y sin gas, para llenar la cavidad para muestras del equipo.
- Se realizó la lectura por duplicado y se reportó la media aritmética.

3.4.4. MEDICIÓN DE ACIDEZ TITULABLE

La determinación de la acidez titulable (como porcentaje de ácido cítrico) se realizó conforme a la NTE INEN 1091 (INEN, 1984), tomando las siguientes consideraciones:

- Con una pipeta volumétrica se tomaron 10 ml de la bebida a temperatura ambiente (20 °C) y sin gas, para colocar en un vaso pequeño de precipitación.
- Se adicionó la solución 0.1 N de Na(OH) desde la bureta hasta llegar a la neutralización del ácido, usando el potenciómetro Mettler Toledo.
- Con el volumen gastado se realiza el cálculo (ecuación 1), considerando el miliequivalente del ácido cítrico anhidro (0.064 g) y la normalidad de la solución de Na(OH)

$$\% \text{ Ácido cítrico} = \frac{mL \text{ Na(OH)} \times 0.1 \times 0.064}{10} \quad [1]$$

- La lectura se efectuó por duplicado y se reportó la media aritmética.

3.4.5. PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS

Los análisis microbiológicos mencionados en la Tabla 17 y requeridos por la NTE INEN 1101, se realizaron al final del estudio en un laboratorio interno, siguiendo los respectivos métodos de ensayo.

Tabla 17. Requisitos microbiológicos bebidas gaseosas

Parámetro	Método de ensayo
Coliformes NMP/100cm ³	NTE INEN 1095 (INEN, 2013).
REP ufc/ cm ³	NTE INEN 1529-5; reemplazada por la NTE INEN-ISO 4833 (INEN, 2014).
Mohos y Levaduras up/ cm ³	NTE INEN 1529-10 (INEN, 2013). (INEN, 2008)

3.4.6. PARÁMETROS SENSORIALES

En cada salida programada del estudio de estabilidad, se evaluó sensorialmente la muestra con el equipo de trabajo que lidera el desarrollo de cada bebida tipo. Para este fin se diseñó una escala cuantitativa de razón por cada atributo (ácido, dulce, olor, sabor), la cual se aprecia en la Figura 3. Así se pudo evidenciar la dinámica de cambios en las principales características de la bebida, mediante la comparación con el patrón.

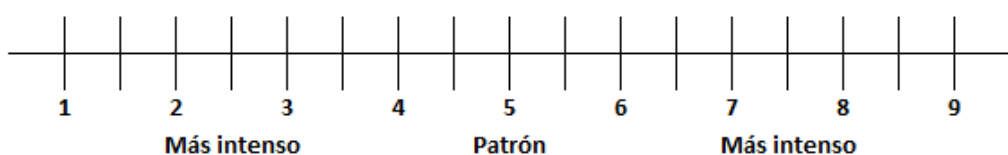


Figura 3. Escala cuantitativa de razón

4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

4. ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1. REFORMULACIÓN

En cada etapa del proceso de reformulación de las CSD, se registraron varios inconvenientes, expuestos en la Tabla 18 junto a las propuestas que se usaron para solventarlos.

Tabla 18. Resultados de reformulación

Etapa	Inconveniente	Propuesta
Ajuste de edulcoración	Bebida más dulce que el patrón. Bebida menos dulce que el patrón.	Reducción de porcentaje mezcla binaria edulcorante. Incremento de porcentaje mezcla binaria edulcorante.
Ajuste de acidez	Bebida más ácida que el patrón. Bebida menos ácida que el patrón. Interacción azúcar/ácido vs edulcorantes/ácido.	Reducción porcentaje ácidos. Incremento porcentaje ácidos.
Ajuste de sabor	Interacción edulcorantes artificiales/sabor vs edulcorantes naturales/sabor. Perfil plano (apagado).	Incremento porcentaje de sabor.
Complementos	Regusto de la bebida.	Aditivo para reducción de regusto.

Durante la reformulación de las bebidas, los cambios percibidos en el perfil fueron atenuados con ajustes finos en los porcentajes de sus ingredientes. En el caso del dulzor, el cálculo teórico no resultó al primer intento en una dulzura idéntica a la de las bebidas patrón.

En el caso de la acidez, el balance igualmente se vio afectado, puesto que la interacción entre acidulantes y sacarosa es diferente a la que hay entre

acidulantes y edulcorantes. Por dicha razón se realizaron ajustes de ácidos. La interacción también fue distinta entre el sabor y los edulcorantes (dependiendo si eran artificiales o naturales), lo que resultó en un perfil poco intenso (plano), por lo que la elección fue el incremento del nivel de saborización.

Las fórmulas trabajadas presentaron un regusto final, por lo que se aplicó un aditivo para su reducción. Con los mencionados ajustes, se filtró de manera preliminar las fórmulas a evaluar sensorialmente con el panel.

4.2. CONFORMACIÓN DEL PANEL SENSORIAL

4.2.1. RECLUTAMIENTO DE CANDIDATOS

Fueron 27 los candidatos reclutados, quienes no presentaron enfermedades que deterioraran sus sentidos, ni padecían alergias, por lo que fueron aptos para la iniciación del proceso de selección.

4.2.2. SELECCIÓN

Esta fue la fase inicial que permitió apreciar la idoneidad de los potenciales evaluadores. Un total de 15 candidatos aprobaron satisfactoriamente esta etapa. Al final de la selección se descartaron 12 candidatos por no cumplir con los criterios mínimos de aceptabilidad detallados a continuación o por no asistir a las sesiones, aludiendo al sentido de motivación (interés en el proceso).

4.2.2.1. Prueba de correspondencia

El criterio para considerar aceptable a un candidato fue acertar un mínimo del 80 % en las correspondencias de gustos básicos, con opción de una sesión de repetición en caso de no lograrlo o no asistir. Los resultados obtenidos se muestran en las Figuras 4 y 5, donde se evidencia que un 74.1 % de los panelistas reclutados aprobaron satisfactoriamente la prueba la primera vez, mientras que del 25.9 % restante, un 42.9 % se consideró aceptable en la segunda sesión (repetición).

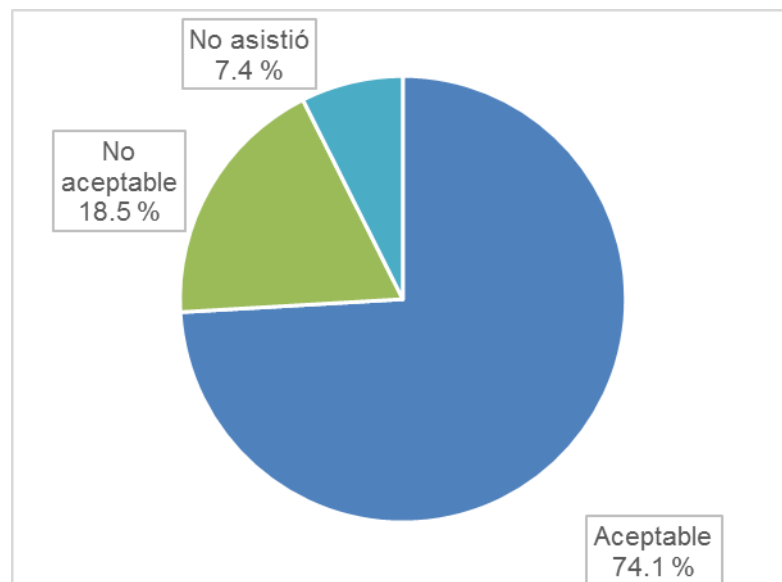


Figura 4. Resultados primera prueba de gustos básicos

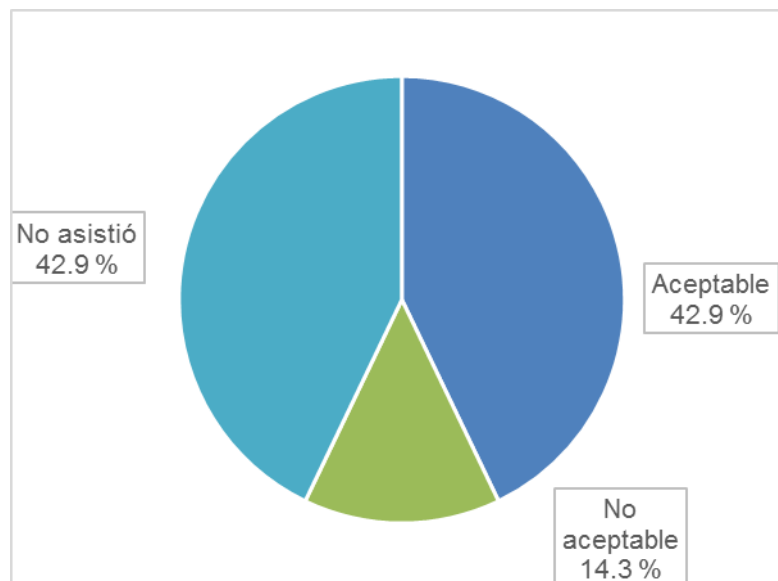


Figura 5. Resultados segunda prueba de gustos básicos

El gusto básico menos identificado fue el umami, posiblemente por el poco reconocimiento que se tiene de éste.

4.2.2.2. Agudeza y capacidad de discriminación

Los criterios para considerar aceptable a un candidato fueron:

- Percibir la sensación máximo en la muestra 2.
- Identificar correctamente el gusto básico.
- No dejar de sentir aumentos de intensidad hasta al menos la muestra 7.

Hubo la opción de una sesión de repetición en caso de no lograrlo o no asistir. Los resultados obtenidos en la determinación de umbral dulce se muestran en las Figuras 6 y 7, donde se evidencia que un 48.1 % de los panelistas reclutados aprobaron satisfactoriamente la prueba la primera vez, mientras que del 51.9 % restante, un 28.6 % se consideró aceptable en la sesión de repetición.

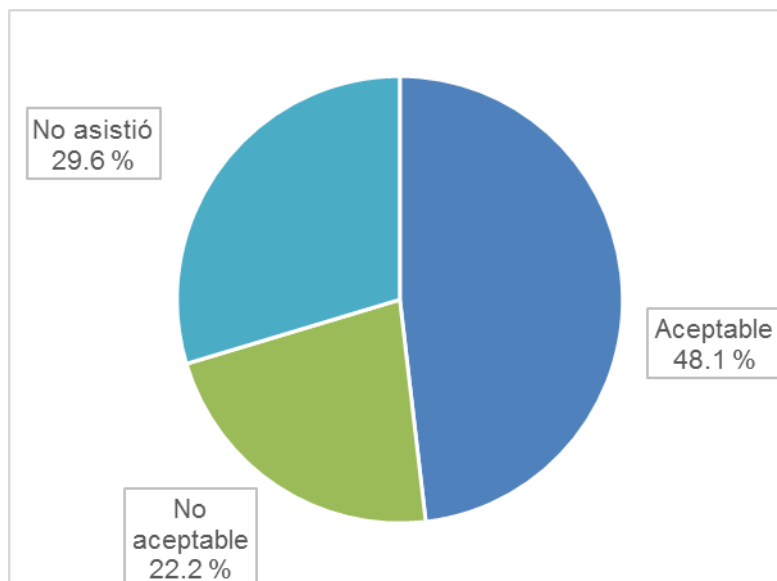


Figura 6. Resultados primera prueba de umbral dulce

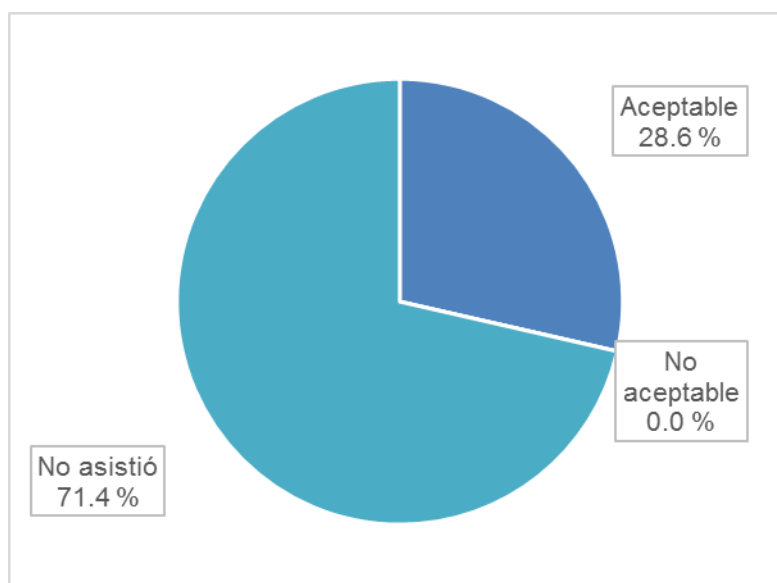


Figura 7. Resultados segunda prueba de umbral dulce

Los resultados obtenidos en la determinación de umbral ácido se exponen en las Figuras 8 y 9, donde se muestra que un 44.4 % de los panelistas reclutados aprobaron satisfactoriamente la prueba la primera vez, mientras que del 55.6 % restante, un 40 % se consideró aceptable en la segunda sesión.

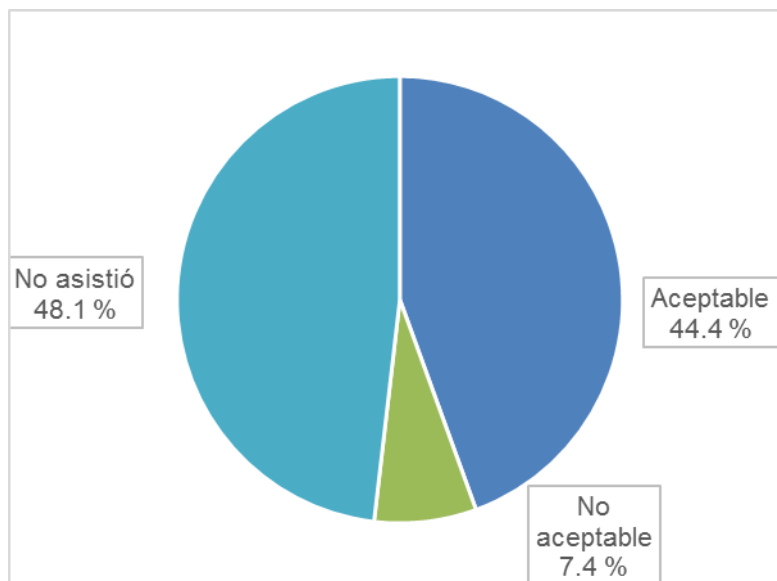


Figura 8. Resultados primera prueba de umbral ácido

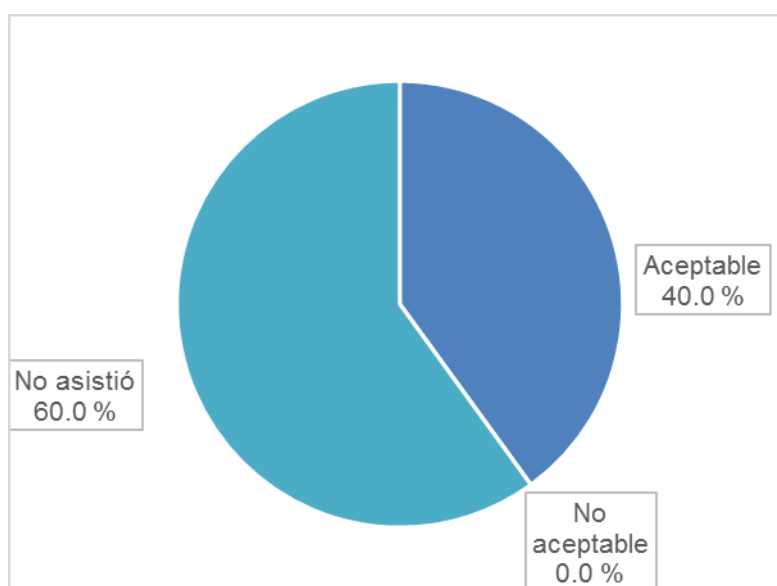


Figura 9. Resultados segunda prueba de umbral ácido

Es notable que tanto para la prueba de umbral dulce como para la de umbral ácido, los resultados de la gente asistente a la segunda prueba son 100 % aceptables, lo que sugiere la existencia de un mejoramiento en la agudeza sensorial de los potenciales panelistas. Se observa además que el ausentismo de estas pruebas aumentó con respecto a la anterior (de correspondencia).

Los resultados obtenidos en la determinación de umbral amargo se muestran en las Figuras 10 y 11, donde se especifica que un 37 % de los candidatos aprobaron satisfactoriamente la prueba la primera vez, mientras que del 63 % restante, un 29.4 % se consideró aceptable en la segunda sesión, lo que hizo del amargo, el gusto básico al que los candidatos tuvieron menor sensibilidad.

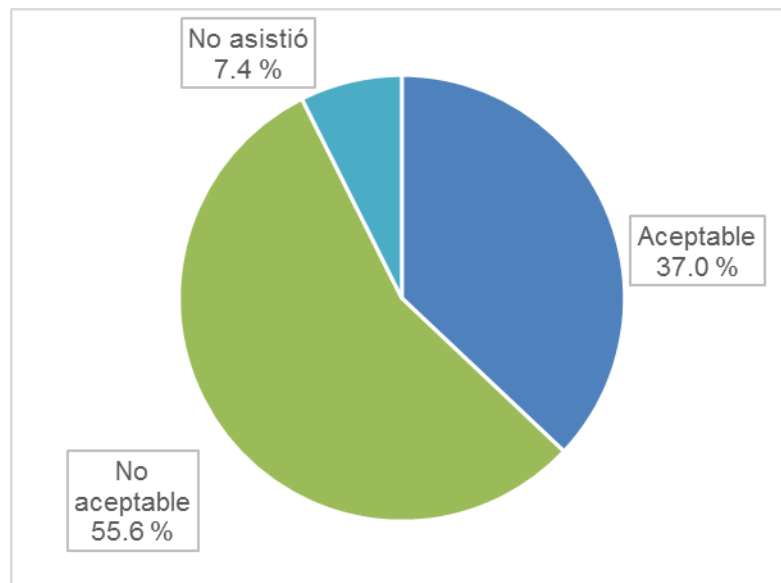


Figura 10. Resultados primera prueba de umbral amargo

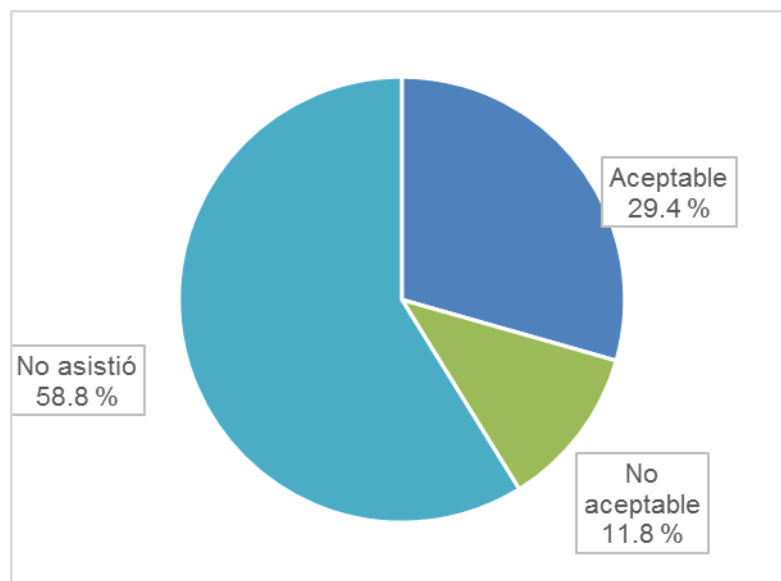


Figura 11. Resultados segunda prueba de umbral amargo

4.2.3. ENTRENAMIENTO

Esta fase inició con las 15 personas seleccionadas, de las cuales 8 aprobaron favorablemente. Se descartaron 7 candidatos por no cumplir con los criterios mínimos de aceptabilidad o por su no inasistencia.

4.2.3.1. Capacitación sobre conceptos y principios del análisis sensorial

Los panelistas seleccionados participaron de la instrucción teórica sobre evaluación sensorial, lo que afianzó su aprendizaje en el proceso de conformación del panel.

4.2.3.2. Pruebas de evaluación discriminativa

El criterio de aceptabilidad para estas pruebas fue el acierto o juicio correcto.

➤ COMPARACIÓN PAREADA

Los resultados obtenidos en esta prueba se detallan en las Figuras 12 y 13, donde se muestra que el 66.7 % de los panelistas seleccionados acertaron, y el total del 33.3 % restante dieron un juicio correcto en la sesión de repetición.

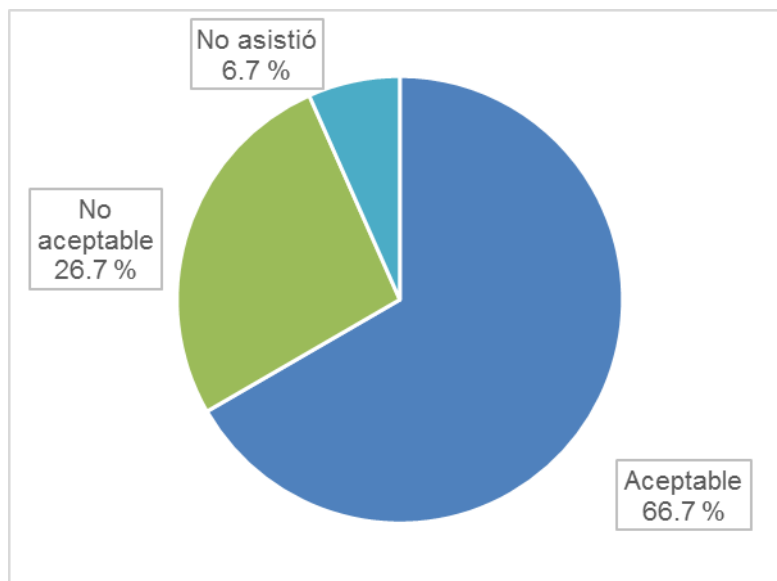


Figura 12. Resultados primera prueba de comparación pareada

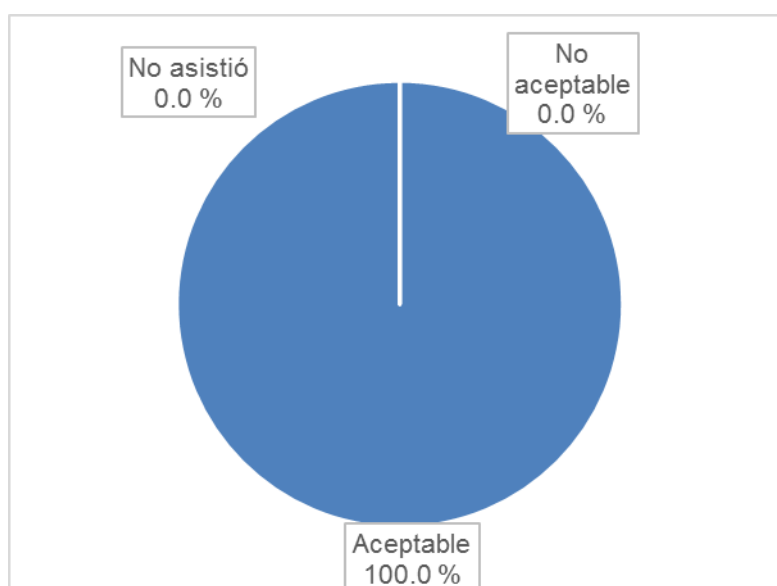


Figura 13. Resultados segunda prueba de comparación pareada

➤ PRUEBA DÚO-TRÍO

El resultado de estas pruebas se evidencia en las Figuras 14 y 15, donde se aprecia que el 60 % de los panelistas seleccionados dio un juicio correcto, y del 40 % restante, solamente el 50 % acertó en la segunda sesión (repetición).

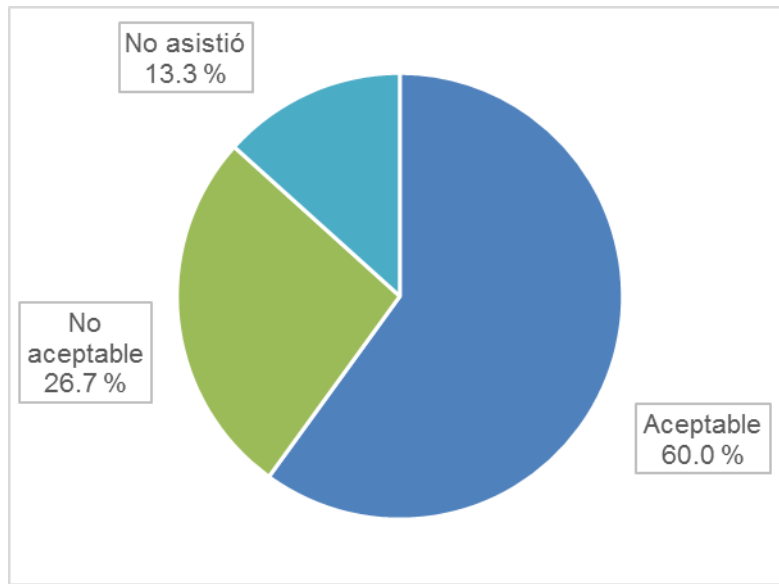


Figura 14. Resultados primera prueba dúo-trío

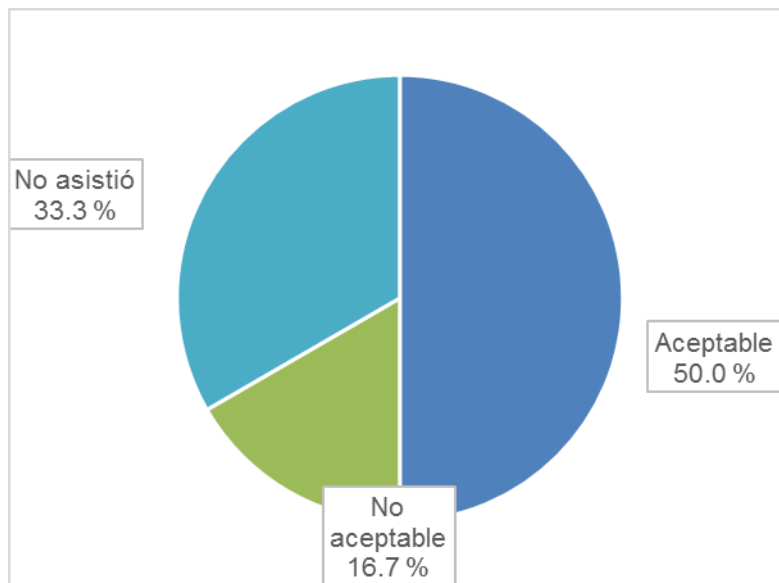


Figura 15. Resultados segunda prueba dúo-trío

➤ **PRUEBA TRIANGULAR**

El 46.7 % de los panelistas seleccionados acertaron, y un 37.5 % del 53.3 % restante, dio un juicio correcto en la repetición, como se detalla en las Figuras 16 y 17.

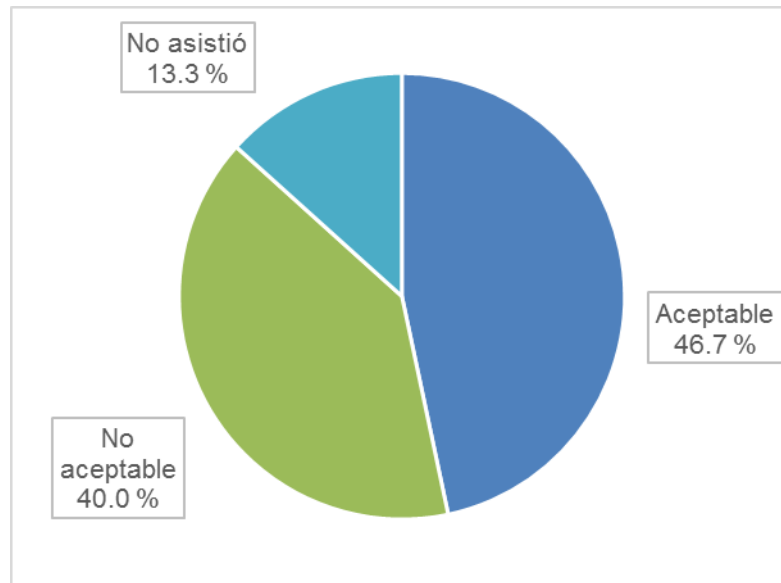


Figura 16. Resultados primera prueba triangular

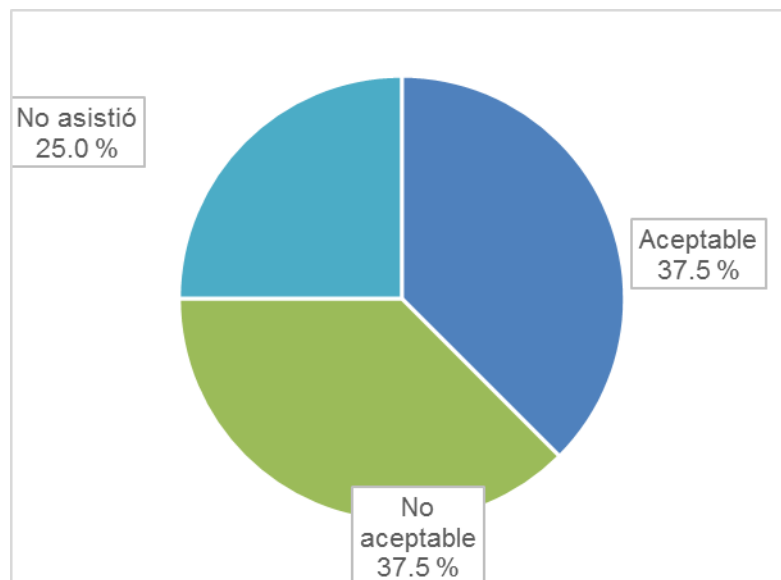


Figura 17. Resultados segunda prueba triangular

4.2.3.3. Entrenamiento en producto específico

Los panelistas seleccionados participaron de las dos sesiones de entrenamiento en producto específico (una para cada tipo de CSD). El resultado fue la identificación del aporte de ingredientes específicos que son críticos en el perfil de las bebidas. Además se familiarizaron con el producto a evaluar sensorialmente en la siguiente etapa del proceso.

4.3. EVALUACIÓN SENSORIAL

Los 8 panelistas seleccionados y entrenados, que concluyeron satisfactoriamente dichas etapas, conformaron el panel de evaluadores sensoriales con los que se ejecutó la prueba tétrada.

4.3.1. PRUEBA TÉTRADA

Se seleccionó la sensibilidad de la prueba tétrada en función del número de panelistas disponibles (que conformaron el panel) y el balance del riesgo alpha y beta. Se decidió tener un riesgo beta más bajo (introducción de un cambio perceptible en el perfil del producto), y un riesgo alpha mayor (descartar una fórmula edulcorada naturalmente y similar sensorialmente).

Con el objetivo de completar el número mínimo de juicios necesarios para la sensibilidad seleccionada, se realizaron evaluaciones por duplicado a los 8 panelistas, obteniendo un total de 16 juicios para cada tétrada realizada (cuatro pruebas, una para cada tratamiento). El mínimo de juicios correctos para establecer diferencia significativa fue de 8, así que el criterio para

rechazar la proposición de “no hay diferencia” fue que el número de aciertos sea igual o mayor a 8.

Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 19, donde se evidencia que en la prueba tétrada #1, #2 y #4 se rechaza la H_0 , mientras que en la prueba tétrada #3 se acepta dicha hipótesis.

Tabla 19. Resultados pruebas tétrada

# Tétrada	# Juicios	# Aciertos	Conclusión
1 (T1)	16	8	Si existe diferencia sensorial
2 (T2)	16	11	Si existe diferencia sensorial
3 (T3)	16	6	No existe diferencia sensorial
4 (T4)	16	14	Si existe diferencia sensorial

De acuerdo a los resultados arrojados por la prueba tétrada, se puede afirmar con un nivel de confianza = 80 %, que no hay diferencia significativa entre el tratamiento #3 (edulcorado naturalmente) y el patrón (edulcorado artificialmente). Estos resultados se compaginan con (Quitral, y otros, 2015), quienes observaron que en la evaluación de perfiles de bebidas, se encontraron diferencias significativas entre las muestras edulcoradas naturalmente y las edulcoradas artificialmente.

Además (Heikel B. , Krebs, Kohn, & Busch, 2012) concluyeron que la mezcla binaria edulcorante usada ayuda a enmascarar los resabios no deseados de cada edulcorante individual, pero las aplicaciones de la mezcla son muy específicas puesto que necesitan ser adaptadas a las diferentes matrices de alimentos. La edulcoración natural no siempre resulta en perfiles sensoriales iguales, por eso los ajustes en otros ingredientes de formulación son necesarios para lograr reducir la brecha sensorial entre propuestas y patrón.

4.4. ESTUDIO DE ESTABILIDAD

En la estabilidad acelerada y como se observa en la Tabla 20, la bebida del tratamiento #1 se calificó como aceptable desde el primer día dentro de estufa, ya que presentó notas a fruta madura, producto de la degradación del saborizante. Se le consideró no aceptable desde el día 2 ya que las notas maduras fueron más evidentes y notorias. Se mantuvo no aceptable hasta el día 13.

Adicionalmente, desde el día 5 va disminuyendo el dulzor que se percibe en la bebida. El perfil se vuelve más plano y tiene un final algo seco. En el día 14 se le califica como intomable puesto que adquiere notas cocidas/fermentadas que son desagradables al gusto.

Tabla 20. Resumen del patrón de envejecimiento T1

Día en estufa	Calificación	Observaciones
1	Aceptable	Notas a fruta madura
2	No aceptable	Incremento de notas de degradación
5	No aceptable	Disminuye dulzor
13	No aceptable	Final seco, perfil bajo en intensidad
14	Intomable	Notas a fruta cocida / fermentada

El patrón de envejecimiento del tratamiento #1 muestra una clara tendencia a la pérdida de dulzor, característica que lo diferencia con la maduración de la fórmula original. Fue perceptible una mayor presencia de las notas cocidas - fermentadas, que hacen el producto intomable al final del estudio. Las notas a fruta madura aparecen desde el primer día y se acentúan conforme pasa el tiempo en el ambiente.

En la Figura 18 se muestra la dinámica del envejecimiento del perfil de la bebida, con la evaluación sensorial realizada en cada salida programada.

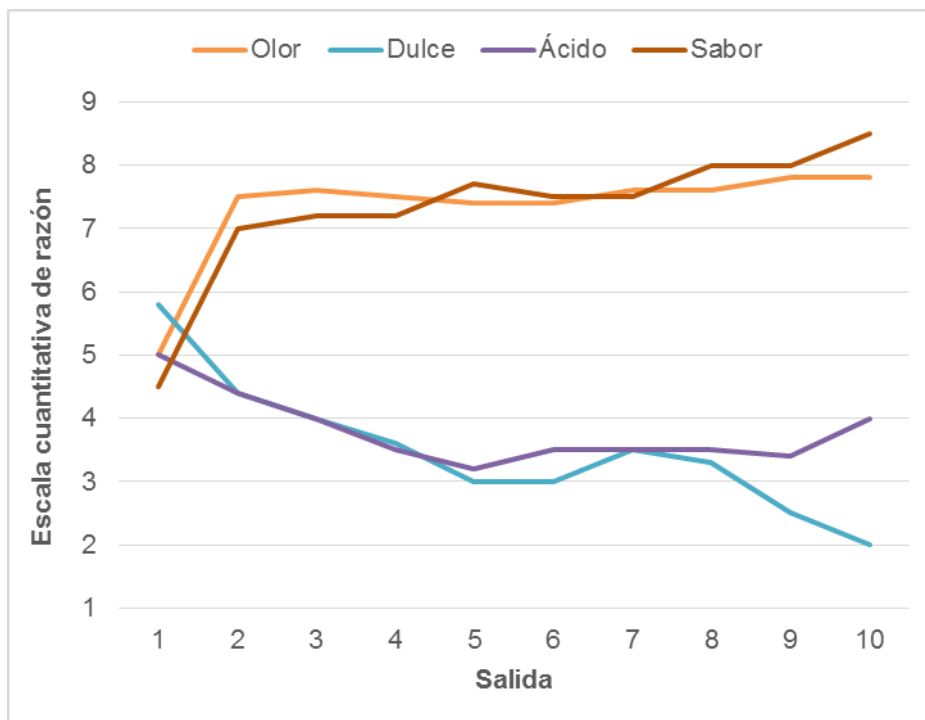


Figura 18. Cinética de envejecimiento T1

Al final del estudio, el porcentaje de pérdida del nivel de gasificación inicial fue de 41 %, lo que significó llegar con 1.90 vol. CO₂ al día 15 dentro de estufa, lo que se evidencia en la Figura 19. La muestra cumplió los parámetros microbiológicos realizados al concluir el estudio.

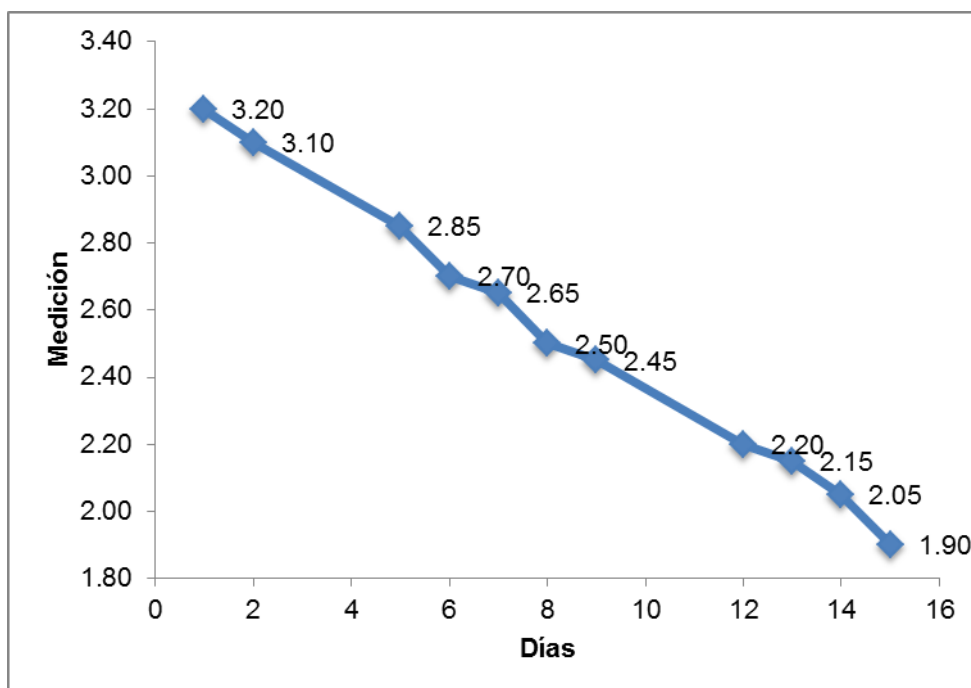


Figura 19. Curva de decarbonatación T1

Por otro lado, el envejecimiento de la fórmula del tratamiento #3 se resume en la Tabla 21, donde se detalla que la bebida se consideró ideal hasta el día 1 dentro de la estufa. Desde el día 2 se consideró aceptable ya que se empezó a percibir una nota acaramelada.

Se mantuvo aceptable hasta el día 10, y mientras se conservó en esa clasificación, fue perdiendo intensidad de los saborizantes, a la vez que se sentía ligeramente más dulce y menos ácida. A partir del día 13 se calificó a la bebida como no aceptable puesto que presentó un perfil dulzón y los sabores poco intensos.

Tabla 21. Resumen del patrón de envejecimiento T3

Día en estufa	Calificación	Observaciones
1	Ideal	Igual al patrón
2	Aceptable	Nota acaramelada perceptible
10	Aceptable	Leve incremento de dulzor y menos acidez
13	No aceptable	Sabores poco intensos, perfil muy dulce

El patrón de envejecimiento del tratamiento #3 se caracterizó por la pérdida paulatina de intensidad de sus saborizantes y el progresivo aumento de dulzor y olor en la muestra. No existió algo diferencial con respecto al perfil de envejecimiento de la fórmula original. En la Figura 20 se muestra la dinámica del envejecimiento del perfil de la bebida, con la evaluación sensorial realizada en cada salida programada.

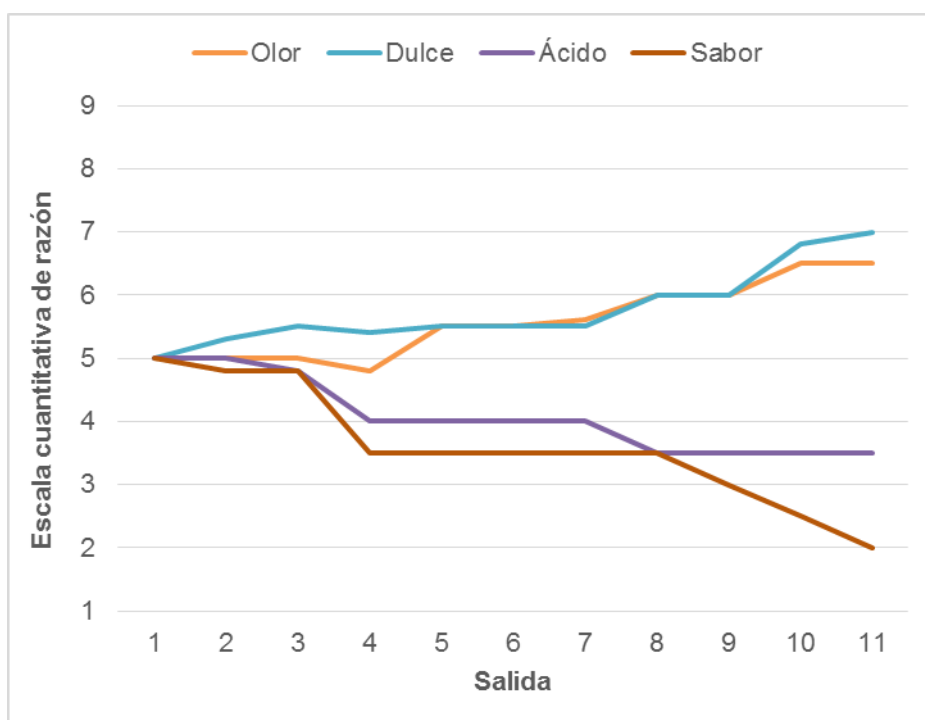


Figura 20. Cinética de envejecimiento T3

Al final del estudio, el porcentaje de pérdida del nivel de gasificación inicial fue de 40 %, lo que significó llegar con 2.10 vol. CO₂ al día 15 dentro de estufa como se evidencia en la Figura 21. La muestra cumplió los parámetros microbiológicos realizados al concluir el estudio.

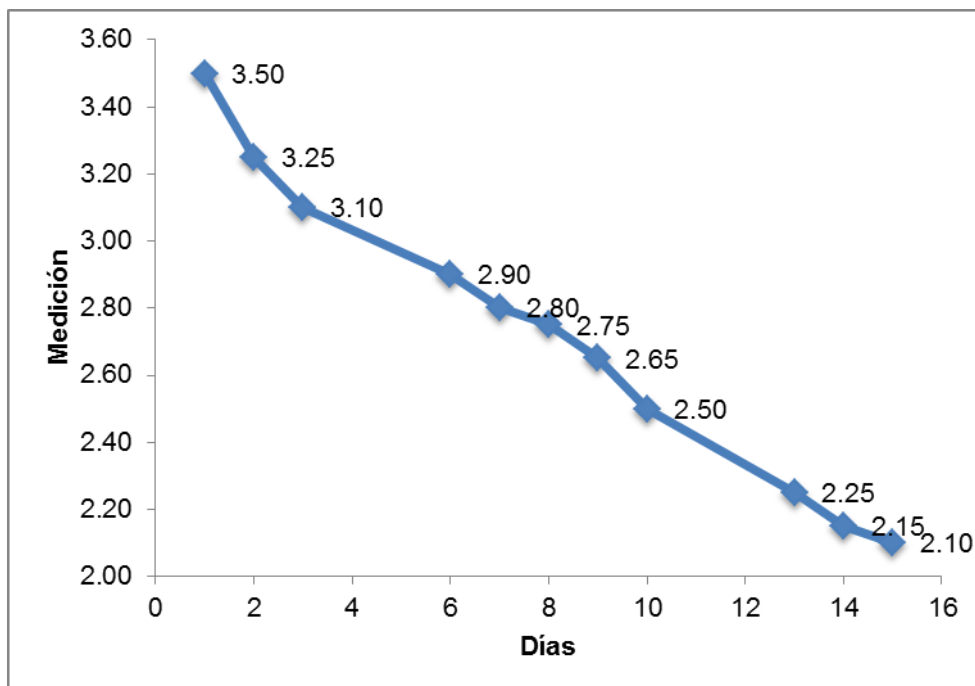


Figura 21. Curva de decarbonatación T3

Como se aprecia en la Tabla 22, los parámetros fisicoquímicos no tuvieron una variación importante en ninguno de los dos tratamientos.

Tabla 22. Desviación estándar de parámetros fisicoquímicos

		pH	°Brix	Densidad	% Ácido Cítrico
Desviación estándar	T1	0.01	0.05	0.00	0.00
	T3	0.01	0.00	0.00	0.00

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- La reformulación de las dos CSD con edulcoración natural, precisó de ajustes finos en ingredientes como acidulantes y saborizantes.
- El reclutamiento, selección y entrenamiento del panel de bebidas CSD fue un proceso de aproximadamente 3 meses de duración, lo cual es de beneficio para futuras evaluaciones de nuevos productos o reformulaciones dentro de la categoría.
- La evaluación sensorial de las reformulaciones de los dos tipos de bebidas se efectuó con la prueba tétrada, metodología muy nueva y no muy conocida, que es una herramienta sensorial alternativa (estadísticamente más eficiente que la prueba triangular y dúo-trío).
- El uso de una metodología validada por la ASTM asegura la confiabilidad de la evaluación sensorial, proceso de gran importancia en el desarrollo de nuevos productos.
- El estudio de estabilidad (acelerado) de las bebidas permitió tener una visual muy general de cómo podría ser el envejecimiento del producto en el tiempo.

- La carbonatación llevada a cabo en laboratorio (equipo que no asegura la hermeticidad del proceso), pudo haber incidido en cierta magnitud dentro del envejecimiento evidenciado en el estudio de estabilidad.
- Los parámetros fisicoquímicos de las bebidas no tuvieron variación en el estudio de estabilidad y se mantuvieron siempre dentro de los rangos de requisito de la NTE INEN 1101, así como también los parámetros microbiológicos especificados en la norma.

5.2. RECOMENDACIONES

- Montar un estudio de estabilidad en ambiente real para tener mayor certidumbre y claridad en el patrón de envejecimiento de las bebidas, definiendo así su vida útil, y hacerlo usando producto de planta piloto o industrial para quitar el ruido que pueda generar la calidad de carbonatación (nivel laboratorio) en las evaluaciones sensoriales.
- Evaluar la relación costo – beneficio de las reformulaciones de las bebidas, para determinar la factibilidad de su desarrollo.
- Realizar estudios de preferencia a nivel de consumidores, con las bebidas reformuladas que no necesariamente sean idénticas en perfil al patrón edulcorado artificialmente.
- Realizar pruebas de seguimiento a los evaluadores que conformaron el panel sensorial para asegurar la validez de los resultados obtenidos en posteriores evaluaciones.

BIBLIOGRAFÍA

BIBLIOGRAFÍA

- Anzueto, C. (2012). Modelos Matemáticos para Estimación de Via Útil de Alimentos. *Food & Beverage Technology Summit*.
- Ashurst, P., & Hargitt, R. (2009). *Soft Drink and Fruit Juice Problems Solved*. Sawston : Woodhead Publishing.
- ASTM. (2015). *ASTM E3009-15, Standard Test Method for Sensory Analysis—Tetrad Test*. West Conshohocken.
- Badui, S. (2006). *Química de los Alimentos* (Cuarta ed.). México: Pearson Educación.
- Barker, G., Jefferson, B., & Judd, S. (2002). The control of bubble size in carbonated beverages. *Chemical Engineering Science*, 565-573.
- Bartek. (2014). *Self-Teaching Guide for Food Acidulants*.
- Carlisle, S. (2014). *Comparison of Triangle and Tetrad Discrimination Methodology in Applied, Industrial Manner. Master's Thesis, University of Tennessee* .
- Descoins, C., Mathlouthi, M., Le Moual, M., & Hennequin, J. (2006). Carbonation monitoring of beverage in a laboratory scale unit with on-line measurement of dissolved CO₂. *Food Chemistry*, 541-553.
- EFSA. (2013). Statement on a refined dietary exposure assessment of erythritol (E 968) taking into account additional data provided. *EFSA Journal*.
- Ennis, J., & Rousseau, B. (2012). Reducing Costs with Tetrad Testing. *The Institute for Perception*, 15(1), 3-4.
- EPSA. (2015). *Edulcorantes*. Obtenido de http://www.aditivosalimentarios.es/php_back/documentos2/archivos/T

RIPTICO%20EDULCORANTES%20EN%20A4%20WEB%20EPSA.pdf

- ESPE. (2009). *Stevia rebaudiana Bertoni, una planta medicinal*. Sangolquí.
- Giannuzzi, L., & Molina, S. (1995). Edulcorantes Naturales y Sintéticos: Aplicaciones y Aspectos Toxicológicos. *Acta Farmacéutica Bonaerense*, 119-131.
- Gordon, B. (1996). Towards an improved understanding of sweetener synergy. *Trends in Food Science & Technology*, 403-407.
- Hamilton, J. (2002). *Evaluation of Sodium Acid Sulfate in a Model Carbonated Beverage*.
- Heikel, B., Krebs, E., Kohn, E., & Busch-Stockfisch, M. (2012). Optimizing Synergism of Binary Mixtures of Selected Alternative Sweeteners. *Journal of Sensory Studies*.
- Ibarra, C. (2011). Estudio de factibilidad para la implementación del cultivo de estevia (*Stevia rebaudiana Bertoni*) en Pedro Vicente Maldonado, Pichincha. *Proyecto de grado presentado como requisito para la obtención del título de Ingeniero en Agroempresas. UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO*.
- ICONTEC. (2006). *NTC 2681. Análisis Sensorial. Metodología. Prueba Triangular*. Bogotá.
- ICONTEC. (2006). *NTC 3883. Análisis Sensorial. Metodología. Prueba Dúo-Trío*. Bogotá.
- ICONTEC. (2007). *Análisis Sensorial. Metodología. Guía General*. Bogotá.
- ICONTEC. (2013). *Guía Técnica Colombiana GTC 245. Análisis Sensorial. Guía General para la Selección, Entrenamiento y Seguimiento de Evaluadores. Parte 1: Evaluadores Seleccionados*. Bogotá.

- ICONTEC. (2013). *Guía Técnica Colombiana GTC 246. Análisis Sensorial. Guía General para la Selección, Entrenamiento y Seguimiento de Evaluadores. Parte 2: Evaluadores Sensoriales Expertos*. Bogotá.
- INEN. (1984). *NTE INEN 1087. Bebidas Gaseosas. Determinación del pH*.
- INEN. (1984). *NTE INEN 1091. Bebidas Gaseosas. Determinación de la Acidez Titulable*.
- INEN. (2008). *NTE INEN 1101. Bebidas Gaseosas. Requisitos*.
- INEN. (2013). *NTE INEN 1082. Bebidas Gaseosas. Determinación del Gas Carbónico*.
- INEN. (2013). *NTE INEN 1095. Bebidas Gaseosas. Determinación de bacterias coliformes*.
- INEN. (2013). *NTE INEN 1529-10. Control microbiológico de los alimentos. Mohos y levaduras viables. Recuentos en placa por siembra en profundidad*.
- INEN. (2014). *NTE INEN-ISO 4833. Microbiología de los alimentos para consumo humano y animal. Método horizontal para el recuento de microorganismos. Técnica de recuento de colonias a 30°C*.
- ISBT. (2003). *BEVERAGE ACIDULANTS MANUAL*. Dallas.
- Jiménez, T., Cabrera, G., Álvarez, E., & Gómez, F. (Junio de 2010). Evaluación del contenido de esteviósido y rebaudiósido A en una población de *Stevia rebaudiana* Bertoni (kaâ heê) cultivada comercialmente. Estudio preliminar. *Mem. Inst. Investig. Cienc. Salud*, 8, 47-53.
- Jungbunzlauer. (2015). *From Nature To Ingredients*. Obtenido de <http://www.jungbunzlauer.com/>
- Lemus, R., Vega, A., Liliana, Z., & Ah-Hen d, K. (2012). *Stevia rebaudiana* Bertoni, source of a high-potency natural sweetener. *Food Chemistry*, 1121–1132.

- Lipinski, R. (2013). Sweeteners. *Advances in Biochemical Engineering / Biotechnology*, 1-28.
- MarketLine. (2015). *Global Carbonated Soft Drinks*.
- Matalanis, A. (October de 2008). *PreparedFoods*. Obtenido de Article: Matter of Balancing Taste: <http://www.preparedfoods.com/articles/106574-article-matter-of-balancing-taste-october-2008>
- Meilgaard, M., Civille, G., & Carr, T. (2007). *Sensory Evaluation Techniques* (Cuarta ed.). CRC Press.
- OEPM. (1994). *Una composición edulcorante*.
- Orozco, N. (2014). *Usos de Materias Primas de Valor Agregado en la Industria de la Confitería*. Obtenido de <http://www.innovacion.gob.sv/inventa/attachments/article/1551/Usos%20de%20materias%20primas%20de%20valor%20agregado%20en%20la%20industria%20de%20la%20confiteria.pdf>
- Purkayastha, S. (2010). Stevia: Un edulcorante Natural para el Mercado de Bebidas. *Revista Enfasis*.
- Quitral, V., Pinheiro, A., Carrera, C., Gallo, G., Moyano, P., Salinas, J., & Jimenez, P. (2015). Efecto de edulcorantes no calóricos en la calidad sensorial de jugo de naranja. *Chile Nutrición*, 77-82.
- Ramírez, L. (2003). Neotame. El endulzante de nueva Generación. *Énfasis Alimentación*, 66-73.
- Restrepo, M. (2004). Sinergia entre edulcorantes no calóricos y el ácido fumárico. *Revista Lasallista de Investigación*.
- Schiffman, S., Booth, B., Carr, B., Losee, M., Sattely-Miller, E., & Graham, B. (1995). Investigation of Synergism in Binary Mixtures of Sweeteners. *Brain Research Bulletin*, 105-120.

- Schiffman, S., Sattely, E., Graham, B., Booth, B., & Gibes, K. (2000). Synergism among Ternary Mixtures of Fourteen Sweeteners. *Chem. Senses*, 131-140.
- Schiffman, S., Sattely, E., Graham, B., Zervakis, J., Butchko, H., & Stargel, W. (2003). Effect of Repeated Presentation on Sweetness Intensity of Binary and Ternary Mixtures of Sweeteners. *Chemical Senses*, 219-229.
- SENPLADES. (2012). *Transformación de la Matriz Productiva. Revolución productiva a través del conocimiento y el talento humano*. Quito.
- Shachman, M. (2005). *The Soft Drinks Companion: A Technical Handbook For the Beverage Industry*. CRC Press LLC.
- Solá, A. (2014). *Los Edulcorantes (II Parte)*.
- Sortwell, D. (2004). Balancing the Sweet & Sour: Acidulant Selection for Beverages. *Food & Beverage ASIA*.
- Sortwell, D. (2004). *Buffer Capacity as a Predictive Tool in Food Product Development*.
- Sortwell, D. (2004). *La Selección de los Acidulantes*. BARTEK.
- Steen, D., & Ashurst, P. (2006). *Carbonated Soft Drinks: Formulation and Manufacture*. Blackwell Publishing.
- Wise, P., Wolf, M., Thom, S., & Bryant, B. (2013). The Influence of Bubbles on the Perception Carbonation Bite. *PLOS One*.
- Yau, N., & McDaniel, M. (1992). Carbonation Interactions with Sweetness and Sourness. *JOURNAL OF FOOD SCIENCE*, 57(6).

ANEXOS

ANEXO I

HOJA DE RESPUESTA PARA PRUEBA DE CORRESPONDENCIA

Gustos Básicos						
Nombre:						
Fecha:						
Instrucciones:	A continuación encontrará 8 vasos identificados con un código. Escríbalos en la casilla marcada como número. Pruebe muy bien cada muestra, de izquierda a derecha. Identifique el gusto básico marcando con una X la casilla que describa el gusto percibido. Tome agua en medio de cada toma.					
Número	Dulce	Umami	Ácido	Salado	Amargo	No identificado

ANEXO II

HOJA DE RESPUESTA PARA PRUEBA DE DETERMINACIÓN DE UMBRALES

Determinación de Umbrales	
Nombre:	
Fecha:	
Instrucciones:	Usted recibirá 9 muestras codificadas. Pruébelas de izquierda a derecha. Escriba
	el número de la muestra en la cual percibió alguna sensación, luego el número
	de la muestra en la que identifica el gusto. Y si es el caso, el número de la muestra en la cual ya no percibe aumento en la intensidad del gusto.
Código de la muestra en la que percibe alguna sensación	
Código de la muestra en la que reconoce el gusto	
Gusto identificado	
Código de la muestra en la que ya no se siente aumento de intensidad	
Observaciones:	

ANEXO III

RESUMEN NTC 2680

NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 2680 (Primera actualización) RESUMEN

**ANÁLISIS SENSORIAL.
METODOLOGÍA.
PRUEBA DE COMPARACIÓN PAREADA**

0. INTRODUCCIÓN

En esta norma se han hecho modificaciones con respecto a su documento de referencia, la norma ISO 5495:2005/Cor. 1:2008(E)). Tales modificaciones se relacionan en el Anexo D.

1. OBJETO

Esta norma describe un procedimiento para determinar si existe diferencia o similitud sensorial perceptible entre las muestras de dos productos, respecto a la intensidad de un atributo sensorial. Esta prueba también se conoce como de diferencia direccionada o prueba 2-AFC (prueba de elección de alternativa forzada). De hecho, la prueba de comparación pareada es una prueba de elección forzada entre dos alternativas.

NOTA La prueba de comparación pareada es la prueba de clasificación más sencilla que existe, dado que solamente involucra dos muestras.

2. CAMPO DE APLICACIÓN

El método es aplicable si existe diferencia en un solo atributo sensorial o en varios, lo que significa que permite determinar si existe una diferencia significativa respecto a un atributo determinado y la especificación de la dirección de la diferencia, pero no suministra ninguna indicación de la extensión de dicha diferencia. La ausencia de diferencias para el atributo objeto de estudio no significa que no exista alguna diferencia entre los dos productos.

Este método se aplica únicamente si los productos son relativamente homogéneos.

El método es eficaz:

- a) para determinar:
 - si existe una diferencia perceptible (prueba de diferencia pareada), o
 - si no existe diferencia perceptible (prueba de similitud pareada) cuando, por ejemplo, se hacen modificaciones en los ingredientes, el procesamiento, el empaque, las operaciones de manipulación o almacenamiento, o
- b) para seleccionar, entrenar y monitorear a los evaluadores.

HOJA DE RESPUESTA PARA PRUEBA DE COMPARACIÓN PAREADA

Comparación Pareada	
Nombre:	
Fecha:	
Instrucciones:	Frente a usted tiene dos muestras codificadas, una de ellas tiene más intensidad
	en acidez. Pruebe las muestras e indique cuál es más ácida. Inicie por la muestra
	de la izquierda. Recuerde neutralizar su boca con agua antes de probar cada muestra.
Códigos de las muestras	
¿Cuál es más ácida?	
Observaciones:	

Comparación Pareada	
Nombre:	
Fecha:	
Instrucciones:	Frente a usted tiene dos muestras codificadas, una de ellas tiene más intensidad
	en dulzor. Pruebe las muestras e indique cuál es más dulce. Inicie por la muestra
	de la izquierda. Recuerde neutralizar su boca con agua antes de probar cada muestra.
Códigos de las muestras	
¿Cuál es más dulce?	
Observaciones:	

ANEXO IV

RESUMEN NTC 3883

NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 3883 (Primera actualización) RESUMEN

ANÁLISIS SENSORIAL. METODOLOGÍA. PRUEBA DÚO-TRÍO

1. ALCANCE

La presente norma describe un procedimiento para determinar si existe una diferencia o similitud sensorial perceptible entre muestras de dos productos. El método es un procedimiento de selección forzada, y es aplicable siempre que exista una diferencia en un solo atributo sensorial o en varios.

El método es estadísticamente menos eficiente que la prueba triangular (descrita en la NTC 2881) pero es de más fácil ejecución para los evaluadores.

El método es aplicable incluso cuando se desconoce la naturaleza de la diferencia (es decir, no determina el tamaño ni la dirección de la diferencia entre las muestras, ni hay una indicación de los atributos responsables de la diferencia). El método es aplicable solamente si los productos son bastante homogéneos.

El método es eficaz para:

- a) Determinar que:
 - Da como resultado una diferencia perceptible (prueba dúo-trío para diferencia), o
 - No da como resultado una diferencia perceptible (prueba dúo-trío para similitud) cuando, por ejemplo, se hace un cambio en los ingredientes, procesamiento, empaque, manipulación o almacenamiento.
- b) O para seleccionar, brindar capacitación y monitoreo a los evaluadores.

HOJA DE RESPUESTA PARA PRUEBA DÚO-TRÍO

Dúo Trío	
Nombre:	
Fecha:	
Instrucciones:	Frente a usted tiene tres muestras, una identificada como patrón (P). En las otras
	dos muestras codificadas, hay una igual al patrón y la otra es diferente. Pruebe
	primero el patrón y luego las muestras codificadas (de izquierda a derecha) e indique cuál es igual al patrón. Recuerde neutralizar su boca con agua antes de probar cada muestra.
Códigos de las muestras	
¿Cuál es igual al patrón?	
Observaciones:	

ANEXO V

RESUMEN NTC 2681

NORMA TÉCNICA COLOMBIANA NTC 2681 (Segunda actualización) RESUMEN

ANÁLISIS SENSORIAL. METODOLOGÍA. PRUEBA TRIANGULAR

1. ALCANCE

Esta norma describe el procedimiento para determinar si existe diferencia sensorial perceptible o similitud entre las muestras de dos productos. El método es un procedimiento de elección-forzada. El método es aplicable si la diferencia que existe está en un solo atributo sensorial o en varios atributos sensoriales.

El método es estadísticamente más eficiente que la prueba Duo-Trio (descrita en la NTC 3883), pero tiene uso limitado con productos que exhiban o presenten un fuerte residual y/o sabores persistentes.

El método es aplicable incluso cuando la naturaleza de las diferencias sea desconocida (es decir, no determina ni el tamaño o la dirección de la diferencia entre muestras, ni hay una indicación de el atributo(s) responsables de la diferencia). El método es aplicable únicamente si los productos son bastante homogéneos.

El método es efectivo para:

- a) determinar
 - bien una diferencia perceptible (resulta una prueba triangular para diferencia) o
 - no resulta una diferencia perceptible (prueba triangular para similitud) cuando, por ejemplo, un cambio se efectúa en ingredientes, procesos, empaques, manipulación o almacenamiento.
- b) o para seleccionar, entrenar y monitorear panelistas.

HOJA DE RESPUESTA PARA PRUEBA TRIANGULAR

Triangular	
Nombre:	
Fecha:	
Instrucciones:	Frente a usted tiene tres muestras, dos de las cuales son iguales y una es diferente.
	Pruébelas e indique cuál es la muestra diferente, encerrándola en un círculo. Pruebe las muestras de izquierda a derecha. Recuerde neutralizar su boca con agua antes de probar cada muestra.
Códigos:	_____ _____ _____
Observaciones:	

ANEXO VI

RESUMEN ASTM E3009-15

Significance and Use

5.1 The test method is effective for the following test objectives:

5.1.1 To determine whether a perceptible difference results or a perceptible difference does not result, for example, when a change is made in ingredients, processing, packaging, handling, or storage; or

5.1.2 To select, train, and monitor assessors.

5.2 The test method itself does not change whether the purpose of the test is to determine that two products are perceptibly different versus that the products are not perceptibly different. Only the selected values of δ , α , and β change. If the objective of the test is to determine if the two products are sufficiently similar to be used interchangeably, then the value selected for β is typically smaller than the value selected for α and the value of δ is selected to define "sufficiently similar."

1. Scope

1.1 This test method covers a procedure for determining whether a perceptible sensory difference exists between samples of two products or to estimate the magnitude of the perceptible difference.

1.2 This test method applies whether a difference may exist in a single sensory attribute or in several.

1.3 This test method is applicable when the nature of the difference between the samples is unknown. The attribute(s) responsible for the difference are not identified.

1.4 The tetrad test is more efficient statistically than the triangle test (Test Method E1885) or the duo-trio test (Test Method E2610).

1.5 The tetrad method involves the evaluation of four samples. When the products being tested cause excessive sensory fatigue, carryover, or adaptation, methods that involve the evaluation of fewer samples (same-different, triangle test, etc.) may be preferred.

1.6 *This standard does not purport to address all of the safety concerns, if any, associated with its use. It is the responsibility of the user of this standard to establish appropriate safety and health practices and determine the applicability of regulatory limitations prior to use.*

Referencing This Standard

DOI: 10.1520/E3009-15

HOJA DE RESPUESTA PARA PRUEBA TÉTRADA

Prueba Tétrada							
Nombre:							
Fecha:							
Producto:							
Instrucciones:	Pruebe las 4 muestras tal y como son presentadas, de izquierda a derecha.						
	Hay dos grupos, cada uno de dos muestras iguales.						
	Agrupe las muestras en dos conjuntos, basándose en su similitud.						
	Si desea comentar las razones para su decisión, realízelo en observaciones.						
Muestras:							
	<table border="1"><tr><td style="text-align: center;">Grupo</td></tr><tr><td> </td></tr></table>	Grupo			<table border="1"><tr><td style="text-align: center;">Grupo</td></tr><tr><td> </td></tr></table>	Grupo	
Grupo							
Grupo							