



Universidad Laica Eloy Alfaro De Manabí
Facultad Ingeniería Industria y Arquitectura
Proyecto de Investigación

PREVIA A LA OBTENCIÓN DE TITULO
INGENIERA EN ALIMENTOS

Tema:

Formulación de bebida energética fermentada a base de café y cáscara de cacao en diferentes porcentajes

Nombres:

Pacheco Medina Irene Jasuri.

Tutor de titulación:

Ing. Edison Grego Lavayen Delgado Ph.D.

Manta – Manabí – Ecuador

2026

UNIVERSIDAD LAICA “ELOY ALFARO” DE MANABÍ
FACULTAD DE INGENIERIA INDUSTRIA Y ARQUITECTURA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**“FORMULACIÓN DE BEBIDA ENERGÉTICA FERMENTADA A BASE DE CAFÉ Y
CÁSCARA DE CACAO EN DIFERENTES PORCENTAJES”.**

Sometida a consideración del Honorable Consejo Directivo de la Facultad de Ingeniería, Industria y Arquitectura de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, como requisito para obtener el título de:

INGENIERA EN ALIMENTOS

Aprobado por el Tribunal Examinador:

DECANO DE LA FACULTAD

DIRECTOR

JURADO EXAMINADOR

JURADO EXAMINADOR

Certificación del Tutor

En calidad de docente tutor(a) de la Facultad de Ingeniería, Industria y Arquitectura de la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, CERTIFICO:

Haber dirigido, revisado y aprobado preliminarmente el Trabajo de Integración Curricular bajo la autoría del estudiante Pacheco Medina Irene Jasuri, legalmente matriculado en la carrera de Ingeniería Industrial, período académico 2023-2, cumpliendo el total de 384 horas, cuyo tema del proyecto es "Formulación de una bebida energética fermentada a base de café y cáscara de cacao en diferentes porcentajes".

La presente investigación ha sido desarrollada en apego al cumplimiento de los requisitos académicos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico y en concordancia con los lineamientos internos de la opción de titulación en mención, reuniendo y cumpliendo con los méritos académicos, científicos y formales, y la originalidad de este, requisitos suficientes para ser sometida a la evaluación del tribunal de titulación que designe la autoridad competente.

Particular que certifico para los fines consiguientes, salvo disposición de Ley en contrario.



Ing. Lavayen Delgado Edison Grego.

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DE TESIS

Pacheco Medina Irene Jasuri, estudiante de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Facultad de Ingeniería Industria y Arquitectura, Carrera de Ingeniería en Alimentos, libre y voluntariamente declaro que la responsabilidad del contenido del presente trabajo titulado "Formulación de una bebida energética fermentada



a base de café y cáscara de cacao en diferentes porcentajes". Es una elaboración personal realizada únicamente con la dirección del tutor, Ing. Lavayen Delgado Edison Grego y la propiedad intelectual de la misma pertenece a la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí.

Pacheco Medina Irene Jasuri
C.I. 0957136203

Ing. Lavayen Delgado Edison Grego
C.I. 1308666369

AGRADECIMIENTO

Agradezco, en primer lugar, a Dios por brindarme la fortaleza, la sabiduría y la perseverancia para culminar esta importante etapa de mi vida académica.

Expreso mi más profundo agradecimiento a mi madre, Rosa Irene Medina Morales, por su amor incondicional, apoyo infinito, sacrificio y confianza en cada paso de mi formación. Gracias por ser mi mayor motivación y por acompañarme siempre, incluso en los momentos más difíciles. Este logro también es suyo.

A mi querida amiga, Murillo Santana Zully Monserrate, le agradezco de corazón por su valiosa ayuda durante el desarrollo de esta investigación, especialmente por su apoyo en el procesamiento de los resultados y por estar presente siempre que necesité orientación y una mano amiga.

Finalmente, agradezco a Muñoz Muñoz Davis Alexander, quien fue una persona importante durante gran parte de mi formación universitaria. Su apoyo, motivación y colaboración fueron fundamentales a lo largo de aproximadamente el 80 % de mi carrera, contribuyendo de manera significativa para que pudiera alcanzar esta meta.

A todas las personas que, de una u otra manera, formaron parte de este proceso y aportaron a mi crecimiento personal y profesional, les expreso mi más sincero agradecimiento.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo, con todo mi amor, a mi madre, Rosa Irene Medina Morales, por ser mi mayor inspiración y el pilar fundamental de mi vida. Gracias por tu amor incondicional, tu paciencia, tus sacrificios y por creer en mí incluso cuando yo dudaba. Cada logro que alcanzo lleva una parte de ti, porque sin tu apoyo y tus enseñanzas este sueño no habría sido posible.

También quiero dedicar este trabajo a Muñoz Muñoz Davis Alexander, por haber sido un apoyo importante durante gran parte de mi formación universitaria. Gracias por acompañarme, motivarme y brindarme tu ayuda en los momentos en que más la necesité. Tu respaldo fue parte fundamental de este camino y siempre guardaré gratitud por ello y un inmenso amor.

Con cariño y agradecimiento, dedico este logro a ustedes, quienes dejaron una huella significativa en mi vida y en la culminación de esta importante etapa académica.

RESUME

Esta investigación tuvo como objetivo elaborar una bebida energética fermentada utilizando café y cáscara de cacao como ingredientes principales, aprovechando las propiedades estimulantes y antioxidantes de ambos productos, además de dar un uso sostenible a los residuos agroindustriales.

Se evaluaron diferentes combinaciones de café, cáscara de cacao y endulzante mediante un diseño experimental factorial. Posteriormente se analizaron parámetros fisicoquímicos como pH, acidez, grados °Brix y densidad, además de análisis microbiológicos y pruebas sensoriales para determinar la aceptación del producto.

Los resultados demostraron que el volumen de café y de cáscara de cacao influyeron significativamente en las características de la bebida. Algunas formulaciones presentaron mejores valores de pH, estabilidad y aceptación sensorial, lo que permitió identificar la combinación más adecuada para obtener una bebida natural, segura y de buena calidad.

La evaluación sensorial indicó que los jueces aceptaron bien; los tratamientos T26, T16 y T5 lograron las notas numéricas más elevadas en cuanto a la aceptación general. No obstante, no se hallaron diferencias estadísticas relevantes entre los tratamientos, lo que señala que todas las formulaciones tuvieron una aceptación parecida.

En conclusión, esta investigación demuestra que es posible desarrollar una bebida energética fermentada utilizando ingredientes naturales frente a las bebidas energéticas comerciales y contribuyendo al aprovechamiento sostenible de los subproductos del cacao.

Palabras claves: Bebida energética fermentada, café, cáscara de cacao, fermentación y propiedades fisicoquímicas

ABSTRACT

This research aimed to develop a fermented energy drink made from coffee and cocoa husk, taking advantage of their stimulant and antioxidant properties while promoting the sustainable use of agro-industrial by-products.

Different formulations containing coffee, cocoa husk, and sweetener were evaluated through physicochemical analyses (pH, acidity, soluble solids, and density), microbiological tests, and sensory evaluations.

The results showed that the proportions of coffee and cocoa husk significantly influenced the quality of the beverage. The best formulations achieved favorable physicochemical characteristics, microbiological safety, and high sensory acceptance.

The sensory evaluation indicated good acceptance by the panelists. Treatments T26, T16, and T5 achieved the highest numerical scores for overall acceptability. However, no statistically significant differences were found among the treatments, indicating that all formulations exhibited similar overall acceptance.

In conclusion, the fermented coffee and cocoa husk beverage represents a healthy, innovative, and sustainable alternative to commercial energy drinks, while also adding value to cocoa processing by-products.

Keywords: Fermented energy drink, coffee, cocoa husk, fermentation y Physicochemical properties

INDICE

1.	INTRODUCCIÓN	16
1.1	Antecedentes	16
1.2	Marco teórico	17
1.2.1	Beneficios del cacao	18
1.2.2	Origen del cacao	19
1.2.3	Beneficios del café	20
1.2.4	Origen del café	21
1.3	Planteamiento del problema	22
1.4	Justificación	23
1.5	Pregunta de investigación	24
1.6	Hipótesis.....	24
1.7.	Objetivos	24
1.7.1	Objetivo general	24
1.7.2	Objetivo específico	24
2.	METODOLOGÍA.....	25
2.2	Ubicación.....	25
2.3	Normas INEN	25
2.4	Materiales y métodos.....	28
2.4.1	Procedimiento de elaboración y fermentación de la bebida.	28
2.4.2.1	pH.....	29
2.4.2.3	ólidos solubles (Brix).....	30
2.4.2.4	Determinación de densidad	30

2.4.2.3 Equipos y materiales	30
2.2.4 Equipos de laboratorio	31
2.5 Estadística	31
3. RESULTADO	32
3.1 Análisis Fisicoquímico	32
3.1.1 Análisis De pH Día 0	32
3.1.1.2 Análisis De pH Día 15	40
3.1.2 Análisis de grados brix día 0	47
3.1.2.1 Análisis de grados brix día 15	55
3.1.3 Análisis De Acidez Titulable día 0	62
3.1.3.1 Análisis De Acidez Titulable día 15	67
3.1.4 Análisis de densidad día 0	72
3.1.4.1 Análisis de densidad día 15	78
3.2 Análisis microbiológico	85
3.2.1 Análisis de mesófilos aerobio día 0	85
3.2.1.1 Análisis de mesófilos aerobios día 15	92
3.2.2 Análisis de moho y levadura día 0	100
3.2.2.1 Análisis de moho y levadura día 15	107
3.3 Análisis sensorial	113
<u>3.3.1 Análisis de apariencia</u>	<u>113</u>
3.3.2 Análisis de color	115
3.3.4 Análisis de fluidez	121
3.3.5 Análisis de sabor	123
3.3.6 Análisis de aceptabilidad	125
4. DISCUSIÓN	127
5. CONCLUSION	128
6. RECOMENDACIONES	129
7. BIBLIOGRAFÍA	130
ANEXOS	133

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Análisis de varianza Día 0.....	32
Tabla 2: Media de volumen de café.....	33
Tabla 3: Media del Volumen de cacao	33
Tabla 4: Media de Volumen de endulzante	34
Tabla 5: Media de Volumen de café y Volumen de cacao	35
Tabla 6: Media de Volumen de café y Endulzante.....	36
Tabla 7: Media de Volumen de cacao y Endulzante	37
Tabla 8: Media de Volumen de café, Volumen de cacao y Endulzante	39
Tabla 9: Análisis de varianza Día 15.....	40
Tabla 10: Media del Volumen de cacao	40
Tabla 11: Volumen de endulzante	41
Tabla 12: Media de Volumen de café y Volumen de cacao	41
Tabla 13: Volumen de café y Endulzante.....	42
Tabla 14: Media de Volumen de caco y Endulzante	43
Tabla 15: Volumen de café, Volumen de cacao y Endulzante	45
Tabla 16: Análisis de varianza Día 0.....	47
Tabla 17: Media de Volumen de café.....	48
Tabla 18: Media de Volumen de cacao	48
Tabla 19: Media del Endulzante	49
Tabla 20: Media de Volumen de café y Volumen de cacao	49
Tabla 21: Media de Volumen de café y Endulzante.....	50
Tabla 22: Media de Volumen de cacao y Endulzante	51
Tabla 23: Media de Volumen de café, Volumen de cacao y Endulzante	52
Tabla 24: Análisis de varianza Día 15.....	55
Tabla 25: Media de Volumen de café.....	56
Tabla 26: Media de Volumen de cacao	57
Tabla 27: Media de Endulzante	57
Tabla 28: Media de Volumen de café y Volumen de cacao	58
Tabla 29: Media de Volumen de café y Endulzante.....	59
Tabla 30: Media de Volumen de cacao y Endulzante	60

Tabla 31: Volumen de café, Volumen de caco y Endulzante.....	61
Tabla 32: Análisis de varianza Día 0.....	62
Tabla 33: Media del Volumen de café.....	63
Tabla 34: Media de Volumen de cacao	63
Tabla 35: Media de Endulzante	63
Tabla 36: Media de Volumen de café y Volumen de cacao	64
Tabla 37: Media de Volumen de café y Endulzante.....	64
Tabla 38: Media de Volumen de cacao y Endulzante	65
Tabla 39: Media de Volumen de café, Volumen de cacao y Endulzante	66
Tabla 40: Análisis de varianza Día 0.....	67
Tabla 41: Media del Volumen de café.....	67
Tabla 42: Media de Volumen de cacao	68
Tabla 43: Volumen de Endulzante	68
Tabla 44: Media de Volumen de café y Volumen de cacao	69
Tabla 45: Media de Volumen de café y Endulzante.....	69
Tabla 46: Media de volumen de cacao y Endulzante	70
Tabla 47: Media de Volumen de café, Volumen de cacao y Endulzante	70
Tabla 48: Análisis de varianza Día 0.....	72
Tabla 49: Media de Volumen de café.....	72
Tabla 50: Volumen de cacao	72
Tabla 51:Media de Volumen de endulzante	73
Tabla 52: Media de Volumen de café y Volumen de cacao	74
Tabla 53: Media de café y Endulzante	75
Tabla 54: Media de Volumen de cacao y Endulzante	75
Tabla 55: Media de Volumen de café, Volumen de cacao y Endulzante	76
Tabla 56: Análisis de varianza de Día 15	78
Tabla 57: Media de Volumen de café.....	78
Tabla 58: Media de Volumen de cacao	79
Tabla 59: Volumen de Endulzante	80
Tabla 60: Media de Volumen de café y Volumen de cacao	81
Tabla 61: Media de Volumen de café y Endulzante.....	82

Tabla 62:Media de Volumen de cacao y Endulzante	83
Tabla 63: Media de Volumen de café y Volumen de cacao y Endulzante	83
Tabla 64: Análisis de varianza Día 0.....	85
Tabla 65: Media de Volumen de café.....	85
Tabla 66: Media de Volumen de cacao	86
Tabla 67: Media de Endulzante	87
Tabla 68: Media de Volumen de Café y Volumen de cacao	88
Tabla 69: Media de Volumen de café y Endulzante.....	90
Tabla 70: Media de Volumen de cacao y Endulzante	90
Tabla 71: Media de Volumen café y Volumen de cacao y Endulzante.....	91
Tabla 72: Análisis de varianza Día 15.....	92
Tabla 73: Media del Volumen de café.....	93
Tabla 74: Media de Volumen de cacao	94
Tabla 75: Media de Volumen de Endulzante	94
Tabla 76: Media de Volumen de café y Volumen de cacao	95
Tabla 77: Media de Volumen de café y Endulzante.....	96
Tabla 78: Media de Volumen de cacao y Endulzante	97
Tabla 79: Media de Volumen de café, Volumen de cáscara de cacao y Endulzante	98
Tabla 80: Análisis de varianza Día 0.....	100
Tabla 81: Media de Volumen de café.....	100
Tabla 82: Media de Volumen de cacao	101
Tabla 83: Media de volumen de Endulzante	101
Tabla 84: Media de Volumen de café y Volumen de cacao	102
Tabla 85: Media de Volumen de café y Endulzante.....	102
Tabla 86: Media de Volumen de cacao Y Endulzante	103
Tabla 87: Media de Volumen de café, Volumen de cacao Y Endulzante	105
Tabla 88: Análisis de varianza Día 15.....	107
Tabla 89: Media de Volumen de café.....	107
Tabla 90: Media de Volumen de cacao	108
Tabla 91: Media de Endulzante	109
Tabla 92: Media de Volumen café y Volumen de cacao.....	110

Tabla 93: Media de Volumen de café y Endulzante.....	110
Tabla 94: Media de Volumen de cacao Y Endulzante	111
Tabla 95: Media de Volumen de café, Volumen de cacao y Endulzante	112
Tabla 96: Análisis de varianza de Apariencia	113
Tabla 97: Media de Catador de apariencia	113
Tabla 98: Media de Tratamiento apariencia	114
Tabla 99: Análisis de variaza de Color.....	115
Tabla 100: Media de Catador de color	116
Tabla 101: Media de tratamiento de color.....	117
Tabla 102: Análisis de varianza de Aroma.....	118
Tabla 103: Media de catador de aroma	119
Tabla 104: Media de tratamiento de aroma	120
Tabla 105: Análisis de varianza de Fluidez.....	121
Tabla 106: Media de catador de Fluidez	121
Tabla 107: Media de tratamiento de Fluidez	122
Tabla 108: Análisis de varianza de sabor	123
Tabla 109: Media de catador de sabor.....	123
Tabla 110: Media de tratamiento de sabor	124
Tabla 111: Análisis de varianza de Aceptabilidad	125
Tabla 112: Media de catador de Aceptabilidad.....	126
Tabla 113: Media de tratamiento de Aceptabilidad.....	127

INDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1:Acidez.....	29
Ecuación 2: Determinación Densidad	30

1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el creciente consumo de bebidas energéticas ha impulsado el desarrollo de alternativas elaboradas con ingredientes naturales que aporten compuestos bioactivos y reduzcan el uso de aditivos sintéticos. El café (*Coffea arabica*) constituye una importante fuente de cafeína, polifenoles y antioxidantes, mientras que la cáscara de cacao (*Theobroma cacao* L.), considerada un subproducto agroindustrial, posee compuestos fenólicos, fibra y teobromina que pueden ser aprovechados para el desarrollo de alimentos y bebidas funcionales.

A pesar de su potencial, la cáscara de cacao continúa siendo un subproducto poco aprovechado en la industria. Sin embargo, puede utilizarse para desarrollar nuevos productos que aporten valor agregado y promuevan un mejor aprovechamiento de este recurso.

Debido a ello, el presente estudio tuvo como objetivo elaborar una bebida energética fermentada a base de café y cáscara de cacao, utilizando diferentes concentraciones. Se evaluaron parámetros fisicoquímicos, microbiológicos y sensoriales para determinar cuál formulación es la que presenta mejores resultados en cuanto a los parámetros de calidad establecidos y aceptación por parte del consumidor.

1.1 Antecedentes

La bebida energética se da en 1906, cuando una de las marcas más populares de refrescos de cola se anunció como tal por su gran contenido de cafeína. Más tarde, en 1926, en el Reino Unido, se lanzó una bebida desarrollada por William Owen con la intención de ofrecer un impulso energético para ayudar en la recuperación de los enfermos. Durante los años sesenta, estas bebidas evolucionaron en Asia, en un esfuerzo por encontrar alimentos que aumentaran la energía y redujeran la fatiga tanto física como mental (Drinks Gryphon, 2025).

Entre 1930 y 1950, varias investigaciones prácticas fueron llevadas a cabo por compañías privadas que buscaban entender los efectos de sus decisiones basándose en enfoques de mercado y centradas principalmente en técnicas. Tras la Segunda Guerra Mundial, las metas del marketing se orientaron hacia la venta masiva de productos poco diferenciados, dado que el consumidor solo se enfocaba en el producto que deseaba, ignorando las características que este pudiera tener (González & Ríos, 2015).

1.2 Marco teórico

La actividad comercial del cacao produce enormes volúmenes de cáscara; no obstante, tras extraer el grano seco de cacao (Barazarte & Sangronis, 2008), se generan muchos desechos indeseables en la industria del cacao y chocolate (mazorca, cascarilla y mucílago de cacao). También se lo conoce con su nombre científico en griego es Theobroma que significa “comida de los dioses” (Vera Chang, 2023)

Los constituyentes más relevantes del cacao son: almidón, agua, polifenoles (flavonoides), manteca de cacao, compuestos inorgánicos (sobre todo fósforo y potasio), carbohidratos diversos y materia nitrogenada (purinas y proteínas que incluyen cafeína y teobromina.) (Universidad Nacional de San Martín, 2020)

El cacao tiene una cantidad pequeña de cafeína, pero contiene una cantidad elevada de teobromina, que es un alcaloide semejante a la cafeína. Esta sustancia se considera un estimulante suave y es responsable de los beneficios del chocolate en el estado de ánimo, debido a su eficacia. (Carreño, 2025).

Las bebidas energéticas están compuestas fundamentalmente por: azúcares, extractos de diferentes plantas y otros elementos. Los elementos más frecuentes son: taurina, cafeína, guaraná, ginseng, glucuronolactona y vitaminas; en algunas ocasiones, se añaden minerales, inositol y carnitina. Algunas de estas bebidas se destacan por su elevado contenido de cafeína y se afirma que contribuyen a conservar la sensación de energía (Gobierno de México, 2020).

La biotecnología y la agroindustria sostenible pueden ayudar a fabricar productos que sean buenos para la salud, como bebidas fermentadas y extractos de plantas (Zambrano, Dueñas, & Villanueva, 2021).

Entre otros efectos adversos de su consumo desmedido, se encuentran: náuseas, vómitos, reflujo gastroesofágico, cefaleas, palpitaciones, insomnio, sudoración, diarrea, parestesias

faciales y dolor abdominal. En odontología, particularmente en lo que se refiere al esmalte dental, el efecto más grave y con mayor repercusión es la erosión, seguido de la tinción dental (aunque esta última es menos importante), un tema que todavía no ha sido investigado a fondo. También se han descrito casos de hipersensibilidad. Un diagnóstico y prevención a tiempo son cruciales para reducir el daño causado por el uso extensivo de estos productos. (Cardona, Rojas, & Rodríguez, 2018).

El consumo de bebidas energéticas ha crecido de manera acelerada en los últimos años.

El término energía abarca más que solo las calorías que provienen de los carbohidratos. La energía se origina de las calorías consumidas y también de la vitalidad que ofrecen otros elementos al cuerpo mediante diversas funciones, especialmente en momentos de esfuerzo físico o mental, como puede ser un trabajo intenso, una gran concentración, una alerta constante, o durante la vigilia, entre otros (Guarner & Azpiroz, 2024).

Todas estas actividades pueden ocasionar un cierto nivel de estrés en el organismo, lo que provoca la producción de sustancias que es importante eliminar o neutralizar. Al igual que cualquier alimento que se considera funcional, su uso no tiene como objetivo sustituir otro tipo de alimentos, sino proporcionar algún beneficio extra que el consumidor busca. Además, este tipo de productos se encuentra regulado por la normativa alimentaria de cada nación y no por las leyes que rigen los medicamentos (Fundación Universitaria Iberoamericana, 2025).

1.2.1 Beneficios del cacao

El cacao está compuesto por carbohidratos, minerales y vitamina C (Gastropatios, 2020). Además, su elevado potencial calórico y la presencia de metilxantinas como la teobromina se encuentran en el cacao nacional en concentraciones del 2,65 % y en la variedad CCN51 con un 0,49 %, lo que lo hace una excelente materia prima. con características estimulantes. (Caiza Puma, 2015)

Estas bebidas, que no contienen alcohol, suelen incluir cafeína, taurina y diversas vitaminas, junto con otros componentes, y se promocionan por sus presuntos beneficios para mejorar el rendimiento físico y mental.

Algunas atribuyen sus propiedades estimulantes a aminoácidos como la taurina o a su contenido en extractos de hierbas como el ginseng o la guaraná, y en algunos casos se agregan minerales, inositol y carnitina. Sin embargo, múltiples estudios han evidenciado que su ingesta excesiva puede provocar efectos adversos en la salud, especialmente debido a su alto contenido de cafeína. Entre los principales riesgos se encuentran alteraciones en el funcionamiento del sistema cardiovascular y el sistema nervioso (Correa Hidalgo, 2021).

1.2.2 Origen del cacao

El Ecuador tiene una clase de cacao llamada "Nacional", que es exclusiva en el mundo. El cacao nacional se distingue por su fermentación breve y por producir un chocolate de gusto y aroma delicados, razón por la cual a nivel internacional es reconocido como "Cacao Fino de Aroma". Desde hace dos siglos, en las áreas de la cuenca se cultivaba el cacao nacional.

El término “cacao” tiene su origen en las palabras mayas “Kaj”, que se traduce como amargo, y “Kab”, que significa jugo. Al ser trasladadas fonéticamente al español, estas dos palabras experimentaron modificaciones que resultaron en “cacoacat”, que posteriormente se convirtió en “cacao” (Galdo, 2020)

Cabe mencionar que, cáscara de cacao se puede utilizar como materia prima en la producción de bebidas, en Ecuador, el 81% de los agricultores del sector cacaotero no promueven el desarrollo tecnológico en la cadena de valor de este producto (Técnica, 2022), dando como resultado que aproximadamente el 72% de cáscara de cacao se desperdicia, siendo este un tema de impacto ambiental que está ligado con la contaminación de suelos y cuerpos de agua, producción de olores fétidos y degradación del paisaje (Universidad Técnica de Ambato, 2022).

En el mercado se encuentran diversas bebidas industriales consideradas energéticas, la mayoría representan un riesgo para la salud, por ser fuentes de altos niveles de azúcares, colorantes sintéticos y de escaso o carentes de valor nutricional. las cáscara de cacao se pretende desarrollar un producto natural alternativo que cubra las necesidades energéticas y nutricionales, que a su vez contribuya a incentivar el consumo y revaloración de los granos andinos en estudio. (Rodríguez & García, 2021)

Entre los factores que dan origen al desperdicio de la cáscara de cacao, es el desconocimiento de la gran cantidad de nutrientes y propiedades que este posee, por lo que los agricultores estarían desperdiciando la oportunidad de generar mayores ingresos para la economía familiar. Por ello, la industrialización de este subproducto es una de las soluciones al abundante residuo que genera el cacao a lo largo de su cadena de valor.

1.2.3 Beneficios del café

Sin lugar a dudas, la cafeína es el componente más relevante; no obstante, también tiene compuestos con propiedades antioxidantes (como el ácido clorogénico, el cafestol y el kahweol) y micronutrientes (niacina, magnesio, potasio, trigénolina y tocoferoles) que benefician la salud. (MasScience, 2022).

Los frutos del cafeto, conocidos como cerezas de café, se recolectan a mano por los cosechadores, quienes eligen los frutos que están en su punto óptimo de madurez. Estas cerezas se empaquetan y envían a las instalaciones de recepción y beneficio para proceder con el método de beneficio húmedo, el cual implica la separación de la pulpa (epicarpio) del fruto a través del despulpado, y la eliminación del mucílago por medio de fermentación natural o utilizando máquinas desmucilagadoras. Una vez obtenidos, los granos se lavan y se secan para asegurar su preservación (Tuasaúde, 2023).

Para el proceso de beneficio del café, se emplean tolvas, despulpadoras, desmucilagadores, tanques, equipos de clasificación, secadores solares como elbas, carros, secadores parabólicos, marquesinas, patios y sistemas mecánicos como silos, además de herramientas como palas y rastrillos para mezclar el café. Las instalaciones,

máquinas, herramientas y materiales utilizados en el beneficio deben mantenerse limpios y en óptimas condiciones para su uso. Todo el personal involucrado en el proceso del café recibe capacitación para llevar a cabo las operaciones y controles necesarios de manera eficiente, correcta e higiénica (Perfect Daily Grind, 2022).

La cafeína es la sustancia carente de valor nutritivo más consumida socialmente por las personas. Actualmente, un 80% de la población global la ingiere a diario. En el deporte, estuvo prohibida desde 1984, pero fue retirada de la lista de sustancias prohibidas por la Agencia Mundial Antidopaje en 2004 (Cabañes & Coso, 2013).

Hoy en día, los atletas pueden utilizar cafeína libremente tanto en entrenos como en competiciones sin temer ser penalizados por las normativas antidopaje. De hecho, tres de cada cuatro atletas hacen uso de cafeína antes o durante sus eventos deportivos, siendo más frecuentes su uso en deportes de resistencia como ciclismo, triatlón y remo. Se ha comprobado la efectividad de la cafeína en múltiples disciplinas deportivas con diferentes características y necesidades físicas, aunque no hemos encontrado investigaciones que la evalúen en el ámbito de la escalada. En cuanto a la resistencia, el efecto positivo de la cafeína está bien respaldado, mientras que en lo que respecta a la fuerza, un aspecto crucial en la escalada, hay más desacuerdo (Barceló, Rodríguez, & Sánchez, 2023)

Hay pruebas científicas que indican que la cafeína incrementa la fuerza máxima en las extremidades inferiores. Sin embargo, no se ha evidenciado este efecto en las extremidades superiores, que son las más relevantes en la escalada. Green y otros, así como Astorino y su equipo, llevaron a cabo experimentos utilizando 6 mg de cafeína por cada kg de peso corporal en pruebas de repeticiones máximas hasta el agotamiento (Green, Wickwire, McLester, Gendle, & Hudson, 2007)

1.2.4 Origen del café

Por otro lado, de acuerdo con la Asociación Nacional Ecuatoriana de Café, en el año 2022, Ecuador envió al exterior 461,175 sacos de café industrial, lo que se tradujo en 89 millones de dólares, representando el 79 % del total de las exportaciones de café. Es importante señalar que el café, ya sea el instantáneo o el turco, tiene una diversidad de compuestos que

se han estudiado en investigaciones durante mucho tiempo. Cuando se ingiere como bebida, el café brinda sobre todo cafeína. Se calcula que el 80 % de los adultos consume entre 200 y 300 mg de cafeína al día, mientras que los individuos menores de 18 años presentan un consumo promedio de 1 mg/kg/día. Además, las principales fuentes de cafeína pueden encontrarse en refrescos, chocolate y otros alimentos que funcionan como aromatizantes. La FDA ha clasificado la cafeína desde 1958 como parte de los alimentos generalmente considerados seguros. Los hallazgos de los estudios realizados son bastante contundentes al afirmar que "No existe evidencia que sugiera que el uso de cafeína en las bebidas carbonatadas pueda convertir a estos productos en dañinos para la salud". Siempre y cuando se respeten las dosis recomendadas (Abascal & Valencia, 2012)

La industria alimentaria actual busca desarrollar productos que contribuyan simultáneamente al bienestar humano y a la sostenibilidad ambiental. En este contexto, los residuos generados por el procesamiento de cacao y café —como cáscaras, mucílago y granos defectuosos— representan una valiosa fuente de compuestos bioactivos, antioxidantes y energía, siempre que se aprovechen mediante estrategias tecnológicas adecuadas (Rivera & Martínez, 2023).

1.3 Planteamiento del problema

El uso de bebidas energéticas ha aumentado notablemente en todo el mundo, sobre todo entre jóvenes y adultos que desean restablecer su importancia física y mental. No obstante, numerosos refrescos que se ofrecen en el establecimiento tienen un alto contenido de azúcares refinados, colorantes, conservantes y otros aditivos químicos. Estos ingredientes pueden causar efectos adversos para la salud, como problemas de ansiedad, la ampliación del riesgo arterial y dependencia a los estimulantes.

En este contexto, la producción de bebidas energéticas fermentadas a partir de ingredientes naturales surge como una opción con buen potencial.

Algunas sustancias bioactivas con un alto valor nutricional, como la cafeína y la teobromina, están presentes en ingredientes como el café (*Coffea arabica*) o las cáscaras de cacao (*Theobroma cacao* L.). Se sabe que tienen efectos estimulantes sobre el sistema nervioso central. También proporcionan polifenoles y antioxidantes que contribuyen a la

protección celular y al bienestar en general.

La fermentación tiene la capacidad de potenciar las propiedades funcionales y sensoriales de estos elementos, lo que mejora su estabilidad, digestibilidad y gusto, generando así una bebida con rasgos únicos. No obstante, elementos como el pH, la acidez y los grados Brix tienen el potencial de afectar la calidad del producto final. No obstante, todavía hay una investigación insuficiente acerca de la formulación, caracterización y evaluación de bebidas energéticas fermentadas con café y cáscaras de cacao, especialmente en lo que se refiere a cómo distintas proporciones de mezcla influyen en sus características fisicoquímicas, funcionales y sensoriales.

Por ende, es esencial definir la mejor formulación que aumente al máximo el potencial antioxidante y energético de estos componentes naturales, mientras se utilizan de forma sostenible subproductos agroindustriales como las cáscaras de cacao. Por lo tanto, este estudio tiene como objetivo colaborar en el desarrollo de una bebida energética natural y fermentada que represente una opción saludable en comparación con las bebidas comerciales y que ayude a utilizar de manera sostenible los recursos locales.

1.4 Justificación

El incremento en la ingesta de bebidas energéticas, especialmente entre los adultos y los jóvenes, ha generado preocupaciones a causa de que contienen gran cantidad de azúcares procesados, sustancias químicas y estimulantes artificiales que pueden dañar la salud. En esta situación, es necesario crear alternativas naturales que proporcionen energía y vitalidad sin amenazar el bienestar del cliente.

La utilización de elementos naturales como el café (*Coffea arabica*) y las cáscaras de cacao (*Theobroma cacao* L.) se presenta como una solución factible para la producción de bebidas energéticas fermentadas, dado que ambos contienen compuestos bioactivos tales como la cafeína, la teobromina, polifenoles y antioxidantes que brindan efectos estimulantes y protectores al cuerpo. Además, el proceso de fermentación ayuda a mejorar las características sensoriales, funcionales y de conservación del producto.

El fundamento de este proyecto estriba en su contribución a la utilización sustentable de subproductos agroindustriales, como las cáscaras de cacao, que frecuentemente se descartan. En consecuencia, se disminuye el impacto medioambiental y se promueve la economía circular. Asimismo, promueve costumbres de consumo más naturales y responsables, lo que contribuye a desarrollar una alternativa más saludable en comparación con las bebidas energéticas comerciales.

En resumen, el estudio tiene como objetivo la creación de un producto innovador y funcional que integre valor añadido, sostenibilidad y beneficios nutricionales, acorde con las corrientes actuales y uso eficaz de recursos naturales locales.

1.5 Pregunta de investigación

¿Cómo influye los diferentes tipos de niveles de café (*Coffea arabica*) y cáscara de cacao (*Theobroma cacao* L.) en las características fisicoquímicas y sensoriales de una bebida energética fermentada elaborada con estos componentes?

1.6 Hipótesis

La variación en las proporciones de café (*Coffea arabica*) y cacao (*Theobroma cacao* L.) influye significativamente las características fisicoquímicas, sensoriales de una bebida energética fermentada, generando diferencias en parámetros de pH, acidez, sólidos solubles, sabor y aroma entre las formulaciones evaluadas.

1.7. Objetivos

1.7.1 Objetivo general

Elaboración y formulación de bebida energética fermentada a base de café y cáscara de cacao en diferentes porcentajes.

1.7.2 Objetivo específico

- Evaluar las características sensoriales sabor, aroma, y definir una escala de aceptación por cada parámetro

- Evaluar la bebida energética considerando variables físicas (pH, acidez, grados °Brix, densidad) y microbiológicas (aerobios mesófilos, mohos y levaduras)
- Evidenciar la formulación con mejores resultados a través de un diseño experimental AxBxC y resumen de ANOVA Y Análisis Sensorial.

2. METODOLOGÍA

2.1 Método de investigación

En este estudio de investigación se analizarán propiedades fisicoquímicas (pH, acidez, grados Brix, sensoriales (sabor, aroma, color, aceptación). Por lo que se utilizará un diseño experimental AxBxC y se centrará en parámetros cuantitativos lo cuales corresponde a pH, acidez, grado brix y densidad. Se utilizará tres tratamientos; café, cascará de cacao, y azúcar en tres diferentes concentraciones por tratamiento, obteniendo 27 réplicas

2.2 Ubicación

La presente investigación se realizará en la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí en los laboratorios del edificio de Agropecuaria el cual pertenece a la Facultad de Ciencias de la Vida y Tecnologías en la ciudad de Manta.

2.3 Normas INEN

Para el análisis sensorial se aplicará la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN-ISO 11037, la cual corresponderá a una traducción idéntica de la Norma Internacional ISO 11038:2011, “Sensory analysis. Guidelines for sensory assessment of the color of products”. La fuente de la traducción será la norma adoptada por AENOR. El comité nacional responsable de esta Norma Técnica Ecuatoriana y de su adopción será el Comité Interno del INEN.

El jurado estará conformado por jueces que serán seleccionados y preparados previamente para la evaluación sensorial. Las pruebas se realizarán en una habitación libre de interferencias externas, bajo luz blanca, específicamente luz D65, y a una temperatura de 20

± 2 °C. Las muestras se presentarán en frascos identificados mediante códigos aleatorios de tres cifras, manteniendo constantes la temperatura y el volumen de las muestras.

Las muestras serán presentadas a cada juez en un orden aleatorio, con la finalidad de evitar posibles sesgos durante la evaluación. Para la valoración se utilizará un registro de análisis sensorial, mediante el cual se calificarán los atributos de color, olor, sabor y textura, de acuerdo con la percepción de cada evaluador.

Posteriormente, la información obtenida será organizada y analizada estadísticamente, con el propósito de comparar las diferentes formulaciones e identificar aquella que presentará el mayor nivel de aceptación sensorial.

2.3.2 pH

De acuerdo con la norma NTE INEN-ISO 707 (INEN, 2014), el pH se medirá con un potenciómetro de electrodo de vidrio. La muestra se homogenizará y conservará a 20 °C. El equipo será calibrado con soluciones tampón de pH 4, 7 y 9 antes de la medición. Después, el electrodo se introducirá en la muestra hasta que la lectura se estabilice y se registrará el valor conseguido. Para prevenir la contaminación cruzada, luego de cada análisis se lavará el electrodo con agua destilada. Este parámetro permitirá monitorear el desarrollo del proceso fermentativo y la estabilidad del producto final.

2.3.3 Acidez titulable

La acidez titulable se determinará siguiendo la norma NTE INEN 13 (INEN, 1983). Se pesarán 20 g de muestra, que se transferirán a un matraz Erlenmeyer y se agregarán 40 mL de agua destilada junto con 2 mL de fenolftaleína como indicador. Se titulará con una solución estándar de hidróxido de sodio 0,1 N hasta obtener una coloración rosada persistente. Los resultados se expresarán como porcentaje de ácido cítrico. Este análisis complementa al pH y permite evaluar la formación de ácidos orgánicos durante la fermentación.

2.3.4 Sólidos solubles (°Brix)

Los sólidos solubles se determinarán conforme a la norma NTE INEN-ISO 2173 (INEN, 2013), utilizando un refractómetro previamente calibrado con agua destilada a 20 °C. La muestra se homogeneizará y, de ser necesario, se filtrará para eliminar impurezas. Se colocarán algunas gotas sobre el prisma del refractómetro y se realizará la lectura en grados Brix, que representan el contenido total de azúcares solubles. Este análisis permite controlar el contenido de azúcares antes y después de la fermentación, y relacionarlo con el desarrollo del proceso.

2.3.5 Densidad

La densidad se determinará de acuerdo con la norma NTE INEN 11 (INEN, 1984), utilizando un picnómetro o densímetro calibrado a 20 °C. Este parámetro permitirá comparar la concentración del producto antes y después de la fermentación, complementando los resultados de °Brix.

2.3.6 Microbiología

El análisis microbiológico se realizará siguiendo las normas del INEN para productos alimenticios fermentados: NTE INEN-ISO 4833-1 (2013):

Recuento de microorganismos mesófilos aerobios. NTE INEN-ISO 7954 (2013): Recuento de levaduras y mohos. NTE INEN-ISO 4832 (2013):

Las muestras, que serán extraídas de forma aséptica, se procesarán en un plazo de 24 horas después de su recolección y se conservarán refrigeradas (4 ± 2 °C). Mesófilos aerobios: Con el fin de hacer diluciones seriadas en agua peptona al 0,1 %, se inoculará en agar PCA y se incubará a 35 °C por un período de 48 horas. Moho y levaduras: Se inocularán en medio PDA acidificado y se incubarán a 25 °C por un periodo de cinco días.

Los resultados del análisis microbiológico se reportarán en unidades formadoras de colonias por mililitro (UFC/mL), parámetro que permitirá verificar la calidad microbiológica de la bebida fermentada.

Para determinar la actividad antioxidante se aplicará el método DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazil), ampliamente utilizado para medir la capacidad de una muestra de neutralizar radicales libres. El procedimiento consistirá en mezclar la solución de DPPH con la muestra

y mantener la reacción durante 30 minutos en ausencia de luz. Posteriormente, la absorbancia se registrará a una longitud de onda de 517 nm mediante un espectrofotómetro. La capacidad antioxidante se expresará como porcentaje de inhibición del radical DPPH o en equivalentes de ácido ascórbico ($\mu\text{mol AAE/mL}$), según corresponda. Los datos obtenidos servirán para valorar el potencial antioxidante de la bebida elaborada.

2.4 Materiales y métodos

2.4.1 Materia Prima

- Café (*Coffea arabica*)
- cáscara de cacao (*Theobroma cacao* L.)
- Agua potable o destilada
- Azúcar
- Levadura (*Saccharomyces cerevisiae*)

2.4.1 Procedimiento de elaboración y fermentación de la bebida.

La elaboración de la bebida energética fermentada se inició con la recepción y selección de la cáscara de cacao, verificando que la materia prima se encontrara en condiciones adecuadas para su procesamiento. Posteriormente, la cáscara de cacao fue sometida a un proceso de extracción mediante calentamiento a una temperatura de 90 °C, con el propósito de obtener el concentrado de cáscara de cacao.

De manera similar, se realizó la preparación del café mediante su extracción, obteniendo el concentrado correspondiente para posteriormente incorporarlo a las diferentes formulaciones experimentales. Una vez obtenidos los concentrados, se procedió a realizar

la formulación de las bebidas de acuerdo con los diferentes niveles de volumen de café, volumen de concentrado de cáscara de cacao y cantidad de endulzante establecidos en el diseño experimental.

Posteriormente, los ingredientes fueron mezclados hasta obtener una preparación homogénea. A continuación, se realizó la inoculación con 0,05 g de *Saccharomyces cerevisiae* por cada botella de 500 mL. Las unidades experimentales fueron colocadas a temperatura ambiente durante 72 horas, permitiendo el desarrollo del proceso fermentativo.

Finalizado el período de fermentación, las muestras fueron sometidas nuevamente a los respectivos análisis fisicoquímicos y microbiológicos, con el propósito de determinar los cambios producidos durante el proceso fermentativo y evaluar las características de las diferentes formulaciones.

2.4.2 Análisis Fisicoquímico

2.4.2.1 pH

Se trabajará con un pH metro, se sumergirá en la muestra hasta que la lectura se estabilice.

2.4.2.2 Acidez titulable

Se utilizará una bureta de 25ml, matraz de 125ml, balanza, fenolftaleína como indicador, solución NaOH 0.1N.

Se pesarán 20 ml de muestra y se transferirán a un matraz después añadirán 40 mL de agua destilada y 2 mL de fenolftaleína y se titulará con NaOH 0.1 N hasta obtener una coloración rosada persistente (por 30 segundos).

Se calculará el resultado como porcentaje de ácido cítrico, usando la fórmula:

Ecuación 1:Acidez

$$\text{Acidez (\% \acute{a}cido \acute{c}itrico)} = \frac{V \times N \times 0.64 \times 100}{m}$$

V: Volumen de NaOH(ml)

N: Normalidad de la soluci3n de NaOH

m: masa de la muestra (g)

2.4.2.3 S3lidos solubles (Brix)

El equipo con el que trabajaremos ser3 un refract3metro manual o digital calibrado a 20 3C, debemos colocar una o dos gotas de muestra sobre el prisma del refract3metro y procedemos a leer directamente sus grados Brix.

2.4.2.4 Determinaci3n de densidad

Utilizaremos un picn3metro o dens3metro calibrado a 203C, su procedimiento es lavar, secar y calibrar el picn3metro con agua destilada pesar el picn3metro vac3o(m₁)llenarlo con muestra y volverlo a pesar (m₂) y colocar la densidad con la siguiente formula:

Ecuaci3n 2: Determinaci3n Densidad

$$\rho = \frac{m_2 - m_1}{v}$$

2.4.2.3 Equipos y materiales

- Olla o marmita de acero inoxidable
- Cocina o placa el3ctrica
- Term3metro (para medir temperatura de extracci3n)
- Varilla de agitaci3n
- Tamiz/filtro (malla fina o tela filtrante)
- Jarras y recipientes
- Balanza o b3scula
- Envases para envasado (botellas PET o vidrio)

- Embudo

lavar la cáscara de cacao hervir agua y agregar la cáscara (extracción 10–15 min a 90-95°C) agregar el café (alimento la cafeína) filtrar estandarizar azúcar y acidez (°Brix y pH) corregir color/aroma si deseas envasar caliente o pasteurizar ligero.

2.2.4 Equipos de laboratorio

- Balanza de precisión
- Unidad de refrigeración
- Computadora

2.5 Estadística

Se analizarán factores como pH, acidez titulable, densidad, sólidos solubles (°Brix), actividad antioxidante, y las concentraciones de cafeína y teobromina, así como los aspectos microbiológicos y sensoriales.

Los resultados se presentarán en forma de promedios $\pm$ desviación estándar, y se realizarán cálculos de medidas de tendencia central y dispersión para ilustrar el comportamiento general de los datos.

Una vez obtenidos los resultados, estos se analizarán mediante un análisis de varianza (ANOVA) para determinar si existen diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre los tratamientos establecidos en este estudio de investigación.

Factor A: Volumen de Café

40 ml

50 ml

60 ml

Factor B: Volumen de Concentrado de cáscara de cacao

50 ml

60 ml

70 ml

Factor C: Gramos de Endulzante

20 gr

25 gr

30 gr

Tabla 1: ANOVA

Fuente de variación	Grados de libertad (GL)
Tratamientos	26
Factor A	2
Factor B	2
Factor C	2
Inte AxB	4
Inte BxC	4
Inte AxC	4
Inter AxBxC	16
Error	20
Total	80

3. RESULTADO

3.1 Análisis Físicoquímico

3.1.1 Análisis De pH Día 0

Tabla 2: Análisis de varianza Día 0

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	3,5822	26	0,1378	1377,7778	<0,0001
Volumen de Café	1,5089	2	0,7544	7544,4444	<0,0001
Volumen Cacao	0,4956	2	0,2478	2477,7778	<0,0001
Endulzante	0,0089	2	0,0044	44,4444	<0,0001
Volumen de Café*Volumen Ca.	1,3378	4	0,3344	3344,4444	<0,0001
Volumen de Café*Endulzante.	0,0044	4	0,0011	11,1111	<0,0001

Volumen Cacao*Endulzante	0,0978	4	0,0244	244,4444	<0,0001
Volumen de Café*Volumen Ca.	0,1289	8	0,0161	161,1111	<0,0001
Error	0,0054	54	0,0001		
Total	3,5876	80			

El ANOVA presento diferencias altamente significativas entre los tratamientos ($p < 0,0001$), con un coeficiente de determinación de $R^2 = 0,9985$, lo que indica un buen ajuste del modelo. El volumen de café fue el factor que más influyó sobre el pH ($F = 7544,44$), seguido por el volumen de cacao ($F = 2477,78$) y el dulce ($F = 44,44$). Además, la interacción entre el café y el cacao también resultó significativa ($F = 3344,44$), lo que demuestra que el efecto de uno de estos ingredientes sobre el pH depende de la cantidad del otro.

Tabla 3: Media de volumen de café

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,00656

Error: 0,0001 gl: 54

Volumen de Café	Medias	n	E.E.	
40ml	4,5111	27	0,0019	A
60ml	4,7000	27	0,0019	B
50ml	4,8444	27	0,0019	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

La prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$) confirmó diferencias significativas entre los volúmenes de café evaluados. El mayor pH se obtuvo con 50 ml de café (4,8444), seguido por 60 ml (4,7000) y 40 ml (4,5111), valores que pertenecieron a grupos estadísticos diferentes (C, B y A, respectivamente). Estos resultados indican que el incremento del volumen de café produjo un aumento del pH de la bebida dentro de los niveles estudiados.

Tabla 4: Media del Volumen de cacao

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,00656

Error: 0,0001 gl: 54

Volumen Cacao	Medias	n	E.E.	
60ml	4,6000	27	0,0019	A
50ml	4,6667	27	0,0019	B
70ml	4,7889	27	0,0019	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

La prueba de comparación de medias de Tukey ($\alpha = 0,05$) mostró que existieron diferencias estadísticas significativas entre los tres niveles de volumen de cacao evaluados. El tratamiento con 70 ml de cacao presentó el mayor valor promedio de pH (4,7889), ubicándose en un grupo estadístico diferente (C), por lo que fue significativamente superior a los tratamientos con 50 ml (4,6667) y 60 ml (4,6000).

El tratamiento con 50 ml de cacao, que pertenece al grupo B, obtuvo un valor intermedio de pH y se diferenció estadísticamente del tratamiento con 60 ml y del que tuvo 70 ml. El tratamiento con 60 ml de cacao, por otro lado, logró el promedio más bajo (4,6000) y se ubicó en el grupo A, lo cual señala una acidez mayor en relación a los otros tratamientos.

En términos generales, los resultados muestran que el pH de la bebida se vio afectado significativamente por el volumen de cacao en el día 0, notándose que este último tuvo un incremento gradual a medida que aumentaba el volumen de cacao. En consecuencia, la formulación con 70 ml de cacao presentó el mayor pH y, por tanto, una menor acidez relativa, constituyéndose en el tratamiento más favorable para esta variable de respuesta.

Tabla 5: Media de Volumen de endulzante

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,00656

Error: 0,0001 gl: 54

Endulzante	medias	n	E.E.	
20g	4,6778	27	0,0019	A
30g	4,6778	27	0,0019	A
25g	4,7000	27	0,0019	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

La prueba de comparación de medias de Tukey ($\alpha = 0,05$) evidenció que el nivel de endulzante influyó significativamente sobre el pH de la bebida durante el día 0. El tratamiento con 25 g de endulzante registró el mayor valor promedio de pH (4,7000),

ubicándose en un grupo estadístico diferente (B), por lo que presentó diferencias significativas con respecto a los tratamientos de 20 g y 30 g.

Por su parte, los tratamientos con 20 g y 30 g de endulzante presentaron el mismo valor promedio de pH (4,6778) y compartieron el grupo estadístico A, lo que indica que no existieron diferencias significativas entre ambos tratamientos ($p > 0,05$). Esto evidencia que aumentar la cantidad de endulzante de 20 g a 30 g no generó variaciones en el pH de la bebida que fueran estadísticamente significativas.

Los resultados, en general, muestran que la formulación con 25 g de endulzante tuvo el pH más alto y, por lo tanto, la menor acidez relativa frente a los otros niveles analizados. La diferencia numérica no fue grande, pero sí tuvo relevancia estadística. Esto posibilita concluir que 25 g de endulzante fue el nivel más propicio para conservar un pH más alto en el primer día de almacenamiento.

Tabla 6: Media de Volumen de café y Volumen de cacao

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,01523

Error: 0,0001 gl: 54

Volumen de Café	Volumen Cacao	Medias	n	E.E.	
40ml	50ml	4,3667	9	0,0033	A
60ml	60ml	4,4000	9	0,0033	B
40ml	60ml	4,5000	9	0,0033	C
40ml	70ml	4,6667	9	0,0033	D
50ml	50ml	4,7333	9	0,0033	E
60ml	70ml	4,8000	9	0,0033	
60ml	50ml	4,9000	9	0,0033	
50ml	70ml	4,9000	9	0,0033	
50ml	60ml	4,9000	9	0,0033	G

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

La prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$) presenta diferencias significativas en la interacción entre el volumen de café y el volumen de cacao. Se identificaron siete grupos estadísticos (A-G), lo que refleja un comportamiento diferente del pH según la combinación de ambos ingredientes. La mezcla de 50 ml de cacao con 40 ml de café registró el menor pH (4,3667), mientras que 60 ml de cacao con 60 ml de café alcanzó un pH de 4,4000 y la combinación de 40 ml de cacao con 60 ml de café obtuvo un valor de 4,5000. Al modificar simultáneamente las proporciones de café y cacao cambia significativamente el pH de la bebida.

Los valores intermedios correspondieron a las combinaciones de 40 ml de café y 70 ml de cacao (4,6667, grupo D), 50 ml de café y 50 ml de cacao (4,7333, grupo E) y 60 ml de café y 70 ml de cacao (4,8000, grupo F), mostrando un incremento gradual del pH conforme aumentaron las proporciones de café y cacao.

Finalmente, las combinaciones de 60 ml de café y 50 ml de cacao, 50 ml de café y 70 ml de cacao y 50 ml de café y 60 ml de cacao alcanzaron el mayor valor promedio de pH (4,9000) y compartieron el grupo estadístico G, indicando que no existieron diferencias significativas entre ellas ($p > 0,05$). Estas formulaciones representaron los tratamientos con menor acidez relativa durante el día 0 de evaluación.

En conjunto, los resultados demuestran que la combinación de los volúmenes de café y cacao influyó significativamente sobre el pH de la bebida. Las formulaciones con 50 ml de café combinadas con 60 o 70 ml de cacao, así como 60 ml de café con 50 ml de cacao, favorecieron la obtención de los valores más altos de pH, mientras que la combinación de 40 ml de café y 50 ml de cacao presentó el comportamiento menos favorable al registrar el menor pH. Estos resultados confirman la importancia de considerar el efecto conjunto de ambos factores en la formulación de la bebida.

Tabla 7: Media de Volumen de café y Endulzante

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,01523

Error: 0,0001 gl: 54

Volumen de Café	Endulzante	Medias	n	E.E.		
40ml	30g	4,5000	9	0,0033	A	
40ml	20g	4,5000	9	0,0033	A	
40ml	25g	4,5333	9	0,0033		B
60ml	20g	4,7000	9	0,0033		C

60ml	30g	4,7000	9	0,0033	C	
60ml	25g	4,7000	9	0,0033	C	
50ml	30g	4,8333	9	0,0033		D
50ml	20g	4,8333	9	0,0033		D
50ml	25g	4,8667	9	0,0033		E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

La prueba de comparación de medias de Tukey ($\alpha = 0,05$) mostró que la interacción entre el volumen de café y el nivel de endulzante fue estadísticamente significativa, evidenciando que la respuesta del pH dependió de la combinación de ambos factores. La existencia de diferencias significativas entre las formulaciones evaluadas se confirma con la identificación de cinco grupos estadísticos (A-E).

El valor medio de pH más bajo (4,5000) fue presentado por las combinaciones de 40 ml de café con 20 g y 30 g de endulzante, lo que significa que pertenecen al mismo grupo estadístico A y, por lo tanto, no tenían diferencias significativas entre sí ($p > 0.05$). En contraste, el grupo B, que se conformó por la mezcla de 40 ml de café y 25 g de endulzante, tuvo un valor un poco más alto (4.5333) y se distinguió estadísticamente del resto.

Las tres combinaciones con 60 ml de café (20 g, 25 g y 30 g de endulzante) registraron un valor promedio de 4,7000, perteneciendo al grupo estadístico C. Esto indica que el nivel de endulzante no produjo diferencias significativas cuando se utilizó un volumen de 60 ml de café, ya que todas las formulaciones presentaron un comportamiento similar.

Por otra parte, las combinaciones de 50 ml de café con 20 g y 30 g de endulzante alcanzaron un pH promedio de 4,8333, compartiendo el grupo estadístico D, mientras que la combinación de 50 ml de café y 25 g de endulzante presentó el mayor valor promedio de pH (4,8667), ubicándose en el grupo E y diferenciándose significativamente de todas las demás combinaciones evaluadas.

Tabla 8: Media de Volumen de cacao y Endulzante

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,01523

Error: 0,0001 gl: 54

Volumen Cacao	Endulzante	Medias	n	E.E.	
60ml	25g	4,5667	9	0,0033	A
60ml	30g	4,6000	9	0,0033	B
60ml	20g	4,6333	9	0,0033	C
50ml	20g	4,6667	9	0,0033	D
50ml	30g	4,6667	9	0,0033	D
50ml	25g	4,6667	9	0,0033	D
70ml	20g	4,7333	9	0,0033	E
70ml	30g	4,7667	9	0,0033	F
70ml	25g	4,8667	9	0,0033	G

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

La prueba de comparación de medias de Tukey ($\alpha = 0,05$) evidenció que la interacción entre el volumen de cacao y el nivel de endulzante influyó significativamente sobre el pH de la bebida durante el día 0 de evaluación. Las nueve combinaciones analizadas se repartieron en siete conjuntos estadísticos (A–G), lo cual evidencia que hay diferencias importantes entre los tratamientos.

El grupo estadístico A, que indica una acidez superior a la de las otras formulaciones, se formó con una mezcla de 25 g de endulzante y 60 ml de cacao, con un valor promedio de pH (4.5667) más bajo. A continuación, se presentan las combinaciones de 60 ml de cacao con 30 g (4.6000) y de 60 ml de cacao con 20 g (4.6333) conformaron los grupos B y C, respectivamente, mostrando un incremento gradual del pH al modificar el nivel de endulzante

Las tres formulaciones correspondientes a 50 ml de cacao, combinadas con 20 g, 25 g y 30 g de endulzante, registraron un valor promedio de 4,6667 y compartieron el grupo estadístico D, lo que indica que no existieron diferencias significativas entre los tres niveles de endulzante cuando se utilizó este volumen de cacao ($p > 0,05$).

Las formulaciones con 70 ml de cacao registraron los valores más altos de pH. El mayor promedio correspondió a la combinación con 25 g de endulzante (4,8667; grupo G), seguida por 30 g (4,7667; grupo F) y 20 g (4,7333; grupo E).

Tabla 9: Media de Volumen de café, Volumen de cacao y Endulzante

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,03182

Error: 0,0001 gl: 54

Volumen de Café	Volumen Cacao	Endulzante	Medias	n	E.E.	
40ml	50ml	25g	4,3000	3	0,0058	A
60ml	60ml	25g	4,3000	3	0,0058	A
60ml	60ml	30g	4,4000	3	0,0058	B
40ml	50ml	20g	4,4000	3	0,0058	B
40ml	50ml	30g	4,4000	3	0,0058	B
60ml	60ml	20g	4,5000	3	0,0058	C
40ml	60ml	25g	4,5000	3	0,0058	C
40ml	60ml	30g	4,5000	3	0,0058	C
40ml	60ml	20g	4,5000	3	0,0058	C
40ml	70ml	20g	4,6000	3	0,0058	
40ml	70ml	30g	4,6000	3	0,0058	D
60ml	70ml	20g	4,7000	3	0,0058	E
50ml	50ml	30g	4,7000	3	0,0058	
50ml	50ml	20g	4,7000	3	0,0058	
40ml	70ml	25g	4,8000	3	0,0058	
50ml	50ml	25g	4,8000	3	0,0058	
60ml	70ml	30g	4,8000	3	0,0058	
60ml	70ml	25g	4,9000	3	0,0058	
60ml	50ml	G	4,9000	3	0,0058	
60ml	50ml	G	4,9000	3	0,0058	
50ml	60ml	G	4,9000	3	0,0058	
50ml	60ml	G	4,9000	3	0,0058	
50ml	60ml	G	4,9000	3	0,0058	
50ml	60ml	G	4,9000	3	0,0058	
50ml	70ml	G	4,9000	3	0,0058	
60ml	50ml	G	4,9000	3	0,0058	
50ml	70ml	G	4,9000	3	0,0058	
50ml	70ml	G	4,9000	3	0,0058	G

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

La prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$) confirmó diferencias significativas en la interacción entre el volumen de café, el volumen de cacao y el nivel de endulzante. El menor pH (4,3000; grupo A) se registró en las formulaciones 40 ml de café + 50 ml de cacao + 25 g de endulzante y 60 ml de café + 60 ml de cacao + 25 g de endulzante. En contraste, el grupo G presentó el mayor pH promedio (4,9000). Estos resultados muestran que la combinación de los tres factores influye significativamente en el pH de la bebida.

3.1.1.2 Análisis De pH Día 15

Tabla 10: Análisis de varianza Día 15

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2,42000	26	0,09308	930,76923	<0,0001
Volumen de Café	1,12667	2	0,56333	5633,33333	<0,0001
Volumen Cacao	0,32667	2	0,16333	1633,33333	<0,0001
Endulzante	0,00000	2	0,00000	0,00000	>0,9999
Volumen de Café*Volumen Ca.	0,82667	4	0,20667	2066,66667	<0,0001
Volumen de Café*Endulzante.	0,01333	4	0,00333	33,33333	<0,0001
Volumen Cacao*Endulzante	0,05333	4	0,01333	133,33333	<0,0001
Volumen de Café*Volumen Ca.	0,07333	8	0,00917	91,66667	<0,0001
Error	0,00540	54	0,00010		
Total	2,42540	80			

El ANOVA realizado a los 15 días de almacenamiento mostró diferencias altamente significativas entre los tratamientos ($p < 0,0001$), con un ajuste del modelo de $R^2 = 0,99777$. El volumen de café presentó el mayor efecto sobre el pH ($F = 5633,33$), seguido por el volumen de cacao ($F = 1633,33$), mientras que el endulzante no tuvo un efecto significativo ($F = 0,00$; $p > 0,9999$). La interacción entre el café y el cacao también fue significativa ($F = 2066,67$), al igual que las interacciones café $\times$ endulzante ($F = 33,33$) y cacao $\times$ endulzante ($F = 133,33$).

También se encontró una interacción significativa entre el volumen de café, el volumen de cacao y el endulzante ($F = 91,67$; $p < 0,0001$), lo que evidencia que la combinación de estos factores influyó en el pH durante el almacenamiento.

Tabla 11: Media del Volumen de cacao

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,00656

Error: 0,0001 gl: 54

Volumen Cacao	Medias	n	E.E.	
60ml	3,96667	27	0,00192	A
50ml	4,04444	27	0,00192	B
70ml	4,12222	27	0,00192	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

La prueba de comparación de medias de Tukey ($\alpha = 0,05$) evidenció que existieron diferencias estadísticas significativas entre los tres niveles de volumen de café evaluados durante el día 15 de almacenamiento. El tratamiento con 50 ml de café registró el mayor valor promedio de pH (4,18889), ubicándose en el grupo estadístico C, por lo que fue significativamente superior a los tratamientos con 60 ml (4,04444) y 40 ml (3,90000).

A los 15 días de almacenamiento, el tratamiento con 50 ml de café mantuvo el mayor pH, seguido por 60 ml y 40 ml, cuyos valores correspondieron a los grupos estadísticos C, B y A, respectivamente. En comparación con el día 0, el pH disminuyó en todos los tratamientos; sin embargo, el comportamiento entre ellos se mantuvo, lo que confirma la influencia del volumen de café sobre esta variable durante el almacenamiento.

Tabla 12: Volumen de endulzante

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,00656

Error: 0,0001 gl: 54

Endulzante	medias	n	E.E.	
30g	4,04444	27	0,00192	A
25g	4,04444	27	0,00192	A
20g	4,04444	27	0,00192	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Después de 15 días de almacenamiento, los tratamientos con 20, 25 y 30 g de endulzante registraron un pH promedio de 4,0444 y pertenecieron al mismo grupo estadístico (A), por lo que no se observaron diferencias significativas entre ellos. En comparación con el día 0, las diferencias iniciales desaparecieron, lo que indica que el nivel de endulzante no modificó el pH durante el almacenamiento.

Tabla 13: Media de Volumen de café y Volumen de cacao

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,01523

Error: 0,0001 gl: 54

Volumen de Café	Volumen Cacao	Medias	n	E.E.	
40ml	50ml	3,76667	9	0,00333	A
60ml	60ml	3,80000	9	0,00333	B
40ml	60ml	3,90000	9	0,00333	C
40ml	70ml	4,03333	9	0,00333	D
60ml	70ml	4,13333	9	0,00333	E
50ml	50ml	4,16667	9	0,00333	
60ml	50ml	4,20000	9	0,00333	
50ml	70ml	4,20000	9	0,00333	
50ml	60ml	4,20000	9	0,00333	G

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

La prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$) mostró diferencias significativas entre las combinaciones de café y cacao. La formulación con 40 ml de café y 50 ml de cacao presentó el menor pH (3,7667; grupo A), mientras que las combinaciones de 60 ml de café + 50 ml de cacao, 50 ml de café + 60 ml de cacao y 50 ml de café + 70 ml de cacao registraron el mayor pH (4,2000; grupo G), sin diferencias estadísticas entre ellas ($p > 0,05$). En comparación con el día 0, el pH disminuyó en todas las formulaciones; sin embargo, la tendencia entre los tratamientos se mantuvo durante el almacenamiento.

Tabla 14: Volumen de café y Endulzante

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,01523

Error: 0,0001 gl: 54

Volumen de Café	Endulzante	Medias	n	E.E.	
40ml	30g	3,90000	9	0,00333	A
40ml	25g	3,90000	9	0,00333	A
40ml	20g	3,90000	9	0,00333	A
60ml	30g	4,03333	9	0,00333	B
60ml	25g	4,03333	9	0,00333	B
60ml	20g	4,06667	9	0,00333	C
50ml	20g	4,16667	9	0,00333	D
50ml	30g	4,20000	9	0,00333	E
50ml	25g	4,20000	9	0,00333	E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

La prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$) mostró diferencias entre las combinaciones de volumen de café y endulzante, agrupándolas en cinco categorías estadísticas (A-E). Las formulaciones con 40 ml de café, independientemente del nivel de endulzante, presentaron el menor pH promedio (3,9000; grupo A), sin diferencias significativas entre ellas ($p > 0,05$). Esto indica que, bajo este nivel de café, la cantidad de endulzante no modificó el comportamiento del pH.

Las combinaciones de 60 ml de café con 25 g y 30 g de endulzante alcanzaron un pH promedio de 4,0333, ubicándose en el grupo B, mientras que la combinación de 60 ml de café y 20 g de endulzante presentó un valor ligeramente superior (4,0667), correspondiente al grupo C. Aunque la diferencia fue pequeña, esta resultó estadísticamente significativa según la prueba de Tukey.

Por otra parte, las formulaciones con 50 ml de café presentaron los valores más elevados de pH. La combinación de 50 ml de café y 20 g de endulzante registró un promedio de 4,1667, perteneciendo al grupo D, mientras que las combinaciones de 50 ml de café con 25 g y 30 g de endulzante alcanzaron el mayor valor promedio de pH (4,2000) y compartieron el grupo estadístico E, indicando que no existieron diferencias significativas entre estos dos tratamientos ($p > 0,05$).

En términos generales, la cantidad de café fue el factor más relevante que definió la conducta del pH; por su parte, el impacto del endulzante fue bajo y solo provocó ligeras alteraciones al interactuar con el café. Las elaboraciones hechas con 50 ml de café, particularmente las que incluyen 25 g y 30 g de endulzante, mostraron los niveles de pH más altos. Por ende, tuvieron una acidez más baja al término del almacenamiento.

En contraste, todas las formulaciones con 40 ml de café mostraron los menores valores de pH, independientemente de la cantidad de endulzante utilizada. Estos resultados confirman que la estabilidad del pH durante los 15 días de almacenamiento dependió principalmente del volumen de café empleado, mientras que la influencia del endulzante fue secundaria.

Tabla 15: Media de Volumen de caco y Endulzante

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,01523

Error: 0,0001 gl: 54

Volumen Cacao	Endulzante	Medias	n	E.E.	
60ml	25g	3,93333	9	0,00333	A
60ml	30g	3,96667	9	0,00333	B
60ml	20g	4,00000	9	0,00333	C
50ml	20g	4,03333	9	0,00333	D
50ml	25g	4,03333	9	0,00333	D
50ml	30g	4,06667	9	0,00333	E
70ml	30g	4,10000	9	0,00333	F
70ml	20g	4,10000	9	0,00333	F
70ml	25g	4,16667	9	0,00333	G

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

La prueba de comparación de medias de Tukey ($\alpha = 0,05$) evidenció que la interacción entre el volumen de cacao y el nivel de endulzante influyó significativamente sobre el pH de la bebida después de 15 días de almacenamiento. Las nueve combinaciones estudiadas se repartieron en siete grupos estadísticos (A-G), lo que evidencia que la mayoría de los tratamientos presentan diferencias notables.

La mezcla de 25 g de edulcorante y 60 ml de cacao tuvo el promedio más bajo de pH (3,9333), según su posición en el grupo estadístico A, lo que significa que fue más ácida que las otras formulaciones. Las combinaciones de 60 ml de cacao con 30 g de endulzante (3,9667; grupo B) y 60 ml de cacao con 20 g de endulzante (4,0000; grupo C) fueron las siguientes.

La prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$) mostró diferencias entre las combinaciones de cacao y endulzante. Los tratamientos con 50 ml de cacao y 20–25 g de endulzante presentaron un pH promedio de 4,0333 (grupo D), mientras que el mayor valor de pH correspondió a la combinación de 70 ml de cacao y 25 g de endulzante (4,1667; grupo G). Las formulaciones con 70 ml de cacao mostraron los valores más altos de pH, evidenciando una menor acidez relativa.

En términos generales, los resultados demuestran que el efecto del nivel de endulzante sobre el pH dependió del volumen de cacao empleado, confirmando una interacción

significativa entre ambos factores. Después de 15 días de almacenamiento, las formulaciones con 70 ml de cacao, especialmente combinadas con 25 g de endulzante, conservaron los valores más altos de pH, reflejando una menor acidificación y una mayor estabilidad fisicoquímica. En contraste, las formulaciones con 60 ml de cacao presentaron los menores valores de pH, evidenciando una mayor disminución del pH durante el almacenamiento.

Tabla 16: Volumen de café, Volumen de cacao y Endulzante

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,03182

Error: 0,0001 gl: 54

Volumen de Café	Volumen Cacao	Endulzante	Medias	n	E.E.	
40ml	50ml	25g	3,70000	3	0,00577	A
60ml	60ml	25g	3,70000	3	0,00577	A
60ml	60ml	30g	3,80000	3	0,00577	B
40ml	50ml	20g	3,80000	3	0,00577	B
40ml	50ml	30g	3,80000	3	0,00577	B
60ml	60ml	20g	3,90000	3	0,00577	C
40ml	60ml	20g	3,90000	3	0,00577	C
40ml	60ml	25g	3,90000	3	0,00577	C
40ml	60ml	30g	3,90000	3	0,00577	C
40ml	70ml	20g	4,00000	3	0,00577	
40ml	70ml	30g	4,00000	3	0,00577	
50ml	50ml	20g	4,10000	3	0,00577	
40ml	70ml	25g	4,10000	3	0,00577	
60ml	70ml	30g	4,10000	3	0,00577	
60ml	70ml	20g	4,10000	3	0,00577	
60ml	50ml	25g	4,20000	3	0,00577	
60ml	50ml	30g	4,20000	3	0,00577	
60ml	70ml	25g	4,20000	3	0,00577	
60ml	50ml	20g	4,20000	3	0,00577	
50ml	60ml	25g	4,20000	3	0,00577	
50ml	60ml	20g	4,20000	3	0,00577	
50ml	50ml	30g	4,20000	3	0,00577	
50ml	50ml	25g	4,20000	3	0,00577	
50ml	70ml	30g	4,20000	3	0,00577	
	F					

50ml	70ml	25g	4,20000	3	0,00577	
	F					
50ml	70ml	20g	4,20000	3	0,00577	
	F					
50ml	60ml	30g	4,20000	3	0,00577	F

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

La prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$) mostró diferencias significativas entre las combinaciones de café, cacao y endulzante, las cuales se agruparon en seis categorías estadísticas (A-F). Los menores valores de pH correspondieron a las formulaciones 40 ml de café + 50 ml de cacao + 25 g de endulzante y 60 ml de café + 60 ml de cacao + 25 g de endulzante, ambas con un promedio de 3,7000 (grupo A), indicando una mayor acidez de la bebida después del almacenamiento

El grupo B estuvo conformado por las combinaciones 60 ml de café + 60 ml de cacao + 30 g de endulzante, 40 ml de café + 50 ml de cacao + 20 g de endulzante y 40 ml de café + 50 ml de cacao + 30 g de endulzante, todas con un valor promedio de pH de 3,8000.

Posteriormente, el grupo C reunió las formulaciones de 60 ml de café + 60 ml de cacao + 20 g de endulzante y 40 ml de café + 60 ml de cacao con los tres niveles de endulzante (20, 25 y 30 g), las cuales registraron un promedio de pH de 3,9000.

En el grupo D se ubicaron las combinaciones de 40 ml de café + 70 ml de cacao con 20 g y 30 g de endulzante, ambas con un valor promedio de pH de 4,0000. Por su parte, el grupo E estuvo integrado por las formulaciones de 50 ml de café + 50 ml de cacao + 20 g de endulzante, 40 ml de café + 70 ml de cacao + 25 g de endulzante y 60 ml de café + 70 ml de cacao con 20 g y 30 g de endulzante, las cuales alcanzaron un valor promedio de pH de 4,1000.

Finalmente, el grupo F reunió el mayor número de tratamientos y presentó el valor promedio más alto de pH (4,2000). En este grupo se ubicaron las formulaciones de 60 ml de café + 50 ml de cacao con los tres niveles de endulzante, 60 ml de café + 70 ml de cacao + 25 g de endulzante, 50 ml de café + 50 ml de cacao con 25 y 30 g de endulzante, 50 ml de café + 60 ml de cacao con 20, 25 y 30 g de endulzante, así como todas las combinaciones de 50 ml de café + 70 ml de cacao. Al compartir la misma letra, estos tratamientos no

presentaron diferencias estadísticas significativas entre sí ($p > 0,05$) y constituyeron las formulaciones con menor acidificación durante el almacenamiento.

En términos generales, los resultados demuestran que el comportamiento del pH después de 15 días estuvo determinado por la interacción simultánea entre el volumen de café, el volumen de cacao y el nivel de endulzante. Las formulaciones elaboradas con 50 ml de café, combinadas con 60 o 70 ml de cacao, así como aquellas con 60 ml de café y 50 ml de cacao, mantuvieron los valores más altos de pH (4,2000), evidenciando una mayor estabilidad fisicoquímica durante el almacenamiento. En contraste, las combinaciones con 40 ml de café y 50 ml de cacao, especialmente con 25 g de endulzante, registraron los valores más bajos de pH, reflejando una mayor acidificación. Estos resultados confirman que la estabilidad del pH depende de la interacción conjunta de los tres factores evaluados y no únicamente del efecto individual de cada uno.

3.1.2 Análisis de grados brix día 0

Tabla 17: Análisis de varianza Día 0

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1961,64	26	75,45	7544,77	<0,0001
Volumen de Café	296,33	2	148,16	14816,33	<0,0001
Volumen Cacao	304,51	2	152,25	15225,33	<0,0001
ENDULZANTE	871,69	2	435,84	43584,33	<0,0001
Volumen de Café*Volumen Ca.	105,05	4	26,26	2626,17	<0,0001
Volumen de Café*Endulzante.	48,13	4	12,03	1203,17	<0,0001
Volumen Cacao*ENDULZANTE	150,31	4	37,58	3757,67	<0,0001
Volumen de Café*Volumen Ca.	185,64	8	23,21	2320,50	<0,0001
Error	0,54	54	0,01		
Total	1962,18	80			

El ANOVA presentó diferencias altamente significativas entre los tratamientos ($p < 0,0001$), con un valor de F del modelo de 7544,77. El factor con mayor influencia sobre los sólidos solubles totales (°Brix) fue el nivel de endulzante ($F = 43584,33$), seguido por el volumen de cacao ($F = 15225,33$) y el volumen de café ($F = 14816,33$). Estos resultados indican que la variación en los niveles de estos factores modificó significativamente el contenido de sólidos solubles de la bebida.

Respecto a las interacciones dobles, la interacción volumen de cacao $\times$ endulzante presentó el mayor efecto ($F = 3757,67$; $p < 0,0001$), seguida de la interacción volumen de café $\times$ volumen de cacao ($F = 2626,17$; $p < 0,0001$) y de la interacción volumen de café $\times$

endulzante ($F = 1203,17$; $p < 0,0001$). Estos resultados demuestran que el efecto de cada factor sobre los °Brix depende de los niveles de los demás factores considerados en la formulación.

La interacción triple entre el volumen de café, el volumen de cacao y el nivel de endulzante presentó diferencias significativas ($F = 2320,50$; $p < 0,0001$), indicando que la combinación de estos factores influyó sobre el contenido de sólidos solubles (°Brix) de la bebida.

Tabla 18: Media de Volumen de café

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,06559

Error: 0,0100 gl: 54

Volumen de Café	Medias	n	E.E.	
50ml	7,23 27	0,02	A	
60ml	10,09	27	0,02	B
40ml	11,88	27	0,02	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

La prueba de comparación de medias de Tukey ($\alpha = 0,05$) evidenció que existieron diferencias estadísticas significativas entre los tres niveles de volumen de café evaluados para el contenido de sólidos solubles (°Brix). El tratamiento con 40 ml de café presentó el mayor valor promedio de °Brix (11,88), ubicándose en el grupo estadístico C, por lo que fue significativamente superior a los tratamientos con 60 ml (10,09) y 50 ml (7,23).

La prueba de Tukey mostró diferencias significativas entre los niveles de café evaluados. El tratamiento con 40 ml de café presentó el mayor contenido de sólidos solubles (°Brix), mientras que 50 ml de café registró el menor valor (7,23 °Brix; grupo A). El nivel de 60 ml de café presentó un comportamiento intermedio (10,09 °Brix; grupo B).

Tabla 19: Media de Volumen de cacao

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,06559

Error: 0,0100 gl: 54

Volumen Cacao	Medias	n	E.E.	
50ml	8,02 27	0,02	A	
60ml	8,73 27	0,02	B	
70ml	12,44	27	0,02	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

La prueba de Tukey mostró diferencias significativas entre los niveles de cacao evaluados. El tratamiento con 70 ml de cacao presentó el mayor contenido de sólidos solubles (12,44 °Brix; grupo C), seguido por 60 ml (8,73 °Brix; grupo B), mientras que 50 ml registró el

menor valor (8,02 °Brix; grupo A). Estos resultados indican que el aumento del volumen de cacao incrementó el contenido de °Brix en la bebida.

Tabla 20: Media del Endulzante

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,06559

Error: 0,0100 gl: 54

Endulzante	Medias	n	E.E.
20g	5,86 27	0,02	A
25g	9,47 27	0,02	B
30g	13,88	27	0,02 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

La prueba de Tukey mostró diferencias significativas entre los niveles de endulzante evaluados. El tratamiento con 30 g de endulzante presentó el mayor contenido de sólidos solubles (13,88 °Brix; grupo C), seguido por 25 g (9,47 °Brix; grupo B), mientras que 20 g registró el menor valor (5,86 °Brix; grupo A). Estos resultados indican que el aumento del nivel de endulzante incrementó el contenido de °Brix en la bebida.

Tabla 21: Media de Volumen de café y Volumen de cacao

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,15230

Error: 0,0100 gl: 54

Volumen de Café	Volumen Cacao	Medias	n	E.E.
50ml	50ml	6,70	9	0,03 A
50ml	60ml	7,13	9	0,03 B
60ml	50ml	7,43	9	0,03 C
50ml	70ml	7,87	9	0,03 D
60ml	60ml	9,43	9	0,03 r E
40ml	60ml	9,63	9	0,03
40ml F	50ml	9,93	9	0,03
60ml G	70ml	13,40	9	0,03
40ml	70ml H	16,07	9	0,03 I

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

La prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$) mostró diferencias significativas en la interacción entre el volumen de café y cacao sobre el contenido de sólidos solubles (°Brix). Las combinaciones evaluadas se separaron en nueve grupos estadísticos (A-I). El menor valor de °Brix correspondió a la formulación con 50 ml de café y 50 ml de cacao (6,70; grupo A), mientras que el mayor contenido de sólidos solubles se obtuvo con 40 ml de café y 70 ml

de cacao (16,07; grupo I). En general, el aumento del volumen de cacao favoreció el incremento de los °Brix en la bebida.

En términos generales, los resultados indican que el volumen de café tuvo un impacto en los °Brix que dependió de la cantidad de cacao utilizada, lo cual confirma una interacción importante entre estas dos variables. Las formulaciones elaboradas con 70 ml de cacao, especialmente en combinación con 40 ml de café, favorecieron la obtención de los mayores valores de °Brix, reflejando una mayor concentración de sólidos solubles. En contraste, las combinaciones con 50 ml de café y 50 ml de cacao presentaron los valores más bajos, evidenciando que esta proporción fue la menos favorable para incrementar el contenido de sólidos solubles de la bebida.

Tabla 22: Media de Volumen de café y Endulzante

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,15230
Error: 0,0100 gl: 54

Volumen de Café	Endulzante	Medias	n	E.E.	
50ml	20g	4,50	9	0,03	A
60ml	20g	5,23	9	0,03	B
50ml	25g	6,73	9	0,03	C
40ml	20g	7,83	9	0,03	D
50ml	30g	10,47	9	0,03	E
60ml	25g	10,77	9	0,03	
40ml	25g	10,90	9	0,03	
60ml	30g	14,27	9	0,03	
40ml	30g	16,90	9	0,03	H

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

La prueba de comparación de medias de Tukey ($\alpha = 0,05$) evidenció que la interacción entre el volumen de café y el nivel de endulzante influyó significativamente sobre el contenido de sólidos solubles (°Brix) de la bebida. Las nueve combinaciones evaluadas se distribuyeron en ocho grupos estadísticos (A–H), lo que confirma la existencia de diferencias significativas entre la mayoría de los tratamientos.

La combinación de 50 ml de café y 20 g de endulzante presentó el menor valor promedio de °Brix (4,50), ubicándose en el grupo estadístico A, lo que indica la menor concentración

de sólidos solubles entre las formulaciones evaluadas. Le siguieron las combinaciones de 60 ml de café + 20 g de endulzante (5,23; grupo B), 50 ml de café + 25 g de endulzante (6,73; grupo C) y 40 ml de café + 20 g de endulzante (7,83; grupo D), observándose un incremento progresivo del contenido de sólidos solubles conforme aumentó el nivel de endulzante y varió el volumen de café.

Posteriormente, la formulación de 50 ml de café + 30 g de endulzante registró un promedio de 10,47 °Brix, ubicándose en el grupo estadístico E. Las combinaciones de 60 ml de café + 25 g de endulzante y 40 ml de café + 25 g de endulzante presentaron valores promedio de 10,77 y 10,90 °Brix, respectivamente, compartiendo el grupo estadístico F, por lo que no mostraron diferencias significativas entre sí ($p > 0,05$).

La interacción entre el volumen de café y el nivel de endulzante mostró diferencias significativas sobre el contenido de sólidos solubles (°Brix). Los mayores valores se obtuvieron con 30 g de endulzante, destacando la combinación de 40 ml de café + 30 g de endulzante, que alcanzó el valor más alto (16,90 °Brix). Estos resultados indican que el efecto del endulzante sobre los °Brix depende del volumen de café incorporado en la formulación.

Tabla 23: Media de Volumen de cacao y Endulzante

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,15230
Error: 0,0100 gl: 54

Volumen Cacao	Endulzante	Medias	n	E.E.	
50ml	20g	5,63	9	0,03	A
60ml	20g	5,83	9	0,03	B
70ml	20g	6,10	9	0,03	C
60ml	25g	7,87	9	0,03	D
50ml	25g	7,90	9	0,03	D
50ml	30g	10,53	9	0,03	E
60ml	30g	12,50	9	0,03	F
70ml	25g	12,63	9	0,03	F
70ml	30g	18,60	9	0,03	G

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

La prueba de comparación de medias de Tukey ($\alpha = 0,05$) evidenció que la interacción entre el volumen de cacao y el nivel de endulzante influyó significativamente sobre el contenido de sólidos solubles (°Brix) de la bebida. Al distribuir las nueve combinaciones analizadas en siete grupos estadísticos (A-G), se comprueba que existen diferencias significativas entre la mayor parte de los tratamientos.

El grupo estadístico A fue el que mostró la menor concentración de sólidos solubles entre las formulaciones analizadas, con un valor medio de °Brix de 5,63. Esto se debió a la mezcla de 20 g de endulzante y 50 ml de cacao. Las combinaciones de 60 ml de cacao y 20 g de endulzante (5,83; grupo B) y 70 ml de cacao y 20 g de endulzante (6,10; grupo C) fueron las siguientes. Se notó un pequeño aumento en la cantidad de sólidos solubles a medida que el volumen del cacao crecía, conservando constante el contenido de endulzante.

Las formulaciones de 60 ml de cacao + 25 g de endulzante y 50 ml de cacao + 25 g de endulzante registraron valores promedio de 7,87 y 7,90 °Brix, respectivamente, compartiendo el grupo estadístico D, por lo que no presentaron diferencias significativas entre sí ($p > 0,05$). Posteriormente, la combinación de 50 ml de cacao + 30 g de endulzante alcanzó un promedio de 10,53 °Brix, ubicándose en el grupo estadístico E.

El grupo F estuvo conformado por las combinaciones de 60 ml de cacao + 30 g de endulzante y 70 ml de cacao + 25 g de endulzante, las cuales registraron valores promedio de 12,50 y 12,63 °Brix, respectivamente, sin presentar diferencias estadísticas significativas entre sí. Finalmente, la preparación de 70 ml de cacao más 30 g de endulzante logró el contenido más elevado de sólidos solubles (18,60 °Brix), situándose en el grupo G y distinguiéndose notablemente del resto de las combinaciones estudiadas.

La interacción entre el nivel de endulzante y el volumen de cacao influyó sobre el contenido de sólidos solubles (°Brix). Las formulaciones con 30 g de endulzante y 70 ml de cacao presentaron los mayores valores de °Brix, mientras que las combinaciones con 20 g de endulzante registraron valores inferiores.

Tabla 24: Media de Volumen de café, Volumen de cacao y Endulzante

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,31822

Error: 0,0100 gl: 54

Volumen de Café	Volumen Cacao	Endulzante	Medias	n	E.E.	
50ml	50ml	20g	2,60	3	0,06	A
50ml	60ml	25g	4,80	3	0,06	B
60ml	70ml	20g	4,80	3	0,06	B
60ml	50ml	20g	5,00	3	0,06	B
50ml	70ml	20g	5,40	3	0,06	C
50ml	60ml	20g	5,50	3	0,06	C
60ml	60ml	20g	5,90	3	0,06	
40ml	60ml	20g	6,10	3	0,06	
60ml	50ml	25g	7,20	3	0,06	
50ml	70ml	25g	7,70	3	0,06	
50ml	50ml	25g	7,70	3	0,06	
40ml	70ml	20g	8,10	3	0,06	
40ml	50ml	25g	8,80	3	0,06	
60ml	60ml	25g	8,90	3	0,06	
40ml	50ml	20g	9,30	3	0,06	
50ml	50ml	30g	9,80	3	0,06	
40ml	60ml	25g	9,90	3	0,06	
60ml	50ml	30g	10,10	3	0,06	
50ml	70ml	30g	10,50	3	0,06	
50ml	60ml	30g	11,10	3	0,06	
40ml	50ml	30g	11,70	3	0,06	
40ml	60ml	30g	12,90	3	0,06	

60ml	60ml	30g	13,50	3	0,06	O
40ml	70ml	25g	14,00	3	0,06	
60ml	P 70ml	25g	16,20	3	0,06	Q
60ml	70ml	30g	19,20	3	0,06	
40ml	R 70ml	30g	26,10	3	0,06	S

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

La prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$) mostró diferencias significativas en la interacción entre el volumen de café, el volumen de cacao y el nivel de endulzante sobre los sólidos solubles (°Brix). Las 27 formulaciones se agruparon en 19 categorías estadísticas (A-S), indicando variaciones entre los tratamientos según la combinación de los factores evaluados. El menor contenido de °Brix correspondió a la formulación con 50 ml de café + 50 ml de cacao + 20 g de endulzante, con un valor promedio de 2,60 °Brix (grupo A).

Las mezclas de 50 ml de café + 60 ml de cacao + 25 g de endulzante, 60 ml de café + 70 ml de cacao + 20 g de endulzante y 60 ml de café + 50 ml de cacao + 20 g de endulzante fueron las que se encontraron en el grupo B, con valores que variaron entre los 4,80 y los 5,00 °Brix. Más tarde, los grupos D y C juntaron formulaciones con valores que oscilaron entre 5,40 y 6,10 °Brix. Estas se debieron en su mayoría a tratamientos con 20 g de endulzante y diversas combinaciones de cacao y café, lo que mostró una baja concentración de sólidos solubles.

Los grupos intermedios (E–P) estuvieron conformados por formulaciones cuyos valores de °Brix variaron entre 7,20 y 14,00. En estos grupos se observó que el incremento del nivel de endulzante, especialmente de 25 g a 30 g, produjo un aumento progresivo en el contenido de sólidos solubles, efecto que fue más evidente cuando se combinó con mayores volúmenes de cacao. Asimismo, algunas formulaciones compartieron el mismo grupo estadístico, indicando que no presentaron diferencias significativas entre sí ($p > 0,05$).

Las formulaciones hechas con 70 ml de cacao y una alta cantidad de endulzante fueron las que presentaron los valores más altos de °Brix. El promedio de 16,20 °Brix fue el resultado

de la mezcla de 60 ml de café, 70 ml de cacao y 25 g de endulzante; esta mezcla corresponde al grupo Q. Luego, el valor de 19,20 °Brix se registró en la combinación de 60 ml de café, 70 ml de cacao y 30 g de endulzante; este resultado pertenece al grupo R. Por último, la mezcla que alcanzó el contenido más alto en sólidos solubles (26,10 °Brix) fue la que combinó 40 ml de café con 70 ml de cacao y con 30 g del endulzante; esta combinación está en el grupo S y se distingue significativamente del resto.

La interacción entre el volumen de café, el volumen de cacao y el nivel de endulzante influyó sobre el contenido de sólidos solubles (°Brix) de la bebida. Los mayores valores se obtuvieron con formulaciones que contenían 70 ml de cacao y 30 g de endulzante, principalmente al combinarse con 40 ml de café, mientras que los valores más bajos correspondieron a formulaciones con menores niveles de endulzante y cacao.

3.1.2.1 Análisis de grados brix día 15

Tabla 25: Análisis de varianza Día 15

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	883,58	26	33,98	65,82	<0,0001
Volumen de Café	221,87	2	110,93	214,85	<0,0001
Volumen Cacao	14,01	2	7,01	13,57	<0,0001
ENDULZANTE	229,71	2	114,85	222,45	<0,0001
Volumen de Café*Volumen Ca.	149,24	4	37,31	72,26	<0,0001
Volumen de Café*Endulzante.	57,80	4	14,45	27,99	<0,0001
Volumen Cacao*Endulzante	23,12	4	5,78	11,20	<0,0001
Volumen de Café*Volumen Ca.	141,90	8	17,74	34,35	<0,0001
Error	27,88	54	0,52		
Total	911,46	80			

El ANOVA realizado a los 15 días de almacenamiento mostró diferencias altamente significativas entre los tratamientos ($p < 0,0001$), con un ajuste del modelo de $R^2 = 0,97$. El factor con mayor efecto sobre el contenido de sólidos solubles (°Brix) fue el nivel de endulzante ($F = 222,45$), seguido por el volumen de café ($F = 214,85$) y el volumen de cacao ($F = 13,57$). Estos resultados indican que la variación de los factores evaluados modificó significativamente los °Brix de la bebida durante el almacenamiento.

Las interacciones entre los factores evaluados presentaron diferencias significativas sobre los °Brix. La interacción volumen de café × volumen de cacao mostró el mayor efecto ($F =$

72,26; $p < 0,0001$), seguida por café $\times$ endulzante ($F = 27,99$; $p < 0,0001$) y cacao $\times$ endulzante ($F = 11,20$; $p < 0,0001$). Además, la interacción triple entre café, cacao y endulzante también fue significativa ($F = 34,35$; $p < 0,0001$), indicando que la respuesta de los sólidos solubles estuvo influenciada por la combinación de estos factores.

Tabla 26: Media de Volumen de café

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,47218

Error: 0,5163 gl: 54

Volumen de Café	Medias	n	E.E.
60ml	4,86 25	0,15	A
50ml	5,77 27	0,14	B
40ml	8,80 29	0,14	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

La prueba de comparación de medias de Tukey ($\alpha = 0,05$) evidenció que existieron diferencias estadísticas significativas entre los tres niveles de volumen de café evaluados para el contenido de sólidos solubles ($^{\circ}$ Brix) después de 15 días de almacenamiento. El tratamiento con 40 ml de café presentó el mayor valor promedio de $^{\circ}$ Brix (8,80), ubicándose en el grupo estadístico C, por lo que fue significativamente superior a los tratamientos con 50 ml (5,77) y 60 ml (4,86).

El tratamiento con 50 ml de café registró un valor promedio intermedio de 5,77 $^{\circ}$ Brix, perteneciendo al grupo estadístico B y diferenciándose significativamente tanto del tratamiento con 40 ml como del de 60 ml. Por su parte, la formulación elaborada con 60 ml de café obtuvo el menor contenido de sólidos solubles (4,86 $^{\circ}$ Brix), ubicándose en el grupo estadístico A, lo que evidencia que este nivel de café produjo la menor concentración de sólidos solubles al finalizar el período de almacenamiento.

Después de 15 días de almacenamiento, el volumen de café mantuvo su efecto sobre el contenido de $^{\circ}$ Brix. La formulación con 40 ml de café presentó los mayores valores de sólidos solubles, mientras que 60 ml registró los menores. En comparación con el día 0, se observó una reducción de los $^{\circ}$ Brix en todos los tratamientos, aunque la tendencia entre las formulaciones se conservó.

Tabla 27: Media de Volumen de cacao

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,47218

Error: 0,5163 gl: 54

Volumen Cacao	Medias	n	E.E.
50ml	6,01 29	0,14	A
60ml	6,36 27	0,14	A
70ml	7,06 25	0,15	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

La prueba de comparación de medias de Tukey ($\alpha = 0,05$) evidenció que existieron diferencias estadísticas significativas entre los niveles de volumen de cacao evaluados para el contenido de sólidos solubles (°Brix) después de 15 días de almacenamiento. El tratamiento con 70 ml de cacao, que estuvo en el grupo estadístico B y cuyo valor promedio fue de °Brix (7,06), mostró ser significativamente más alto que los tratamientos con 50 ml (6,01) y 60 ml (6,36). Los tratamientos con 50 ml y 60 ml de cacao, por su parte, pertenecieron al grupo estadístico A; esto muestra que no tuvieron diferencias relevantes entre ellos ($p > 0,05$). En términos generales, los hallazgos indican que un volumen más alto de cacao conservó más los sólidos solubles a lo largo del almacenamiento, siendo la formulación con 70 ml de cacao la que retuvo el valor de °Brix más elevado a los 15 días.

Tabla 28: Media de Endulzante

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,47218

Error: 0,5163 gl: 54

Endulzante	Medias	n	E.E.
20g	4,31 29	0,14	A
25g	6,51 27	0,14	B
30g	8,60 25	0,15	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

La prueba de comparación de medias de Tukey ($\alpha = 0,05$) evidenció que existieron diferencias estadísticas significativas entre los tres niveles de endulzante evaluados para el contenido de sólidos solubles (°Brix) después de 15 días de almacenamiento. El tratamiento con 30 g de endulzante presentó el mayor valor promedio de °Brix (8,60), ubicándose en el grupo estadístico C, siendo significativamente superior a los tratamientos con 25 g (6,51) y 20 g (4,31). Por su parte, el tratamiento con 25 g de endulzante registró un valor intermedio y perteneció al grupo estadístico B, diferenciándose significativamente de los demás tratamientos. En contraste, la formulación con 20 g de endulzante presentó el menor contenido de sólidos solubles (4,31 °Brix), ubicándose en el grupo estadístico A. En

términos generales, los resultados demuestran que el incremento del nivel de endulzante favoreció significativamente la conservación de los sólidos solubles durante el almacenamiento, siendo la formulación con 30 g la que mantuvo los valores más altos de °Brix a los 15 días.

Tabla 29: Media de Volumen de café y Volumen de cacao

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,10065
Error: 0,5163 gl: 54

Volumen de Café	Volumen Cacao	Medias	n	E.E.	
60ml	70ml	2,69	7	0,31	A
50ml	50ml	5,03	9	0,24	B
60ml	50ml	5,27	9	0,24	B
50ml	60ml	5,40	9	0,24	B
60ml	60ml	6,63	9	0,24	C
50ml	70ml	6,87	9	0,24	C
40ml	60ml	7,03	9	0,24	C
40ml	50ml	7,73	11	0,22	C
40ml	70ml	11,63	9	0,24	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

La prueba de comparación de medias de Tukey ($\alpha = 0,05$) evidenció que la interacción entre el volumen de café y el volumen de cacao influyó significativamente sobre el contenido de sólidos solubles (°Brix) después de 15 días de almacenamiento. Las nueve combinaciones evaluadas se distribuyeron en cuatro grupos estadísticos (A–D), lo que demuestra la existencia de diferencias significativas entre varios de los tratamientos. La combinación de 60 ml de café y 70 ml de cacao presentó el menor valor promedio de °Brix (2,69), ubicándose en el grupo estadístico A. Por su parte, las formulaciones de 50 ml de café + 50 ml de cacao (5,03), 60 ml de café + 50 ml de cacao (5,27) y 50 ml de café + 60 ml de cacao (5,40) compartieron el grupo estadístico B, por lo que no presentaron diferencias significativas entre sí ($p > 0,05$). El grupo estadístico C estuvo compuesto por las mezclas de 60 ml de café y 60 ml de cacao (6,63), 50 ml de café y 70 ml de cacao (6,87), 40 ml de café y 60 ml de cacao (7,03) y 40 ml de café y 50 ml de cacao (7,73), que presentaron un comportamiento semejante. Por último, el grupo estadístico D fue donde se registró el contenido más alto de sólidos solubles (11,63 °Brix) al formular 40 ml de café y 70 ml de cacao, lo que le permitió distinguirse notablemente del resto de los tratamientos. En términos generales, los resultados indican que el efecto del volumen de café sobre los °Brix dependió del volumen de cacao empleado, siendo la combinación de 40 ml de café y

70 ml de cacao la que presentó la mayor concentración de sólidos solubles después de 15 días de almacenamiento.

Tabla 30: Media de Volumen de café y Endulzante

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,10065

Error: 0,5163 gl: 54

Volumen de Café	Endulzante	Medias	n	E.E.	
50ml	20g	3,30	9	0,24	A
60ml	20g	3,44	9	0,24	A
60ml	30g	5,23	7	0,31	B
50ml	25g	5,77	9	0,24	B
60ml	25g	5,91	9	0,24	B
40ml	20g	6,19	11	0,22	B
40ml	25g	7,87	9	0,24	C
50ml	30g	8,23	9	0,24	C
40ml	30g	12,33	9	0,24	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

La prueba de comparación de medias de Tukey ($\alpha = 0,05$) evidenció que la interacción entre el volumen de café y el nivel de endulzante influyó significativamente sobre el contenido de sólidos solubles (°Brix) después de 15 días de almacenamiento. Las nueve combinaciones evaluadas se distribuyeron en cuatro grupos estadísticos (A–D), lo que demuestra la existencia de diferencias significativas entre varios de los tratamientos. Las combinaciones de 50 ml de café + 20 g de endulzante (3,30 °Brix) y 60 ml de café + 20 g de endulzante (3,44 °Brix) compartieron el grupo estadístico A, presentando los menores valores de sólidos solubles y sin diferencias significativas entre sí ($p > 0,05$).

El grupo B estuvo conformado por las formulaciones de 60 ml de café + 30 g de endulzante (5,23 °Brix), 50 ml de café + 25 g de endulzante (5,77 °Brix), 60 ml de café + 25 g de endulzante (5,91 °Brix) y 40 ml de café + 20 g de endulzante (6,19 °Brix), las cuales mostraron un comportamiento estadísticamente similar. Por su parte, las combinaciones de 40 ml de café + 25 g de endulzante (7,87 °Brix) y 50 ml de café + 30 g de endulzante (8,23 °Brix) integraron el grupo estadístico C, mientras que la formulación de 40 ml de café + 30 g de endulzante registró el mayor contenido de sólidos solubles (12,33 °Brix), ubicándose en el grupo estadístico D y diferenciándose significativamente del resto de los tratamientos. En términos generales, los resultados demuestran que el efecto del nivel de endulzante sobre los °Brix dependió del volumen de café empleado, siendo la combinación de 40 ml

de café y 30 g de endulzante la que conservó la mayor concentración de sólidos solubles después de 15 días de almacenamiento.

Tabla 31: Media de Volumen de cacao y Endulzante

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,10065

Error: 0,5163 gl: 54

Volumen Cacao	Endulzante	Medias	n	E.E.	
60ml	20g	4,17	9	0,24	A
70ml	20g	4,24	9	0,24	A
50ml	20g	4,53	11	0,22	A
60ml	25g	6,17	9	0,24	B
50ml	25g	6,40	9	0,24	B
70ml	25g	6,98	9	0,24	B
50ml	30g	7,10	9	0,24	B
60ml	30g	8,73	9	0,24	C
70ml	30g	9,97	7	0,31	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

La prueba de comparación de medias de Tukey ($\alpha = 0,05$) evidenció que la interacción entre el volumen de cacao y el nivel de endulzante influyó significativamente sobre el contenido de sólidos solubles (°Brix) después de 15 días de almacenamiento. Las nueve combinaciones evaluadas se distribuyeron en cuatro grupos estadísticos (A–D), lo que demuestra la existencia de diferencias significativas entre los tratamientos. Las formulaciones de 60 ml de cacao + 20 g de endulzante (4,17 °Brix), 70 ml de cacao + 20 g de endulzante (4,24 °Brix) y 50 ml de cacao + 20 g de endulzante (4,53 °Brix) compartieron el grupo estadístico A, por lo que no presentaron diferencias significativas entre sí ($p > 0,05$) y registraron los menores valores de sólidos solubles. El grupo B estuvo conformado por las combinaciones de 60 ml de cacao + 25 g de endulzante (6,17 °Brix), 50 ml de cacao + 25 g de endulzante (6,40 °Brix), 70 ml de cacao + 25 g de endulzante (6,98 °Brix) y 50 ml de cacao + 30 g de endulzante (7,10 °Brix), las cuales mostraron un comportamiento estadísticamente similar. Por su parte, la formulación de 60 ml de cacao + 30 g de endulzante alcanzó un promedio de 8,73 °Brix, ubicándose en el grupo estadístico C. Finalmente, la combinación de 70 ml de cacao + 30 g de endulzante presentó el mayor contenido de sólidos solubles (9,97 °Brix), perteneciendo al grupo estadístico D y diferenciándose significativamente del resto de los tratamientos. En términos generales, los resultados demuestran que el efecto del nivel de endulzante sobre los °Brix dependió del volumen de cacao empleado, siendo la combinación de 70 ml de cacao y 30 g de

endulzante la que conservó la mayor concentración de sólidos solubles después de 15 días de almacenamiento.

Tabla 32: Volumen de café, Volumen de cacao y Endulzante

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=2,35337

Error: 0,5163 gl: 54

Volumen de Café	Volumen Cacao	Endulzante	Medias	n	E.E.			
60ml	70ml	30g	1,10	1	0,72	A		
50ml	50ml	20g	1,90	3	0,41	A	B	
60ml	70ml	20g	2,53	3	0,41	A	B	C
60ml	50ml	20g	3,50	3	0,41		B	C
50ml	60ml	20g	3,70	3	0,41		B	C
60ml	60ml	20g	4,30	3	0,41			C
50ml	70ml	20g	4,30	3	0,41			C
60ml	70ml	25g	4,43	3	0,41			C
40ml	60ml	20g	4,50	3	0,41			C
60ml	50ml	30g	5,10	3	0,41			
50ml	60ml	25g	5,20	3	0,41			
50ml	50ml	25g	5,60	3	0,41			
40ml	70ml	20g	5,90	3	0,41			
60ml	60ml	25g	6,10	3	0,41			
40ml	50ml	25g	6,40	3	0,41			
50ml	70ml	25g	6,50	3	0,41			
60ml	50ml	25g	7,20	3	0,41			
40ml	60ml	25g	7,20	3	0,41			
50ml	60ml	30g	7,30	3	0,41			
50ml	50ml	30g	7,60	3	0,41			
40ml	50ml	20g	8,18	5	0,32			
40ml	50ml	30g	8,60	3	0,41			
40ml	60ml	30g	9,40	3	0,41			
60ml	60ml	30g	9,50	3	0,41			
50ml	70ml	30g	9,80	3	0,41			
40ml	70ml	25g	10,00	3	0,41			
40ml	70ml	30g	19,00	3	0,41			N

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

El análisis de comparación de medias mediante la prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$) permitió identificar diferencias significativas entre las combinaciones de volumen de café, volumen de cacao y cantidad de endulzante en la variable evaluada.

Las medias presentaron una variación entre 1,10 y 19,00, mostrando diferencias entre las formulaciones evaluadas. Según la prueba de Tukey, el menor valor correspondió a la combinación de 60 ml de café + 70 ml de cacao + 30 g de endulzante (media = 1,10), ubicada en el grupo A.

En contraste, las formulaciones con mayores valores de media, como 40 ml de café, 70 ml de cacao y 30 g de endulzante (media = 19,00), se ubicaron en grupos finales (N), indicando diferencias significativas respecto a los tratamientos de menor respuesta. Esto sugiere que esta combinación generó el mayor efecto en la variable medida.

Asimismo, se observa que varios tratamientos intermedios comparten letras comunes (por ejemplo, B, C, D, E, F, etc.), lo que indica que no existen diferencias significativas entre ellos, formando un amplio grupo de comportamiento similar. Esto refleja que, en la zona media de resultados, las formulaciones presentan respuestas estadísticamente equivalentes.

3.1.3 Análisis De Acidez Titulable día 0

Tabla 33: Análisis de varianza Día 0

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	133,323	26	5,128	1,032	0,4470
Volumen de Café	7,320	2	3,660	0,737	0,4834
Volumen Cacao	16,775	2	8,388	1,689	0,1944
Endulzante	11,368	2	5,684	1,144	0,3261
Volumen de Café*Volumen Ca.	22,484	4	5,621	1,132	0,3514
Volumen de Café*Endulzante.	15,634	4	3,908	0,787	0,5388
Volumen Cacao*Endulzante	19,303	4	4,826	0,971	0,4308
Volumen de Café*Volumen Ca.	40,440	8	5,055	1,018	0,4341
Error	268,233	54	4,967		
Total	401,557	80			

El ANOVA para la acidez titulable al día 0 indicó que el modelo no presentó diferencias significativas ($F = 1,032$; $p = 0,4470$), con un R^2 de 0,332, lo que demuestra una baja explicación de la variabilidad de los datos. Además, los factores volumen de café, volumen de cacao y nivel de endulzante no presentaron efectos significativos sobre esta variable ($p > 0,05$).

De igual manera, las interacciones entre los factores evaluados no mostraron diferencias estadísticas, indicando que las proporciones de los ingredientes utilizadas no modificaron la

acidez titulable inicial de la bebida. En general, los tratamientos presentaron un comportamiento similar antes del proceso de fermentación.

Tabla 34: Media del Volumen de café

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,46186

Error: 4,9673 gl: 54

Volumen de Café	Medias	n	E.E.
60ml	1,989	27	0,429 A
40ml	2,130	27	0,429 A
50ml	2,685	27	0,429 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

La prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$) no mostró diferencias significativas entre los niveles de café evaluados, debido a que las formulaciones con 40, 50 y 60 mL pertenecieron al mismo grupo estadístico (A). Aunque el tratamiento con 50 mL presentó el mayor valor promedio de acidez (2,685), seguido por 40 mL (2,130) y 60 mL (1,989), estas variaciones no fueron estadísticamente diferentes.

Tabla 35: Media de Volumen de cacao

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,46186

Error: 4,9673 gl: 54

Volumen Cacao	Medias	n	E.E.
50ml	1,833	27	0,429 A
60ml	2,074	27	0,429 A
70ml	2,896	27	0,429 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

La prueba de Tukey no mostró diferencias significativas entre los niveles de cacao evaluados (50, 60 y 70 mL), debido a que todos los tratamientos pertenecieron al mismo grupo estadístico (A). Aunque la formulación con 70 mL de cacao presentó la mayor media de acidez (2,896), seguida por 60 mL (2,074) y 50 mL (1,833), las diferencias no fueron estadísticamente significativas ($p > 0,05$).

Tabla 36: Media de Endulzante

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,46186

Error: 4,9673 gl: 54

Endulzante	Medias	n	E.E.
25g	1,970	27	0,429 A
30g	2,037	27	0,429 A
20g	2,796	27	0,429 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

La prueba de comparación de medias mostró que los niveles de endulzante evaluados (20 g, 25 g y 30 g) no presentaron diferencias estadísticas significativas sobre la acidez titulable

inicial, ya que todos los tratamientos compartieron el mismo grupo estadístico (A A pesar de que el tratamiento con 20 g mostró el promedio más alto de acidez (2,796), seguido por 30 g (2,037) y 25 g (1,970), estas variaciones no fueron significativas ($p > 0.05$).

Los hallazgos indican que la cantidad de endulzante empleada no alteró significativamente la acidez titulable antes de que comenzara el proceso de fermentación. Esto puede explicarse porque el endulzante proporcionó, sobre todo, compuestos azucarados y no una cantidad adecuada de sustancias ácidas que sean capaces de modificar esta variable de manera significativa.

Tabla 37: Media de Volumen de café y Volumen de cacao

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=3,39435

Error: 4,9673 gl: 54

Volumen de Café	Volumen Cacao	Medias	n	E.E.
60ml	50ml	1,667	9	0,743 A
50ml	60ml	1,767	9	0,743 A
40ml	50ml	1,878	9	0,743 A
50ml	50ml	1,956	9	0,743 A
60ml	60ml	2,111	9	0,743 A
40ml	70ml	2,167	9	0,743 A
60ml	70ml	2,189	9	0,743 A
40ml	60ml	2,344	9	0,743 A
50ml	70ml	4,333	9	0,743 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

La prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$) no mostró diferencias significativas en la interacción entre el volumen de café y el volumen de cacao sobre la acidez titulable inicial, debido a que todas las formulaciones pertenecieron al mismo grupo estadístico (A). La combinación de 50 mL de café + 70 mL de cacao presentó la mayor media de acidez (4,333), mientras que 60 mL de café + 50 mL de cacao registró el menor valor (1,667); sin embargo, estas diferencias no fueron estadísticamente diferentes.

Los resultados indican que la combinación de café y cacao no modificó significativamente la acidez titulable antes del proceso de fermentación

Tabla 38: Media de Volumen de café y Endulzante

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=3,39435

Error: 4,9673 gl: 54

Volumen de Café	Endulzante	Medias	n	E.E.
-----------------	------------	--------	---	------

50ml	25g	1,789	9	0,743 A
60ml	30g	1,811	9	0,743 A
60ml	25g	1,889	9	0,743 A
40ml	20g	2,078	9	0,743 A
40ml	30g	2,078	9	0,743 A
50ml	30g	2,222	9	0,743 A
40ml	25g	2,233	9	0,743 A
60ml	20g	2,267	9	0,743 A
50ml	20g	4,044	9	0,743 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

La prueba de Tukey no presentó diferencias significativas para la interacción entre el volumen de café y el nivel de endulzante ($p > 0,05$), debido a que todas las formulaciones pertenecieron al mismo grupo estadístico (A). La combinación de 50 mL de café + 20 g de endulzante presentó la mayor media de acidez (4,044), mientras que 50 mL de café + 25 g de endulzante registró el menor valor (1,789); sin embargo, estas diferencias no fueron estadísticamente significativas. Por lo tanto, la interacción entre ambos factores no modificó la acidez titulable inicial de la bebida.

Tabla 39: Media de Volumen de cacao y Endulzante

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=3,39435

Error: 4,9673 gl: 54

Volumen Cacao	Endulzante	Medias	n	E.E.
50ml	25g	1,778	9	0,743 A
50ml	30g	1,833	9	0,743 A
50ml	20g	1,889	9	0,743 A
60ml	25g	2,056	9	0,743 A
60ml	30g	2,067	9	0,743 A
70ml	25g	2,078	9	0,743 A
60ml	20g	2,100	9	0,743 A
70ml	30g	2,211	9	0,743 A
70ml	20g	4,400	9	0,743 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

La comparación múltiple de medias realizada mediante la prueba de Tukey indicó que las diferentes combinaciones entre el volumen de cacao y el endulzante tampoco presentaron diferencias estadísticas significativas sobre la acidez titulable inicial ($p > 0,05$).

Todas las formulaciones se ubicaron en el mismo grupo estadístico (A), por lo que no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos. La combinación de 70 mL de cacao con 20 g de endulzante presentó el mayor promedio de acidez (4,400), mientras que

la de 50 mL de cacao con 25 g de endulzante obtuvo el menor valor (1,778). Sin embargo, estas diferencias corresponden únicamente a variaciones numéricas y no representan un efecto estadístico significativo.

Estos hallazgos sugieren, en líneas generales, que la interacción entre el volumen de cacao y el nivel de endulzante no alteró notablemente la acidez titulable al comienzo de la investigación, lo cual evidencia que esos dos elementos tuvieron un impacto relativamente separado sobre dicha propiedad fisicoquímica.

Tabla 40: Media de Volumen de café, Volumen de cacao y Endulzante

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=7,09233
Error: 4,9673 gl: 54

Volumen de Café	Volumen Cacao	Endulzante	Medias	n	E.E.	
50ml	60ml	20g	1,500	3	1,287	A
60ml	50ml	25g	1,533	3	1,287	A
60ml	50ml	30g	1,567	3	1,287	A B
50ml	60ml	25g	1,633	3	1,287	A B
40ml	50ml	20g	1,767	3	1,287	A B
50ml	50ml	25g	1,833	3	1,287	A B
60ml	70ml	30g	1,833	3	1,287	A B
60ml	60ml	25g	1,867	3	1,287	A B
60ml	50ml	20g	1,900	3	1,287	A B
40ml	50ml	30g	1,900	3	1,287	A B
50ml	70ml	25g	1,900	3	1,287	A B
40ml	50ml	25g	1,967	3	1,287	A B
40ml	60ml	30g	2,000	3	1,287	A B
50ml	50ml	20g	2,000	3	1,287	A B
50ml	50ml	30g	2,033	3	1,287	A B
60ml	60ml	30g	2,033	3	1,287	A B
40ml	70ml	25g	2,067	3	1,287	A B
40ml	70ml	20g	2,100	3	1,287	A B
50ml	60ml	30g	2,167	3	1,287	A B
60ml	70ml	25g	2,267	3	1,287	A B
40ml	70ml	30g	2,333	3	1,287	A B
40ml	60ml	20g	2,367	3	1,287	A B
60ml	60ml	20g	2,433	3	1,287	A B
60ml	70ml	20g	2,467	3	1,287	A B
50ml	70ml	30g	2,467	3	1,287	A B
40ml	60ml	25g	2,667	3	1,287	A B
50ml	70ml	20g	8,633	3	1,287	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Los resultados correspondientes a las interacciones dobles demuestran que las combinaciones entre el volumen de café y el volumen de cacao, el volumen de café y el endulzante, así como el volumen de cacao y el endulzante, no ejercieron un efecto estadísticamente significativo sobre la acidez titulable al día 0. A pesar de que algunas formulaciones tuvieron valores medios que fueron más altos o más bajos que los demás, esas disparidades no fueron suficientes para determinar una separación estadística entre tratamientos.

Las pruebas de Tukey se sostienen con las gráficas, ya que estas demuestran que todas las combinaciones pertenecieron a un mismo grupo de significancia, lo cual muestra una conducta consistente en la acidez inicial. En suma, estos resultados señalan que las proporciones de los ingredientes analizados no modificaron significativamente las propiedades ácidas de la bebida antes del comienzo del proceso de fermentación. Esto sugiere que la formulación inicial tuvo una estabilidad fisicoquímica apropiada en relación a este parámetro.

3.1.3.1 Análisis De Acidez Titulable día 15

Tabla 41: Análisis de varianza Día 15

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	7,20	26	0,28	20,92	<0,0001
Volumen de Café	0,06	2	0,03	2,13	0,1287
Volumen Cacao	0,74	2	0,37	28,15	<0,0001
Endulzante	0,95	2	0,47	35,79	<0,0001
Volumen de Café*Volumen Ca.	1,97	4	0,49	37,17	<0,0001
Volumen de Café*Endulzante.	0,85	4	0,21	16,13	<0,0001
Volumen Cacao*Endulzante	0,85	4	0,21	15,99	<0,0001
Volumen de Café*Volumen Ca.	1,78	8	0,22	16,82	<0,0001
Error	0,71	54	0,01		
Total	7,91	80			

El ANOVA mostró que el modelo fue significativo ($p < 0,0001$). El volumen de café no presentó efecto significativo sobre la variable evaluada ($p = 0,1287$), mientras que el volumen de cacao y el nivel de endulzante tuvieron efectos significativos ($p < 0,0001$), indicando que estos factores influyeron en la respuesta analizada. Las interacciones dobles entre café $\times$ cacao, café $\times$ endulzante y cacao $\times$ endulzante fueron significativas ($p < 0,0001$), al igual que la interacción triple entre los tres factores ($p < 0,0001$). Estos resultados indican que el efecto de los factores dependió de la combinación entre ellos. Por esta razón, se aplicó la prueba de Tukey para comparar las formulaciones evaluadas.

Tabla 42: Media del Volumen de café

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,07545

Error: 0,0132 gl: 54

Volumen de Café	Medias	n	E.E.
60ml	2,82	27	0,02 A
50ml	2,85	27	0,02 A
40ml	2,89	27	0,02 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

La prueba de comparación de medias de Tukey ($\alpha = 0,05$) evidenció que el volumen de café no presentó diferencias estadísticas significativas entre los niveles evaluados ($p > 0,05$). Los tratamientos de 40 ml, 50 ml y 60 ml fueron agrupados en un solo grupo homogéneo (A), lo cual señala que sus medias eran estadísticamente semejantes. Sin embargo, en términos descriptivos, el tratamiento con 40 ml de café tuvo la media más elevada (2,89), después le siguieron los tratamientos con 50 ml (2,85) y 60 ml (2,82). No obstante, estas discrepancias numéricas no bastaron para determinar diferencias relevantes entre los tratamientos; por ende, se infiere que el volumen de café, en los niveles analizados, no tuvo un impacto significativo en la variable de respuesta.

Tabla 43: Media de Volumen de cacao

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,07545

Error: 0,0132 gl: 54

Volumen Cacao	Medias	n	E.E.
50ml	2,73 27	0,02	A
70ml	2,87 27	0,02	B
60ml	2,96 27	0,02	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

La prueba de comparación de medias de Tukey ($\alpha = 0,05$) mostró que el volumen de cacao presentó diferencias estadísticas significativas entre los niveles evaluados ($p < 0,05$). El tratamiento con 60 ml de cacao, que se sitúa en el grupo C, tuvo la media más elevada (2,96), seguido del tratamiento con 70 ml de cacao (grupo B), con una media de 2,87. En contraste, el tratamiento con 50 ml de cacao (grupo A) mostró la media más baja (2,73). Como cada uno de los tratamientos corresponde a un grupo distinto y no tienen letras comunes entre sí, se infiere que hay diferencias notables entre los tres volúmenes diferentes de cacao estudiados. Estos resultados evidencian que el incremento del volumen de cacao influyó significativamente sobre la variable de respuesta, siendo 60 ml de cacao el nivel que presentó el mejor comportamiento.

Tabla 44: Volumen de Endulzante

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,07545

Error: 0,0132 gl: 54

Endulzante	medias	n	E.E.
20g	2,72 27	0,02	A
30g	2,86 27	0,02	B
25g	2,98 27	0,02	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

La prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$) mostró diferencias significativas entre los niveles de endulzante evaluados ($p < 0,05$). El tratamiento con 25 g de endulzante presentó la mayor media (2,98; grupo C), seguido de 30 g (2,86; grupo B), mientras que 20 g obtuvo el menor valor (2,72; grupo A). Al pertenecer a grupos estadísticos diferentes, los tratamientos presentaron diferencias significativas entre sí. Estos resultados coinciden con el ANOVA, donde el factor endulzante presentó un efecto significativo ($p < 0,0001$).

Tabla 45: Media de Volumen de café y Volumen de cacao

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,17519

Error: 0,0132 gl: 54

Volumen de Café	Volumen Cacao	Medias	n	E.E.					
40ml	50ml	2,59	9	0,04	A				
50ml	50ml	2,63	9	0,04	A				
60ml	60ml	2,67	9	0,04	A	B			
50ml	70ml	2,82	9	0,04		B	C		
60ml	70ml	2,84	9	0,04		B	C		
40ml	70ml	2,95	9	0,04			C	D	
60ml	50ml	2,96	9	0,04			C	D	E
50ml	60ml	3,09	9	0,04				D	E
40ml	60ml	3,12	9	0,04					E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

La prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$) mostró diferencias significativas en la interacción entre el volumen de café y el volumen de cacao sobre la acidez titulable al día 15 de fermentación. Las combinaciones evaluadas se distribuyeron en cinco grupos estadísticos (A-E). La formulación con 40 mL de café + 60 mL de cacao presentó la mayor media de acidez (3,12; grupo E), mientras que 40 mL de café + 50 mL de cacao registró el menor valor (2,59; grupo A). Estos resultados indican que la respuesta de la acidez titulable dependió de la combinación entre ambos factores.

Tabla 46: Media de Volumen de café y Endulzante

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,17519

Error: 0,0132 gl: 54

Volumen de Café	Endulzante	Medias	n	E.E.					
60ml	20g	2,63	9	0,04	A				
50ml	20g	2,70	9	0,04	A	B			
60ml	30g	2,74	9	0,04	A	B			
40ml	20g	2,81	9	0,04		B			
50ml	25g	2,82	9	0,04		B			
40ml	30g	2,82	9	0,04		B			
50ml	30g	3,02	9	0,04			C		
40ml	25g	3,03	9	0,04			C		
60ml	25g	3,10	9	0,04			C		

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

La prueba de Tukey al 5 % evidenció diferencias estadísticamente significativas entre las combinaciones de volumen de café y endulzante evaluadas. Se identificaron tres grupos

estadísticos (A, B y C). La combinación de 60 mL de café con 20 g de endulzante presentó la menor media (2,63), perteneciente al grupo A, mientras que 60 mL de café con 25 g de endulzante presentó la mayor media (3,10), correspondiente al grupo C. Las combinaciones que compartieron una misma letra no presentaron diferencias significativas entre sí ($p > 0,05$), mientras que aquellas que no compartieron letras presentaron diferencias significativas ($p < 0,05$).

Tabla 47: Media de volumen de cacao y Endulzante

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,17519
Error: 0,0132 gl: 54

Volumen Cacao	Endulzante	Medias	n	E.E.			
60ml	20g	2,64	9	0,04	A		
50ml	30g	2,70	9	0,04	A	B	
50ml	25g	2,73	9	0,04	A	B	
50ml	20g	2,75	9	0,04	A	B	
70ml	20g	2,76	9	0,04	A	B	
70ml	30g	2,86	9	0,04		B	C
70ml	25g	2,99	9	0,04			C
60ml	30g	3,02	9	0,04			C
60ml	25g	3,22	9	0,04			D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

La prueba de Tukey mostró diferencias significativas en la interacción entre el volumen de café y el nivel de endulzante, agrupando los tratamientos en tres categorías estadísticas (A-C). La combinación de 60 mL de café + 25 g de endulzante presentó la mayor media de acidez titulable (3,10; grupo C), mientras que 60 mL de café + 20 g de endulzante registró el menor valor (2,63; grupo A). Estos resultados indican que la acidez titulable estuvo influenciada por la combinación de ambos factores.

La interacción entre el volumen de cacao y el nivel de endulzante presentó diferencias significativas, agrupando los tratamientos en cuatro categorías estadísticas (A-D). La combinación de 60 mL de cacao + 25 g de endulzante registró la mayor media de acidez titulable (3,22), mientras que 60 mL de cacao + 20 g de endulzante presentó el menor valor (2,64). Estos resultados indican que la respuesta de la acidez titulable dependió de la combinación entre ambos factores evaluados.

Tabla 48: Media de Volumen de café, Volumen de cacao y Endulzante

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,36605
Error: 0,0132 gl: 54

Volumen de Café	Volumen Cacao	Endulzante	Medias	n	E.E.
-----------------	---------------	------------	--------	---	------

60ml		60ml	20g	2,22	3	0,07	A	
50ml		50ml	25g	2,44	3	0,07	A	B
40ml		50ml	20g	2,46	3	0,07	A	B
50ml		60ml	20g	2,62	3	0,07		B C
40ml		50ml	30g	2,62	3	0,07		B C
60ml		70ml	30g	2,64	3	0,07		B C
60ml	D	70ml	20g	2,64	3	0,07		B C
40ml	D	50ml	25g	2,69	3	0,07		B C
50ml	D	50ml	30g	2,70	3	0,07		B C
40ml	D	60ml	30g	2,74	3	0,07		B C
50ml	D	50ml	20g	2,74	3	0,07		B C
50ml	D	F	G	2,75	3	0,07		B C
60ml	D	50ml	30g	2,79	3	0,07		B C
60ml	D	F	G	2,80	3	0,07		B C
50ml	D	60ml	H	2,83	3	0,07		C
40ml	D	70ml	H	2,85	3	0,07		C
40ml	D	70ml	H	2,88	3	0,07		C
50ml	D	F	G	2,89	3	0,07		C
60ml	D	70ml	H	2,98	3	0,07		
60ml	D	60ml	H	3,03	3	0,07		
60ml		50ml	H	3,07	3	0,07		
40ml		F	G	3,09	3	0,07		
40ml		60ml	G	3,11	3	0,07		
50ml		70ml	G	3,12	3	0,07		
60ml		60ml	H	3,23	3	0,07		
50ml		70ml	H	3,53	3	0,07		
40ml		60ml	H	3,54	3	0,07		J

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Los resultados obtenidos a los 15 días de fermentación evidenciaron diferencias significativas en las interacciones entre los factores evaluados. A diferencia del comportamiento inicial, las combinaciones de volumen de café, volumen de cacao y nivel de endulzante presentaron variaciones estadísticas sobre la acidez titulable. Estos resultados indican que el efecto de cada factor estuvo condicionado por la combinación con los demás factores, resaltando la importancia de evaluar las formulaciones de manera conjunta.

3.1.4 Análisis de densidad día 0

Tabla 49: Análisis de varianza Día 0

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,01237	26	0,00048	32,39560	<0,0001
Volumen de Café	0,00018	2	0,00009	6,27873	0,0035
Volumen Cacao	0,00061	2	0,00030	20,74922	<0,0001
Endulzante	0,00884	2	0,00442	300,97871	<0,0001
Volumen de Café*Volumen Ca.	0,00208	4	0,00052	35,49031	<0,0001
Volumen de Café*Endulzante.	0,00005	4	0,00001	0,78822	0,5379
Volumen Cacao*Endulzante	0,00010	4	0,00003	1,72919	0,1570
Volumen de Café*Volumen Ca.	0,00050	8	0,00006	4,28017	0,0005
Error	0,00079	54	0,00001		
Total	0,01316	80			

El análisis de varianza (ANOVA) del día 0 mostró que el modelo fue significativo ($p < 0,0001$). Entre los factores evaluados, el endulzante presentó el mayor efecto sobre la variable de respuesta ($F = 300,98$; $p < 0,0001$), seguido por el volumen de cacao ($p < 0,0001$) y el volumen de café ($p = 0,0035$). La interacción café $\times$ cacao y la interacción triple café $\times$ cacao $\times$ endulzante también fueron significativas, mientras que las interacciones café $\times$ endulzante y cacao $\times$ endulzante no presentaron diferencias estadísticas ($p > 0,05$). Estos resultados indican que la respuesta estuvo determinada principalmente por el nivel de endulzante y la combinación entre los factores evaluados.

Tabla 50: Media de Volumen de café

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,00251

Error: 0,0000 gl: 54

Volumen de Café	Medias	n	E.E.	
50ml	1,04871	27	0,00074	A
40ml	1,04957	27	0,00074	A
60ml	1,05225	27	0,00074	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

La prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$) mostró diferencias significativas entre los niveles de volumen de café evaluados. El tratamiento con 60 mL de café presentó la mayor media (1,05225), ubicándose en el grupo B, mientras que las formulaciones con 40 mL (1,04957) y 50 mL (1,04871) pertenecieron al grupo A, sin diferencias significativas entre ellas ($p > 0,05$). Estos resultados indican que el volumen de café influyó sobre la variable evaluada al inicio del almacenamiento, coincidiendo con el análisis de varianza.

Tabla 51: Volumen de cacao

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,00251

Error: 0,0000 gl: 54

Volumen Cacao	Medias	n	E.E.	
50ml	1,04656	27	0,00074	A
70ml	1,05078	27	0,00074	B
60ml	1,05320	27	0,00074	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

La prueba de comparación de medias de Tukey ($\alpha = 0,05$) evidenció que el volumen de cacao presentó diferencias estadísticas significativas entre los niveles evaluados. El tratamiento con 60 ml de cacao registró la media más alta (1,05320), seguido por el tratamiento con 70 ml de cacao (1,05078); ambos se ubicaron en el grupo B, por lo que no presentaron diferencias estadísticas significativas entre sí ($p > 0,05$). En cambio, el tratamiento con 50 ml de cacao obtuvo la media más baja (1,04656), perteneciendo al grupo A, lo que indica que fue significativamente diferente de los tratamientos con 60 ml y 70 ml.

En consecuencia, se concluye que los niveles de 60 ml y 70 ml de cacao mostraron un comportamiento similar y superior al de 50 ml, siendo los dos primeros los que presentaron los mayores valores de la variable evaluada durante el día 0. Estos resultados concuerdan con el análisis de varianza, donde el factor volumen de cacao presentó un efecto altamente significativo ($p < 0,0001$), confirmando que este factor influyó de manera importante sobre la variable de respuesta.

Tabla 52:Media de Volumen de endulzante

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,00251

Error: 0,0000 gl: 54

Endulzante	medias	n	E.E.	
20g	1,03849	27	0,00074	A
25g	1,04820	27	0,00074	B
30g	1,06384	27	0,00074	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

La prueba de comparación de medias de Tukey ($\alpha = 0,05$) mostró que el nivel de endulzante presentó diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos evaluados. El tratamiento con 30 g de endulzante registró la media más alta (1,06384), ubicándose en el grupo C, lo que indica que presentó el mejor comportamiento en la variable de respuesta durante el día 0. En segundo lugar, el tratamiento con 25 g de endulzante alcanzó una

media de 1,04820, perteneciendo al grupo B, mientras que el tratamiento con 20 g de endulzante obtuvo la media más baja (1,03849), ubicándose en el grupo A.

Debido a que los tres niveles de endulzante pertenecen a grupos diferentes y no comparten letras en común, se concluye que existen diferencias estadísticas significativas entre ellos ($p < 0,05$). Por lo tanto, la variable analizada creció a medida que aumentaba el nivel del endulzante. El tratamiento con 30 g de endulzante fue el que mejor desempeño tuvo, seguido por 25 g, y 20 g obtuvo el menor valor. Estos hallazgos coinciden con el análisis de varianza (ANOVA), que mostró que el factor endulzante tuvo un efecto muy relevante ($p < 0,0001$), lo que confirma que fue el factor más influyente en la variable de respuesta durante el día 0

Tabla 53: Media de Volumen de café y Volumen de cacao

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,00584
Error: 0,0000 gl: 54

Volumen de Café	Volumen Cacao	Medias	n	E.E.			
40ml	50ml	1,04132	9	0,00128	A		
50ml	70ml	1,04366	9	0,00128	A	B	
40ml	60ml	1,04779	9	0,00128		B	C
60ml	50ml	1,04781	9	0,00128		B	C
60ml	70ml	1,04907	9	0,00128		B	C
50ml	50ml	1,05054	9	0,00128			C
50ml	60ml	1,05192	9	0,00128			C
40ml	70ml	1,05961	9	0,00128			D
60ml	60ml	1,05988	9	0,00128			D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

La prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$) mostró diferencias significativas en la interacción entre el volumen de café y el volumen de cacao. La combinación de 60 mL de café + 60 mL de cacao presentó la mayor media (1,05988), compartiendo el grupo estadístico D con 40 mL de café + 70 mL de cacao (1,05961), sin diferencias significativas entre ambas formulaciones.

En contraste, la combinación de 40 mL de café + 50 mL de cacao registró la menor media (1,04132), ubicándose en el grupo A. Los demás tratamientos presentaron valores intermedios, evidenciando que la respuesta evaluada estuvo influenciada por la interacción entre ambos factores, en concordancia con el ANOVA ($p < 0,0001$).

Tabla 54: Media de café y Endulzante

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,00584

Error: 0,0000 gl: 54

Volumen de Café	Endulzante	Medias	n	E.E.			
50ml	20g	1,03716	9	0,00128	A		
40ml	20g	1,03822	9	0,00128	A		
60ml	20g	1,04009	9	0,00128	A	B	
50ml	25g	1,04547	9	0,00128		B	C
40ml	25g	1,04831	9	0,00128			C
60ml	25g	1,05082	9	0,00128			C
40ml	30g	1,06219	9	0,00128			D
50ml	30g	1,06350	9	0,00128			D
60ml	30g	1,06584	9	0,00128			D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

La prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$) mostró diferencias descriptivas entre las combinaciones de volumen de café y nivel de endulzante. La formulación con 60 mL de café + 30 g de endulzante presentó la mayor media (1,06584), seguida por las combinaciones con 50 mL y 40 mL de café con 30 g de endulzante (1,06350 y 1,06219, respectivamente), pertenecientes al mismo grupo estadístico.

No obstante, el análisis de varianza indicó que la interacción entre el volumen de café y el endulzante no fue significativa ($p = 0,5379$), por lo que las variaciones observadas entre las combinaciones no representan un efecto estadístico de la interacción sobre la variable evaluada al día 0

Tabla 55: Media de Volumen de cacao y Endulzante

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,00584

Error: 0,0000 gl: 54

Volumen Cacao	Endulzante	Medias	n	E.E.			
50ml	20g	1,03503	9	0,00128	A		
70ml	20g	1,03896	9	0,00128	A	B	
60ml	20g	1,04148	9	0,00128		B	
50ml	25g	1,04278	9	0,00128		B	
70ml	25g	1,05049	9	0,00128			C
60ml	25g	1,05133	9	0,00128			C
50ml	30g	1,06187	9	0,00128			D
70ml	30g	1,06289	9	0,00128			D
60ml	30g	1,06678	9	0,00128			D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

La prueba de comparación de medias de Tukey ($\alpha = 0,05$) mostró que la interacción entre el volumen de cacao y el nivel de endulzante presentó diferencias entre las combinaciones evaluadas. La combinación de 60 ml de cacao con 30 g de endulzante registró la media más alta (1,06678), seguida por 70 ml de cacao con 30 g de endulzante (1,06289) y 50 ml de cacao con 30 g de endulzante (1,06187). Estas tres combinaciones se ubicaron en el grupo D, por lo que no presentaron diferencias estadísticas significativas entre sí y constituyeron los tratamientos con mejor comportamiento.

En un nivel intermedio se encontraron las combinaciones de 60 ml de cacao con 25 g de endulzante (1,05133) y 70 ml de cacao con 25 g de endulzante (1,05049), ambas pertenecientes al grupo C, mientras que la combinación de 50 ml de cacao con 25 g de endulzante (1,04278) y 60 ml de cacao con 20 g de endulzante (1,04148) integraron el grupo B. Por su parte, las combinaciones de 70 ml de cacao con 20 g de endulzante (1,03896) y 50 ml de cacao con 20 g de endulzante (1,03503) presentaron las medias más bajas, ubicándose en los grupos A-B y A, respectivamente.

De manera descriptiva, se observó que el incremento del nivel de endulzante de 20 g a 30 g produjo un aumento en los valores promedio de la variable evaluada para los tres niveles de volumen de cacao, siendo las combinaciones con 30 g de endulzante las que alcanzaron los mayores valores.

El análisis de varianza (ANOVA) indicó que la interacción entre el volumen de cacao y el nivel de endulzante no presentó diferencias estadísticas significativas ($p = 0,1570$). Por lo tanto, las variaciones observadas entre las medias de las combinaciones evaluadas no evidencian un efecto significativo de la interacción sobre la variable de respuesta al día 0.

Tabla 56: Media de Volumen de café, Volumen de cacao y Endulzante

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,01219

Error: 0,0000 gl: 54

Volumen de Café	Volumen Cacao	Endulzante	Medias	n	E.E.	
40ml	50ml	20g	1,03030	3	0,00221	A
50ml	70ml	20g	1,03537	3	0,00221	A B
60ml	70ml	20g	1,03590	3	0,00221	A B
50ml	50ml	20g	1,03603	3	0,00221	A B

60ml		50ml	20g	1,03877	3	0,00221	A	B	
40ml		60ml	20g	1,03877	3	0,00221	A	B	
40ml		50ml	25g	1,03913	3	0,00221	A	B	
50ml		60ml	20g	1,04007	3	0,00221	A	B	
50ml		70ml	25g	1,04277	3	0,00221		B	C
60ml		50ml	25g	1,04300	3	0,00221		B	C
40ml		60ml	25g	1,04300	3	0,00221		B	C
40ml		70ml	20g	1,04560	3	0,00221		B	C
60ml		60ml	20g	1,04560	3	0,00221		B	C
60ml		70ml	25g	1,04590	3	0,00221		B	C
50ml		50ml	25g	1,04620	3	0,00221		B	C
50ml		60ml	25g	1,04743	3	0,00221		B	C
50ml		70ml	30g	1,05283	3	0,00221			C
40ml	D	50ml	30g	1,05453	3	0,00221			C
40ml	D	E	60ml	30g	1,06160	3	0,00221		
40ml	D	E	F	50ml	30g	1,06167	3	0,00221	
60ml	D	E	F	70ml	25g	1,06280	3	0,00221	
40ml	D	E	F	60ml	25g	1,06357	3	0,00221	
60ml	D	E	F	70ml	30g	1,06540	3	0,00221	
60ml		E	F	60ml	30g	1,06827	3	0,00221	
50ml			F	50ml	30g	1,06940	3	0,00221	
50ml			F	70ml	30g	1,07043	3	0,00221	
40ml			F	60ml	30g	1,07047	3	0,00221	F
60ml			F						

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

La prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$) mostró diferencias significativas en la interacción triple entre volumen de café, volumen de cacao y nivel de endulzante. La formulación con 60 mL de café + 60 mL de cacao + 30 g de endulzante presentó la mayor media (1,07047), perteneciendo al grupo F, sin diferencias significativas con otras combinaciones del mismo grupo.

La combinación de 40 mL de café + 50 mL de cacao + 20 g de endulzante registró la menor media (1,03030), ubicada en el grupo A. En general, las formulaciones con 30 g de endulzante presentaron valores superiores, mientras que las de 20 g mostraron los valores

más bajos. Estos resultados coinciden con el ANOVA, donde la interacción triple fue significativa ($p = 0,0005$), indicando que la respuesta dependió de la combinación de los tres factores evaluados.

3.1.4.1 Análisis de densidad día 15

Tabla 57: Análisis de varianza de Día 15

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,00874	26	0,00034	18,37459	<0,0001
Volumen de Café	0,00018	2	0,00009	5,03620	0,0099
Volumen Cacao	0,00061	2	0,00030	16,64304	<0,0001
Endulzante	0,00522	2	0,00261	142,48555	<0,0001
Volumen de Café*Volumen Ca.	0,00208	4	0,00052	28,46694	<0,0001
Volumen de Café*Endulzante.	0,00005	4	0,00001	0,63223	0,6417
Volumen Cacao*Endulzante	0,00010	4	0,00003	1,38699	0,2507
Volumen de Café*Volumen Ca.	0,00050	8	0,00006	3,43314	0,0029
Error	0,00099	54	0,00002		
Total	0,00973	80			

El análisis de varianza (ANOVA) del día 15 mostró que el modelo fue significativo ($p < 0,0001$). Entre los factores evaluados, el endulzante presentó el mayor efecto sobre la variable de respuesta ($F = 142,49$; $p < 0,0001$), seguido por el volumen de cacao ($p < 0,0001$) y el volumen de café ($p = 0,0099$).

La interacción volumen de café $\times$ volumen de cacao y la interacción triple café $\times$ cacao $\times$ endulzante fueron significativas ($p < 0,0001$ y $p = 0,0029$, respectivamente), mientras que las interacciones café $\times$ endulzante y cacao $\times$ endulzante no presentaron diferencias estadísticas ($p > 0,05$). Estos resultados indican que la respuesta estuvo determinada principalmente por el efecto del endulzante y la interacción entre los factores evaluados.

Tabla 58: Media de Volumen de café

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,00281

Error: 0,0000 gl: 54

Volumen de Café	Medias	n	E.E.		
50ml	1,03271	27	0,00082	A	
40ml	1,03357	27	0,00082	A	B

60ml	1,03625	27	0,00082	B
------	---------	----	---------	---

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

La prueba de comparación de medias de Tukey ($\alpha = 0,05$) evidenció que el volumen de café presentó diferencias estadísticas entre algunos niveles evaluados durante el día 15. El tratamiento con 60 ml de café registró la media más alta (1,03625), ubicándose en el grupo B, lo que indica un mejor comportamiento en la variable de respuesta en comparación con otros niveles. Por su parte, el tratamiento con 50 ml de café presentó la media más baja (1,03271) y se ubicó en el grupo A, mientras que el tratamiento con 40 ml de café mostró un comportamiento intermedio (1,03357), perteneciendo a los grupos A y B, por lo que no presentó diferencias significativas claras con los otros dos niveles.

En consecuencia, se concluye que al día 15 el volumen de café sí influyó ligeramente en la variable evaluada, observándose un mejor desempeño en el nivel de 60 ml, aunque las diferencias entre tratamientos fueron moderadas, ya que algunos niveles comparten letras en común. Estos resultados son coherentes con el análisis de varianza, donde el factor volumen de café presentó un efecto significativo ($p = 0,0099$), confirmando su influencia sobre la variable de respuesta en esta etapa del almacenamiento.

Tabla 59: Media de Volumen de cacao

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,00281

Error: 0,0000 gl: 54

Volumen Cacao	Medias	n	E.E.	
50ml	1,03056	27	0,00082	A
70ml	1,03478	27	0,00082	B
60ml	1,03720	27	0,00082	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

La prueba de comparación de medias de Tukey ($\alpha = 0,05$) evidenció que el volumen de cacao presentó diferencias estadísticas significativas entre los niveles evaluados durante el día 15. El tratamiento con 60 ml de cacao obtuvo la media más alta (1,03720), seguido por

70 ml de cacao (1,03478); ambos se ubicaron en el grupo B, por lo que no presentaron diferencias estadísticas significativas entre sí. En contraste, el tratamiento con 50 ml de cacao registró la media más baja (1,03056), ubicándose en el grupo A, lo que indica que fue significativamente diferente respecto a los niveles de 60 ml y 70 ml.

En consecuencia, se concluye que los niveles de 60 ml y 70 ml de cacao presentaron un comportamiento similar y superior al de 50 ml, siendo estos los que generaron mayores valores en la variable de respuesta durante el día 15. Estos resultados son coherentes con el análisis de varianza, donde el factor volumen de cacao mostró un efecto altamente significativo ($p < 0,0001$), confirmando su influencia en la variable evaluada en esta etapa del almacenamiento.

Tabla 60: Volumen de Endulzante

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,00281

Error: 0,0000 gl: 54

Endulzante	medias	n	E.E.	
20g	1,02549	27	0,00082	A
25g	1,03220	27	0,00082	B
30g	1,04484	27	0,00082	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

La prueba de comparación de medias de Tukey ($\alpha = 0,05$) evidenció que el nivel de endulzante presentó diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos evaluados durante el día 15. El tratamiento con 30 g de endulzante obtuvo la media más alta (1,04484), ubicándose en el grupo C, lo que indica que presentó el mejor comportamiento en la variable de respuesta. En segundo lugar, el tratamiento con 25 g de endulzante registró una media de 1,03220, perteneciendo al grupo B, mientras que el tratamiento con 20 g de endulzante obtuvo la media más baja (1,02549), ubicándose en el grupo A.

Debido a que cada nivel pertenece a un grupo diferente y no comparten letras en común, se concluye que existen diferencias estadísticas significativas entre los tres tratamientos ($p < 0,05$). En consecuencia, el incremento del nivel de endulzante influyó directamente en el aumento de la variable evaluada, siendo 30 g el nivel que presentó el mejor desempeño, seguido por 25 g, mientras que 20 g registró los valores más bajos.

Estos resultados concuerdan con el análisis de varianza (ANOVA), donde el factor endulzante presentó un efecto altamente significativo ($p < 0,0001$), confirmando su influencia determinante sobre la variable de respuesta durante el día 15.

Tabla 61: Media de Volumen de café y Volumen de cacao

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,00652
Error: 0,0000 gl: 54

Volumen de Café	Volumen Cacao	Medias	n	E.E.			
40ml	50ml	1,02532	9	0,00143	A		
50ml	70ml	1,02766	9	0,00143	A	B	
40ml	60ml	1,03179	9	0,00143	A	B	C
60ml	50ml	1,03181	9	0,00143	A	B	C
60ml	70ml	1,03307	9	0,00143		B	C
50ml	50ml	1,03454	9	0,00143			C
50ml	60ml	1,03592	9	0,00143			C
40ml	70ml	1,04361	9	0,00143			D
60ml	60ml	1,04388	9	0,00143			D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

La prueba de comparación de medias de Tukey ($\alpha = 0,05$) evidenció que la interacción entre el volumen de café y el volumen de cacao presentó diferencias estadísticas entre las combinaciones evaluadas durante el día 15. La combinación de 60 ml de café con 60 ml de cacao obtuvo la media más alta (1,04388), ubicándose en el grupo D, seguida muy de cerca por 40 ml de café con 70 ml de cacao (1,04361), la cual también pertenece al grupo D, por lo que no existen diferencias significativas entre ambas y representan las combinaciones con mejor desempeño.

En un nivel intermedio se ubicaron las combinaciones de 50 ml de café con 60 ml de cacao (1,03592) y 50 ml de café con 50 ml de cacao (1,03454), ambas dentro del grupo C, mientras que otras combinaciones como 60 ml de café con 70 ml de cacao (1,03307) y 60 ml de café con 50 ml de cacao (1,03181) presentaron valores intermedios pertenecientes a los grupos B y C, indicando comportamientos similares entre ellas.

Por otro lado, las combinaciones con menor desempeño fueron 40 ml de café con 70 ml de cacao y 60 ml de café con 60 ml de cacao, aunque estas ya fueron identificadas previamente como las de mayor valor dentro del grupo superior, lo que evidencia una distribución gradual de los tratamientos en distintos grupos de significancia. Finalmente, la combinación de 40 ml de café con 50 ml de cacao registró la media más baja (1,02532),

ubicándose en el grupo A, siendo significativamente inferior a las combinaciones del grupo D.

En conjunto, los resultados indican que la interacción entre el volumen de café y el volumen de cacao influyó de manera importante en la variable evaluada durante el día 15, lo cual es consistente con el análisis de varianza, donde dicha interacción fue altamente significativa ($p < 0,0001$).

Tabla 62: Media de Volumen de café y Endulzante

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,00652

Error: 0,0000 gl: 54

Volumen de Café	Endulzante	Medias	n	E.E.			
50ml	20g	1,02416	9	0,00143	A		
40ml	20g	1,02522	9	0,00143	A		
60ml	20g	1,02709	9	0,00143	A	B	
50ml	25g	1,02947	9	0,00143	A	B	C
40ml	25g	1,03231	9	0,00143		B	C
60ml	25g	1,03482	9	0,00143			C
40ml	30g	1,04319	9	0,00143			D
50ml	30g	1,04450	9	0,00143			D
60ml	30g	1,04684	9	0,00143			D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

La prueba de comparación de medias de Tukey ($\alpha = 0,05$) evidenció que la interacción entre el volumen de café y el nivel de endulzante presentó diferencias estadísticas entre las combinaciones evaluadas durante el día 15. La combinación de 30 g de endulzante con 60 ml de café se situó en el grupo D y tuvo la media más alta (1,04684), lo que señala un mejor rendimiento en la variable de respuesta. Dentro del mismo grupo están 50 ml de café con 30 g de endulzante (1,04450) y 40 ml de café con la misma cantidad (30 g) de endulzante (1,04319), así que no se observan discrepancias significativas entre ambos.

Las combinaciones que contenían 25 g de endulzante se situaron en un nivel intermedio, destacando aquellas del grupo C, como 60 ml de café con 25 g (1,03482) y 40 ml de café con 25 g (1,03231). Por otro lado, la combinación de 50 ml de café con 25 g (1,02947) tuvo un rendimiento algo menor, dentro del grupo A-B-C.

Por otro lado, las combinaciones con 20 g de endulzante presentaron los valores más bajos de la variable evaluada, siendo 50 ml de café con 20 g (1,02416) y 40 ml de café con 20 g

(1,02522) las de menor desempeño, ubicándose en el grupo A, lo que indica diferencias significativas respecto a los tratamientos con mayores niveles de endulzante.

En conjunto, se observa que el incremento del nivel de endulzante a 30 g mejora consistentemente la variable evaluada en todas las combinaciones de café, mientras que los niveles de 20 g generan los valores más bajos.

Tabla 63: Media de Volumen de cacao y Endulzante

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,00652
Error: 0,0000 gl: 54

Volumen Cacao	Endulzante	Medias	n	E.E.			
50ml	20g	1,02203	9	0,00143	A		
70ml	20g	1,02596	9	0,00143	A		
50ml	25g	1,02678	9	0,00143	A		
60ml	20g	1,02848	9	0,00143	A	B	
70ml	25g	1,03449	9	0,00143		B	C
60ml	25g	1,03533	9	0,00143			C
50ml	30g	1,04287	9	0,00143			D
70ml	30g	1,04389	9	0,00143			D
60ml	30g	1,04778	9	0,00143			D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

La prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$) mostró diferencias significativas en la interacción entre el volumen de cacao y el nivel de endulzante durante el día 15. La combinación de 60 mL de cacao con 30 g de endulzante presentó la mayor media (1,04778), junto con las formulaciones de 70 mL y 50 mL de cacao con 30 g de endulzante, las cuales pertenecieron al grupo D.

Las combinaciones con 25 g de endulzante presentaron valores intermedios, mientras que las formulaciones con 20 g registraron las medias más bajas. Estos resultados indican que el aumento del endulzante favoreció la respuesta evaluada, principalmente cuando se combinó con los diferentes niveles de cacao.

Tabla 64: Media de Volumen de café y Volumen de cacao y Endulzante

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,01361
Error: 0,0000 gl: 54

Volumen de Café	Volumen Cacao	Endulzante	Medias	n	E.E.
40ml	50ml	20g	1,01730	3	0,00247 A

50ml		70ml	20g	1,02237	3	0,00247	A	B	
60ml		70ml	20g	1,02290	3	0,00247	A	B	
50ml		50ml	20g	1,02303	3	0,00247	A	B	
40ml		50ml	25g	1,02313	3	0,00247	A	B	
60ml		50ml	20g	1,02577	3	0,00247	A	B	
40ml		60ml	20g	1,02577	3	0,00247	A	B	
50ml		70ml	25g	1,02677	3	0,00247	A	B	
40ml		60ml	25g	1,02700	3	0,00247	A	B	
60ml		50ml	25g	1,02700	3	0,00247	A	B	
50ml		60ml	20g	1,02707	3	0,00247	A	B	
60ml		70ml	25g	1,02990	3	0,00247	A	B	C
50ml		50ml	25g	1,03020	3	0,00247	A	B	C
50ml		60ml	25g	1,03143	3	0,00247		B	C
40ml		70ml	20g	1,03260	3	0,00247		B	C
60ml		60ml	20g	1,03260	3	0,00247		B	C
50ml		70ml	30g	1,03383	3	0,00247		B	C
40ml	D		50ml	30g	1,03553	3	0,00247	B	C
40ml	D	E	60ml	30g	1,04260	3	0,00247		C
60ml	D	E	50ml	30g	1,04267	3	0,00247		C
60ml	D	E	70ml	30g	1,04640	3	0,00247		
40ml	D	E	70ml	25g	1,04680	3	0,00247		
60ml	D	E	60ml	25g	1,04757	3	0,00247		
50ml		E	60ml	30g	1,04927	3	0,00247		
50ml			50ml	30g	1,05040	3	0,00247		
40ml			70ml	30g	1,05143	3	0,00247		
60ml			60ml	30g	1,05147	3	0,00247		F

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

La prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$) mostró diferencias significativas en la interacción entre volumen de café, volumen de cacao y nivel de endulzante durante el día 15. La combinación de 60 mL de café + 60 mL de cacao + 30 g de endulzante presentó la mayor media (1,05147), perteneciendo al grupo F, junto con otras formulaciones que contenían 30 g de endulzante y mostraron un comportamiento similar.

Las combinaciones con 25 g de endulzante presentaron valores intermedios, mientras que las formulaciones con 20 g registraron las medias más bajas, destacando 40 mL de café + 50 mL de cacao + 20 g de endulzante (1,01730). Estos resultados indican que el nivel de endulzante influyó en la respuesta evaluada y que su efecto dependió de la combinación con café y cacao, coincidiendo con la significancia encontrada en el ANOVA para la interacción triple ($p = 0,0029$).

3.2 Análisis microbiológico

3.2.1 Análisis de mesófilos aerobio día 0

Tabla 65: Análisis de varianza Día 0

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	619,69	26	23,83	1,00	0,4803
Volumen de Café	81,11	2	40,56	1,71	0,1910
Volumen Cacao	60,54	2	30,27	1,27	0,2879
Endulzante	113,64	2	56,82	2,39	0,1011
Volumen de Café*Volumen Ca.	82,82	4	20,70	0,87	0,4871
Volumen de Café*Endulzante.	76,03	4	19,01	0,80	0,5304
Volumen Cacao*Endulzante	77,29	4	19,32	0,81	0,5222
Volumen de Café*Volumen Ca.	128,27	8	16,03	0,67	0,7112
Error	1282,76	54	23,75		
Total	1902,45	80			

El ANOVA para aerobios mesófilos al día 0 no presentó diferencias significativas ($p = 0,4803$), indicando que los factores evaluados no influyeron sobre la carga microbiana inicial. El modelo presentó un R^2 de 0,33 y un R^2 ajustado de 0,0011, evidenciando una baja explicación de la variabilidad de los datos, además de un CV elevado (78,91 %), asociado a la dispersión propia de los recuentos microbiológicos.

Los efectos individuales del volumen de café, volumen de cacao y endulzante, así como sus interacciones, no mostraron diferencias estadísticas significativas ($p > 0,05$). Esto indica que las proporciones de los ingredientes utilizadas no modificaron la población inicial de aerobios mesófilos. En general, los tratamientos presentaron un comportamiento microbiológico similar al inicio del almacenamiento

Tabla 66: Media de Volumen de café

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=3,19686
 Error: 23,7548 gl: 54

Volumen de Café	Medias	n	E.E.
60ml	5,39 27	0,94	A
40ml	5,55 27	0,94	A
50ml	7,59 27	0,94	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

La prueba de comparación de medias de Tukey ($\alpha = 0,05$) mostró que no existieron diferencias estadísticas significativas entre los tres volúmenes de café evaluados, debido a que los tratamientos de 40 mL, 50 mL y 60 mL compartieron el mismo grupo estadístico (A). Aunque el tratamiento elaborado con 50 mL presentó el mayor promedio de aerobios mesófilos (7,59), seguido por 40 mL (5,55) y 60 mL (5,39), estas diferencias no fueron suficientes para considerarse estadísticamente significativas.

Estos resultados indican que el volumen de café empleado en la formulación no influyó de manera importante sobre el crecimiento inicial de microorganismos aerobios mesófilos. Esto puede explicarse porque las diferencias en la concentración de café no modificaron significativamente las condiciones fisicoquímicas del producto, tales como disponibilidad de nutrientes, actividad de agua o contenido de compuestos antimicrobianos, parámetros que generalmente determinan el desarrollo microbiano.

Tabla 67: Media de Volumen de caca

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=3,19686

Error: 23,7548 gl: 54

Volumen Cacao	Medias	n	E.E.
50ml	5,46 27	0,94	A
60ml	5,68 27	0,94	A
70ml	7,39 27	0,94	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

La prueba de comparación de medias de Tukey ($\alpha = 0,05$) evidenció que no existieron diferencias estadísticas significativas entre los tres volúmenes de cacao evaluados, debido a que los tratamientos de 50 mL, 60 mL y 70 mL compartieron el mismo grupo estadístico (A).

El tratamiento con 70 mL de cacao presentó el mayor promedio de aerobios mesófilos (7,39), seguido de 60 mL (5,68) y 50 mL (5,46); sin embargo, estas diferencias no fueron estadísticamente significativas ($p > 0,05$). Estos resultados indican que el volumen de cacao

utilizado en la formulación no influyó sobre la carga inicial de microorganismos aerobios mesófilos. En las condiciones evaluadas, los tratamientos mantuvieron un comportamiento microbiológico similar.

El hecho de que todos los tratamientos compartan el mismo grupo estadístico demuestra que las diferencias observadas corresponden únicamente a variaciones propias del proceso experimental y no a un efecto real del volumen de cacao sobre el crecimiento microbiano. En consecuencia, puede concluirse que este factor no representó una fuente importante de variación en el recuento inicial de aerobios mesófilos.

Tabla 68: Media de Endulzante

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=3,19686

Error: 23,7548 gl: 54

Endulzante	Medias	n	E.E.
20g	5,01 27	0,94	A
25g	5,72 27	0,94	A
30g	7,80 27	0,94	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

La prueba de comparación de medias de Tukey ($\alpha = 0,05$) mostró que las cantidades de endulzante evaluadas (20 g, 25 g y 30 g) no presentaron diferencias estadísticas significativas en el recuento de aerobios mesófilos, ya que todos los tratamientos compartieron el mismo grupo estadístico (A). El tratamiento formulado con 30 g presentó el mayor promedio microbiológico (7,80), seguido por 25 g (5,72) y 20 g (5,01); sin embargo, estas diferencias no fueron estadísticamente significativas.

Los resultados indican que el incremento en la cantidad de endulzante no produjo modificaciones importantes sobre la carga microbiológica inicial del producto. Aunque los azúcares pueden constituir una fuente de carbono para diversos microorganismos, en las condiciones experimentales del presente estudio las diferencias en la concentración de endulzante no fueron suficientes para favorecer el crecimiento de bacterias aerobias mesófilas durante el día inicial de evaluación.

Este comportamiento demuestra que la formulación presentó condiciones microbiológicas homogéneas independientemente del nivel de endulzante empleado, lo que evidencia que

las buenas prácticas de manufactura y las condiciones de procesamiento tuvieron una mayor influencia sobre la calidad microbiológica inicial que las variaciones en este ingrediente.

El endulzante sobre el recuento de aerobios mesófilos confirma los resultados obtenidos mediante la prueba de Tukey. Se aprecia un incremento gradual de las medias conforme aumenta la cantidad de endulzante desde 20 g hasta 30 g; sin embargo, todos los tratamientos permanecen dentro del mismo grupo estadístico (A), indicando que las diferencias observadas no son estadísticamente significativas.

Visualmente puede apreciarse una tendencia creciente en los valores promedio; no obstante, la elevada variabilidad experimental registrada en esta variable impidió demostrar que dicho comportamiento correspondiera a un efecto real del endulzante sobre el crecimiento microbiano. Esto evidencia que la dispersión de los datos fue superior a las diferencias existentes entre tratamientos.

Desde el punto de vista microbiológico, estos resultados indican que las cantidades de endulzante utilizadas no modificaron significativamente las condiciones necesarias para el desarrollo de bacterias aerobias mesófilas al inicio del almacenamiento. En consecuencia, el comportamiento observado sugiere que la carga microbiana inicial estuvo determinada principalmente por las características microbiológicas de las materias primas y por las condiciones sanitarias del proceso de elaboración, manteniéndose una calidad microbiológica similar entre todas las formulaciones.

Tabla 69: Media de Volumen de Café y Volumen de cacao

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=7,42288

Error: 23,7548 gl: 54

Volumen de Café	Volumen Cacao	Medias	n	E.E.
40ml	50ml	5,03	9	1,62 A
60ml	50ml	5,19	9	1,62 A
60ml	60ml	5,34	9	1,62 A
60ml	70ml	5,64	9	1,62 A
40ml	70ml	5,74	9	1,62 A
50ml	60ml	5,82	9	1,62 A
40ml	60ml	5,87	9	1,62 A
50ml	50ml	6,16	9	1,62 A
50ml	70ml	10,79	9	1,62 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

La prueba de comparación de medias de Tukey ($\alpha = 0,05$) para la interacción entre el volumen de café y el volumen de cacao evidenció que las nueve combinaciones evaluadas compartieron el mismo grupo estadístico (A), indicando que no existieron diferencias significativas ($p > 0,05$) entre los tratamientos. La mezcla de 50 mL de cacao y 70 mL de café mostró el promedio más alto de aerobios mesófilos (10,79), en tanto que la combinación de 40 mL de cacao y 50 mL de café tuvo el promedio más bajo (5,03); no obstante, estas variaciones no tuvieron relevancia estadística.

Los resultados muestran que la mezcla de los dos ingredientes no cambió significativamente el comportamiento microbiológico del producto desde el principio. El análisis de varianza, que se basa en la falta de diferencias estadísticas, también mostró que la interacción entre los dos factores no tuvo significancia ($p = 0.4871$), lo cual evidencia que el volumen de café actuó sin depender del volumen de cacao utilizado.

Según la perspectiva microbiológica, este comportamiento indica que las distintas proporciones de cacao y café empleadas no modificaron en gran medida las condiciones del medio para favorecer o impedir el crecimiento de bacterias aerobias mesófilas. Por lo tanto, la población microbiana inicial se mantuvo bastante uniforme en todas las formulaciones, lo que indica que la calidad microbiológica estuvo determinada sobre todo por las condiciones de higiene durante el proceso de elaboración y por la calidad de los insumos.

La interacción entre el volumen de café y cacao no presentó diferencias significativas entre los tratamientos, ya que todas las combinaciones pertenecieron al mismo grupo estadístico (A). Aunque la mezcla de 50 mL de café con 70 mL de cacao presentó el mayor promedio microbiológico y la de 40 mL de café con 50 mL de cacao el menor, estas variaciones no fueron suficientes para demostrar un efecto significativo de la interacción.

En términos generales, la figura demuestra que la interacción entre ambos ingredientes no ejerció un efecto importante sobre la población inicial de aerobios mesófilos, confirmando que las formulaciones evaluadas presentaron un comportamiento microbiológico homogéneo al inicio del estudio.

Tabla 70: Media de Volumen de café y Endulzante

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=7,42288

Error: 23,7548 gl: 54

Volumen de Café	Endulzante	Medias	n	E.E.
60ml	20g	4,66	9	1,62
40ml	20g	5,07	9	1,62
50ml	20g	5,30	9	1,62
60ml	25g	5,33	9	1,62
40ml	25g	5,50	9	1,62
40ml	30g	6,08	9	1,62
60ml	30g	6,19	9	1,62
50ml	25g	6,33	9	1,62
50ml	30g	11,13	9	1,62

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

La comparación de medias para la interacción entre el volumen de café y la cantidad de endulzante mostró que todas las combinaciones compartieron el mismo grupo estadístico (A), indicando que no existieron diferencias significativas entre los tratamientos ($p > 0,05$). Aunque la formulación elaborada con 50 mL de café y 30 g de endulzante presentó el mayor promedio microbiológico (11,13), mientras que la combinación de 60 mL de café y 20 g de endulzante registró el menor valor promedio (4,66), dichas diferencias no fueron suficientes para demostrar un efecto estadístico.

Los resultados indican que la cantidad de endulzante no modificó significativamente el efecto del volumen de café sobre los aerobios mesófilos. Las combinaciones evaluadas presentaron un comportamiento similar y permanecieron en el mismo grupo estadístico, por lo que las variaciones observadas corresponden a la variabilidad propia del ensayo. Aunque se aprecia una ligera tendencia al aumento del recuento al incrementar café y endulzante, esta no presentó diferencias significativas.

Tabla 71: Media de Volumen de cacao y Endulzante

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=7,42288

Error: 23,7548 gl: 54

Volumen Cacao	Endulzante	Medias	n	E.E.
50ml	20g	4,67	9	1,62
70ml	20g	5,08	9	1,62
60ml	20g	5,28	9	1,62
60ml	25g	5,48	9	1,62
50ml	25g	5,53	9	1,62

70ml	25g	6,16	9	1,62	A
50ml	30g	6,18	9	1,62	A
60ml	30g	6,28	9	1,62	A
70ml	30g	10,94	9	1,62	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

La prueba de Tukey indicó que las combinaciones entre volumen de cacao y nivel de endulzante no presentaron diferencias significativas, ya que todos los tratamientos pertenecieron al grupo estadístico A. Aunque la mezcla con 70 mL de cacao y 30 g de endulzante registró el mayor promedio de aerobios mesófilos (10,94) y la de 50 mL de cacao con 20 g de endulzante el menor (4,67), estas diferencias no fueron estadísticamente relevantes. Por lo tanto, la interacción entre ambos factores no influyó significativamente en la carga inicial de aerobios mesófilos.

Tabla 72: Media de Volumen café y Volumen de cacao y Endulzante

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=15,50977

Error: 23,7548 gl: 54

Volumen de Café	Volumen Cacao	Endulzante	Medias	n	E.E.		
60ml	50ml	20g	4,23	3	2,81	A	
40ml	50ml	20g	4,63	3	2,81	A	B
40ml	70ml	20g	4,73	3	2,81	A	B
60ml	70ml	20g	4,87	3	2,81	A	B
60ml	60ml	20g	4,87	3	2,81	A	B
60ml	60ml	25g	5,00	3	2,81	A	B
50ml	50ml	20g	5,13	3	2,81	A	B
40ml	50ml	25g	5,13	3	2,81	A	B
50ml	60ml	20g	5,13	3	2,81	A	B
60ml	50ml	25g	5,27	3	2,81	A	B
40ml	50ml	30g	5,33	3	2,81	A	B
40ml	60ml	25g	5,57	3	2,81	A	B
50ml	70ml	20g	5,63	3	2,81	A	B
60ml	70ml	25g	5,73	3	2,81	A	B
40ml	70ml	25g	5,80	3	2,81	A	B
40ml	60ml	20g	5,83	3	2,81	A	B
50ml	60ml	25g	5,87	3	2,81	A	B
60ml	50ml	30g	6,07	3	2,81	A	B
60ml	60ml	30g	6,17	3	2,81	A	B
50ml	50ml	25g	6,20	3	2,81	A	B
40ml	60ml	30g	6,20	3	2,81	A	B
60ml	70ml	30g	6,33	3	2,81	A	B
50ml	60ml	30g	6,47	3	2,81	A	B
40ml	70ml	30g	6,70	3	2,81	A	B
50ml	70ml	25g	6,93	3	2,81	A	B
50ml	50ml	30g	7,13	3	2,81	A	B
50ml	70ml	30g	19,80	3	2,81		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

La prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$) mostró que las 27 formulaciones evaluadas no presentaron diferencias estadísticas significativas en el recuento de aerobios mesófilos, debido a que los

tratamientos se ubicaron en grupos estadísticos similares (A y AB). Aunque se observaron diferencias en los valores promedio, estas variaciones no fueron suficientes para establecer un efecto significativo entre las combinaciones evaluadas ($p > 0,05$).

La formulación con 60 mL de café, 50 mL de cacao y 20 g de endulzante presentó el menor promedio de aerobios mesófilos (4,23), mientras que otros tratamientos alcanzaron valores superiores; sin embargo, dichos cambios no representaron diferencias estadísticas entre las formulaciones. Estos resultados coinciden con el análisis de varianza, donde la interacción entre café, cacao y endulzante no presentó significancia ($p = 0,7112$).

Por lo tanto, al inicio del almacenamiento, las proporciones utilizadas de los ingredientes no influyeron sobre la población inicial de aerobios mesófilos, manteniéndose un comportamiento microbiológico similar entre los tratamientos.

3.2.1.1 Análisis de mesófilos aerobios día 15

Tabla 73: Análisis de varianza Día 15

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	219,841	26	8,455	24,978	<0,0001
Volumen de Café	25,291	2	12,645	37,355	<0,0001
Volumen Cacao	65,411	2	32,706	96,614	<0,0001
Endulzante	18,142	2	9,071	26,797	<0,0001
Volumen de Café*Volumen Ca.	22,290	4	5,573	16,462	<0,0001
Volumen de Café*Endulzante.	14,141	4	3,535	10,443	<0,0001
Volumen Cacao*Endulzante	35,807	4	8,952	26,444	<0,0001
Volumen de Café*Volumen Ca.	38,758	8	4,845	14,312	<0,0001
Error	18,280	54	0,339		
Total	238,121	80			

El análisis de varianza (ANOVA) para aerobios mesófilos al día 15 mostró un efecto altamente significativo del modelo ($p < 0,0001$), con un R^2 de 0,923, indicando que el 92,3 % de la variación de los datos fue explicada por los factores evaluados. Los factores volumen de café, volumen de cacao y cantidad de endulzante presentaron diferencias altamente significativas ($p < 0,0001$), al igual que sus interacciones, demostrando que la combinación de estos ingredientes influyó en el crecimiento microbiano durante el almacenamiento.

En comparación con el día 0, al día 15 se observaron mayores diferencias entre tratamientos, evidenciando que la formulación tuvo efecto sobre el comportamiento de los aerobios mesófilos durante el periodo de almacenamiento.

Tabla 74: Media del Volumen de café

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,38163

Error: 0,3385 gl: 54

Volumen de Café	Medias	n	E.E.	
40ml	7,141	27	0,112	A
50ml	7,889	27	0,112	B
60ml	8,507	27	0,112	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

La prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$) mostró diferencias significativas entre los niveles de volumen de café evaluados. El tratamiento con 60 mL de café presentó el mayor recuento de aerobios mesófilos (8,507; grupo C), seguido por 50 mL (7,889; grupo B) y 40 mL (7,141; grupo A). La separación de los grupos estadísticos indica que los diferentes volúmenes de café generaron respuestas microbiológicas distintas.

Los resultados indican que el volumen de café influyó sobre el recuento de aerobios mesófilos durante el período de almacenamiento. Se observó un incremento de la carga microbiana conforme aumentó la cantidad de café incorporada en la formulación, evidenciando que este factor tuvo efecto sobre el comportamiento microbiológico de la bebida. En este sentido, las formulaciones con menor volumen de café presentaron menores recuentos de aerobios mesófilos al día 15.

Los efectos del volumen de café en la cantidad de aerobios mesófilos concuerdan visualmente con los resultados que se lograron a través de la prueba Tukey. Se nota un aumento en los valores promedio a medida que el volumen de café se incrementa de 40 mL a 60 mL, lo que revela una clara división entre los grupos estadísticos A, B y C.

La gráfica muestra que, al día 15, la población de aerobios mesófilos se elevó de manera gradual debido a que aumentó la cantidad de café. Esto confirma que hay diferencias muy significativas entre los tratamientos. El análisis estadístico revela una tendencia que se puede apreciar con nitidez, gracias a la escasa variabilidad experimental observada. Esto sugiere que el impacto del volumen de café fue constante en todas las repeticiones del estudio.

Tabla 75: Media de Volumen de cacao

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,38163

Error: 0,3385 gl: 54

Volumen Cacao	Medias	n	E.E.	
50ml	6,767	27	0,112	A
60ml	7,804	27	0,112	B
70ml	8,967	27	0,112	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

La prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$) mostró diferencias significativas entre los niveles de cacao evaluados. El tratamiento con 70 mL presentó el mayor recuento de aerobios mesófilos (8,967), seguido de 60 mL (7,804) y 50 mL (6,767), ubicándose en los grupos estadísticos C, B y A, respectivamente.

Estos resultados indican que el aumento del volumen de cacao incrementó la población de aerobios mesófilos durante los 15 días de almacenamiento. Por lo tanto, las formulaciones con menor cantidad de cacao presentaron menor desarrollo microbiano y mayor estabilidad microbiológica.

Tabla 76: Media de Volumen de Endulzante

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,38163

Error: 0,3385 gl: 54

Endulzante	medias	n	E.E.	
25g	7,267	27	0,112	A
20g	7,844	27	0,112	B
30g	8,426	27	0,112	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

La prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$) mostró diferencias significativas entre las cantidades de endulzante evaluadas. El tratamiento con 30 g presentó el mayor recuento de aerobios mesófilos (8,426), seguido de 20 g (7,844) y 25 g (7,267), ubicándose en los grupos estadísticos C, B y A, respectivamente.

Estos resultados indican que la cantidad de endulzante influyó sobre el crecimiento microbiano durante el almacenamiento. La formulación con 25 g presentó el menor recuento de aerobios mesófilos, mientras que 30 g favoreció un mayor desarrollo microbiano, evidenciando la importancia del nivel de endulzante en la estabilidad del producto.

Tabla 77: Media de Volumen de café y Volumen de cacao

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,88611

Error: 0,3385 gl: 54

Volumen de Café	Volumen Cacao	Medias	n	E.E.				
40ml	50ml	5,822	9	0,194	A			
40ml	60ml	6,456	9	0,194	A	B		
50ml	50ml	6,767	9	0,194		B		
60ml	50ml	7,711	9	0,194			C	
50ml	60ml	7,889	9	0,194			C	D
60ml	70ml	8,744	9	0,194				D
50ml	70ml	9,011	9	0,194				E
60ml	60ml	9,067	9	0,194				E
40ml	70ml	9,144	9	0,194				E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

La prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$) determinó diferencias significativas entre las mezclas de café y cacao. El tratamiento con 40 mL de café y 50 mL de cacao obtuvo el menor valor de aerobios mesófilos (5,822), correspondiente al grupo A. Por otro lado, las combinaciones 40 mL de café + 70 mL de cacao (9,144), 60 mL de café + 60 mL de cacao (9,067) y 50 mL de café + 70 mL de cacao (9,011) presentaron los recuentos más altos, agrupándose en el grupo E.

Los resultados indican que la proporción de café y cacao utilizada en la formulación afectó el comportamiento microbiológico del producto durante el almacenamiento. Las mezclas con

mayores cantidades de ambos ingredientes mostraron mayor desarrollo de aerobios mesófilos, mientras que las formulaciones con menores proporciones presentaron valores más bajos.

Tabla 78: Media de Volumen de café y Endulzante

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,88611

Error: 0,3385 gl: 54

Volumen de Café	Endulzante	Medias	n	E.E.	
40ml	25g	5,811	9	0,194	A
40ml	20g	7,589	9	0,194	B
50ml	20g	7,633	9	0,194	B
50ml	25g	7,967	9	0,194	B
40ml	30g	8,022	9	0,194	B
60ml	25g	8,022	9	0,194	B
50ml	30g	8,067	9	0,194	B
60ml	20g	8,311	9	0,194	B C
60ml	30g	9,189	9	0,194	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

La comparación de medias evidenció diferencias estadísticas significativas entre las distintas combinaciones de volumen de café y cantidad de endulzante. La formulación compuesta por 40 mL de café y 25 g de endulzante presentó el menor promedio de aerobios mesófilos (5,811), correspondiendo al grupo estadístico A, mientras que la combinación de 60 mL de café y 30 g de endulzante registró el mayor promedio (9,189), ubicándose en el grupo C. Las demás combinaciones presentaron valores intermedios distribuidos entre los grupos B y BC.

Los resultados obtenidos indican que el efecto del volumen de café sobre el crecimiento microbiano estuvo condicionado por la cantidad de endulzante presente en la formulación. Conforme los dos factores subieron al mismo tiempo, el conteo de aerobios mesófilos también se elevó. Esto mostró un efecto combinado que benefició la multiplicación bacteriana durante el almacenamiento.

Desde un punto de vista microbiológico, este comportamiento se puede explicar porque el aumento simultáneo del endulzante y el café alteró la disponibilidad de compuestos nutritivos en el medio, lo cual favoreció la proliferación de microorganismos aerobios. En

cambio, las preparaciones con una concentración intermedia de endulzante y un volumen reducido de café mostraron mayor estabilidad microbiológica.

La interacción significativa entre los dos factores queda corroborada por la representación gráfica. A medida que se incrementa el volumen de café y la cantidad de endulzante, también se percibe un aumento en el número de aerobios mesófilos, con una separación progresiva entre los grupos estadísticos.

En términos visuales, la mezcla de 40 mL de café con 25 g de endulzante muestra el menor crecimiento microbiano, por otro lado, la combinación de 60 mL de café y 30 g de endulzante llega a tener la población más elevada de aerobios mesófilos. Esta distribución muestra que el comportamiento microbiológico del producto fue influenciado por el efecto combinado de los dos factores y no solamente por su impacto individual.

Tabla 79: Media de Volumen de cacao y Endulzante

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,88611

Error: 0,3385 gl: 54

Volumen Cacao	Endulzante	Medias	n	E.E.	
50ml	25g	6,100	9	0,194	A
50ml	30g	6,533	9	0,194	A
60ml	20g	7,500	9	0,194	B
50ml	20g	7,667	9	0,194	B
60ml	25g	7,844	9	0,194	B
70ml	25g	7,856	9	0,194	B
60ml	30g	8,067	9	0,194	B
70ml	20g	8,367	9	0,194	B
70ml	30g	10,678	9	0,194	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

La prueba de Tukey mostró diferencias altamente significativas entre las combinaciones de volumen de cacao y cantidad de endulzante. La formulación con 50 mL de cacao y 25 g de endulzante presentó el menor promedio de aerobios mesófilos (6,100), formando parte del grupo estadístico A, junto con la combinación 50 mL de cacao y 30 g (6,533). En contraste, la formulación con 70 mL de cacao y 30 g de endulzante registró el mayor promedio (10,678), ubicándose en el grupo estadístico C, diferenciándose significativamente del resto de tratamientos.

Estos resultados indican que el efecto del volumen de cacao dependió significativamente de la cantidad de endulzante utilizada. Las formulaciones con mayores concentraciones de ambos factores favorecieron un incremento considerable en la carga de aerobios mesófilos, mientras que aquellas con menor volumen de cacao presentaron un comportamiento microbiológico más estable.

Desde el punto de vista microbiológico, esta interacción demuestra que el incremento simultáneo de cacao y endulzante generó condiciones más favorables para el desarrollo bacteriano durante el almacenamiento. Por lo tanto, elegir apropiadamente ambos factores es un elemento esencial para optimizar la estabilidad microbiológica del producto.

La gráfica valida visualmente los hallazgos del test de Tukey, al exhibir un aumento gradual en el número de aerobios mesófilos a medida que crecen simultáneamente la cantidad de cacao y de endulzante.

Las combinaciones de cacao con 30 g de endulzante y 70 mL del mismo tienen el crecimiento bacteriano más alto, mientras que las formulaciones con 50 mL de cacao tienen la menor cantidad de microorganismos. Esta tendencia confirma la interacción significativa entre ambos factores y demuestra que el comportamiento microbiológico fue consecuencia del efecto combinado de las concentraciones de cacao y endulzante.

En conjunto, estos resultados indican que la formulación influye directamente sobre la evolución del microbiota durante el almacenamiento, siendo recomendable seleccionar combinaciones que limiten el crecimiento de aerobios mesófilos para mejorar la calidad microbiológica del producto.

Tabla 80: Media de Volumen de café, Volumen de cáscara de cacao y Endulzante

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1,85149

Error: 0,3385 gl: 54

Volumen de Café	Volumen Cacao	Endulzante	Medias	n	E.E.		
40ml	50ml	25g	5,333	3	0,336	A	
40ml	50ml	30g	5,833	3	0,336	A	B
40ml	60ml	25g	5,900	3	0,336	A	B

40ml			60ml		20g		6,133	3	0,336	A	B	C
40ml			70ml		25g		6,200	3	0,336	A	B	C
50ml	D		50ml		25g		6,233	3	0,336	A	B	C
40ml	D		50ml		20g		6,300	3	0,336	A	B	C
60ml	D	E	50ml		30g		6,633	3	0,336	A	B	C
60ml	D	E	50ml		25g		6,733	3	0,336	A	B	C
60ml	D	E	70ml		20g		6,767	3	0,336	A	B	C
50ml	D	E	50ml		20g		6,933	3	0,336	A	B	C
50ml	D	E	60ml		30g		7,067	3	0,336	A	B	C
50ml	D	E	50ml		30g		7,133	3	0,336	A	B	C
40ml	D	E	60ml		30g		7,333	3	0,336		B	C
50ml	D	E	60ml	G	20g		7,967	3	0,336			C
50ml	D	E	70ml	G	20g		8,000	3	0,336			
60ml		E	70ml	G	25g		8,333	3	0,336			
60ml		E	60ml	G	20g	I	8,400	3	0,336			
50ml		E	60ml	G	25g	I	8,633	3	0,336			
60ml			60ml	G	25g	I	9,000	3	0,336			
50ml			70ml	G	25g	I	9,033	3	0,336			
60ml			50ml		20g	I	9,767	3	0,336			
60ml			60ml		30g	I	9,800	3	0,336			
50ml			70ml		30g	I	10,000	3	0,336			
40ml			70ml		20g		10,333	3	0,336			
40ml			70ml		30g		10,900	3	0,336			
60ml			70ml		30g		11,133	3	0,336		K	
Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)												

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

La prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$) mostró diferencias significativas entre las 27 combinaciones evaluadas. El menor recuento de aerobios mesófilos se obtuvo con 40 mL de café, 50 mL de cacao y 25 g de endulzante (5,333; grupo A), mientras que el mayor correspondió a 60 mL de café, 70 mL de cacao y 30 g de endulzante (11,133; grupo K).

Estos resultados indican que la interacción entre café, cacao y endulzante influyó en el crecimiento microbiano durante el almacenamiento, observándose mayores recuentos con concentraciones elevadas de los tres ingredientes.

3.2.2 Análisis de mohos y levaduras día 0

Tabla 81: Análisis de varianza Día 0

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)						
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor	
Modelo	834,749	26	32,106	1,383	0,1565	
Volumen de Café	84,223 2	42,111	1,813	0,1729		
Volumen Cacao	75,983 2	37,991	1,636	0,2043		
Endulzante	72,121 2	36,060	1,553	0,2209		
Volumen de Café*Volumen Ca.	97,932	4	24,483	1,054	0,3881	
Volumen de Café*Endulzante.	148,330	4	37,082	1,597	0,1885	
Volumen Cacao*Endulzante	109,803	4	27,451	1,182	0,3291	
Volumen de Café*Volumen Ca.	246,358	8	30,795	1,326	0,2507	
Error	1253,993	54	23,222			
Total	2088,742	80				

La prueba de Tukey indicó que los niveles de endulzante (20, 25 y 30 g) no presentaron diferencias significativas, al ubicarse todos en el mismo grupo estadístico (A). El tratamiento con 30 g registró el mayor promedio de mohos y levaduras (10,58), mientras que 20 g presentó el menor valor (8,07); sin embargo, estas diferencias no fueron estadísticamente significativas. Esto demuestra que la cantidad de endulzante no tuvo efecto sobre el crecimiento inicial de mohos y levaduras durante el día 0.

Tabla 82: Media de Volumen de café

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=3,16081

Error: 23,2221 gl: 54

Volumen de Café	Medias	n	E.E.
40ml	7,185	27	0,927 A
50ml	7,700	27	0,927 A
60ml	9,559	27	0,927 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

La prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$) indicó que los niveles de café evaluados (40, 50 y 60 mL) no presentaron diferencias estadísticas, ya que todos pertenecieron al grupo A ($p > 0,05$). El tratamiento con 60 mL registró el mayor promedio de mohos y levaduras (11,20), seguido de 50 mL (9,06) y 40 mL (8,46); sin embargo, estas diferencias no fueron significativas.

La cantidad de café utilizada no influyó en la población inicial de mohos y levaduras. Las variaciones observadas corresponden a la variabilidad propia del análisis microbiológico, manteniéndose un comportamiento similar entre las formulaciones evaluadas.

Tabla 83: Media de Volumen de cacao

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=3,16081

Error: 23,2221 gl: 54

Volumen Cacao	Medias	n	E.E.
50ml	7,322	27	0,927 A
70ml	7,615	27	0,927 A
60ml	9,507	27	0,927 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

La prueba de Tukey mostró que las concentraciones de cacao (50, 60 y 70 mL) no presentaron diferencias significativas, ya que todas se ubicaron en el grupo estadístico A. El tratamiento con 60 mL obtuvo el mayor promedio de mohos y levaduras (11,14), seguido de 70 mL (8,96) y 50 mL (8,62), pero estas variaciones no fueron estadísticamente diferentes.

Los resultados indican que el volumen de cacao utilizado no tuvo un efecto significativo sobre el crecimiento inicial de mohos y levaduras. Las formulaciones mantuvieron un comportamiento microbiológico similar durante el primer día de evaluación

Tabla 84: Media de volumen de Endulzante

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=3,16081

Error: 23,2221 gl: 54

Endulzante	medias	n	E.E.
20g	6,841	27	0,927 A
25g	8,570	27	0,927 A
30g	9,033	27	0,927 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

La prueba de Tukey mostró que las cantidades de endulzante evaluadas (20, 25 y 30 g) no presentaron diferencias significativas, ya que todas pertenecieron al grupo estadístico (A). El tratamiento con 30 g obtuvo el mayor promedio de mohos y levaduras (10,58), seguido de 25 g (10,07) y 20 g (8,07); sin embargo, estas diferencias fueron únicamente numéricas. Los resultados indican que la cantidad de endulzante no influyó significativamente en el crecimiento inicial de mohos y levaduras, manteniéndose un comportamiento microbiológico similar entre las formulaciones evaluadas.

Tabla 85: Media de Volumen de café y Volumen de cacao

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=7,33918

Error: 23,2221 gl: 54

Volumen de Café	Volumen Cacao	Medias	n	E.E.
40ml	50ml	6,856	9	1,606 A
50ml	70ml	7,044	9	1,606 A
40ml	60ml	7,167	9	1,606 A
60ml	50ml	7,400	9	1,606 A
40ml	70ml	7,533	9	1,606 A
50ml	50ml	7,711	9	1,606 A
60ml	70ml	8,267	9	1,606 A
50ml	60ml	8,344	9	1,606 A
60ml	60ml	13,011	9	1,606 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

La prueba de Tukey indicó que la interacción entre el volumen de café y cacao no presentó diferencias significativas, ya que todas las combinaciones pertenecieron al grupo estadístico (A). La formulación con 60 mL de café y 60 mL de cacao obtuvo el mayor promedio de mohos y levaduras (15,19), mientras que 40 mL de café y 50 mL de cacao presentó el menor (8,08); sin embargo, estas diferencias fueron solo numéricas. Los resultados muestran que la combinación de ambos factores no influyó significativamente en el crecimiento inicial de mohos y levaduras, manteniendo un comportamiento microbiológico similar entre tratamientos.

Tabla 86: Media de Volumen de café y Endulzante

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=7,33918

Error: 23,2221 gl: 54

Volumen de Café	Endulzante	Medias	n	E.E.	
40ml	20g	4,944	9	1,606	A
50ml	20g	5,411	9	1,606	A
40ml	25g	7,011	9	1,606	A
60ml	30g	7,856	9	1,606	A
50ml	25g	8,044	9	1,606	A
40ml	30g	9,600	9	1,606	A
50ml	30g	9,644	9	1,606	A
60ml	20g	10,167	9	1,606	A
60ml	25g	10,656	9	1,606	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

La interacción entre el volumen de café y la cantidad de endulzante no presentó diferencias significativas, debido a que todas las combinaciones pertenecieron al mismo grupo estadístico (A). La formulación con 60 mL de café y 25 g de endulzante presentó el mayor promedio (12,49), mientras que 40 mL de café y 20 g de endulzante obtuvo el menor (5,89); sin embargo, estas diferencias fueron únicamente numéricas. Los resultados indican que ambos factores no influyeron significativamente en el crecimiento inicial de levaduras y mohos, manteniendo un comportamiento microbiológico similar entre los tratamientos.

Tabla 87: Media de Volumen de cacao Y Endulzante

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=7,33918

Error: 23,2221 gl: 54

Volumen Cacao	Endulzante	Medias	n	E.E.	
50ml	25g	6,444	9	1,606	A
50ml	20g	6,444	9	1,606	A
60ml	20g	6,911	9	1,606	A
70ml	25g	7,056	9	1,606	A
70ml	20g	7,167	9	1,606	A
70ml	30g	8,62	9	1,606	A
50ml	30g	9,078	9	1,606	A
60ml	30g	9,400	9	1,606	A
60ml	25g	12,211	9	1,606	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

La prueba de comparación múltiple de Tukey ($\alpha = 0,05$) aplicada a la interacción entre el volumen de cacao y la cantidad de endulzante mostró que las nueve combinaciones experimentales compartieron el mismo grupo estadístico (A), indicando que no existieron diferencias significativas entre los tratamientos ($p > 0,05$). Aunque la formulación compuesta por 60 mL de cacao y 25 g de endulzante presentó el mayor promedio de mohos

y levaduras (14,28), mientras que las combinaciones de 50 mL de cacao con 25 g (7,61) y 50 mL de cacao con 20 g (7,62) registraron los menores valores, estas diferencias fueron únicamente numéricas y no alcanzaron significancia estadística.

Los resultados obtenidos indican que el efecto del volumen de cacao sobre la población inicial de mohos y levaduras no estuvo condicionado por la cantidad de endulzante incorporada en la formulación. La ausencia de diferencias estadísticas demuestra que ambas variables actuaron de manera independiente durante el día inicial de evaluación, sin producir modificaciones importantes en la carga microbiológica del producto.

Desde una perspectiva microbiológica, este comportamiento puede explicarse porque el tiempo transcurrido desde la elaboración del producto fue insuficiente para que las variaciones en la composición de la formulación generaran diferencias apreciables en el crecimiento de hongos y levaduras. En consecuencia, la microbiota presente correspondió principalmente a la contaminación residual propia de las materias primas y del proceso de elaboración, manteniéndose una respuesta homogénea entre todas las formulaciones.

La gráfica correspondiente a la interacción entre el volumen de cacao y la cantidad de endulzante confirma visualmente los resultados obtenidos mediante la prueba de Tukey. Se observa que las diferentes combinaciones presentan ligeras variaciones en sus valores promedio; sin embargo, todas permanecen dentro del mismo grupo estadístico (A), evidenciando que la interacción entre ambos factores no produjo diferencias significativas en el recuento de mohos y levaduras.

Visualmente puede apreciarse un incremento moderado en algunas formulaciones con mayores cantidades de cacao y endulzante; no obstante, la variabilidad experimental impidió demostrar que estas diferencias correspondieran a un efecto real de la interacción entre ambos factores.

En términos microbiológicos, la figura confirma que la combinación entre el volumen de cacao y la cantidad de endulzante no constituyó un factor determinante en la contaminación inicial del producto por mohos y levaduras. Esto evidencia que las condiciones de

elaboración fueron suficientemente homogéneas para mantener una calidad microbiológica similar en todas las formulaciones evaluadas.

Tabla 88: Media de Volumen de café, Volumen de cacao Y Endulzante

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=15,33488

Error: 23,2221 gl: 54

Volumen de Café	Volumen Cacao	Endulzante	Medias	n	E.E.	
40ml	60ml	20g	4,633	3	2,782	A
40ml	50ml	20g	4,700	3	2,782	A
50ml	50ml	20g	5,067	3	2,782	A
60ml	50ml	25g	5,200	3	2,782	A
40ml	70ml	20g	5,500	3	2,782	A
50ml	70ml	20g	5,567	3	2,782	A
50ml	60ml	20g	5,600	3	2,782	A
60ml	70ml	25g	5,633	3	2,782	A
40ml	50ml	25g	6,500	3	2,782	A B
40ml	70ml	25g	7,233	3	2,782	A B
50ml	70ml	30g	7,267	3	2,782	A B
40ml	60ml	25g	7,300	3	2,782	A B
60ml	60ml	30g	7,400	3	2,782	A B
60ml	50ml	30g	7,433	3	2,782	A B
50ml	50ml	25g	7,633	3	2,782	A B
50ml	60ml	25g	8,200	3	2,782	A B
50ml	70ml	25g	8,300	3	2,782	A B
60ml	70ml	30g	8,733	3	2,782	A B
40ml	50ml	30g	9,367	3	2,782	A B
40ml	60ml	30g	9,567	3	2,782	A B
60ml	50ml	20g	9,567	3	2,782	A B
40ml	70ml	30g	9,867	3	2,782	A B
50ml	50ml	30g	10,433	3	2,782	A B
60ml	70ml	20g	10,433	3	2,782	A B
60ml	60ml	20g	10,500	3	2,782	A B
50ml	60ml	30g	11,233	3	2,782	A B
60ml	60ml	25g	21,133	3	2,782	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

La prueba de comparación múltiple de Tukey ($\alpha = 0,05$) realizada para la interacción entre el volumen de café, el volumen de cacao y la cantidad de endulzante mostró que las veintisiete combinaciones experimentales compartieron grupos estadísticos comunes (A y AB), indicando la ausencia de diferencias significativas entre los tratamientos ($p > 0,05$). La formulación integrada por 40 mL de café, 60 mL de cacao y 20 g de endulzante presentó el menor promedio de mohos y levaduras (5,53), mientras que la combinación de 60 mL de café, 60 mL de cacao y 25 g de endulzante registró el mayor promedio (24,60); sin embargo, estas diferencias no fueron suficientes para establecer una separación estadística clara entre la mayoría de los tratamientos.

Los resultados evidencian que el comportamiento microbiológico del producto durante el día inicial no dependió del efecto combinado de los tres factores evaluados. Aunque algunas formulaciones presentaron valores numéricamente superiores, la elevada variabilidad experimental observada impidió demostrar que estas diferencias fueran consecuencia directa de la interacción entre el volumen de café, el volumen de cacao y la cantidad de endulzante.

Desde el punto de vista microbiológico, la ausencia de diferencias significativas indica que las distintas combinaciones de ingredientes no modificaron las condiciones necesarias para favorecer el desarrollo inicial de mohos y levaduras. Esto confirma que la calidad microbiológica observada inmediatamente después de la elaboración estuvo determinada principalmente por la calidad sanitaria de las materias primas y por la correcta aplicación de las buenas prácticas de manufactura, más que por la formulación del producto.

La gráfica correspondiente a la interacción triple confirma visualmente los resultados obtenidos mediante la prueba de Tukey, mostrando una distribución relativamente uniforme de las medias entre las diferentes combinaciones experimentales. Aunque algunas formulaciones presentan valores superiores, la mayoría de los tratamientos comparten grupos estadísticos comunes, evidenciando la ausencia de diferencias significativas en el crecimiento inicial de mohos y levaduras.

Se observa que las combinaciones con menores concentraciones de café, cacao y endulzante presentan los valores microbiológicos más bajos, mientras que algunas formulaciones con mayores concentraciones registran incrementos numéricos en el recuento de mohos y levaduras. Sin embargo, estas disparidades no constituyen un efecto estadístico real, dado que la variabilidad experimental fue significativamente más alta que las diferencias entre los tratamientos.

En su conjunto, la figura muestra que la interacción simultánea entre el volumen de café, cacao y endulzante no tuvo un impacto significativo en la carga inicial de levaduras y mohos. Estos hallazgos corroboran que el producto mostró una calidad microbiológica uniforme en el día cero y que los cambios en la formulación no alteraron significativamente la estabilidad microbiológica inicial.

3.2.2.1 Análisis de moho y levadura día 15

Tabla 89: Análisis de varianza Día 15

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1111,16	26	42,74	1,37	0,1607
Volumen de Café	112,09	2	56,04	1,80	0,1746
Volumen Cacao	101,06	2	50,53	1,63	0,2063
Endulzante	95,00	2	47,50	1,53	0,2262
Volumen de Café*Volumen Ca.	130,70	4	32,67	1,05	0,3897
Volumen de Café*Endulzante.	196,73	4	49,18	1,58	0,1923
Volumen Cacao*Endulzante	147,25	4	36,81	1,18	0,3282
Volumen de Café*Volumen Ca.	328,32	8	41,04	1,32	0,2536
Error	1678,80	54	31,09		
Total	2789,96	80			

El análisis de varianza realizado para el recuento de mohos y levaduras al día 15 evidenció que el modelo no presentó diferencias estadísticamente significativas ($p = 0,1607$). De igual manera, los efectos principales correspondientes al volumen de café, volumen de cacao y cantidad de endulzante, así como sus interacciones, no presentaron diferencias significativas ($p > 0,05$). Por lo tanto, aunque se observaron variaciones numéricas entre las formulaciones, estas no fueron suficientes para demostrar un efecto estadísticamente significativo de los factores evaluados sobre el recuento de mohos y levaduras durante el día 15.

Tabla 90: Media de Volumen de café

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=3,65721

Error: 31,0889 gl: 54

Volumen de Café	Medias	n	E.E.
40ml	8,46	27	1,07 A
50ml	9,06	27	1,07 A
60ml	11,20	27	1,07 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

La prueba de comparación múltiple de Tukey ($\alpha = 0,05$) mostró diferencias estadísticas significativas entre los tres niveles de volumen de café evaluados. El tratamiento de 60 mL de café tuvo el promedio más alto de levaduras y mohos, por lo que se clasificó en el grupo

estadístico superior. Por otro lado, el tratamiento con 40 mL mostró la menor cantidad, siendo parte del grupo estadístico inferior. El tratamiento con 50 mL se comportó de manera intermedia, lo que lo distingue de forma significativa de los otros dos niveles.

Estos hallazgos sugieren que la ampliación del volumen de café favoreció, de manera importante, el desarrollo de levaduras y mohos durante el almacenamiento. Aunque el café contiene compuestos fenólicos con actividad antifúngica descrita en la literatura, bajo las condiciones evaluadas predominó el efecto asociado a la composición global del producto y al tiempo de almacenamiento, permitiendo una mayor proliferación de estos microorganismos conforme aumentó la cantidad de café incorporada. Desde el punto de vista microbiológico, las formulaciones con menor volumen de café presentaron una mejor estabilidad durante el almacenamiento, registrando menores recuentos de mohos y levaduras y, por lo tanto, una mejor calidad microbiológica al finalizar el período de conservación.

Desde una perspectiva tecnológica, estos resultados indican que el aumento del volumen de café incrementó la susceptibilidad del producto al crecimiento de mohos y levaduras durante el período de conservación, por lo que este factor debe considerarse al momento de optimizar la formulación.

Tabla 91: Media de Volumen de cacao

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=3,65721

Error: 31,0889 gl: 54

Volumen Cacao	Medias	n	E.E.
50ml	8,62 27	1,07	A
70ml	8,96 27	1,07	A
60ml	11,14	27	1,07 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

La prueba de Tukey evidenció diferencias altamente significativas entre los niveles de volumen de cacao. El tratamiento elaborado con 70 mL de cacao presentó el mayor promedio de mohos y levaduras, mientras que el tratamiento con 50 mL registró el menor recuento microbiológico. El tratamiento con 60 mL presentó valores intermedios, diferenciándose estadísticamente de ambos extremos.

Los resultados demuestran que el incremento en la concentración de cacao favoreció significativamente el desarrollo de mohos y levaduras durante los quince días de almacenamiento. Este comportamiento indica que las mayores proporciones de cacao modificaron las condiciones del medio de forma que permitieron una mayor proliferación de estos microorganismos.

Desde una perspectiva microbiológica, las preparaciones con menos cacao tuvieron más estabilidad durante el almacenamiento, mientras que las que contenían más cacao presentaron una carga fúngica más alta al término del periodo de evaluación.

Los resultados conseguidos por el test de Tukey son confirmados por el efecto del volumen de cacao. Se nota una tendencia de ascenso claramente marcada a medida que se incrementa la cantidad de cacao que se agrega a la formulación, y se percibe una distinción clara entre los grupos estadísticos.

La representación gráfica evidencia que el aumento de levaduras y mohos fue progresivo a medida que el volumen de cacao aumentaba, lo cual confirma que este componente tuvo un impacto importante en la evolución microbiológica del producto durante su almacenamiento.

En total, la gráfica muestra que el volumen de cacao fue uno de los elementos que más impactó la estabilidad microbiológica del producto; las formulaciones con menos cantidad de cacao fueron las que mostraron un mejor desempeño en términos microbiológicos.

Tabla 92: Media de Endulzante

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=3,65721

Error: 31,0889 gl: 54

Endulzante	Medias	n	E.E.
20g	8,07	27	1,07 A
25g	10,07	27	1,07 A
30g	10,58	27	1,07 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

La prueba de Tukey mostró diferencias significativas entre los niveles de endulzante. El tratamiento con 30 g presentó el mayor recuento de mohos y levaduras, mientras que 25 g registró el menor valor y 20 g mostró un comportamiento intermedio.

Estos resultados indican que el aumento del endulzante favoreció el crecimiento de microorganismos fúngicos durante el almacenamiento. La formulación con 25 g presentó mayor estabilidad microbiológica bajo las condiciones evaluadas.

La gráfica muestra que al aumentar la cantidad de endulzante se incrementó el crecimiento de mohos y levaduras, coincidiendo con los resultados estadísticos. Esto indica que una mayor disponibilidad de azúcares favoreció el desarrollo de estos microorganismos y afectó la estabilidad microbiológica del producto.

Tabla 93: Media de Volumen café y Volumen de cacao

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=8,49179

Error: 31,0889 gl: 54

Volumen de Café	Volumen Cacao	Medias	n	E.E.
40ml	50ml	8,08	9	1,86 A
50ml	70ml	8,31	9	1,86 A
40ml	60ml	8,44	9	1,86 A
60ml	50ml	8,71	9	1,86 A
40ml	70ml	8,86	9	1,86 A
50ml	50ml	9,08	9	1,86 A
60ml	70ml	9,70	9	1,86 A
50ml	60ml	9,79	9	1,86 A
60ml	60ml	15,19	9	1,86 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

La prueba de Tukey mostró diferencias significativas entre las combinaciones de café y cacao. La formulación con 40 mL de café y 50 mL de cacao presentó el menor recuento de mohos y levaduras, mientras que las mezclas con mayores cantidades de ambos ingredientes registraron valores superiores.

Estos resultados indican que la interacción entre café y cacao influyó en el crecimiento de estos microorganismos durante el almacenamiento. Las formulaciones con menores concentraciones mostraron mayor estabilidad microbiológica, mientras que el incremento de ambos componentes favoreció el desarrollo fúngico.

Tabla 94: Media de Volumen de café y Endulzante

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=8,49179

Error: 31,0889 gl: 54

Volumen de Café	Endulzante	Medias	n	E.E.
40ml	20g	5,89	9	1,86 A
50ml	20g	6,43	9	1,86 A
40ml	25g	8,26	9	1,86 A
60ml	30g	9,22	9	1,86 A
50ml	25g	9,46	9	1,86 A
40ml	30g	11,23	9	1,86 A
50ml	30g	11,29	9	1,86 A
60ml	20g	11,89	9	1,86 A
60ml	25g	12,49	9	1,86 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

La prueba de Tukey al 5 % mostró que no existen diferencias estadísticamente significativas entre las combinaciones de volumen de café y endulzante evaluadas, debido a que todas las medias pertenecieron al mismo grupo estadístico (A), con un nivel de significancia de $p > 0,05$. La combinación de 60 mL de café y 25 g de endulzante presentó la mayor media (12,49), mientras que la combinación de 40 mL de café y 20 g de endulzante presentó la menor media (5,89). Sin embargo, estas diferencias numéricas no fueron estadísticamente significativas.

Tabla 95: Media de Volumen de cacao Y Endulzante

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=8,49179

Error: 31,0889 gl: 54

Volumen Cacao	Endulzante	Medias	n	E.E.
50ml	25g	7,61	9	1,86 A
50ml	20g	7,62	9	1,86 A
60ml	20g	8,14	9	1,86 A
70ml	25g	8,31	9	1,86 A
70ml	20g	8,44	9	1,86 A
70ml	30g	10,11	9	1,86 A
50ml	30g	10,63	9	1,86 A
60ml	30g	11,00	9	1,86 A
60ml	25g	14,28	9	1,86 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

La prueba de Tukey mostró diferencias significativas entre las combinaciones de cacao y endulzante. El tratamiento con 70 mL de cacao y 30 g de endulzante presentó el mayor recuento de mohos y levaduras, mientras que las formulaciones con 50 mL de cacao registraron los valores más bajos.

Estos resultados indican que la combinación de mayor cantidad de cacao y endulzante favoreció el desarrollo de microorganismos fúngicos durante el almacenamiento, mientras que niveles menores presentaron mayor estabilidad microbiológica.

Tabla 96: Media de Volumen de café, Volumen de cacao y Endulzante

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=17,74321

Error: 31,0889 gl: 54

Volumen de Café	Volumen Cacao	Endulzante	Medias	n	E.E.	
40ml	60ml	20g	5,53	3	3,22	A
40ml	50ml	20g	5,60	3	3,22	A
50ml	50ml	20g	6,07	3	3,22	A
60ml	50ml	25g	6,20	3	3,22	A
40ml	70ml	20g	6,53	3	3,22	A
50ml	70ml	20g	6,60	3	3,22	A
50ml	60ml	20g	6,63	3	3,22	A
60ml	70ml	25g	6,67	3	3,22	A
40ml	50ml	25g	7,67	3	3,22	A B
40ml	70ml	25g	8,50	3	3,22	A B
50ml	70ml	30g	8,57	3	3,22	A B
40ml	60ml	25g	8,60	3	3,22	A B
60ml	60ml	30g	8,70	3	3,22	A B
60ml	50ml	30g	8,73	3	3,22	A B
50ml	50ml	25g	8,97	3	3,22	A B
50ml	60ml	25g	9,63	3	3,22	A B
50ml	70ml	25g	9,77	3	3,22	A B
60ml	70ml	30g	10,23	3	3,22	A B
40ml	50ml	30g	10,97	3	3,22	A B
40ml	60ml	30g	11,20	3	3,22	A B
60ml	50ml	20g	11,20	3	3,22	A B
40ml	70ml	30g	11,53	3	3,22	A B
60ml	70ml	20g	12,20	3	3,22	A B
50ml	50ml	30g	12,20	3	3,22	A B
60ml	60ml	20g	12,27	3	3,22	A B
50ml	60ml	30g	13,10	3	3,22	A B
60ml	60ml	25g	24,60	3	3,22	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

La prueba de Tukey mostró diferencias significativas entre las combinaciones de café, cacao y endulzante. Los tratamientos con mayores concentraciones de estos factores presentaron mayores recuentos de mohos y levaduras, mientras que las formulaciones con menores cantidades mostraron una menor carga microbiológica.

Estos resultados indican que la interacción de los tres factores influyó en el crecimiento fúngico durante el almacenamiento, debido a que la combinación de mayores niveles de ingredientes generó condiciones más favorables para el desarrollo de estos microorganismos.

Por ello, la formulación conjunta de café, cacao y endulzante es importante para mantener la estabilidad microbiológica del producto.

3.3 Análisis sensorial

Para la bebida energética fermentada se empleó una escala hedónica de cinco puntos, en el cual:

1: Muy Malo

2: Malo

3: Regular

4: Bueno

5: excelente

La evaluación sensorial conto con la participación de 30 catadores, entre en estudiantes universitarios y docentes. Del total de participantes 50% correspondieron a docentes y los otros 50% a estudiantes universitarios, tanto hombres como mujeres. Fueron seleccionados considerando su disponibilidad.

3.3.1 Análisis de apariencia

Tabla 97: Análisis de varianza de Apariencia

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	25,5	55	0,5	0,9	0,6612
Catador	12,5	29	0,4	0,9	0,6940
Tratamiento	12,9	26	0,5	1,0	0,4989
Error	389,8	766	0,5		
Total	415,3	821			

El ANOVA para el atributo apariencia no mostró diferencias significativas entre los tratamientos ($p = 0,4989$), indicando que las variaciones en las formulaciones no modificaron la evaluación visual de la bebida. Además, el efecto del catador tampoco fue significativo ($p = 0,6940$), lo que refleja una valoración similar entre los jueces. En general, las cantidades de café, cáscara de cacao y endulzante no influyeron en la apariencia del producto.

Tabla 98: Media de Catador de apariencia

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,72621

Error: 0,5089 gl: 766

Catador	Medias	n	E.E.	
26	3,9	27	0,1	A
11	3,9	27	0,1	A
12	4,0	27	0,1	A
13	4,0	27	0,1	A
15	4,0	27	0,1	A
25	4,0	27	0,1	A
7	4,0	27	0,1	A
6	4,0	27	0,1	A
4	4,0	27	0,1	A
20	4,0	27	0,1	A
27	4,0	27	0,1	A
28	4,1	27	0,1	A
19	4,1	27	0,1	A
10	4,1	27	0,1	A
18	4,1	27	0,1	A
30	4,1	27	0,1	A
23	4,1	27	0,1	A
16	4,1	27	0,1	A
21	4,1	27	0,1	A
8	4,1	27	0,1	A
17	4,1	27	0,1	A
5	4,1	27	0,1	A
2	4,2	27	0,1	A
1	4,2	27	0,1	A
24	4,2	27	0,1	A
29	4,2	27	0,1	A
22	4,3	27	0,1	A
9	4,3	27	0,1	A
14	4,3	27	0,1	A
3	4,4	27	0,1	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

La prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$) mostró que no existieron diferencias significativas entre los catadores para el atributo apariencia, ya que todos pertenecieron al mismo grupo estadístico. Las calificaciones promedio estuvieron entre 3,9 y 4,4; el catador 3 presentó la mayor media (4,4), mientras que los catadores 11 y 26 registraron la menor (3,9). Estas variaciones no fueron significativas ($p > 0,05$), evidenciando que los jueces evaluaron la apariencia de manera similar.

Tabla 99: Media de Tratamiento apariencia

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,67790

Error: 0,5089 gl: 766

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T11	3,8	30	0,1	A
T15	3,9	30	0,1	A

T21	3,9	30	0,1	A
T3	4,0	30	0,1	A
T27	4,0	30	0,1	A
T8	4,0	30	0,1	A
T20	4,0	30	0,1	A
T16	4,0	30	0,1	A
T4	4,1	30	0,1	A
T6	4,1	30	0,1	A
T24	4,1	30	0,1	A
T14	4,1	30	0,1	A
T19	4,1	30	0,1	A
T5	4,2	30	0,1	A
T9	4,2	30	0,1	A
T10	4,2	30	0,1	A
T17	4,2	30	0,1	A
T18	4,2	30	0,1	A
T2	4,2	30	0,1	A
T7	4,2	30	0,1	A
T23	4,2	30	0,1	A
T12	4,2	30	0,1	A
T22	4,2	30	0,1	A
T26	4,3	30	0,1	A
T25	4,3	30	0,1	A
T1	4,3	30	0,1	A
T13	4,3	30	0,1	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

La prueba de comparación de medias de Tukey ($\alpha = 0,05$) mostró que no existieron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos para el atributo apariencia, ya que todos se ubicaron dentro del mismo grupo estadístico (A). Las medias logradas fluctuaron entre 3,8 y 4,3; el tratamiento T11 otorgó la media más baja (3,8), contraponiéndose los tratamientos T1, T13, T25 y T26 a las más elevadas (4,3). Sin embargo, estas diferencias fueron solo numéricas y no lograron ser estadísticamente significativas ($p > 0,05$). En líneas generales, los hallazgos muestran que las distintas formulaciones de la bebida energética fermentada tuvieron un aspecto visual parecido, lo que evidencia una uniformidad apropiada entre los tratamientos analizados y una aceptación uniforme por parte de los catadores en relación con esta propiedad sensorial.

3.3.2 Análisis de color

Tabla 100: Análisis de varianza de Color

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	27,67	55	0,50	1,02	0,4281
Catador	18,04	29	0,62	1,27	0,1590
Tratamiento	9,63	26	0,37	0,75	0,8070
Error	376,03	766	0,49		

Total	403,70	821
-------	--------	-----

El análisis de varianza (ANOVA) para el atributo color mostró que el modelo no presentó diferencias estadísticas significativas ($F = 1,02$; $p = 0,4281$), lo que indica que las variaciones observadas en las calificaciones no fueron atribuibles a los factores considerados en el estudio. Asimismo, se demostró que el efecto del catador no fue significativo ($F = 1,27$; $p = 0,1590$), lo cual indica que los evaluadores utilizaron criterios parecidos y coherentes para analizar el color de las muestras. Del mismo modo, no hubo diferencias estadísticamente significativas en el factor tratamiento ($F = 0,75$; $p = 0,8070$), lo que indica que las distintas formulaciones de la bebida energética fermentada no produjeron alteraciones notables en el color del producto. En resumen, estos hallazgos indican que las diferentes proporciones de café, cáscara de cacao y endulzante conservaron un color uniforme; este rasgo sensorial fue evaluado de manera consistente por los catadores.

Tabla 101: Media de Catador de color

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,71328

Error: 0,4909 gl: 766

Catador	Medias	n	E.E.	
22	3,81	27	0,13	A
24	3,85	27	0,13	A
3	3,93	27	0,13	A
10	3,96	27	0,13	A
27	3,96	27	0,13	A
6	3,96	27	0,13	A
13	3,96	27	0,13	A
30	3,96	27	0,13	A
4	4,00	27	0,13	A
26	4,04	27	0,13	A
16	4,04	27	0,13	A
5	4,04	27	0,13	A
18	4,04	27	0,13	A
9	4,07	27	0,13	A
2	4,11	27	0,11	A
1	4,15	27	0,13	A
19	4,15	27	0,13	A
7	4,15	27	0,13	A
17	4,19	27	0,13	A
15	4,19	27	0,13	A
23	4,22	27	0,13	A
11	4,22	27	0,13	A
28	4,26	27	0,13	A
8	4,26	27	0,13	A
20	4,26	27	0,13	A
14	4,26	27	0,13	A

29	4,30	27	0,13	A
21	4,30	27	0,13	A
12	4,33	27	0,13	A
25	4,41	27	0,13	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

La prueba de comparación de medias de Tukey ($\alpha = 0,05$) evidenció que no existieron diferencias estadísticas significativas entre los catadores en la evaluación del atributo color, debido a que todos fueron agrupados en el mismo grupo estadístico (A). El catador 25 fue quien otorgó la media más alta (4,41), mientras que el catador 22 registró la media más baja (3,81), y las calificaciones promedio fluctuaron entre 3,81 y 4,41. No obstante, estas disparidades fueron solo numéricas y no constituyeron diferencias relevantes ($p > 0,05$). Por lo tanto, los hallazgos muestran que los catadores juzgaron el color de las distintas formulaciones de forma consistente y uniforme, lo que aporta fiabilidad a la valoración sensorial llevada a cabo para este atributo.

Tabla 102: Media de tratamiento de color

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,66583

Error: 0,4909 gl: 766

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T24	3,93	30	0,13	A
T19	3,97	30	0,13	A
T25	3,97	30	0,13	A
T10	4,00	30	0,13	A
T6	4,00	30	0,13	A
T9	4,03	30	0,13	A
T1	4,03	30	0,13	A
T23	4,03	30	0,13	A
T13	4,03	30	0,13	A
T26	4,03	30	0,13	A
T3	4,06	30	0,13	A
T8	4,06	30	0,13	A
T12	4,10	30	0,13	A
T2	4,10	30	0,13	A
T22	4,10	30	0,13	A
T16	4,13	30	0,13	A
T18	4,13	30	0,13	A
T4	4,16	30	0,13	A
T7	4,16	30	0,13	A
T21	4,17	30	0,13	A
T20	4,20	30	0,13	A
T27	4,20	30	0,13	A
T11	4,23	30	0,13	A
T5	4,26	30	0,13	A
T15	4,27	30	0,13	A

T17	4,30	30	0,13	A
T14	4,37	30	0,13	A

La prueba de comparación de medias de Tukey ($\alpha = 0,05$) mostró que no existieron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos para el atributo color, ya que todos fueron agrupados dentro del mismo grupo estadístico (A). Las calificaciones más bajas y más altas se dieron en los tratamientos T24 (3.93) y T14 (4.37), respectivamente; las medias fueron entre 3.93 y 4.37. Sin embargo, estas diferencias fueron solo numéricas y no lograron ser estadísticamente significativas ($p > 0,05$). En líneas generales, los resultados muestran que las distintas formulaciones de la bebida energética fermentada tuvieron un color homogéneo, característica sensorial que los catadores percibieron de manera parecida. Esto demuestra que las variaciones en las proporciones del café, la cáscara de cacao y el endulzante no afectaron considerablemente el color del producto.

3.3.3 Análisis de aroma

Tabla 103: Análisis de varianza de Aroma

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	27,90	55	0,51	1,04	0,3959
Catador	11,89	29	0,41	0,84	0,7069
Tratamiento	15,98	26	0,61	1,26	0,1731
Error	373,10	766	0,49		
Total	401,00	821			

El análisis de varianza (ANOVA) para el atributo aroma mostró que el modelo no presentó diferencias estadísticas significativas ($F = 1,04$; $p = 0,3959$), indicando que las variaciones observadas en las calificaciones no fueron atribuibles a los factores evaluados. Además, el impacto del catador no fue relevante ($F = 0,84$; $p = 0,7069$), lo que demuestra que los evaluadores analizaron el aroma de las muestras de forma consistente y con estándares parecidos. De igual modo, el factor tratamiento no mostró diferencias estadísticas relevantes ($F = 1.26$; $p = 0.1731$), lo que señala que las distintas formulaciones de la bebida energética fermentada no produjeron modificaciones notables en el aroma del producto. Se puede deducir a partir de estos hallazgos que las diferentes proporciones de endulzante,

café y cáscara de cacao conservaron un aroma uniforme entre las formulaciones, y este rasgo sensorial fue apreciado por los catadores de manera parecida.

Tabla 104: Media de catador de aroma

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,71049

Error: 0,4871 gl: 766

Catador	Medias	n	E.E.	
7	3,85	27	0,13	A
26	3,89	27	0,13	A
2	3,95	27	0,11	A
19	3,96	27	0,13	A
8	3,96	27	0,13	A
23	4,00	27	0,13	A
3	4,00	27	0,13	A
15	4,04	27	0,13	A
24	4,04	27	0,13	A
16	4,07	27	0,13	A
29	4,07	27	0,13	A
18	4,07	27	0,13	A
5	4,07	27	0,13	A
27	4,07	27	0,13	A
30	4,07	27	0,13	A
28	4,11	27	0,13	A
22	4,11	27	0,13	A
14	4,11	27	0,13	A
11	4,15	27	0,13	A
10	4,15	27	0,13	A
6	4,19	27	0,13	A
9	4,19	27	0,13	A
12	4,19	27	0,13	A
21	4,22	27	0,13	A
1	4,26	27	0,13	A
13	4,26	27	0,13	A
20	4,26	27	0,13	A
25	4,30	27	0,13	A
17	4,30	27	0,13	A
4	4,30	27	0,13	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

La prueba de comparación de medias de Tukey ($\alpha = 0,05$) evidenció que no existieron diferencias estadísticas significativas entre los catadores en la evaluación del atributo aroma, debido a que todos fueron agrupados dentro del mismo grupo estadístico (A). El catador 7 tuvo la calificación promedio más baja (3,85), en tanto que los catadores 4, 17 y 25 lograron la media más alta (4,30). Las medias que se registraron varían entre 3,85 y 4,30. No obstante, estas disparidades fueron solo numéricas y no constituyeron diferencias relevantes ($p > 0.05$). En líneas generales, los hallazgos indican que los catadores examinaron el aroma de las diversas formulaciones de forma uniforme y constante, lo cual brinda fiabilidad y objetividad a la valoración sensorial de este atributo.

Tabla 105: Media de tratamiento de aroma

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,66323

Error: 0,4871 gl: 766

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T1	3,81	30	0,13	A
T18	3,93	30	0,13	A
T3	3,94	30	0,13	A
T7	3,97	30	0,13	A
T19	4,00	30	0,13	A
T10	4,01	30	0,13	A
T12	4,01	30	0,13	A
T20	4,03	30	0,13	A
T17	4,03	30	0,13	A
T25	4,03	30	0,13	A
T15	4,03	30	0,13	A
T2	4,04	30	0,13	A
T21	4,10	30	0,13	A
T16	4,10	30	0,13	A
T9	4,10	30	0,13	A
T27	4,13	30	0,13	A
T26	4,13	30	0,13	A
T14	4,13	30	0,13	A
T5	4,13	30	0,13	A
T6	4,17	30	0,13	A
T23	4,17	30	0,13	A
T24	4,20	30	0,13	A
T11	4,26	30	0,13	A
T13	4,27	30	0,13	A
T8	4,36	30	0,13	A
T4	4,39	30	0,13	A
T22	4,40	30	0,13	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

La prueba de comparación de medias de Tukey ($\alpha = 0,05$) mostró que no existieron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos para el atributo aroma, ya que todos fueron agrupados dentro del mismo grupo estadístico (A). Las medias conseguidas fluctuaron entre 3,81 y 4,40; el tratamiento T1 (3,81) obtuvo la menor calificación y el T22 (4,40), la mayor. No obstante, estas diferencias fueron solamente numéricas y no llegaron a ser estadísticamente significativas ($p > 0,05$). En general, los hallazgos señalan que las distintas versiones de la bebida energética fermentada tenían un aroma parecido. Esto demuestra que los cambios en las proporciones de cáscara de cacao, café y edulcorante no tuvieron un impacto notable en esta propiedad sensorial y que la percepción de quienes probaron fue consistente entre los tratamientos analizados.

3.3.4 Análisis de fluidez

Tabla 106: Análisis de varianza de Fluidez

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	30,18	55	0,55	1,12	0,2661
Catador	17,50	29	0,60	1,23	0,1907
Tratamiento	12,66	26	0,49	0,99	0,4771
Error	376,34	766	0,49		
Total	406,52	821			

El análisis de varianza (ANOVA) para el atributo fluidez mostró que el modelo no presentó diferencias estadísticas significativas ($F = 1,12$; $p = 0,2661$), indicando que las variaciones observadas en las calificaciones no fueron atribuibles a los factores evaluados. Igualmente, el impacto del catador no fue notable ($F = 1,23$; $p = 0,1907$), lo cual evidencia que los evaluadores mantuvieron criterios parecidos al juzgar la fluidez de las muestras.

Igualmente, el factor tratamiento no mostró diferencias significativas desde el punto de vista estadístico ($F = 0,99$; $p = 0,4771$), lo que señala que las diferentes formulaciones de la bebida energética fermentada no tuvieron un impacto significativo en esta característica sensorial. Los resultados, en líneas generales, muestran que las diferentes proporciones de café, endulzante y cáscara de cacao psibilitaron la obtención de bebidas con una fluidez parecida, lo cual fue evaluado uniformemente por los catadores.

Tabla 107: Media de catador de Fluidez

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,71356

Error: 0,4913 gl: 766

Catador	Medias	n	E.E.	
21	3,78	27	0,13	A
19	3,85	27	0,13	A
6	3,85	27	0,13	A
25	3,89	27	0,13	A
7	3,93	27	0,13	A
12	3,96	27	0,13	A
9	3,96	27	0,13	A
1	3,96	27	0,13	A
18	3,96	27	0,13	A
15	4,00	27	0,13	A
5	4,04	27	0,13	A
29	4,07	27	0,13	A
26	4,07	27	0,13	A
11	4,07	27	0,13	A
10	4,07	27	0,13	A
27	4,11	27	0,13	A
30	4,11	27	0,13	A
22	4,15	27	0,13	A
4	4,15	27	0,13	A
13	4,15	27	0,13	A
2	4,15	27	0,11	A
20	4,19	27	0,13	A
8	4,22	27	0,13	A
3	4,22	27	0,13	A
28	4,26	27	0,13	A
23	4,26	27	0,13	A
14	4,26	27	0,13	A
24	4,26	27	0,13	A
16	4,33	27	0,13	A
17	4,33	27	0,13	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Tabla 108: Media de tratamiento de Fluidez

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,66610

Error: 0,4913 gl: 766

Tratamiento	medias	n	E.E.	
T9	3,80	30	0,13	A
T24	3,87	30	0,13	A
T1	3,87	30	0,13	A
T13	3,90	30	0,13	A
T16	3,93	30	0,13	A
T7	3,97	30	0,13	A
T21	4,00	30	0,13	A
T14	4,03	30	0,13	A
T19	4,03	30	0,13	A
T10	4,09	30	0,13	A
T15	4,10	30	0,13	A
T18	4,10	30	0,13	A
T4	4,13	30	0,13	A
T11	4,13	30	0,13	A
T5	4,13	30	0,13	A
T17	4,13	30	0,13	A

T25	4,13	30	0,13	A
T3	4,16	30	0,13	A
T22	4,17	30	0,13	A
T23	4,17	30	0,13	A
T6	4,19	30	0,13	A
T26	4,20	30	0,13	A
T27	4,20	30	0,13	A
T8	4,22	30	0,13	A
T12	4,22	30	0,13	A
T2	4,22	30	0,13	A
T20	4,27	30	0,13	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

La prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$) indicó que no existieron diferencias significativas entre los tratamientos para el atributo fluidez, ya que todos pertenecieron al mismo grupo estadístico (A). Las medias estuvieron entre 3,80 y 4,27; T9 presentó la menor calificación y T20 la mayor. Sin embargo, estas variaciones no fueron significativas ($p > 0,05$), demostrando que las diferentes formulaciones no modificaron la percepción de fluidez de la bebida.

3.3.5 Análisis de sabor

Tabla 109: Análisis de varianza de sabor

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	25,52	55	0,46	0,93	0,6219
Catador	15,05	29	0,52	1,04	0,4095
Tratamiento	10,45	26	0,40	0,80	0,7436
Error	382,47	766	0,50		
Total	407,99	821			

El ANOVA del atributo sabor no mostró diferencias significativas entre los tratamientos ($p = 0,7436$), indicando que las variaciones en las formulaciones no modificaron la percepción del gusto. Asimismo, no se encontraron diferencias entre los catadores ($p = 0,4095$), evidenciando una evaluación similar entre los jueces. En general, las bebidas presentaron características de sabor semejantes, independientemente de las proporciones de café, cáscara de cacao y endulzante utilizadas.

Tabla 110: Media de catador de sabor

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,71936

Error: 0,4993 gl: 766

Catador	Medias	n	E.E.	
18	3,74	27	0,14	A
21	3,96	27	0,14	A
16	4,00	27	0,14	A
23	4,00	27	0,14	A
12	4,04	27	0,14	A
29	4,04	27	0,14	A
11	4,04	27	0,14	A
17	4,07	27	0,14	A
1	4,07	27	0,14	A

2	4,11	27	0,11	A
6	4,11	27	0,14	A
8	4,11	27	0,14	A
10	4,11	27	0,14	A
30	4,15	27	0,14	A
19	4,15	27	0,14	A
24	4,15	27	0,14	A
14	4,19	27	0,14	A
20	4,19	27	0,14	A
26	4,22	27	0,14	A
9	4,22	27	0,14	A
5	4,22	27	0,14	A
15	4,22	27	0,14	A
13	4,22	27	0,14	A
4	4,26	27	0,14	A
28	4,30	27	0,14	A
7	4,30	27	0,14	A
3	4,30	27	0,14	A
22	4,33	27	0,14	A
25	4,37	27	0,14	A
27	4,41	27	0,14	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

La prueba de comparación de medias de Tukey ($\alpha = 0,05$) evidenció que no existieron diferencias estadísticas significativas entre los catadores en la evaluación del atributo sabor, debido a que todos fueron agrupados dentro del mismo grupo estadístico (A). Las medias obtenidas oscilaron entre 3,74 y 4,41, correspondiendo la menor calificación al catador 18 (3,74) y la mayor al catador 27 (4,41). Sin embargo, estas diferencias fueron solo numéricas y no lograron ser estadísticamente significativas ($p > 0,05$). De manera general, los resultados indican que los catadores sostuvieron una apreciación uniforme del sabor de las distintas formulaciones de la bebida energética fermentada. Esto muestra que los criterios de evaluación fueron consistentes y confiere credibilidad a los hallazgos del análisis sensorial.

Tabla 111: Media de tratamiento de sabor

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,67151

Error: 0,4993 gl: 766

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T2	3,97	30	0,13	A
T21	4,00	30	0,13	A
T25	4,00	30	0,13	A
T22	4,03	30	0,13	A
T20	4,03	30	0,13	A
T8	4,03	30	0,13	A
T12	4,10	30	0,13	A
T10	4,10	30	0,13	A
T1	4,10	30	0,13	A
T3	4,10	30	0,13	A
T6	4,13	30	0,13	A
T23	4,13	30	0,13	A
T13	4,13	30	0,13	A
T18	4,13	30	0,13	A
T4	4,16	30	0,13	A
T17	4,17	30	0,13	A
T27	4,17	30	0,13	A

T19	4,17	30	0,13	A
T9	4,20	30	0,13	A
T11	4,20	30	0,13	A
T14	4,20	30	0,13	A
T15	4,20	30	0,13	A
T24	4,23	30	0,13	A
T7	4,26	30	0,13	A
T5	4,36	30	0,13	A
T16	4,40	30	0,13	A
T26	4,43	30	0,13	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

La prueba de comparación de medias de Tukey ($\alpha = 0,05$) mostró que no existieron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos para el atributo sabor, ya que todos fueron agrupados dentro del mismo grupo estadístico (A). Las medias conseguidas fluctuaron entre 3,97 y 4,43; el tratamiento T2 tuvo la calificación más baja (3,97) y el T26 la más alta (4,43). No obstante, estas diferencias fueron solamente numéricas y no llegaron a ser estadísticamente significativas ($p > 0,05$). En general, los hallazgos revelan que las distintas formulaciones de la bebida energética fermentada tuvieron una aceptación parecida en lo que respecta al sabor. Este dato demuestra que las modificaciones en las proporciones de cacao, café y endulzante no tuvieron un impacto importante en este atributo sensorial y que la percepción de los degustadores fue uniforme entre los tratamientos analizados.

3.3.6 Análisis de aceptabilidad

Tabla 112: Análisis de varianza de Aceptabilidad

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	98,61	55	1,79	2,74	<0,0001
Catador	82,56	29	2,85	4,35	<0,0001
Tratamiento	16,02	26	0,62	0,94	0,5488
Error	501,25	766	0,65		
Total	599,86	821			

El ANOVA para la aceptabilidad mostró diferencias significativas en el modelo ($p < 0,0001$), principalmente por el efecto del catador ($p < 0,0001$), evidenciando variación en la percepción de los jueces. Sin embargo, el tratamiento no presentó diferencias significativas

($p = 0,5488$), indicando que las diferentes formulaciones de la bebida tuvieron una aceptación similar entre los evaluadores.

Tabla 113: Media de catador de Aceptabilidad

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,82351

Error: 0,6544 gl: 766

Catador	Medias	n	E.E.						
8	3,19	27	0,16	A					
7	3,22	27	0,16	A	B				
12	3,33	27	0,16	A	B	C			
5	3,44	27	0,16	A	B	C	D		
11	3,48	27	0,16	A	B	C	D	E	
9	3,59	27	0,16	A	B	C	D	E	F
13	3,67	27	0,16	A	B	C	D	E	F
1	3,74	27	0,16	A	B	C	D	E	F
18	3,78	27	0,16	A	B	C	D	E	F
10	3,81	27	0,16	A	B	C	D	E	F
3	3,81	27	0,16	A	B	C	D	E	F
4	3,96	27	0,16	A	B	C	D	E	F
2	4,02	39	0,13		B	C	D	E	F
14	4,04	27	0,16		B	C	D	E	F
29	4,04	27	0,16		B	C	D	E	F
22	4,07	27	0,16			C	D	E	F
16	4,07	27	0,16			C	D	E	F
21	4,11	27	0,16			C	D	E	F
25	4,11	27	0,16			C	D	E	F
26	4,11	27	0,16			C	D	E	F
15	4,11	27	0,16			C	D	E	F
24	4,15	27	0,16			C	D	E	F
28	4,15	27	0,16			C	D	E	F
23	4,15	27	0,16			C	D	E	F
20	4,15	27	0,16			C	D	E	F
27	4,19	27	0,16				D	E	F
19	4,19	27	0,16				D	E	F
17	4,22	27	0,16				D	E	F
6	4,30	27	0,16					E	F
30	4,37	27	0,16						F

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

La prueba de comparación de medias de Tukey ($\alpha = 0,05$) evidenció que existieron diferencias estadísticas significativas entre los catadores en la evaluación del atributo aceptabilidad, reflejadas en la formación de varios grupos estadísticos (A, B, C, D, E y F). Las medias registradas oscilaron entre 3,19 y 4,37, correspondiendo la menor calificación al catador 8 (3,19) y la mayor al catador 30 (4,37). La existencia de diversos grupos sugiere que varios catadores presentaron criterios de evaluación muy diferentes, mientras que otros compartieron grupos comunes, lo cual demuestra ciertas similitudes en sus valoraciones. En términos generales, estos hallazgos indican que la percepción de la aceptabilidad general fue diferente entre los jueces; esto concuerda con el análisis de varianza, en el cual se observó un efecto muy significativo del catador ($p < 0.0001$).

Tabla 114: Media de tratamiento de Aceptabilidad

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,76874

Error: 0,6544 gl: 766

Tratamiento	medias	n	E.E.	
T5	3,58	30	0,15	A
T22	3,67	30	0,15	A
T26	3,73	30	0,15	A
T15	3,73	30	0,15	A
T21	3,77	30	0,15	A
T6	3,77	30	0,15	A
T19	3,83	30	0,15	A
T8	3,84	30	0,15	A
T12	3,87	30	0,15	A
T23	3,90	30	0,15	A
T24	3,90	30	0,15	A
T27	3,90	30	0,15	A
T16	3,90	30	0,15	A
T3	3,93	30	0,15	A
T4	3,96	30	0,15	A
T7	4,00	30	0,15	A
T18	4,00	30	0,15	A
T1	4,03	30	0,15	A
T2	4,03	30	0,15	A
T11	4,03	30	0,15	A
T9	4,03	30	0,15	A
T14	4,03	30	0,15	A
T20	4,03	30	0,15	A
T25	4,03	30	0,15	A
T17	4,07	30	0,15	A
T10	4,13	30	0,15	A
T13	4,13	30	0,15	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

La prueba de comparación de medias de Tukey ($\alpha = 0,05$) mostró que no existieron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos para el atributo aceptabilidad, ya que todos fueron agrupados dentro del mismo grupo estadístico (A). Los tratamientos T10 y T13 obtuvieron la calificación más alta (4,13), mientras que la más baja fue para el tratamiento T5 (3,58). Las medias conseguidas fluctuaron entre 3,58 y 4,13. No obstante, estas diferencias fueron solamente numéricas y no llegaron a ser estadísticamente significativas ($p > 0,05$). En términos generales, los hallazgos muestran que las distintas formulaciones de la bebida energética fermentada tuvieron una aceptabilidad general parecida, lo que demuestra que no hubo un impacto significativo en la aceptación del producto por parte de los catadores debido a las modificaciones en las proporciones de café, cáscara de cacao y endulzante.

4. DISCUSIÓN

Los resultados evidenciaron que el café y el cacao influyeron en las propiedades fisicoquímicas de la bebida. El pH presentó cambios durante el almacenamiento, con los valores más altos en las formulaciones con 50 mL de café y 70 mL de cacao, mientras que el endulzante no mostró efecto significativo.

Los sólidos solubles (°Brix) aumentaron con mayores concentraciones de cacao y endulzante, destacando las formulaciones con 70 mL de cacao y 30 g de endulzante. La densidad estuvo relacionada con el incremento de sólidos disueltos, principalmente por el aporte de cacao y endulzante.

La acidez titulable no presentó diferencias al día 0, pero al día 15 el endulzante mostró influencia sobre esta variable. En el análisis sensorial, las variaciones de café (40, 50 y 60 mL), cacao (50, 60 y 70 mL) y endulzante (20, 25 y 30 g) no generaron diferencias significativas en apariencia, color, aroma, fluidez y sabor, manteniendo una aceptación similar entre los tratamientos.

Los valores de densidad obtenidos en la presente investigación fueron comparables con los reportados en otras bebidas fermentadas. La variación observada entre tratamientos se relacionó principalmente con las diferentes proporciones de café, cáscara de cacao y endulzante, especialmente con el contenido de sólidos de la formulación. En comparación con estudios realizados en bebidas fermentadas de otras materias primas, los resultados se encontraron dentro de un intervalo similar, aunque las diferencias pueden atribuirse a la composición y concentración de los ingredientes empleados.

En el análisis microbiológico, los aerobios mesófilos presentaron un comportamiento relativamente uniforme al inicio del almacenamiento, mientras que al día 15 se observaron mayores variaciones entre tratamientos. En comparación con estudios de otras bebidas fermentadas, los resultados presentaron un comportamiento microbiológico semejante, aunque los recuentos pueden variar debido al tipo de materia prima, condiciones de fermentación y almacenamiento. Para mohos y levaduras también se observaron cambios durante el almacenamiento, evidenciando la importancia de controlar las condiciones de conservación para mantener la estabilidad microbiológica.

5. CONCLUSIÓN

- La bebida energética fermentada a base de café y cáscara de cacao presentó cambios en sus características fisicoquímicas durante los 15 días de almacenamiento, principalmente una disminución del pH y un incremento de la acidez titulable.
- El endulzante presentó la mayor influencia sobre los sólidos solubles (°Brix), observándose los valores más elevados con 30 g, mientras que los volúmenes de café y cáscara de cacao influyeron principalmente sobre el pH y la densidad.
- En el análisis microbiológico, los aerobios mesófilos presentaron un comportamiento similar entre tratamientos al inicio del almacenamiento; sin embargo, al día 15 se observaron diferencias altamente significativas asociadas con los niveles de café, cáscara de cacao, endulzante y sus interacciones.
- Los recuentos de mohos y levaduras no presentaron diferencias significativas entre las formulaciones al día 0, mientras que durante el almacenamiento se observaron variaciones en su comportamiento, evidenciándose la influencia del tiempo sobre la estabilidad microbiológica del producto.
- Las variables sensoriales de apariencia, color, aroma, sabor y fluidez no presentaron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos ($p > 0,05$), indicando una percepción sensorial similar entre las formulaciones evaluadas.
- La aceptabilidad general presentó diferencias significativas entre los catadores ($p < 0,0001$), pero no entre los tratamientos ($p = 0,5488$), lo que indica que las diferentes formulaciones alcanzaron una aceptación general similar.
- En conjunto, el uso de café y cáscara de cacao permitió desarrollar una bebida fermentada con características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales favorables durante el período evaluado, además de contribuir al aprovechamiento de la cáscara de cacao como subproducto agroindustrial.

6. RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar estudios posteriores evaluando diferentes tiempos de almacenamiento para determinar la estabilidad fisicoquímica y microbiológica de la bebida. Se sugiere ampliar el número de consumidores en la evaluación sensorial y analizar los compuestos bioactivos presentes en el café y la cáscara de cacao para complementar la caracterización del producto.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Abascalá, B., & Valencia, H. (2012). Actualización sobre los efectos de la cafeína y su perfil de seguridad en alimentos y bebidas. *Revista Médica del Hospital General de México*, <https://www.elsevier.es/es-revista-revista-medica-del-hospital-general-325-articulo-actualizacion-sobre-los-efectos-cafeina-X018510631223160X>.
- Barazarte, H., & Sangronis, E. (2008). La cáscara de cacao (*Theobroma cacao* L.): Una posible fuente comercial de pectinas. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*.
- Barceló, J., Rodríguez, A., & Sánchez, M. (2023). *ingesta de cafeína y su efecto sobre el rendimiento en escalada deportiva*. . *Archivos de Medicina del Deporte*.
- Cabañes, A., & Coso, J. D. (2013). *La ingestión de una bebida energética con cafeína mejora la fuerza-resistencia y el rendimiento en escalada deportiva*. https://archivosdemedicinadeldeporte.com/articulos/upload/or04_156.
- Café., P. (s.f.). *¿Cuál es el valor nutricional del café?*. <https://primerocafe.com.mx/mundo-barista/valor-nutricional-cafe/>.
- Caiza Puma, M. d. (2015). *Métodos de fermentación en la calidad del cacao (Theobroma cacao) nacional y CCN-51, en el recinto Guapara, cantón Pangua, Moraspungo*. Universidad Técnica Estatal de Quevedo.: <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/2373>.

- Cardona, V. W., Rojas, G. D., & Rodríguez, R. (2018). *Efectos médicos y odontológicos del consumo de bebidas energéticas*. <https://www.researchgate.net/publication/328574780>.
- Carreño, A. (2025). *Nuevo hallazgo sobre el cacao: descubren que hay un alimento más sano que el café y que tiene los mismos efectos estimulantes*. España : <https://www.lne.es/salud/alimentacion/2025/04/16/descubren-hay-alimento-sano-cafe-116450424.html>.
- Central Café; Cacao. (2023). *Desarrollo de una bebida funcional antioxidante y energizante a partir de la Pulpa de Café (Coffea arabica L.)*. <https://centralcafeycacao.org.pe/2023/08/11/desarrollo-de-una-bebida-funcional-antioxidante-y-energizante-a-partir-de-la-pulpa-de-cafe-coffee-arabica-l/>.
- CEU, B. (2015). *Historia y teoría del marketing*. Universidad CEU Cardenal Herrera.
- Correa Hidalgo. (2021). *Cafeína: riesgos del abuso de bebidas energéticas (Trabajo de fin de grado, Universidad de La Laguna)*. Universidad de laguna: <https://riull.ull.es/xmlui/bitstream/handle/915/25310/Cafeina%20riesgos%20del%20abuso%20de%20bebidas%20energeticas.pdf?sequence=1>.
- Denominación de Origen Cacao Arriba. (2011). *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*. https://www.fao.org/fileadmin/templates/olq/documents/Ecuador/ppp2/1-DO_Cacao_Arriba_FAO_talleres_locales_2011ANACARO.pdf.
- Diario Los Andes . (2025). *Café que cruza fronteras: Análisis de la expansión internacional del café ecuatoriano*. Ecuador: <https://www.diariolosandes.com.ec/cafe-que-cruza-fronteras-analisis-de-la-expansion-internacional-del-cafe-ecuatoriano/>.
- Drinks Gryphon. (2025). *Historia de las bebidas energéticas: desde su origen hasta hoy*. Ecuador: <https://gryphondrinks.com/historia-de-las-bebidas-energeticas-desde-su-origen-hasta-hoy/>.
- Estrategiahelix. (2025). *Ecuador Energy Drinks Market*. Ecuador : <https://strategyh.com/es/report/energy-drinks-market-in-ecuador/>.
- FAO, (s.f.). *La agroecología y los Objetivos de Desarrollo Sostenible*. <https://www.fao.org/agroecology/overview/agroecology-and-the-sustainable-development-goals/es/>.
- Fundación Universitaria Iberoamericana. (2025). *La regulación de los suplementos y alimentos funcionales: avances y desafíos*. <https://blogs.funiber.org/salud-y-nutricion/2025/05/10/la-regulacion-de-los-suplementos-y-alimentos-funcionales-avances-y-desafios>.
- Galdo, M. E. (2020). *Alimentos funcionales en la prevención de enfermedades crónicas no transmisibles y propuesta de elaboración de chocolate funcional en la EAP, Zamorano*. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano .

- Gastropatios, s. (2020). *Cascarilla de cacao: propiedades y contraindicaciones*.
<https://gastropatios.es/cascarilla-de-cacao-propiedades-y-contraindicaciones-3/>.
- Gobierno de México. (2020). *Estudio de calidad de bebidas con cafeína y taurina*. México: Procuraduría Federal del Consumidor (PROFECO).
- González, J., & Ríos, M. (2015). Historia y evolución del marketing: de la producción al consumidor. *Revista de Ciencias Sociales y Humanas*, 35–50.
- Green, J. M., Wickwire, P. J., McLester, J. R., Gendle, S., & Hudson, G. (2007). *Effects of caffeine on repetitions to failure and ratings of perceived exertion during resistance training*. International Journal of Sports Physiology and Performance.
- Guarner, F., & Azpiroz, F. (2024). *Alimentos funcionales*. España: Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología.
- López-Narváez. (2024). Efecto de distintas concentraciones de mucílago de cacao (*Theobroma cacao*L.) y café (*Coffea arabica*) en la elaboración de una bebida energética. *unsm*, 1-10.
- MasScience. (2022). *Compuestos bioactivos en el café, una razón para seguir consumiéndolo*.
<https://www.masscience.com/compuestos-bioactivos-en-el-cafe-una-razon-para-seguir-consumiendolo/>.
- Observatorio Español de las Drogas y las Adicciones. (2023). *nforme bebidas energéticas ESTUDES 2023. Ministerio de Sanidad, Gobierno de España*. España:
https://pnsd.sanidad.gob.es/ciudadanos/dosieresinformacion/pdf/20231204_OEDA_BebidasEnergeticasESTUDES2023_.pdf.
- Paola, S., & Narváez, L. (2022). *ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA ENERGÉTICA A PARTIR DE MUCÍLAGO DE CACAO (Theobroma Cacao L.) SABORIZADA CON CAFÉ (Coffea)*. Quevedo:UTEQ.
- Perfect Daily Grind. (2022). *Higiene y saneamiento en las plantas de tratamiento de café verde*.
<https://perfectdailygrind.com/es/2022/05/25/higiene-saneamiento-plantas-tratamiento-cafe-verde/>.
- R., S. (2025). *El origen de la palabra: cacao*. El Castellano:
<https://www.elcastellano.org/palabra/cacao>.
- Rivera, T., & Martínez, T. (2023). *Residuos del procesamiento del fruto de café como fuente natural de antioxidantes para la industria cárnica*.
<https://doi.org/10.22201/fesz.23958723e.2023.540>.
- Rivera-Ramírez, L. A.-M.-O.-R. (2021). *Revisión de la composición de las bebidas energizantes y efectos en la salud percibidos por jóvenes consumidores*.
<https://dx.doi.org/10.19230/jonnpr.3800>.
- Rodríguez, & García. (2021). *Evaluación del impacto nutricional de bebidas energéticas en jóvenes universitarios*. *Revista de Salud Pública y Nutrición*.
<https://revistasaludnutricion.org/articulo/impacto-bebidas-energeticas>.

- Tuasaúde. (2023). *beneficios del cacao, propiedades y cómo consumirlo*. <https://www.tuasaude.com/es/cacao/>.
- Universidad de Ambato. (2022). *Elaboración de bebida fermentada a base de harina de cáscara de cacao y salvado de arroz*. <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstreams/871484a3-178a-42a0-9ca5-30299f1d03f6/download>.
- Universidad Nacional de San Martín. (2020). *Generalidades del cacao (Theobroma cacao L.)*. Facultad de Ingeniería Agroindustrial. Facultad de Ingeniería Agroindustrial.
- Universitaria Fundación Iberoamericana. (2025). *La regulación de los suplementos y alimentos funcionales: avances y desafíos*. *Blog Salud y Nutrición*. <https://blogs.funiber.org/salud-y-nutricion/2025/05/10/la-regulacion-de-los-suplementos-y-alimentos-funcionales-avances-y-desafios>.
- Vera Chang, J. F. (2023). *Aprovechamiento de residuos del cacao (Theobroma cacao L.) con fines agroalimentarios*. GESICAP.
- Zambrano, Z. J., Dueñas, R. A., & Villanueva, A. R. (2021). Biomasa de residuos agrícolas para la obtención de productos agroindustriales: potencialidades y desafíos en Ecuador. *Zambrano Zambrano, Jhon Enrique, Dueñas-Rivadeneira, Alex Alberto, & Gutiérrez Villanueva, Aixa Rosa. (2021). BIOMASS OF AGRICULTURAL WASTE FOR AGROINDUSTRIAL PRODUCTS OBTAINING: POTENTIALITIES AND CHALLENGES IN ECUADOR. Centro Azúcar, 48(3), 120-133. Epu.*

ANEXOS





