



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

EXTENSIÓN LA MANÁ

CARRERA DE AGROINDUSTRIA

PROYECTO DE TITULACIÓN

**“DESARROLLO Y CARACTERIZACIÓN DE GOMITAS A
BASE DE EXTRACTO DE MORA, PECTINA DE MARACUYÁ
Y ESPIRULINA: ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS,
MICROBIOLÓGICOS Y SENSORIAL”**

Proyecto de investigación presentado previo a la obtención del
Título de Ingeniera Agroindustrial

Autores:

**Anzoategui Cañizares Cristy Micaela
Paredes Sandoval Josselyn Mireya**

Tutor:

Rivera Toapanta Evelyn Andrea

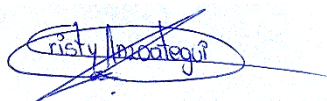
**LA MANÁ – ECUADOR
MARZO - 2026**

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Anzoategui Cañizares Cristy Micaela con cédula de ciudadanía No. 0503716714, Paredes Sandoval Josselyn Mireya, con cédula de ciudadanía No. 0550200521 declaramos ser autores del presente **PROYECTO DE INVESTIGACIÓN: “DESARROLLO Y CARACTERIZACIÓN DE GOMITAS A BASE DE EXTRACTO DE MORA, PECTINA DE MARACUYÁ Y ESPIRULINA: ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS, MICROBIOLÓGICOS Y SENSORIALES”**, siendo Quím. Evelyn Andrea Rivera Toapanta. Ph.D, Tutor del presente trabajo; y, eximo expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certifico que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de mi exclusiva responsabilidad.

La Maná, marzo 12 del 2026



Anzoategui Cañizares Cristy Micaela
C.C: 0503716714



Paredes Sandoval Josselyn Mireya
C.C: 0550200521

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **ANZOATEGUI CAÑIZARES CRISTY MICAELA** PRIMER AUTOR identificada con cédula de ciudadanía No, **0503716714** de estado civil soltera, a quien en lo sucesivo se denominará **LA CEDENTE**; y, de otra parte, la Doctora Idalia Eleonora Pacheco Tigselema, en calidad de Rectora, y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez, Barrio El Ejido, Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA. – **LA CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de Agroindustria, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de **“DESARROLLO Y CARACTERIZACIÓN DE GOMITAS A BASE DE EXTRACTO DEMORA, PECTINA DE MARACUYÁ Y ESPIRULINA: ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS, MICROBIOLÓGICOS Y SENSORIAL”**, la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad; y, las características que a continuación se detallan:

Historial Académico

Inicio de la carrera: Octubre 2022 - Marzo 2023

Finalización de la carrera: Octubre 2025 – Febrero 2026

Aprobación en Consejo Directivo: 12 de marzo del 2025

Tutor: Quím. Evelyn Andrea Rivera Toapanta, Ph.D

Tema: **“DESARROLLO Y CARACTERIZACIÓN DE GOMITAS A BASE DE EXTRACTO DEMORA, PECTINA DE MARACUYÁ Y ESPIRULINA: ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS, MICROBIOLÓGICOS Y SENSORIAL”**

CLÁUSULA SEGUNDA. - **LA CESIONARIA** es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

CLÁUSULA TERCERA. - Por el presente contrato, **LA CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

CLÁUSULA CUARTA. - **OBJETO DEL CONTRATO:** Por el presente contrato **LA CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.

- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
- e) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

CLÁUSULA QUINTA. - El presente contrato se realiza a título gratuito, por lo que LA CESIONARIA no se halla obligada a reconocer pago alguno. En igual sentido, **LA CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

CLÁUSULA SEXTA. - El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD. - Por medio del presente contrato, se cede en favor de LA CESIONARIA el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona, incluyendo **LA CEDENTE**, podrá utilizarla.

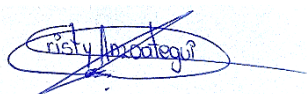
CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS. - LA CESIONARIA podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **LA CEDENTE** en forma escrita.

CLÁUSULA NOVENA. - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

CLÁUSULA DÉCIMA. - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

CLÁUSULA UNDÉCIMA. - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 12 días del mes de marzo del 2026.



Anzoategui Cañizares Cristy Micaela
LA CEDENTE

Dra. Idalia Pacheco Tigselema, Ph.D.
LA CESIONARIA

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **PAREDES SANDOVAL JOSSELYN MIREYA SEGUNDO AUTOR**, identificada con cédula de ciudadanía No, 0550200521 de estado civil soltero, a quien en lo sucesivo se denominará **LA CEDENTE**; y, de otra parte, la Doctora Idalia Eleonora Pacheco Tigselema, en calidad de Rectora, y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez, Barrio El Ejido, Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA. – **LA CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de Agroindustria, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado “**DESARROLLO Y CARACTERIZACIÓN DE GOMITAS A BASE DE EXTRACTO DEMORA, PECTINA DE MARACUYÁ Y ESPIRULINA: ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS, MICROBIOLÓGICOS Y SENSORIAL**”, la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad; y, las características que a continuación se detallan:

Historial Académico

Inicio de la carrera: Octubre 2021 - Febrero 2022

Finalización de la carrera: Octubre 2025 – Febrero 2026

Aprobación en Consejo Directivo: 12 de marzo del 2025

Tutor: Quím. Evelyn Andrea Rivera Toapanta, Ph.D

Tema: “**DESARROLLO Y CARACTERIZACIÓN DE GOMITAS A BASE DE EXTRACTO DEMORA, PECTINA DE MARACUYÁ Y ESPIRULINA: ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS, MICROBIOLÓGICOS Y SENSORIAL**”

CLÁUSULA SEGUNDA. - **LA CESIONARIA** es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

CLÁUSULA TERCERA. - Por el presente contrato, **LA CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

CLÁUSULA CUARTA. - **OBJETO DEL CONTRATO:** Por el presente contrato **LA CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

f) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.

- g) La publicación del trabajo de grado.
- h) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- i) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
- j) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

CLÁUSULA QUINTA. - El presente contrato se realiza a título gratuito, por lo que LA CESIONARIA no se halla obligada a reconocer pago alguno. En igual sentido, **LA CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

CLÁUSULA SEXTA. - El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD. - Por medio del presente contrato, se cede en favor de LA CESIONARIA el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona, incluyendo **LA CEDENTE**, podrá utilizarla.

CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS. - LA CESIONARIA podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **LA CEDENTE** en forma escrita.

CLÁUSULA NOVENA. - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

CLÁUSULA DÉCIMA. - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

CLÁUSULA UNDÉCIMA. - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 12 días del mes de marzo del 2026.



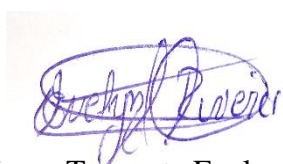
Paredes Sandoval Josselyn Mireya
LA CEDENTE

Dra. Idalia Pacheco Tigselema, Ph.D.
LA CESIONARIA

AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutor del Proyecto de Investigación sobre el título:

“DESARROLLO Y CARACTERIZACIÓN DE GOMITAS A BASE DE EXTRACTO DEMORA, PECTINA DE MARACUYÁ Y ESPIRULINA: ANÁLISIS FISICOQUÍMICOS, MICROBIOLÓGICOS Y SENSORIAL” de Anzoategui Cañizares Cristy Micaela; Paredes Sandoval Josselyn Mireya, de la carrera de Agroindustria, considero que dicho Informe Investigativo es merecedor del aval de aprobación al cumplir las normas técnicas, traducción y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la pre-defensa.



Rivera Toapanta Evelyn Andrea

C.C.: 1717656209

TUTORA

La Maná, 12 de marzo de 2026

AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi, y, por la Extensión La Maná, Carrera de Agroindustria; por cuanto, los postulantes: Anzoategui Cañizares Cristy Micaela; Paredes Sandoval Josselyn Mireya, con el título del Proyecto de Investigación: **“DESARROLLO Y CARACTERIZACIÓN DE GOMITAS A BASE DE EXTRACTO DEMORA, PECTINA DE MARACUYÁ Y ESPIRULINA: ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS, MICROBIOLÓGICOS Y SENSORIAL”**, ha considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del trabajo de titulación.

Por lo antes expuesto, se autoriza grabar los archivos correspondientes en un CD, según la normativa institucional.

La Maná, 12 de marzo de 2026

Para constancia firman:



Carrera Borja Washington Xavier
C.C:0502443625
LECTOR 1 (PRESIDENTE)



Casco Toapanta Marjorie Gissela
C.C: 0502877525
LECTOR 2 (MIEMBRO)



Negrete Ontaneda Tanya
C.C: 1719264945
LECTOR 3 (SECRETARIA)

AGRADECIMIENTO

En primera instancia, doy gracias Dios, por su luz infinita guía mi camino. De igual manera, expreso mi más sincero agradecimiento a mi tutora, PhD. Andrea Rivera, por su paciencia, compromiso y guía durante este proceso.

Extiendo mi gratitud al Proyecto “Innovación, salud y sostenibilidad en la industria alimenticia: desarrollo de alimentos funcionales con materias primas y coproductos autóctonos y exóticos de la provincia de Cotopaxi”. Finalmente, dedico este trabajo a mi emblemática Universidad Técnica de Cotopaxi, mi alma máter, la cual me acogió con conocimiento, valores y oportunidades.

Micaela-Josselyn

DEDICATORIA

En primer lugar, a Dios, por ser mi guía y fortaleza, y por su amor y luz incondicional, a mis padres Cristian Anzoategui y Mónica Canizares, por su apoyo constante, amor incondicional, por enseñarme el verdadero valor del esfuerzo y la perseverancia. Sin duda, se merecen formar parte, al igual que mi hermanita, por ser mi motivación para nunca rendirme y poder ver en mí una hermana ejemplar. A mi novio, por su apoyo, confianza y palabras de aliento cuando me quería rendir. Y a todas las personas que han creído en mí, familiares, amigos, mentores y profesores, en especial a mi tutora de tesis, gracias por su apoyo y por inspirarme a alcanzar mis sueños. Este trabajo es un reflejo de su fe en mí y de los lazos que hemos construido juntos. Con todo mi cariño y gratitud.

Anzoategui Cristy

DEDICATORIA

Con toda mi gratitud y amor, a Dios por guiar cada uno de mis pasos, la luz que transformó mis problemas en oportunidades y la fuerza que acompañó mi sendero. A mis queridos padres, Jaime Paredes y María Sandoval, quienes son la base más sólida de mi vida y el motivo de cada una de mis metas. Gracias por su amor incondicional, por su ejemplo de esfuerzo, humildad y perseverancia. Esta meta representa el cierre de una etapa y el inicio de nuevos anhelos, pero en mi corazón siempre estará grabado el esfuerzo, las lágrimas, las risas y cada paso que dimos juntos. A mi familia, les entrego este triunfo como prueba del poder del amor, la fe y la unión. Este camino lo recorrí con ustedes, y por ustedes, con la certeza de que nunca estuve sola.

Paredes Josselyn

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

EXTENSIÓN LA MANÁ

TÍTULO: “DESARROLLO Y CARACTERIZACIÓN DE GOMITAS A BASE DE EXTRACTO DE DEMORA, PECTINA DE MARACUYÁ Y ESPIRULINA: ANÁLISIS FISICOQUÍMICOS, MICROBIOLÓGICOS Y SENSORIAL”

Autores

**Anzoategui Cañizares Cristy Micaela
Paredes Sandoval Josselyn Mireya**

RESUMEN

La confitería comercial convencional presenta limitaciones relacionadas con el uso de aditivos artificiales y la escasa incorporación de ingredientes naturales. El objetivo de este estudio fue desarrollar gomitas naturales a base de dos variedades de moras (*Rubus glaucus Beth*), miel, espirulina y pectina de la cáscara del maracuyá, bajo un diseño de bloques completamente al azar con un arreglo factorial ($2 \times 2 \times 3 \times 2$), correspondiente a 24 tratamientos, más dos controles definidos dentro del diseño. Se evidenció que el tipo de mora, la miel, los gelificantes y la concentración de espirulina influyeron en parámetros fisicoquímicos como el pH con un mínimo de 3,2 (T21, T22, T13) y un máximo de 3,7 en T11, la humedad 48,6 % en T1 y 69,1 % en T13, los sólidos solubles totales 10,4 % (T13) y 29,6 % (T5) y la densidad 0,8 y 1,2 g/mL. Los tratamientos T12, T13, T14 y G2 obtuvieron valores de 15,06 a 16,76 mg GAE/100 g. Estos tratamientos destacaron por su alto contenido de polifenoles, reforzando el valor potencialmente funcional. Los resultados de los análisis microbiológicos en todas las formulaciones cumplieron con la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2217 (2012), y los tratamientos G1, G2, T8, T10, T11, T21 y T22 mostraron una buena aceptabilidad sensorial (puntuaciones de 7 a 7,79, me gusta moderadamente). En conclusión, las gomitas representan una alternativa tecnológica y saludable, que promueve la sostenibilidad agroindustrial mediante el aprovechamiento de subproductos locales.

Palabras clave: Gomitas, spirulina, polifenoles, aceptabilidad, alimentación sostenible.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI

LA MANÁ EXTENSION

THEME: “DEVELOPMENT AND CHARACTERIZATION OF GUMMIES BASED ON BLACKBERRY EXTRACT, PASSION FRUIT PECTIN, AND SPIRULINA: PHYSICOCHEMICAL, MICROBIOLOGICAL, AND SENSORY ANALYSIS”

Author:

**Anzoategui Cañizares Cristy Micaela
Paredes Sandoval Josselyn Mireya**

ABSTRACT

Conventional commercial confectionery presents limitations related to the use of artificial additives and the limited incorporation of natural ingredients. The objective of this study was to develop natural gummies based on two varieties of blackberries (*Rubus glaucus* Beth), honey, spirulina, and pectin extracted from passion fruit peel, using a completely randomized block design with a factorial arrangement ($2 \times 2 \times 3 \times 2$), corresponding to 24 treatments, plus two controls defined within the design. It was found that the type of blackberry, honey, gelling agents, and spirulina concentration influenced physicochemical parameters such as pH, with a minimum value of 3.2 (T21, T22, T13) and a maximum of 3.7 in T11; moisture content of 48.6% in T1 and 69.1% in T13; total soluble solids of 10.4% (T13) and 29.6% (T5); and density values between 0.8 and 1.2 g/mL. Treatments T12, T13, T14, and G2 obtained values ranging from 15.06 to 16.76 mg GAE/100 g. These treatments stood out for their high polyphenol content, reinforcing their potentially functional value. The results of the microbiological analyses in all formulations complied with the Ecuadorian Technical Standard INEN INEN 221(2012), and treatments G1, G2, T8, T10, T11, T21, and T22 showed good sensory acceptability (scores from 7 to 7.79, “like moderately”). In conclusion, the gummies represent a technological and healthy alternative that promotes agro-industrial sustainability through the use of local by-products.

Keywords: Gummies, spirulina, polyphenols, acceptability, sustainable nutrition.

Contenido

1. INFORMACIÓN GENERAL	1
2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO	2
3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	3
4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	4
4.1. Beneficiarios Directos	4
4.2. Beneficiarios Indirectos	4
5. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	4
6. OBJETIVOS	6
6.1. Objetivo General	6
6.2. Objetivos Específicos.....	6
7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS	7
8. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	8
8.1. Mora	8
8.2. Tipos de mora.....	8
8.3. Comparación General.....	10
8.4. Cosecha de la mora.....	10
8.5. Grados de madurez de la mora	11
8.7. Cáscara	11
8.9. Espirulina	12
8.10. Elaboración de gomitas funcionales	13
8.11. Miel	13
8.12. Evaluación de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos	14
8.12.1. Análisis fisicoquímicos	14
8.12.2. Análisis microbiológicos	14
8.13. Polifenoles	14
8.14. Polifenoles en la mora	15
8.15. Polifenoles de la espirulina.....	15
9. HIPÓTESIS	16
9.1. Hipótesis nula (Ho).....	16
9.2. Hipótesis alternativa (Ha)	16
10. METODOLOGÍA	16
10.1. Ubicación y duración de la experimentación.....	16
10.2. Tipo de investigación	16
10.3. Población y muestra	17
10.4. Diseño experimental	17
10.4.1. Formulación y pruebas preliminares de las gomitas.....	18
10.4.2. Tratamientos.....	18
10.4.3. Variables dependientes e independientes	20
10.5. Análisis estadístico	21
10.6. Metodología Experimental	23
10.6.2. Elaboración y procesamiento de las materias primas	23
10.6.2.1. Pectina de maracuyá.....	23
10.6.2.2. Elaboración de las Gomitas.....	25
10.7.1. Análisis fisicoquímico realizado en la materia prima.....	27
10.7.1.1. Masa (g)	27
10.7.1.2. Densidad (g/mL)	27
10.7.1.3. Medición del pH	27
10.7.1.4. Sólidos Solubles Totales (°Brix).....	27

10.7.1.5. Humedad por estufa (%)	28
10.7.1.6. Medición del diámetro y longitud de la mora (mm)	28
10.7.2. Análisis fisicoquímicos en las gomitas	28
10.7.2.1. Sólidos solubles.....	28
10.7.2.2. pH.....	29
10.7.2.3. Conductividad y Sólidos totales disueltos (TDS).....	29
10.7.2.4. Polifenoles	29
10.7.2.5. Acidez titulable	30
10.7.2.6. Densidad.....	30
10.7.2.7. Diámetro, ancho, espesor y peso.....	31
10.7.2.8. Humedad	31
10.8.2.9. Textura	31
10.8.2.10. Estabilidad	32
10.8.3. Análisis microbiológicos de las gomitas	32
10.8.3.1. Aerobios mesófilos	32
10.8.3.2. <i>E. coli</i> y coliformes	32
10.8.3.3. Mohos y levaduras	33
10.8.4. Análisis Sensorial de Muestras Experimentales	33
11. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	34
11.1. Análisis de las propiedades fisicoquímicos de la materia prima.....	34
11.2. Análisis fisicoquímicos de las gomitas	37
11.3. Evaluación del ancho de las gomitas	43
11.4. Evaluación de la densidad para las gomitas	50
11.5. Análisis de la conductividad eléctrica en gomitas.....	51
11.6. Análisis del espesor para las gomitas	58
11.7. Análisis de humedad para las gomitas	59
11.8. Análisis del peso para las gomitas	64
11.9. Análisis del pH para las gomitas	67
11.10. Análisis de sólidos solubles totales para las gomitas	73
11.11. Análisis de sólidos totales disueltos TDS para las gomitas.....	80
11.12. Análisis de textura para las gomitas.....	86
11.13. Análisis de acidez para las gomitas.....	92
11.14. Análisis de polifenoles para las gomitas	99
11.15. Análisis de estabilidad en gomitas	106
11.16. Análisis fisicoquímicos de los tratamientos gomitas	113
11.17. Evaluación microbiológica.....	119
11.17.1. Mohos y levaduras (UFC/g).....	121
11.17.2. <i>Escherichia coli</i> y coliformes (UFC/g)	121
11.17.3. Aerobios Mesófilos (UFC/g).....	121
11.18. Resultados de análisis sensorial	121
11.18.1. Análisis Sensorial primera sesión	122
11.18.2. Análisis Sensorial segunda sesión.....	124
11.18.3. Análisis sensorial tercera sesión.....	126
12. IMPACTOS TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES Y ECONÓMICOS..	128
12.1. Impacto técnico	128
12.2. Impacto social	129
12.3. Impacto ambiental.....	129
12.4. Impacto económico	130
13. ANÁLISIS DE COSTOS.....	131
14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	132

14.1. Conclusiones	132
14.2. Recomendaciones.....	133
15. BIBLIOGRAFÍA.....	134

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Actividades y sistemas de tareas	7
Tabla 2. Taxonomía de la mora de Castilla (<i>Rubus glaucus Benth</i>).....	9
Tabla 3. Taxonomía de la mora colombiana (<i>Rubus adenotrichus Schltld</i>).....	10
Tabla 4. Estudio comparativo de las especies (<i>R. glaucus</i>) y (<i>R. adenotrichus</i>).....	10
Tabla 5. Taxonomía de la espirulina.....	13
Tabla 6. Valores nutricionales de espirulina deshidratada por cada 100 gramos.....	13
Tabla 7. Variables independientes y dependientes	20
Tabla 8. Esquema del diseño experimental.....	22
Tabla 9. Requisitos microbiológicos para gomitas.....	33
Tabla 10. Escala de valoración para la elaboración sensorial	34
Tabla 11. Análisis fisicoquímicos de la materia prima mora (Colombiana - Castilla) (promedio ± error estándar) y sus diferencias entre materias primas y altitudes	34
Tabla 12. Análisis fisicoquímicos de la materia prima mora (Colombiana - Castilla) (promedio ± error estándar).....	35
Tabla 13. Análisis de varianza para un DBCA para el diámetro de las gomitas de mora.....	38
Tabla 14. Prueba de Tukey al 5% de significancia para el diámetro de las gomitas de mora.....	40
Tabla 15. Prueba de Tukey al 5% de significancia para el diámetro de las gomitas de mora.....	41
Tabla 16. Prueba de Tukey al 5% de significancia para el diámetro.....	41
Tabla 17. Análisis de varianza para un DBCA para el ancho de las gomitas de mora	43
Tabla 18. Prueba de Tukey al 5% de significancia para el ancho de las gomitas de mora	45
Tabla 19. Prueba de Tukey al 5% de significancia para el ancho de las gomitas de mora	46
Tabla 20. Prueba de Tukey al 5% de significancia para el ancho de las gomitas de mora	46
Tabla 21. Prueba de Tukey al 5% de significancia para el ancho de las gomitas de mora	47
Tabla 22. Prueba de Tukey al 5% de significancia para el ancho de las gomitas de mora	47
Tabla 23. Prueba de Tukey al 5% de significancia para el ancho	48
Tabla 24. Análisis de varianza para un DBCA de bloques para la densidad de las gomitas de mora.....	50
Tabla 25. Análisis de varianza para un DBCA bloques para la conductividad de las gomitas de mora.....	51
Tabla 26. Prueba de Tukey al 5% de significancia para la conductividad de las gomitas de mora	53
Tabla 27. Prueba de Tukey al 5% de significancia para la conductividad de las gomitas de mora	54
Tabla 28. Prueba de Tukey al 5% de significancia para la conductividad de las gomitas de mora	54
Tabla 29. Prueba de Tukey al 5% de significancia para la conductividad de las gomitas de mora	55
Tabla 30. Prueba de Tukey al 5% de significancia para la conductividad de las gomitas de mora	55
Tabla 31. Prueba de Tukey al 5% de significancia para la conductividad	56
Tabla 32. Análisis de varianza para un DBCA para el espesor de las gomitas de mora	58
Tabla 33. Análisis de varianza para un DBCA bloques para la humedad de las gomitas de mora	59

Tabla 34. Prueba de Tukey al 5% de significancia para la humedad de las gomitas de mora	61
Tabla 35. Prueba de Tukey al 5% de significancia para la humedad de las gomitas de mora	62
Tabla 36. Prueba de Tukey al 5% de significancia para la humedad de las gomitas de mora	62
Tabla 37. Prueba de Tukey al 5% de significancia para la humedad	63
Tabla 38. Análisis de varianza para un DBCA para el peso de las gomitas de mora.....	65
Tabla 39. Prueba de Tukey al 5% de significancia para el peso de las gomitas de mora.....	66
Tabla 40. Análisis de varianza para un DBCA para el pH de las gomitas de mora	67
Tabla 41. Prueba de Tukey al 5% de significancia para el pH de las gomitas de mora	69
Tabla 42. Prueba de Tukey al 5% de significancia para el pH de las gomitas de mora	70
Tabla 43. Prueba de Tukey al 5% de significancia para el pH de las gomitas de mora	70
Tabla 44. Prueba de Tukey al 5% de significancia para el pH de las gomitas de mora	70
Tabla 45. Prueba de Tukey al 5% de significancia para el pH de las gomitas de mora	71
Tabla 46. Prueba de Tukey al 5% de significancia para el pH	72
Tabla 47. Análisis de varianza para un DBCA para sólidos solubles totales de las gomitas de mora	74
Tabla 48. Prueba de Tukey al 5% de significancia para sólidos solubles totales de las gomitas de mora	75
Tabla 49. Prueba de Tukey al 5% de significancia para sólidos solubles totales de las gomitas de mora	76
Tabla 50. Prueba de Tukey al 5% de significancia para sólidos solubles totales de las gomitas de mora	76
Tabla 51. Prueba de Tukey al 5% de significancia para sólidos solubles totales de las gomitas de mora	77
Tabla 52. Prueba de Tukey al 5% de significancia para sólidos solubles totales de las gomitas de mora	77
Tabla 53. Prueba de Tukey al 5% de significancia para sólidos solubles totales.....	78
Tabla 54. Análisis de varianza para un DBCA para TDS de las gomitas de mora	80
Tabla 55. Prueba de Tukey al 5% de significancia para TDS de las gomitas de mora	81
Tabla 56. Prueba de Tukey al 5% de significancia para TDS de las gomitas de mora	82
Tabla 57. Prueba de Tukey al 5% de significancia para TDS de las gomitas de mora	82
Tabla 58. Prueba de Tukey al 5% de significancia para TDS de las gomitas de mora	83
Tabla 59. Prueba de Tukey al 5% de significancia para TDS de las gomitas de mora	83
Tabla 60. Prueba de Tukey al 5% de significancia para TDS	84
Tabla 61. Análisis de varianza para un DBCA para textura de gomitas de mora	86
Tabla 62. Prueba de Tukey al 5% de significancia para textura de las gomitas de mora.....	88
Tabla 63. Prueba de Tukey al 5% de significancia para textura de las gomitas de mora.....	89
Tabla 64. Prueba de Tukey al 5% de significancia para textura de las gomitas de mora.....	89
Tabla 65. Prueba de Tukey al 5% de significancia para textura de las gomitas de mora.....	90
Tabla 66. Prueba de Tukey al 5% de significancia para textura.....	90
Tabla 67. Análisis de varianza para un DBCA para acidez de las gomitas de mora	92
Tabla 68. Prueba de Tukey al 5% de significancia para acidez de las gomitas de mora.....	94
Tabla 69. Prueba de Tukey al 5% de significancia para acidez de las gomitas de mora.....	95
Tabla 70. Prueba de Tukey al 5% de significancia para acidez de las gomitas de mora.....	95
Tabla 71. Prueba de Tukey al 5% de significancia para la acidez de las gomitas de mora.....	96
Tabla 72. Prueba de Tukey al 5% de significancia para acidez de las gomitas de mora.....	96
Tabla 73. Prueba de Tukey al 5% de significancia para acidez de las gomitas de mora.....	97
Tabla 74. Análisis de varianza para un DBCA para polifenoles de las gomitas de mora	99
Tabla 75. Prueba de Tukey al 5% de significancia para polifenoles de las gomitas de mora	101
Tabla 76. Prueba de Tukey al 5% de significancia para polifenoles de las gomitas de mora	102
Tabla 77. Prueba de Tukey al 5% de significancia para polifenoles de las gomitas de mora	103

Tabla 78. Prueba de Tukey al 5% de significancia para polifenoles de las gomitas de mora	103
Tabla 79. Prueba de Tukey al 5% de significancia para polifenoles	104
Tabla 80. Análisis de varianza para un DBCA bloques para el análisis de estabilidad de gomitas de mora	107
Tabla 81. Prueba de Tukey al 5% de significancia para estabilidad en gomitas de mora	109
Tabla 82. Prueba de Tukey al 5% de significancia para la estabilidad en las gomitas de mora	110
Tabla 83. Prueba de Tukey al 5% de significancia para los análisis de estabilidad de las gomitas de mora	110
Tabla 84. Análisis fisicoquímicos de las gomitas (promedio \pm error estándar) y sus diferencias por tratamiento.....	113
Tabla 85. Análisis fisicoquímicos de las gomitas (promedio \pm error estándar) y sus diferencias por tratamiento.....	116
Tabla 86. Análisis microbiológico de las gomitas.....	120
Tabla 87. Puntuaciones de aceptabilidad y perfil sensorial de las gomitas - primera sesión .	122
Tabla 88. Puntuaciones de aceptabilidad y perfil sensorial de las gomitas - Segunda sesión	125
Tabla 89. Puntuaciones de aceptabilidad y perfil sensorial de las gomitas - tercera sesión .	127
Tabla 90. Recursos económicos para el desarrollo de la investigación.....	131

ÍNDICE DE FIGURA

Figura 1. Mora Castilla.....	8
Figura 2. Mora Colombiana.	9
Figura 3. La ilustración presenta la evolución cromática del fruto durante su proceso de maduración. Grado de madurez de la mora, 1 – Fruto inmaduro inicial, 2 – Desarrollo temprano, 3 – Intermedia, 4 – Premaduración, 5 – Maduración avanzada, 6 – Fruto completamente maduro.....	11
Figura 4. Morfología del maracuyá.....	11
Figura 5. Espirulina seca en polvo.....	12
Figura 6. Miel de abeja.....	14
Figura 7. Estructura química de flavonoides, antocianina y ácido fenólico.....	15
Figura 8. Ubicación del Sector Guarumal Google (2025)	23
Figura 9. Diagrama para la extracción de pectina de maracuyá y almacenada en envases herméticos.....	24
Figura 10. Diagrama de flujo de la elaboración de gomitas de mora.....	26
Figura 11. Comportamiento de la estabilidad de las gomitas en el transcurso del tiempo	112
Figura 12 Aceptabilidad general de la sesión 1	123
Figura 13. Aceptabilidad general de la sesión 2.....	126
Figura 14. Aceptabilidad general de la sesión 3	128

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Densidad	27
Ecuación 2. Humedad por estufa	28
Ecuación 3. Acidez titulable	30
Ecuación 4. Densidad	30
Ecuación 5. Humedad	31

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del proyecto

“Desarrollo y caracterización de gomitas a base de mora, pectina de maracuyá y espirulina: Análisis fisicoquímicos, microbiológicos y sensorial”

Fecha de inicio: Octubre 2025

Fecha de finalización: Marzo 2026

Lugar de ejecución: Laboratorio de la Universidad Técnica de Cotopaxi

Facultad que auspicia: Extensión – La Maná

Carrera que auspicia: Ingeniería Agroindustrial

Proyecto de investigación: “Innovación, salud y sostenibilidad en la industria alimenticia: Desarrollo de Alimentos Funcionales con materias primas y coproductos autóctonos y exóticos de la provincia de Cotopaxi”

Equipo de trabajo: Anzoategui Cañizares Cristy

Micaela Paredes Sandoval

Josselyn Mireya

Quím. Rivera Toapanta Evelyn Andrea Tutora del proyecto Ph.D

Área de conocimiento: Ingeniería, industria y construcción

Línea de investigación: Procesos tecnológicos, bioquímica, biomateriales, desarrollo y seguridad alimentaria

Sublínea de investigación: Biotecnología agroindustrial

2. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO

En las últimas décadas, la atención del público hacia la salud ha impactado a la industria alimentaria a gran escala. Una de las expresiones más claras de fenómeno ha sido los llamados "alimentos funcionales". Estos incluyen los productos que, además de ofrecer una respuesta a necesidades nutricionales básicas, brindan beneficios adicionales, como la precaución de enfermedades y mejorando la salud integral (Santos, 2023).

La categoría de alimentos funcionales, la confitería (en especial las gomitas) ha demostrado ser una opción atractiva con el propósito de suministrar nutrientes y compuestos bioactivos. Esto se debe a su fácil consumo, variedad de sabores y a la posibilidad de incorporar compuestos funcionales. La atención de este sector en desarrollo se centra en la producción de gomitas que, además de aportar beneficios a la salud, cuenten con una adecuada aceptación. Para ello, se buscan ingredientes naturales y se implementan técnicas de procesamiento sostenibles (Bravo & Maldonado, 2025).

En este estudio se plantea la elaboración de gomitas funcionales, enriquecidas con espirulina y pectina obtenida de la cascara de maracuyá. La espirulina, reconocida como una microalga de elevado valor nutricional, destaca por su abundante contenido de proteínas, vitaminas, minerales y compuestos antioxidantes, lo que la convierte en un insumo de gran interés (Spínola *et al.*, 2024). De manera complementaria, la cascara de maracuyá considerada un subproducto agroindustrial, contribuye una fuente importante de pectina, polisacáridos con propiedades gelificantes que puede emplearse como agente estructurante en la formulación de gomitas (Tapia *et al.*, 2021). La integración de ambos ingredientes no solo potencia las características nutricionales y funcionales del producto final, sino que también favorece la sostenibilidad mediante la valorización de residuos agroindustriales (Bravo, 2020).

El trabajo se centra en elaborar gomitas potencialmente funcionales a partir de pulpa de mora, enriquecidas con pectina extraída de la cáscara de maracuyá y espirulina, con el fin de aprovechar las materias primas y coproductos que contribuyen al consumo natural y saludable, así como al desarrollo económico local y sostenible.

3. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

En los últimos años, los problemas de salud ocasionados por una alimentación sin equilibrio han impulsado a la creación de productos con valor agregado y beneficios, además de los que brindan valor nutricional básico. En este sentido, la creación de alimentos por su funcionalidad con base en ingredientes naturales sigue siendo, actualmente, una alternativa relevante al satisfacer la necesidad del consumidor (Hernández *et al.*, 2021).

La elaboración de gomitas formuladas con mora (*Rubus glaucus*), pectina extraída de la cáscara de maracuyá (*Passiflora edulis*) y espirulina (*Arthrospira platensis*) constituye una alternativa innovadora, saludable, natural y sostenible, orientada a responder a las tendencias actuales de consumo ya la creciente demanda de productos funcionales.

La mora (*Rubus glaucus*) es una fruta que cuenta con un gran número de compuestos bioactivos como antocianinas, flavonoides y polifenoles que, por una parte, son antioxidantes que de manera activa participan en la prevención del envejecimiento y enfermedades degenerativas (Terán *et al.*, 2024).

La pectina de maracuyá (*Passiflora edulis*) actúa como un agente gelificante natural que mejora la textura y consistencia de las gomitas, además de aportar fibra soluble, contribuyendo al mantenimiento de una buena salud digestiva (Muñoz, 2024).

La espirulina (*Arthrospira platensis*), reconocida por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO, 2020), como un superalimento, contiene entre un 60 y 70% de proteínas, además de vitaminas del complejo B, hierro y antioxidantes. Su incorporación en productos alimenticios permite enriquecer el valor nutricional y generar alimentos con propiedades potencialmente funcionales, siendo especialmente relevante para poblaciones con deficiencias nutricionales.

El desarrollo de estas gomitas también contribuye al aprovechamiento de materias primas locales, fomenta sostenibilidad, crecimiento económico y social de la comunidad, al utilizar productos de origen natural y bajo impacto ambiental. Además, este estudio se integra con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), especialmente está relacionado con hambre cero (ODS 2), salud y bienestar (ODS 3), la producción y consumo responsable (ODS 12).

4. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

4.1. Beneficiarios Directos

Los beneficiarios directos del proyecto correspondieron a cien personas de la carrera de Agroindustria de la Universidad Técnica de Cotopaxi, Extensión La Maná, quienes participaron activamente en este estudio. A través de la investigación, estudiantes y docentes intervinieron en la evaluación sensorial de las gomitas innovadoras y, paralelamente, contribuyeron a la revalorización de residuos agroindustriales mediante su aplicación en la elaboración de gomitas formuladas con extracto de mora, pectina de maracuyá y espirulina.

4.2. Beneficiarios Indirectos

Los beneficiarios indirectos de este proyecto corresponden a los pobladores de la parroquia La Esperanza de Macuchi, sector Guarumal, en el cantón Sigchos, provincia de Cotopaxi. En esta zona, numerosos agricultores poseen fincas con bajo rendimiento de mora y enfrentan la inestabilidad del mercado junto con los bajos precios de venta, factores que limitan la rentabilidad de su producción y restringen el desarrollo socioeconómico local.

Este proyecto propone una alternativa viable para transformar la mora en productos con mayor valor agregado e innovación, lo que podría mejorar la eficiencia productiva y generar nuevas oportunidades de emprendimiento rural. Asimismo, el proyecto tiene el potencial de beneficiar, de forma más amplia, a las familias de los productores y otros actores de la comunidad interesados en implementar modelos sustentables de aprovechamiento integral de la mora.

5. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

En la actualidad, el consumo de productos de confitería en Ecuador, como las gomitas comerciales, se ha incrementado significativamente debido a su bajo costo y amplia aceptación en diferentes grupos de edad. Sin embargo, la mayoría de estos productos presentan altos contenidos de azúcares refinados, colorantes artificiales y aditivos químicos, lo que los convierte en alimentos con bajo valor nutricional y escasos beneficios para la salud. Este panorama evidencia la necesidad de desarrollar alternativas saludables que integren ingredientes naturales y funcionales que aporten compuestos bioactivos y reduzcan el uso de aditivos sintéticos (Rafael *et al.*, 2022).

En respuesta a esta problemática, nace la propuesta de elaborar gomitas a base de extracto de mora (*Rubus glaucus*), pectina de maracuyá (*Passiflora edulis*) y espirulina (*Arthrospira platensis*), con el fin de obtener un producto natural, nutritivo y potencialmente funcional. La mora destaca por su alto contenido de antocianinas y antioxidantes, la pectina de maracuyá actúa como gelificante vegetal y fuente de fibra soluble, mientras que la espirulina es una microalga rica en proteínas, vitaminas y minerales esenciales, lo que la convierte en un ingrediente de gran interés en la formulación de alimentos nutritivos (Flores *et al.*, 2024).

A pesar de las ventajas nutricionales de estos ingredientes, en el mercado ecuatoriano aún es limitada la oferta de productos confitados funcionales que combinen propiedades sensoriales agradables y beneficios para la salud. Por ello, es necesario investigar la formulación, desarrollo y caracterización de este tipo de productos, evaluando su composición fisicoquímica, microbiológica y sensorial, para determinar su viabilidad tecnológica y aceptación por parte del consumidor (Rafael *et al.*, 2022).

El desarrollo de gomitas a partir de materias primas locales representa una alternativa innovadora que no solo puede mejorar los hábitos alimenticios de la población, sino también promover el aprovechamiento sostenible de recursos agroindustriales y fomentar la soberanía alimentaria y empleos a nivel local.

6. OBJETIVOS

6.1. Objetivo General

- Desarrollar gomitas a base de extracto de mora con pectina de maracuyá y espirulina.

6.2. Objetivos Específicos

- Caracterizar las propiedades fisicoquímicas de las dos variedades de mora.
- Determinar las propiedades fisicoquímicas y microbiológicas de las gomitas.
- Evaluar las propiedades organolépticas de las gomitas.

7. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

Tabla 1. *Actividades y sistemas de tareas*

Objetivos	Actividades	Resultados	Verificación
<ul style="list-style-type: none"> • Caracterizar las propiedades fisicoquímicas de las dos variedades de mora y espirulina. 	<ul style="list-style-type: none"> • Obtención de la materia prima • Medición de cada parámetro fisicoquímico 	<ul style="list-style-type: none"> • Información de la materia prima. 	<ul style="list-style-type: none"> • Tablas de resultados.
<ul style="list-style-type: none"> • Determinar las propiedades fisicoquímicas y microbiológicas de los tratamientos 	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis fisicoquímicos y determinación de polifenoles, método (Folin-Ciocalteu). • Recuento microbiológico (aerobios mesófilos, mohos y levaduras, <i>E. coli</i>). 	<ul style="list-style-type: none"> • Tratamientos con diferentes combinaciones. • Comportamiento de variables fisicoquímicas por tratamiento. • Concentración de polifenoles por tratamiento. • Valores microbiológicos dentro del límite permitido. 	<ul style="list-style-type: none"> • Fotografía. • Tablas de resultados.
<ul style="list-style-type: none"> • Evaluar las propiedades organolépticas de las gomitas 	<ul style="list-style-type: none"> • Evaluación sensorial y aceptabilidad. 	<ul style="list-style-type: none"> • Tratamiento con mayor aceptación. 	<ul style="list-style-type: none"> • Hojas de evaluación sensorial (Anzaldúa, 1996).

Nota: La tabla describe de manera secuencial la metodología aplicada para el desarrollo gomitas funcionales. Se detalla el vínculo directo entre los objetivos específicos, el proceso analítico en laboratorio y los mecanismos de verificación bajo la normativa técnica vigente Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2217 (2012).

8. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

8.1. Mora

La mora es una fruta ampliamente cultivada en la región andina, destacada por su alto contenido de antocianinas, compuestos fenólicos vitamina C, los cuales le confieren propiedades antioxidantes, además de aportar coloración natural y un sabor característico. En Ecuador y Colombia se cultivan principalmente dos variedades con relevancia agroindustrial: la mora de Castilla (*Rubus glaucus Benth.*) y la mora Colombiana (*Rubus adenotrichos Schltdl.*), ambas reconocidas por su adaptabilidad a zonas de altitud media y su calidad sensorial (Grande *et al.*, 2020).

Asimismo, la mora presenta un gran potencial para la elaboración de productos procesados debido a su versatilidad y a las propiedades funcionales de sus componentes bioactivos. Diversos estudios señalan que sus antocianinas poseen capacidad antiinflamatoria y protectora frente a enfermedades degenerativas, lo que ha incrementado el interés de la industria alimentaria por desarrollar derivados como pulpas, mermeladas, bebidas funcionales y golosinas enriquecidas. Este potencial convierte a la mora en un recurso estratégico para la innovación agroindustrial y para el fortalecimiento de cadenas productivas en comunidades rurales (Gómez, 2023).

8.2. Tipos de mora

8.2.1. Mora de Castilla (*Rubus glaucus Benth*)



Figura 1. Mora Castilla (Iza *et al.*, 2020).

Esta fruta es originaria de Sudamérica, cultivada principalmente en las zonas templadas del Ecuador, Colombia, Perú, entre los 1.800 y 3.000 metros de altitud. Es una planta semiarbustiva de tallos espinosos que produce frutos rojos oscuros o negros, ricos en vitamina C, fibra y antioxidantes. Se adaptan bien a suelos francos y climas húmedos, con buena exposición solar. Su cultivo tiene gran importancia económica y nutricional ya que se utiliza

tanto en jugos, mermeladas, vinos como en productos industriales y medicinales, aportando impacto positivo en la salud por sus propiedades antioxidantes, antiinflamatorias y digestivas (Iza *et al.*, 2020), (Ver, **Figura 1**).

Tabla 2. Taxonomía de la mora de Castilla (*Rubus glaucus* Benth)

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Tribu	Rubeae
Orden	Rosales
Familia	Rosoideae
Genero	<i>Rubus</i>
Especie	<i>Rubus glaucus</i>
Nombre vulgar	Mora de Castilla

Nota: La tabla detalla la jerarquía biológica de la mora de Castilla, utilizada como materia prima principal en esta investigación. La clasificación sigue los criterios botánicos establecidos para la identificación de especies con potencial antioxidante (López *et al.*, 2019).

8.2.2. Mora Colombiana (*Rubus adenotrichus* Schldl)



Figura 2. Mora Colombiana (Vasco *et al.*, 2008).

La mora Colombiana es un fruto de alto valor nutricional y funcional, ampliamente cultivado en regiones andinas por su gusto ácido y por tener mucha importancia funcional y valor nutricional. Es rica en vitamina C, antocianinas, flavonoides y compuestos fenólicos que contribuyen a la salud humana y la convierten en un ingrediente base ideal para la elaboración de productos agroindustriales como jugos, mermeladas, vinos y gomitas. Sin embargo, debido a su alta actividad de agua y bajo pH, es susceptible a deterioro microbiológico y enzimático, por lo que se requiere un manejo postcosecha adecuado y técnicas de conservación que mantengan su calidad sensorial y nutritiva (Iza *et al.*, 2020), (Ver, **Figura 2**).

Tabla 3. Taxonomía de la mora colombiana (*Rubus adenotrichus* Schltdl)

Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Tribu	Rubeae
Orden	Rosales
Familia	Rosaceae
Genero	<i>Rubus</i>
Especie	<i>Rubus adenotrichus</i> Schltdl
Nombre vulgar	Mora Colombiana

Nota: La tabla presenta la organización taxonómica de la especie *Rubus adenotrichus*, reconocida por su perfil de compuestos fenólicos. La descripción técnica se fundamenta en los registros botánicos actualizados de la base de datos de flora mundial (Vasco et al., 2008).

8.3. Comparación General

Tabla 4. Estudio comparativo de las especies (*R. glaucus*) y (*R. adenotrichus*)

Característica	Mora de Castilla (<i>Rubus glaucus</i>)	Mora Colombiana (<i>Rubus adenotrichus</i>)
Color	Púrpura oscura – negro	Rojo – púrpura oscura
Sabor	Agridulce	Ácido
Contenido de jugo	Alto	Medio
Contenido de antocianinas	Muy alto	Alto
Uso industrial	Yogures, mermeladas, gomitas	Jugos y mezclas frutales

Nota: La tabla presenta un contraste técnico entre las dos variedades de mora utilizadas en la investigación. Se destacan factores críticos como el contenido de antocianinas y el perfil sensorial, los cuales influyen directamente en la capacidad antioxidante y la aceptabilidad del producto final (Iza et al., 2020).

8.4. Cosecha de la mora

Cosecha y actividades postcosecha se refieren al aseguramiento de la calidad de la fruta desde el huerto hasta los sitios de comercialización. Una fruta de calidad y su correcto almacenamiento sin desperdicio producen buenos precios y aumentan la vida útil de la fruta (Obregón, 2021).

8.5. Grados de madurez de la mora

La madurez de la mora es el estado de pleno desarrollo de un órgano y es de dos tipos fisiológica, que ocurre antes del final de la etapa de crecimiento, cuando la fruta todavía está en la planta, y organoléptica que ocurre en postcosecha (Vásquez *et al.*, 2025), (Ver, **Figura 3**).

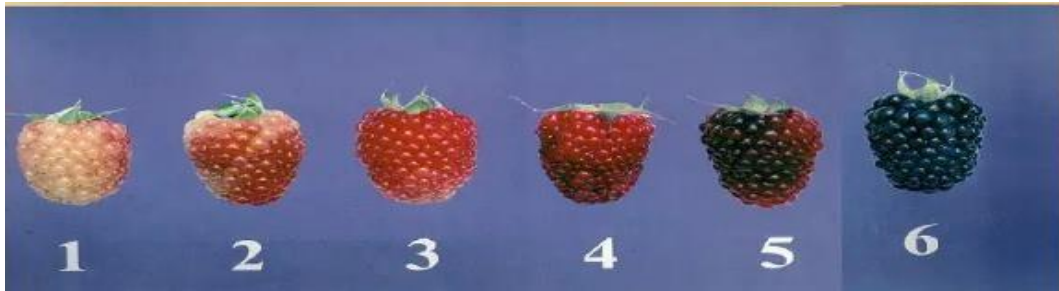
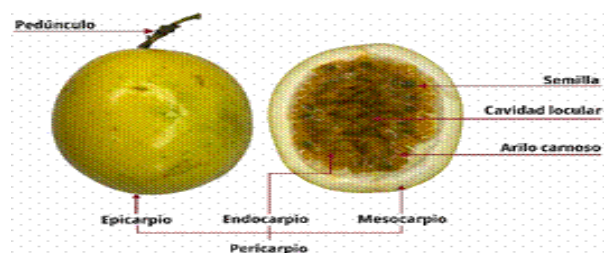


Figura 3. La ilustración presenta la evolución cromática del fruto durante su proceso de maduración. Grado de madurez de la mora, 1 – Fruto inmaduro inicial, 2 – Desarrollo temprano, 3 – Intermedia, 4 – Premaduración, 5 – Maduración avanzada, 6 – Fruto completamente maduro (Terán *et al.*, 2024).

8.6. Maracuyá (*Passiflora edulis flavicarpa*)

El maracuyá (*Passiflora edulis*) es una familia de frutales leñosas, siendo el maracuyá un miembro principal de la familia. Es una fruta tropical con impacto sustancial en la economía e industrial con un mercado mundial debido a su aroma y sabor. Se origina en América tropical y es una fruta con producción industrial para jugos y gelatinas. El maracuyá es la fruta de la pasión cultivada en muchas partes tropicales del mundo y se encuentra entre las más cultivadas de las 2 variedades principales (Rodríguez *et al.*, 2023), (Ver, **Figura 4**).



8.7. Cáscara

La piel de maracuyá (*Passiflora edulis*) contiene vitaminas y minerales importantes, así como nutrientes de fibras dietéticas solubles. Estas fibras son útiles para controlar los niveles de glucosa en la sangre y a la prevención de enfermedades cardiovasculares. El resultado de un análisis proximal de la piel de maracuyá marchita muestra un total de fibra dietética del

63,40% y una composición de carbohidratos del 23,41% con 7,50% de minerales (como cenizas), 4,82% de proteína y 0,87% de grasa (Rodríguez *et al.*, 2023).

8.8. Pectina de maracuyá (*Passiflora edulis flavicarpa*)

El maracuyá (*Passiflora edulis flavicarpa*) es una planta trepadora tropical y subtropical de extrema relevancia comercial en todo el mundo. Su fruta tiene un número notable de beneficios para la salud y tiene un gran valor comercial. La fruta y su piel seca se utilizan para extraer pectina de maracuyá y ambos se utilizan en las industrias alimentaria y farmacéutica. La pectina ha sido tradicionalmente obtenida exclusivamente de frutas cítricas y pulpa de manzana. Sin embargo, con las grandes cantidades de maracuyá producidas, ha sido de mayor interés extraer pectina de la piel de la fruta, un subproducto que comprende entre el 50% y el 60% de la fruta entera para mitigar aún más los residuos industriales adversos en el proceso de frutas y pieles (Anaya *et al.*, 2018).

8.9. Espirulina

La espirulina se considera un superalimento, obtenido de algas. Esta alga se encuentra en aguas alcalinas, donde requiere CO₂ para fotosintetizar y crecer. Tiene mayor valor proteico que la soja y la carne. Al ser un superalimento, la espirulina aporta prebióticos que favorecen la función inmune al incrementar la producción de anticuerpos que combaten procesos crónicamente degenerativos como el cáncer de hígado, colon, piel y algunos hematológicos, aunque la evidencia aún es preliminar y no sustituye tratamientos médicos (Malpartida *et al.*, 2022), (Ver, **Figura 5, Tabla 5, Tabla 6**).



Figura 5. *Espirulina seca en polvo*

Tabla 5. Taxonomía de la espirulina

Clase	Cyanophyceae
Subclase	Oscillatoriothycidae
Orden	Oscillatoriales
Familia	Oscillatoriaceae
Género	<i>Arthrospira</i>
Especie	<i>Arthrospira máxima</i>

Nota: Organización jerárquica de la cianobacteria empleada como ingrediente funcional (Habib et al., 2008).

Tabla 6. Valores nutricionales de espirulina deshidratada por cada 100 gramos

Contenido	Valor (g)
Energía	335
Proteínas	57,5
Grasa	5,4
Ácidos grasos saturados	2,65
Ácido mirístico	0,075
Ácido palmítico	2,496
Ácido esteárico	0,077
Ácidos grasos monoinsaturados	0,675
Ácido palmitoleico	0,328
Ácido oleico	0,347
Ácidos grasos poliinsaturado	2,08
Ácido linoleico	0,823
La energía está expresada en kilocalorías (kcal)	

Nota: Perfil bromatológico del concentrado de microalga donde destaca su alto aporte proteico, representando más del 50% de su composición. Los valores de energía se expresan en kilocalorías (kcal) y los nutrientes en gramos (g), conforme a los parámetros de referencia para ingredientes funcionales deshidratados (Habib et al., 2008).

8.10. Elaboración de gomitas funcionales

Las gomitas están de moda en la confitería y se están usando como soporte para la inclusión de ingredientes funcionales. La combinación de espirulina y pectina de maracuyá en la formulación de gomitas, permite obtener un producto de mejor perfil nutricional y agradable textura. La calidad y aceptación del producto final están determinadas por la formulación y por el control de las condiciones de procesamiento (Huto, 2025).

8.11. Miel

La miel, un producto natural obtenido de las abejas a partir del néctar recolectado de las flores. Hay casi 320 diferentes tipos de miel que varían en color, olor y sabor. Se caracteriza por ser un líquido viscoso y dulce, cuya composición incluye principalmente azúcares, además de compuestos bioactivos que le confieren propiedades nutricionales y funcionales, como aminoácidos, vitaminas, minerales, hierro, zinc y antioxidantes. Además de ser un endulzante

natural, la miel actúa como antiinflamatoria y antioxidante, y tiene propiedades antibióticas. Se sabe que las personas utilizan la miel tanto para aliviar la tos como de forma tópica en quemaduras y para promover la sanación de heridas (Hernández *et al.*, 2025), (Ver, **Figura 6**).



Figura 6. Miel de abeja (Álvarez *et al.*, 2010).

8.12. Evaluación de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos

8.12.1. Análisis fisicoquímicos

El término análisis fisicoquímico se define bajo pruebas de laboratorio que se realizan para analizar las diversas propiedades fisicoquímicas de una sustancia, materiales o productos. Sin embargo, estos no solo incluyen la composición, la concentración de sus componentes que incluye densidad, pH, acidez, conductividad, color, viscosidad y la presencia de ciertos compuestos específicos (Florencia *et al.*, 2025).

8.12.2. Análisis microbiológicos

El análisis microbiológico en las gomitas es fundamental para garantizar su inocuidad y calidad sanitaria, ya que estos productos poseen un contenido moderado de humedad y azúcares que pueden favorecer el crecimiento microbiano si no se controlan adecuadamente. Los principales parámetros evaluados incluyen el recuento de aerobios mesófilos, mohos y levaduras, coliformes totales. Estos ensayos permiten identificar posibles contaminaciones y asegurar que el producto cumpla lo establecido en las normativas alimentarias nacionales e internacionales (Cando *et al.*, 2025).

8.13. Polifenoles

Los polifenoles son compuestos naturales de origen vegetal, desempeñan un papel fundamental como antioxidantes. Se encuentran en una gran diversidad de alimentos como frutas y

verduras, cereales integrales, té, café y espirulina, además de vino tinto y aceites vegetales. Su función en el organismo consiste en potenciar la mitigación de enfermedades crónicas no transmisibles, por ejemplo, al control de enfermedades cardiovasculares, diabetes tipo 2 y algunos tipos de cáncer. Esto es posible gracias a la capacidad de los polifenoles de neutralizar los radicales libres, de modular la inflamación y de mejorar la función endotelial (Bolat *et al.*, 2024).

8.14. Polifenoles en la mora

La mora se caracteriza por su alto contenido de antocianinas, pigmentos flavonoides y compuestos fenólicos, que actúan como potentes antioxidantes (Correales, 2022), (Ver, **Figura 7**).

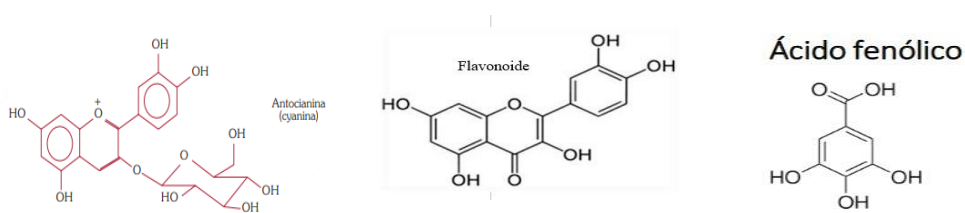


Figura 7. Estructura química de flavonoides, antocianina y ácido fenólico

8.15. Polifenoles de la espirulina

La espirulina contiene polifenoles como ácidos fenólicos y flavonoides, que junto con la ficocianina y carotenoides potencian su capacidad antioxidante y antiinflamatoria. Estos compuestos ayudan a neutralizar radicales libres y se estudian para aplicaciones en alimentos funcionales y suplementos (Castro, 2019).

9. HIPÓTESIS

9.1. Hipótesis nula (H₀)

La combinación de mora, miel, pectina de maracuyá y espirulina no produce cambios significativos en las propiedades fisicoquímicas, microbiológicas, sensoriales ni en el contenido de polifenoles de las gomitas, en comparación con las formulaciones control.

9.2. Hipótesis alternativa (H_a)

La combinación de mora, miel, pectina de maracuyá y espirulina produce cambios significativos en las propiedades fisicoquímicas, microbiológicas, sensoriales y el contenido de polifenoles de las gomitas, en comparación con las formulaciones control.

10. METODOLOGÍA

10.1. Ubicación y duración de la experimentación

El proyecto de investigación se desarrolló en los laboratorios de Química de Agroindustria de la Universidad Técnica de Cotopaxi – ext. La Maná y el laboratorio de Análisis Instrumental de la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Central del Ecuador, este entorno académico brindó condiciones adecuadas en el uso de equipos necesarios para llevar a cabo los análisis fisicoquímicos, microbiológicos y sensoriales en el desarrollo de las gomitas. Esta investigación tuvo una duración de 183 días, donde se realizaron actividades secuenciales que incluyen formulaciones experimentales, análisis, sesiones de prueba sensorial participativa, procesamiento de resultados y análisis estadísticos.

10.2. Tipo de investigación

La presente investigación corresponde al tipo experimental, dado que se realizó la manipulación controlada de las variables de formulación (mora, miel, pectina de maracuyá y espirulina) con el propósito de evaluar su efecto sobre las propiedades fisicoquímicas, microbiológicas, sensoriales y el contenido de polifenoles en las gomitas. Este enfoque permitió establecer relaciones de causalidad entre los factores aplicados y las respuestas observadas, garantizando la validez de los resultados mediante el uso de un diseño estadístico adecuado y condiciones controladas de laboratorio.

10.3. Población y muestra

10.3.1. Población

Se elaboraron en total 144 gomitas de mora por lote, alcanzando un total de 7 lotes durante el proceso experimental. Estas unidades corresponden al conjunto completo de muestras producidas y destinadas a la evaluación de los diferentes tratamientos definidos en la investigación, asegurando la representatividad y validez de los análisis fisicoquímicos, microbiológicos, sensoriales y de contenido fenólico realizados.

10.3.2. Muestra

La muestra experimental estuvo conformada por 24 tratamientos, cada uno integrado por 6 gomitas, seleccionadas de la población total, lo que permitió realizar los análisis físico-químicos y sensoriales de manera representativa y confiable.

10.4. Diseño experimental

Para el desarrollo experimental se aplicó un diseño factorial DBCA (Diseño de bloques completamente al azar), $2 \times 2 \times 3 \times 2$ donde el factor A: tipo de mora (mora Colombiana y mora de Castilla), factor B: concentración de endulzante (20g y 35g miel), factor C: gelificantes: (C₁: gelatina 5 g y pectina de maracuyá 5 g, C₂: gelatina 7 g y pectina de maracuyá 3 g y C₃: gelatina 10 g) y el factor D: espirulina (1% y 3%). Un total de 24 tratamientos y dos controles definidos dentro del arreglo, con seis repeticiones, dando un total de 144 unidades experimentales. Dado que los tratamientos se ejecutaron en diferentes días, se incluyó el tiempo (día de ejecución) como factor de bloqueo para reducir la variabilidad temporal (Ver, **Tabla 8**).

Los factores evaluados fueron:

- **Factor A:** tipo de mora (2 niveles): **A₁**: mora Colombiana y **A₂**: mora de Castilla.
- **Factor B:** concentración de endulzante (2 niveles): **B₁**: 20 g y **B₂**: 35 g de miel.
- **Factor C:** gelificante (3 niveles): **C₁**: gelatina 5 g y pectina de maracuyá 5 g, **C₂**: gelatina 7 g y pectina de maracuyá 3 g y **C₃**: gelatina 10 g.
- **Factor D:** espirulina (2 niveles), **D₁**: 1% y **D₂**: 3%.

En el análisis de estabilidad, el diseño se mantuvo como un DBCA pero se consideró explícitamente al tiempo de almacenamiento (factor E) junto con los tratamientos como factores de estudio, lo que permitió evaluar la interacción entre las formulaciones y su comportamiento durante el almacenamiento, diferenciando así este análisis del diseño general.

10.4.1. Formulación y pruebas preliminares de las gomitas

En una primera fase se elaboraron prototipos de gomitas tomando como referencia el estudio de (Cañar *et al.*, 2024), en el cual se establecieron diferentes formulaciones con variaciones en la proporción de arándano (A), glucosa de maíz (GL), pectina (P) y extracto de frutilla (F):

- **T1:** 25 g (A) + 15 g (GL) + 25 g (P)
- **T2:** 25 g (A) + 25 g (GL) + 35 g (P)
- **T3:** 25 g (A) + 35 g (GL) + 45 g (P)
- **T4:** 25 g (F) + 15 g (GL) + 25 g (P)
- **T5:** 25 g (F) + 25 g (GL) + 35 g (P)
- **T6:** 25 g (F) + 35 g (GL) + 45 g (P)

A partir de esta base experimental se realizaron modificaciones en las formulaciones, orientadas a innovar el producto. En particular, la sustitución de la glucosa de maíz por miel de abeja y la incorporación de espirulina en concentraciones del 1% (0,25 g) y 3% (0,75 g) respecto a 25 g de mora alteraron la interacción y el equilibrio entre los ingredientes. Estas variaciones hicieron necesario reajustar las concentraciones para estabilizar la matriz funcional y garantizar la calidad fisicoquímica, sensorial y funcional de las gomitas.

10.4.2. Tratamientos

Cada combinación factorial constituyó un tratamiento, para un total de 24 formulaciones: 22 tratamientos y 2 controles.

10.4.2.1. Criterios de elección de ingredientes en los controles experimentales

Los controles se establecieron como línea base de comparación frente a las formulaciones con pectina de maracuyá y diferentes porcentajes de espirulina, lo que permitió analizar de manera integral el efecto de las variables sobre las propiedades del producto. Los controles fueron:

- **Control 1 (G1):** 70 g de mora Colombiana + 20 g de miel + 10 g de gelatina y 1% de espirulina.
- **Control 2 (G2):** 70 g de mora de Castilla + 20 g de miel + 10 g de gelatina y 1% de espirulina.

A continuación, se detallará la justificación de los insumos como la mora, miel, gelificante y espirulina:

Mora: Se usó la mora Colombiana y de Castilla de la zona alta (2236 m.s.n.m.) del sector Guarumal, para comparar sus diferencias fisicoquímicas, funcionales y organolépticas en la elaboración de las gomitas. En los prototipos iniciales se empleó una cantidad de 25 g de mora; posteriormente, esta proporción se incrementó a 70 g en la formulación definitiva, lo que permitió mejorar la textura y optimizar las características del producto.

Miel: A diferencia de los sustratos industriales (glucosa), se optó por miel de abeja para desarrollar un producto de “etiqueta limpia”. Su concentración de 20 g fue estandarizada para alcanzar los °Brix necesarios que aseguren la palatabilidad y actúen como agente conservante natural.

Gelificante-gelatina: Empleada como estándar de textura convencional, permite comparar la sinergia con la pectina de maracuyá, en la cual se utilizó una dosis de 10 g de gelatina para establecer el parámetro de textura convencional (elasticidad y firmeza) de una gomita comercial.

Espirulina: La incorporación de la espirulina se definió como la dosis mínima eficaz para el enriquecimiento nutricional, para aportar bioactivos sin alterar significativamente las características sensoriales de la mora.

La espirulina se considera segura en dosis de hasta 10 g diarios, aportando proteínas, pigmentos y antioxidantes de interés nutricional. En la formulación se emplearon concentraciones de 1% y 3%, dentro de este rango recomendado, para enriquecer la matriz frutal sin comprometer sus características sensoriales (Cvetković *et al.*, 2024).

Las pruebas iniciales con mora y espirulina mostraron un perfil sensorial desfavorable por la intensidad del sabor y la textura, efecto descrito en investigaciones sobre la incorporación de microalgas en alimentos, donde el color y las notas herbáceas pueden limitar la aceptación organoléptica (Yahsi & Sengun, 2024). Para mejorar la aceptación, se mantuvo la misma proporción de espirulina, pero se incrementó la cantidad de mora a 70 g, logrando un equilibrio peso/peso más armónico. Este ajuste coincide con estudios que señalan que la combinación de espirulina con frutas de sabor intenso favorece la estabilidad cromática, la aceptación del consumidor y la funcionalidad nutricional del producto (Ottobrino *et al.*, 2025).

10.4.3. Variables dependientes e independientes

Las variables independientes fueron:

- Tipos de mora: mora Colombiana y mora de Castilla.
- Concentraciones de miel: 20 g y 35 g.
- Concentraciones de gelificante: C1: gelatina 5 g + pectina de maracuyá, C2: gelatina 7 g + pectina de maracuyá 3 g y C3: gelatina 10 g.
- Concentración de espirulina al (%) 1,3.

Las variables dependientes a medir fueron:

- Variables fisicoquímicas (pH, sólidos solubles totales, textura, acidez titulable y polifenoles totales, etc.)
- Variables sensoriales (aspecto, color, olor, textura, sabor y aceptabilidad general).
- Variables microbiológicas (mohos, levaduras, aerobios mesófilos, coliformes totales y *E. coli*).

Tabla 7. Variables independientes y dependientes

Variables independientes	Variables dependientes
Tipo de mora	Análisis fisicoquímico
Tipo de endulzante	Análisis microbiológico
Tipo de gelificante	Análisis sensorial
Concentración de espirulina	

Elaborado por: (Anzoategui & Paredes, 2026)

10.5. Análisis estadístico

Para el análisis de las variables dependientes, diámetro, ancho, espesor, densidad, peso, acidez titulable, conductividad, pH, sólidos solubles totales (SST), TDS, humedad, textura y polifenoles, se empleó un Diseño de bloques completos al azar (DBCA), con cuatro variables independientes y seis repeticiones. Adicionalmente, se aplicó un ANOVA de un solo factor para evaluar el efecto de los tratamientos, así como un ANOVA multifactorial en el marco del DBCA, considerando como bloques los diferentes lotes y días de elaboración. Este enfoque permitió analizar de manera rigurosa la influencia individual y combinada de los factores experimentales sobre las características fisicoquímicas y funcionales de las gomitas. El análisis de datos fue desarrollado usando el software estadístico STATGRAPHICS Centurion 19, versión 19.6.04. Los datos experimentales obtenidos se realizó el siguiente análisis estadístico:

- Análisis de varianza al 5 % de significancia.
- Coeficiente de variación expresado en porcentaje.
- Prueba de rango múltiple de Tukey al 5% de significancia para la comparación de medias de los tratamientos y factores.
- Prueba de Tukey al 5% de significancia para la comparar todos los tratamientos con el control 1 y 2.

Tabla 8. Esquema del diseño experimental

FACTORES EN ESTUDIO				
Factor A	Factor B	Factor C	Factor D	Tratamientos
Tipos de Mora (g)	Concentración de Miel (g)	Gelificantes (g)	Concentración de espirulina (%)	
A1: Mora Colombiana	B1: 20	C1: 5 _G + 5 _M	D1: 1	T1
			D2: 3	T2
		C2: 7 _G + 3 _M	D1: 1	T3
			D2: 3	T4
		C3: 10 _G	D1: 1	G1
			D2: 3	T5
	B2: 35	C1: 5 _G + 5 _M	D1: 1	T6
			D2: 3	T7
		C2: 7 _G + 3 _M	D1: 1	T8
			D2: 3	T9
		C3: 10 _G	D1: 1	T10
			D2: 3	T11
A2: Mora de Castilla	B1: 20	C1: 5 _G + 5 _M	D1: 1	T12
			D2: 3	T13
		C2: 7 _G + 3 _M	D1: 1	T14
			D2: 3	T15
		C3: 10 _G	D1: 1	G2
			D2: 3	T16
	B2: 35	C1: 5 _G + 5 _M	D1: 1	T17
			D2: 3	T18
		C2: 7 _G + 3 _M	D1: 1	T19
			D2: 3	T20
		C3: 10 _G	D1: 1	T21
			D2: 3	T22

Donde: A1 (70 g); A2 (70 g); G (gelatina); M (pectina de maracuyá).

10.6. Metodología Experimental

10.6.1. Ubicación de la producción de la mora

La mora (*Rubus glaucus*) fue cosechada en el sector Guarumal, de la parroquia La Esperanza de Macuchi, del Cantón Sigchos, de la provincia de Cotopaxi, Ecuador. En donde se determinaron tres zonas (alta, media y baja), (Ver, **Figura 8**).



Figura 8. Ubicación del Sector Guarumal Google (2025)

10.6.2. Elaboración y procesamiento de las materias primas

10.6.2.1. Pectina de maracuyá

La pectina extraída del maracuyá constituye un ingrediente funcional clave en la elaboración de gomitas saludables, ya que actúa como gelificante vegetal y aporta fibra soluble con efectos positivos en la regulación de glucosa y colesterol en sangre. Su origen natural permite desarrollar productos aptos para consumidores veganos y con menor contenido de azúcar, lo que la convierte en una alternativa tecnológica y nutricionalmente ventajosa frente a la gelatina animal (Saúde, 2024). La elaboración de la pectina se detalla en la **Figura 9**.

Recepción. Se recibe la materia prima, maracuyá madura en buen estado.

Lavado. Se lava el maracuyá para eliminar impurezas, agua sucia y residuos.

Pelado. Se retira la corteza externa del maracuyá y las semillas.

Cortado. Se corta el maracuyá en trozos pequeños de 2×2 cm.

Escaldado. Los trozos de maracuyá se someten a un escaldado a 90 °C durante 10 minutos.

Secado. Los trozos de maracuyá se secan en una estufa a 60 °C durante 3 horas.

Pulverizado. El maracuyá deshidratado se pulveriza o se tritura.

Almacenado. Finalmente, el polvo de maracuyá obtenido se almacena en fundas Ziploc para su posterior uso.

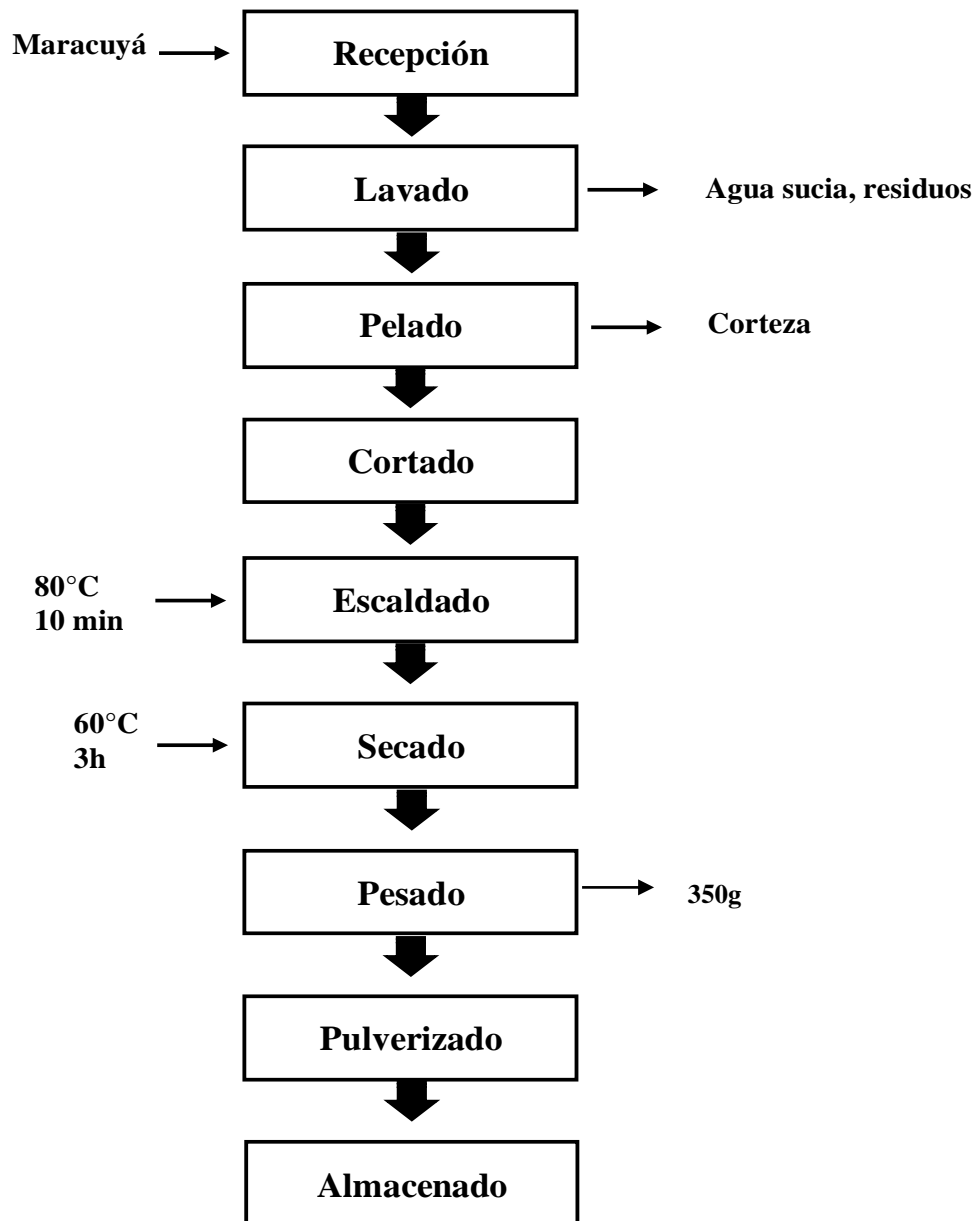


Figura 9. Diagrama para la extracción de pectina de maracuyá y almacenada en envases herméticos
Elaborado por: (Anzoategui & Paredes, 2026).

10.6.2.2. Elaboración de las Gomitas

Recepción

La materia prima fue trasladada al laboratorio y colocados sobre una mesa previamente higienizada. Se verificó que se encuentren en buenas condiciones y se realizó la selección manual, eliminando impurezas visibles como hojas, ramas y frutos en mal estado, correspondientes a las dos variedades de mora (Colombiana y Castilla).

Pesado

Los frutos seleccionados se pesaron para determinar la cantidad de materias primas disponible para la obtención posterior de la pulpa de mora.

Despulpado

La pulpa fue extraída utilizando una licuadora, empleando 50 mL de agua potable por cada libra de mora. Posteriormente, la pulpa obtenida fue tamizada para eliminar las semillas y obtener una textura homogénea.

Mezclado

La pulpa de mora se mezcló con los demás ingredientes de cada tratamiento, de acuerdo con la formulación establecida, incorporando miel, gelatina, pectina de maracuyá y espirulina.

Cocción

La mezcla fue sometida a cocción durante 10 minutos, manteniendo una agitación constante para evitar la adhesión del producto al recipiente, hasta alcanzar una temperatura aproximada de 80 °C (Cañar *et al.*, 2024).

Enfriado

Finalizada la cocción, la mezcla se dejó enfriar hasta alcanzar una temperatura inferior a 25 °C, condición necesaria para la incorporación de la espirulina, con el fin de preservar sus propiedades funcionales (Severiano, 2024).

Moldeado

La mezcla homogénea se vertió en moldes de silicona, asegurando una distribución uniforme para la formación de las gomitas.

Refrigeración

Los moldes fueron colocados en un cuarto frío a una temperatura de 6 °C, permitiendo una adecuada gelificación del producto.

Desmoldado

Transcurridas 24 horas de refrigeración, las gomitas fueron desmoldadas cuidadosamente para evitar deformaciones o daños en su estructura.

Empacado

Las gomitas desmoldadas fueron colocadas en fundas plásticas herméticas de grado alimentario (polietileno), previamente higienizadas, para evitar la contaminación física, química y microbiológica del producto.

Almacenado

Las gomitas envasadas en moldes de silicona fueron almacenadas en el cuarto frío, a una temperatura controlada de $\approx 6^\circ\text{C}$, hasta su posterior análisis y evaluación (Ver, **Figura 10**).

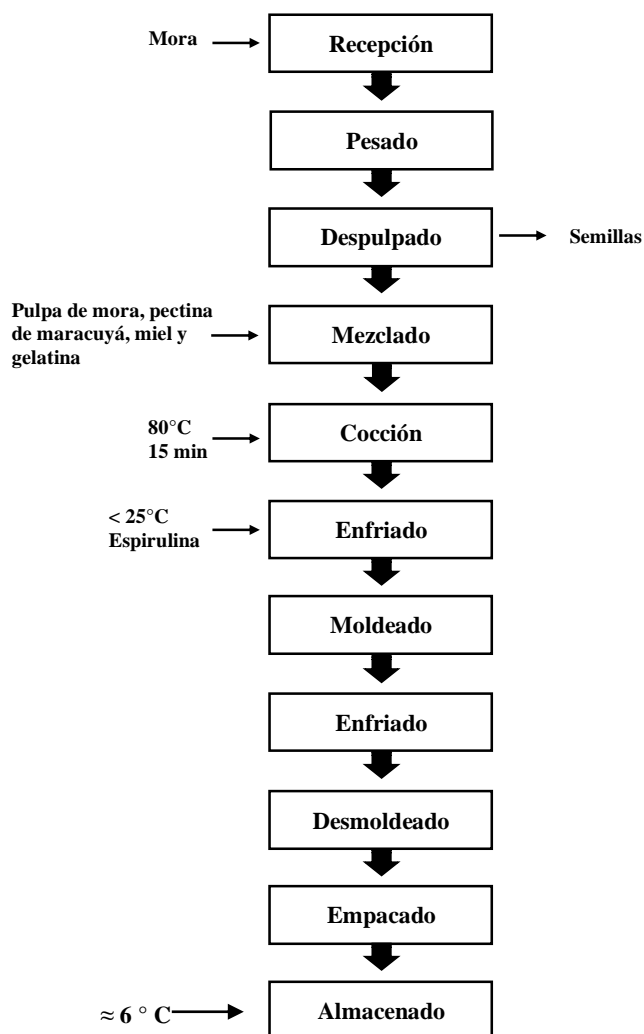


Figura 10. Diagrama de flujo de la elaboración de gomitas de mora
Elaborado por: (Anzoategui & Paredes, 2026).

10.7. Análisis de Laboratorio

10.7.1. Análisis fisicoquímico realizado en la materia prima

10.7.1.1. Masa (g)

Para la medición de la masa se realizó utilizando una balanza digital (BOECO, Germany), con alta presión. Cada grupo de moras fue pesado individualmente. Antes de cada pesaje, se verifico que la balanza estuviera calibrada y limpia.

10.7.1.2. Densidad (g/mL)

En la densidad se determinó calculando la relación entre la masa de la mora y el volumen del agua desplazado. Para ello, se utilizó una probeta aforada y la misma balanza digital (BOECO, Germany). Se introdujeron las muestras con cuidado para evitar que se formen burbujas de aire. Se basó en el principio de Arquímedes, obteniéndose el volumen que desplaza la fruta (Talens, 2020), (Ver, Ecuación 1).

Ecuación 1

$$\text{Densidad} = \frac{\text{Masa}}{\text{Volumen}}$$

10.7.1.3. Medición del pH

El análisis de pH se determinó según la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 389(1985) con un potenciómetro (STRIRRER, PL-700PC, Taiwán). Para ello, se licuó la fruta para extraer el jugo, se filtró el líquido para eliminar residuos sólidos. Finalmente, se introduce el electrodo en el jugo y se registra el valor.

10.7.1.4. Sólidos Solubles Totales (°Brix)

Para los sólidos solubles totales (sacarosa, °Brix) se realizaron en refractómetro digital (BOECO, Germany), con rango de medición de 0-95%, para analizar este parámetro. Las muestras fueron trituradas manualmente usando un mortero de porcelana hasta obtener un extracto líquido. Seguido, se colocó una gota sobre el prisma del refractómetro previamente calibrado con agua destilada. Los resultados se expresaron en grados Brix, reflejando el contenido de azúcar de los frutos, siguiendo la Norma Técnica Ecuatoriana INEN-ISO 2173 (2013).

10.7.1.5. Humedad por estufa (%)

La humedad se determinó por el método de secado en estufa, empleando una estufa de secado (BIOBASE, China). Las muestras se las coloco en cápsulas de aluminio previamente taradas y sometidas a 50°C durante 62 horas. Luego se dejaron enfriar en un desecador y se pesaron nuevamente (Figuroa, 2021), (Ver, Ecuación 2).

Ecuación 2

$$\% \text{Humedad} = \frac{(M1 - M2)}{M} \times 100$$

Donde:

M1: peso del crisol más muestra húmeda

M2: peso del crisol más la muestra seca

M: peso de la muestra

10.7.1.6. Medición del diámetro y longitud de la mora (mm)

Las dimensiones físicas de la fruta (diámetro y ancho) se midieron con la ayuda de un calibrador (Vernier de precisión de 0,02 mm). Cada mora fue manipulada cuidadosamente para no alterar su forma. Se registraron las medidas en milímetros, lo que permitió establecer diferencias morfológicas entre tratamientos, conforme a la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1751(1996).

10.7.2. Análisis fisicoquímicos en las gomitas

10.7.2.1. Sólidos solubles

Los sólidos solubles totales (sacarosa, °Brix), se analizaron en un refractómetro digital (BOECO, Germany), con rango de medición de 0-95%, los resultados fueron expresados en (%), indicando la cantidad de azúcares disueltos en el medio, conforme a la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 265 (1978).

10.7.2.2. pH

El pH fue determinado según la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 389 (1985) con un potenciómetro (STRIRRER, PL-700PC, Taiwán) equipado con un electrodo potenciométrico de vidrio, calibrado previamente con soluciones tampón certificadas de pH 4,00 y 7,00. Las muestras fueron colocadas en vasos de 10 mL con 1 g de gomita triturada y 10 mL de agua destilada y analizadas directamente a temperatura ambiente, realizando 6 mediciones por cada muestra.

10.7.2.3. Conductividad y Sólidos totales disueltos (TDS)

Se disolvieron 10 g de gomita triturada en 90 mL de agua destilada; la mezcla se agitó hasta homogeneizar. Se midió la conductividad utilizando el multiparámetro (STIRRE, PL-700PC, Taiwán), el cual cuenta con un sensor específico para este tipo de medición. Las muestras se colocaron en vasos de 10 mL y fueron analizadas a temperatura ambiente. El electrodo de conductividad se sumergió directamente en cada muestra, registrándose el valor expresado en microsiemens por centímetro ($\mu\text{S}/\text{cm}$) y los TDS en (ppm), una vez estabilizada la lectura. Para asegurar la fiabilidad de los resultados, cada muestra fue medida 6 veces por tratamiento, conforme a la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2217 (2012).

10.7.2.4. Polifenoles

El procedimiento consistió en preparar una curva estándar de ácido gálico a partir de una disolución madre de 1000 $\mu\text{g}/\text{mL}$ realizando a diferentes concentraciones: 0, 10, 50, 75, 100, 250, 500 y 1000 ppm y conservándolas en refrigeración en oscuridad. Para la extracción de polifenoles, se mezclaron 500 μL de muestra con 1000 μL de metanol (1:2 v/v) y 500 μL de NaF (2 mM), se homogenizó la mezcla y se centrifugó a 4000 rpm durante 15 min a 20 °C, Recuperando el sobrenadante. Posteriormente se tomaron 100 μL del extracto de muestra, se adicionaron 6 mL de agua destilada y 500 μL de reactivo de Folin-Ciocalteu, dejando reposar 8 min a oscuras; luego se agregaron 1500 μL de carbonato de sodio al 7,5 % y se completó el volumen a 10 mL con agua destilada, manteniendo la mezcla en oscuridad a temperatura ambiente por 2 h. estas concentraciones se utilizaron para la determinación de polifenoles de las gomitas mediante espectrofotometría a 765 nm (García *et al.*, 2015).

10.7.2.5. Acidez titulable

Para la determinación de acidez titulable, se utilizó el método establecido en la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 341 (1978). Se pesó 1 g de gomita, se disolvió en un mortero y se mezcló con 5 mL de agua destilada y se transfirió a un matraz Erlenmeyer de 500 mL. Posteriormente, se añadieron 3 gotas de solución indicadora de fenolftaleína. La mezcla fue titulada cuidadosamente con una solución de hidróxido de sodio 0,1 N, agitando de forma constante, hasta obtener un color rosado tenue que desaparecía lentamente. Se continuó la adición de la solución alcalina hasta que el color rosado persistió durante al menos 30 segundos, indicando el punto final de la titulación, (Ver, Ecuación 3).

Ecuación 3

$$\%Acidez = \frac{V * N * f}{p} x 100$$

Donde:

V= Volumen de NaOH consumido en la titulación (mL)

N=Normalidad de NaOH (0.1N)

F= Factor de conversión del ácido predominante (ácido cítrico) (0.09)

10.7.2.6. Densidad

La densidad se determinó calculando la relación entre la masa de la gomita y el volumen del agua desplazado. Para ellos, se utilizó una probeta aforada y la misma balanza digital (BOECO, Germany). Las muestras se introdujeron con cuidado para evitar burbujas de aire. Se basó en el principio de Arquímedes obteniéndose el volumen que desplaza la fruta (Patiño *et al.*, 2023), (Ver, Ecuación 4).

Ecuación 4

$$Densidad = \frac{Masa}{Volumen}$$

10.7.2.7. Diámetro, ancho, espesor y peso

Las dimensiones físicas de las gomitas (diámetro y ancho) se midieron con un calibrador (Vernier de precisión 0,02 mm). Cada gomita fue manipulada cuidadosamente para no alterar su forma. Se registraron las medidas de milímetros, lo que permitió establecer diferencias morfológicas entre tratamientos, conforme la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 290 (1978). El peso se determinó en una balanza de precisión (CAMRY, Eha601).

10.7.2.8. Humedad

Se pesó los crisoles de porcelana vacíos, colocar nuevamente los crisoles en la balanza analítica y tararlos, en los mismos, pesar 5 g de muestra. Preparar la estufa (BIOBASE, BOV-T30CII, China), ajustando la temperatura a un rango de 105 °C y el tiempo a 360 min. Retirar la muestra y dejar enfriar. Pesó la muestra deshidratada en la balanza analítica (COVENIN 3308: 97), (Ver, Ecuación 5).

Ecuación 5

$$\%Humedad = \frac{\text{Peso Inicial} - \text{Peso Final}}{\text{Peso Inicial}} * 100$$

10.8.2.9. Textura

La medición de la textura, se realizó en el analizador de textura Brookfield, modelo CT3 4500; siguiendo las instrucciones del manual del equipo (BROOKFIELD, CT3 45000, EE.UU. Manual No. M/08-371A0708). Las muestras se colocaron en la posición central de la sonda; fue esencial que existiera una distancia suficiente entre la superficie de la muestra y la base de la sonda (alrededor de 20 mm), de modo que las características de adherencia pudieran ser evaluadas. Se estableció en modo de prueba Normal; con la siguiente especificación de los parámetros: valores de activación: 5 g, deformación o distancia: 3mm, este valor se estableció de acuerdo al tamaño variables de las esteras. Velocidad: 1,1 mm/s.

10.8.2.10. Estabilidad

Se estimó la estabilidad mediante el análisis de la pérdida de humedad de las esferas a los 0, 30, 60, 120, 180 y 2250 minutos. Al pasar el tiempo, se observó su forma y se presionó levemente las gomitas para comprobar si mantenían líquidos en su interior

10.8.3. Análisis microbiológicos de las gomitas

Se realizó el análisis microbiológico con el propósito de determinar la carga microbiana y comprobar la inocuidad del producto, así como la calidad sanitaria de las gomitas. Para ello, se evaluó la presencia de aerobios mesófilos, coliformes totales, mohos y levaduras. Estos indicadores permiten establecer el grado de seguridad alimentaria del producto y de acuerdo con los requisitos establecidos en la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2217 (2012).

10.8.3.1. Aerobios mesófilos

El análisis se realizó utilizando placas Petrifilm. Se pesó 1 g de muestra y se transfirió a una bolsa estéril que contenía 9 mL de agua de pectona al 0,1 %. La mezcla fue homogenizada para obtener la disolución 10^{-1} y posteriormente se preparó la dilución 10^{-2} . Luego, se inoculó 1 mL de esta dilución en el centro de la placa Petrifilm. Las placas se incubaron a 35 ± 2 °C o 30 ± 1 °C durante 48 ± 3 horas, según las recomendaciones del fabricante Chemical, (2022) y posteriormente se procedió a la lectura de colonias.

10.8.3.2. *E. coli* y coliformes

Se emplearon placas Petrifilm™ para la determinación de *Escherichia coli* y coliformes totales. Para ello, se pesó 1 g de muestra, que fue transferido a una bolsa estéril que contenía 9 mL de agua de pectona al 0,1%, obteniéndose la disolución 10^{-1} . La suspensión fue homogeneizada adecuadamente, a partir de esta, se preparó la dilución 10^{-2} . De cada dilución se inoculó 1 mL en el centro de las placas Petrifilm™, las cuales fueron incubadas a 35 ± 2 °C durante 24 ± 2 horas. Finalizado el periodo de incubación, se realizó el recuento de colonias conforme a las especificaciones del fabricante (3M Company, 2017).

10.8.3.3. Mohos y levaduras

El análisis se realizó utilizando placas. Se pesó 1 g de muestra y se transfirió a una bolsa estéril con 9 mL de agua peptona al 0,1%, obteniendo la dilución 10^{-1} . A partir de esta, se preparó la dilución 10^{-2} . De cada dilución se inoculó 1 mL en el centro de las placas. Las muestras fueron incubadas a 25 ± 2 °C durante un periodo de 3 días, y luego se procedió a la lectura de colonias según las recomendaciones (Lindsey & Wee, 2007).

Tabla 9. *Requisitos microbiológicos para gomitas*

Requisitos	N	m	M	Método de ensayo
Aerobios mesófilos (UFC/g)	3	5.0×10^2	1.0×10^3	Ensayo según NTE INEN 1529-5
Coliformes totales (NMP/g)	3	< 3	-	Ensayo según NTE INEN 1529-6
Coliformes fecales (NMP/g)	3	< 3	-	Ensayo según NTE INEN 1529-8
Mohos y levaduras (UP/g)	3	5.0×10^1	1.0×10^2	Ensayo según NTE INEN 1529-10

Nota: *Parámetros de inocuidad establecidos para garantizar la calidad sanitaria del producto terminado. Los límites se basan en los planes de muestreo de la normativa técnica nacional, donde "n" representa el número de muestras, "m" el límite aceptable y "M" el límite máximo permisible para asegurar un consumo seguro, conforme a la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2217 (2012).*

10.8.4. Análisis Sensorial de Muestras Experimentales

El análisis sensorial se llevó a cabo utilizando una escala hedónica de 9 puntos (1 Me disgusta extremadamente – 9 Me gusta extremadamente) para evaluar seis atributos principales: Aspecto, Color, Olor, Textura, Sabor y Aceptabilidad General, y la participación de 100 consumidores. La evaluación se estructuró en tres sesiones independientes para manejar la totalidad de las 24 formulaciones (tratamientos T1 a T22, controles G1 y G2), (Anzaldúa, 1996), (Ver, **Tabla 10**).

Tabla 10. Escala de valoración para la elaboración sensorial

Puntaje	Calificación
1	Me disgusta extremadamente
2	Me disgusta mucho
3	Me disgusta moderadamente
4	Me disgusta ligeramente
5	Ni me gusta, ni me disgusta
6	Me gusta ligeramente
7	Me gusta moderadamente
8	Me gusta mucho
9	Me gusta extremadamente

Nota: Instrumento de medición cualitativa utilizado para determinar el nivel de aceptabilidad de las gomitas funcionales. La escala permite transformar las percepciones subjetivas de los jueces en datos cuantitativos para el análisis estadístico de los atributos de color, olor, sabor y textura (Anzaldúa, 1996).

11. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

11.1. Análisis de las propiedades fisicoquímicos de la materia prima

En la **Tabla 11** se realizó un ANOVA simple y un análisis de Tukey al (5 %) para ver la significancia \pm entre muestras. Los resultados del análisis fisicoquímico de la mora de dos variedades Colombiana y Castilla, cultivada a diferentes altitudes, considerando los parámetros de acidez titulable (%A), sólidos solubles totales (SST), peso (W), pH y polifenoles totales. Se observó diferencia significativa ($p < 0,05$) entre las muestras.

Tabla 11. Análisis fisicoquímicos de la materia prima mora (Colombiana - Castilla) (promedio \pm error estándar) y sus diferencias entre materias primas y altitudes

Altitud	n	%A	SST (%)	W(g)	pH	Polifenoles totales (mg GAE /100 g)
Alta	10	4.6 \pm 0.13 ^a	10.4 \pm 0.17 ^a	5.2 \pm 0.56 ^a	2.8 \pm 0.03 ^a	127.5 \pm 6.53 ^a
Media	10	7.4 \pm 0.12 ^c	10.7 \pm 0.17 ^a	5.3 \pm 0.56 ^a	2.9 \pm 0.03 ^{ab}	124.4 \pm 6.53 ^a
Baja	10	5.7 \pm 0.12 ^b	10.3 \pm 0.17 ^a	5.9 \pm 0.56 ^a	3.0 \pm 0.03 ^b	134.2 \pm 6.53 ^b

Donde: n: número de muestras; pH: potencial de hidrógeno; SST: sólidos solubles totales (%); w: peso (g); %A: porcentaje de acidez titulable; Letras diferentes (a, b, c) en la misma columna expresan diferencias significativas ($p < 0.05$) entre materias primas.

La acidez titulable presentó valores entre 4,6% (altitud alta), 5,7% (altitud baja) y 7,4% (altitud media), indicó mayor presencia de ácidos orgánicos, lo que influye en sabor y conservación. Según estudios en Ecuador, la acidez es un indicador clave de madurez y calidad comercial, conforme a la Norma Técnica Ecuatoriana INEN-ISO 750 (2013), mientras que los sólidos solubles totales en las altitudes se mantuvieron en los rangos (10,3-10,7%), el peso promedio del fruto varió ligeramente (4,6–7,4 g) con diferencias significativas, se mostró un pH de 2,8 en alta a 3 en baja y el contenido de polifenoles totales fue más alto en la altitud baja 134,2 mg GAE /100 g, lo que sugiere que la altitud influye en la composición química de la mora, especialmente en su acidez y contenido de polifenoles (Sánchez *et al.*, 2018).

La **Tabla 12** presenta los resultados de un análisis de varianza (ANOVA) simple y la prueba de comparación múltiple de Tukey al 0,05 % aplicada a las muestras. El estudio incluyó el análisis fisicoquímico de dos variedades de mora (Castilla y Colombiana), además de una referencia suplementada con espirulina. Se evaluaron parámetros como peso (W), diámetro (\varnothing), ancho (A), densidad (ρ), acidez titulable (%A), sólidos solubles totales (SST), conductividad (σ), pH, temperatura (T) y contenido de polifenoles totales (GAE). Los resultados evidenciaron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre las muestras, lo que confirma la influencia de la variedad en algunas características fisicoquímicas analizadas.

Tabla 12. Análisis fisicoquímicos de la materia prima mora (Colombiana - Castilla) (promedio \pm error estándar)

Mora	W (g)	\varnothing (mm)	A (mm)	ρ (g/mL)	%A	SST (%)	σ (μ S/cm)	pH	T (°C)	Polifenol es totales (mg GAE /100 g)
Castilla	7.2 \pm 0.42 ^a	24.1 \pm 0.83 ^a	21.6 \pm 0.60 ^a	1.5 \pm 0.49 ^a	3.5 \pm 0.06 ^a	10.8 \pm 0.32 ^a	740.5 \pm 148.85 ^b	3.8 \pm 0.47 ^a	16.5 \pm 0.26 ^a	64.4 \pm 6.53 ^b
Colombiana	11.3 \pm 0.42 ^b	35.8 \pm 0.83 ^b	22.4 \pm 0.60 ^a	3.4 \pm 0.49 ^b	4 \pm 0.06 ^b	10.8 \pm 0.32 ^a	620.9 \pm 148.85 ^a	2.8 \pm 0.47 ^a	16.8 \pm 0.26 ^a	49.6 \pm 6.53 ^a
Espirulina										35.8 \pm 6.53 ^a

Donde: n: número de muestras (10); w: peso (g); A: ancho (mm); \varnothing : diámetro (mm); ρ : densidad (g/mL); σ : conductividad (μ S/cm); pH: potencial de hidrógeno; SST: sólidos solubles totales (%); %A: porcentaje de acidez titulable; T: temperatura (°C). Letras diferentes (a, b) en la misma columna indican diferencias significativas ($p < 0,05$) entre las materias primas.

En cuanto al peso del fruto, mostró diferencia significativa ($p < 0,05$), la variedad Colombiana presentó un valor mayor (11,3 g) frente a la Castilla (7,2 g). Este aspecto es relevante porque la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2427 (2013), establece que el tamaño y peso son criterios de clasificación para frutas frescas, lo que posiciona a la variedad Colombiana como más atractiva para mercados que priorizan frutos grandes.

Diámetro mostró diferencia significativa ($p < 0,05$), la Colombiana alcanzó 35,8 mm frente a 24,1 mm de la Castilla. Este mayor diámetro refuerza la percepción de frutos más voluminosos y de mejor presentación, un atributo valorado en la comercialización. Sin embargo, el ancho del fruto no mostró diferencia significativa (mora de Castilla 21,6 mora Colombiana 22,4), lo que indica que el volumen no depende únicamente de esta medida, sino de la combinación de diámetro y peso.

La densidad fue mayor en la Castilla (1,5 g/mL) frente a la Colombiana (3,4 g/mL), mostró diferencia significativa ($p < 0,05$), que sugiere frutos más compactos y posiblemente más resistentes al transporte y manipulación. Este hallazgo coincide con estudios de García et al. (2021), quienes señalan que la densidad influye en la firmeza y vida útil de la mora.

La acidez titulable, ambas variedades mostraron valores bajos, presentaron diferencias significativas en las moras, (3,5 % en Castilla y 4 en Colombiana) refleja un perfil sensorial distinto: la Colombiana presenta una acidez ligeramente mayor, lo que aporta un sabor más intenso y fresco, mientras que la Castilla, con un nivel moderado, ofrece un gusto más equilibrado y menos ácido. Ambos valores se encuentran dentro del rango reportado en la literatura para moras (1,5% - 4 % de ácido cítrico equivalente), y cumplen con lo establecido en la Norma Técnica Ecuatoriana INEN-ISO 750 (2013), que reconoce la acidez titulable como un parámetro clave para evaluar madurez y calidad sensorial.

Los sólidos solubles totales (SST) fueron iguales en ambas variedades (10,8 %), lo que indica un contenido de azúcares semejante y, por tanto, un perfil de dulzor comparable. Esto cumple con lo establecido en la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2427 (2013), que considera los SST como indicador de madurez y calidad.

Conductividad, se mostró diferencia significativa ($p < 0,05$) la mora de Castilla presentó un valor muy alto (740,5 $\mu\text{S}/\text{cm}$) frente a (620,9 $\mu\text{S}/\text{cm}$) en la mora Colombiana. Este resultado indicó mayor concentración de electrolitos en la mora de Castilla, lo que puede afectar la estabilidad

y conservación del producto final. González (2019), demostró que la presencia elevada de electrolitos puede contribuir a reducir la actividad de agua y retardar el crecimiento microbiano, favoreciendo la conservación; sin embargo, también puede generar efectos negativos sobre las propiedades organolépticas y la estabilidad físico-química del producto.

El pH no tuvo diferencia significativa la mora Colombiana (2,8 %) y mora de Castilla (3,8%), dentro del rango normativo establecido por la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2427 (2013), Es de 3% - 4%, lo que garantiza condiciones adecuadas para la conservación microbiológica.

La temperatura registrada en laboratorio (16,5-16,8 °C) en mora (Castilla y Colombiana) no mostró diferencias significativas entre las muestras. Finalmente, el contenido de polifenoles totales presentó diferencias significativas ($p < 0,05$) entre muestras, la concentración en la mora de Castilla fue de 64,4 mg GAE /100 g y la concentración en la mora Colombiana fue 49,6 mg GAE /100 g. Este hallazgo es relevante porque los polifenoles son responsables de la capacidad antioxidante, y estudios como el de Tejera (2025), confirman que factores ambientales como la altitud y la variedad influyen en su concentración.

11.2. Análisis fisicoquímicos de las gomitas

11.2.1. Análisis del diámetro de las gomitas

El diámetro constituye un parámetro físico relevante en la evaluación de gomitas, ya que refleja el comportamiento de la matriz del gel frente a las condiciones de formulación y procesamiento. Con el fin de determinar el efecto individual y combinado de los factores evaluados: tipo de mora, cantidad de miel, tipo de gelificante y concentración de espirulina sobre el diámetro de las gomitas, se aplicó un análisis de varianza (ANOVA), multifactorial bajo un Diseño de Bloques Completos al Azar (DBCA). Los resultados obtenidos se presentan en la

Tabla 13, donde se identifican los factores e interacciones que influyen significativamente en este parámetro.

Tabla 13. Análisis de varianza para un DBCA para el diámetro de las gomitas de mora

FV	SC	GL	CM	F. RATIO	VALOR ($p < 0.05\%$)
Total	537,66	142			
Tratamientos	493,19	23	21,44	57,33	*
A	478,18	1	478,18	1278,5	*
B	1,18	1	1,18	3,16	NS
C	0,31	2	0,15	0,42	NS
D	0,15	1	0,15	0,41	NS
A*B	3,67	1	3,67	9,83	*
A*C	1,22	2	0,61	1,64	NS
A*D	0,38	1	0,38	1,04	NS
B*C	0,32	2	0,16	0,43	NS
B*D	0,67	1	0,67	1,8	NS
C*D	2,31	2	1,15	3,1	*
A*B*C	0,02	2	0,01	0,03	NS
A*B*D	0,3	1	0,3	0,83	NS
A*C*D	4	2	2	5,36	*
B*C*D	0,48	2	2,24	6,65	NS
A*B*C*D	0,03	2	0,01	0,04	NS
E. Exp.	44,5	119	0,37		

Nota: A fruta (mora Colombiana 70 g y mora de Castilla 70 g), B miel (20 g y 35 g), C gelificante (gelatina 5 g + pectina de maracuyá 5 g, gelatina 7 g + pectina de maracuyá 3 g y gelatina 10 g) y D espirulina (1% y 3%), NS no significativo, * significativo al 5%. Promedio=7,93mm, CV=7,71%

Hipótesis nula Ho: Los tratamientos son iguales

Hipótesis alternativa H1: Los tratamientos no son iguales

Para los tratamientos, el factor A y las interacciones A*B, se aceptó la hipótesis alternativa y se rechazó la hipótesis nula. Los valores de F. Ratio manifestaron diferencia significativa para los tratamientos, el factor A y las interacciones A*B, C*D y A*C*D, confirmando que la elección entre mora Colombiana y mora de Castilla determina de manera crítica el tamaño final del producto, que presentó el mayor efecto, pero no por la combinación simultánea de todos los factores.

El factor A (fruta) rechaza la hipótesis nula y confirma la hipótesis alternativa, lo que evidencia diferencias significativas entre sus niveles. Este resultado respalda la importancia de la fruta como insumo determinante en la formulación de gomitas, pues contribuye directamente a la concentración de sólidos solubles y a la estabilidad estructural del producto. Hallazgos similares fueron reportados por Al Jaloudi *et al.* (2024), quienes destacan que la fruta constituye el componente más influyente en las propiedades físicas y la calidad final de las gomitas.

Se observaron efectos significativos en las interacciones A*B, C*D y A*C*D, lo que evidencia que ciertas combinaciones de ingredientes influyen de manera importante en el diámetro de las gomitas. En particular, la interacción A*B sugiere que la presencia conjunta de fruta y miel potencia el volumen del producto, mientras que C*D refleja que la combinación de gelificante con espirulina modifica la estructura de la matriz, generando variaciones en el tamaño. Por su parte, la interacción A*C*D confirma que la fruta, al integrarse con el gelificante y la espirulina, produce un efecto sinérgico que incrementa las dimensiones de las gomitas. Estos resultados son consistentes con lo reportado por Torres *et al.* (2019), encontró que la combinación de fruta con aditivos funcionales genera cambios relevantes en el diámetro y firmeza del producto, confirmando que las interacciones parciales tienen mayor impacto que la combinación total de factores. También, Al Jaloudi *et al.* (2024), señalaron que las propiedades estructurales de las gomitas dependen principalmente de la fruta y de interacciones puntuales con gelificantes, pero que la combinación de múltiples ingredientes funcionales no siempre se traduce en un efecto acumulado.

El diámetro promedio de las gomitas fue de 7,93 mm. El coeficiente de variación (CV) fue de 7,71%, lo cual indica una buena precisión en los datos experimentales.

El análisis de varianza indicó que algunos tratamientos fueron diferentes, entonces se utilizó la prueba de Tukey para determinar qué tratamientos y qué factores fueron iguales entre sí y cuáles diferentes (Ver, **Tabla 14**, **Tabla 15**).

Tabla 14. Prueba de Tukey al 5% de significancia para el diámetro de las gomitas de mora

Tratamiento	(\bar{x})	Rango de Tukey
G1	5,5	A
4	5,5	
1	5,66	
3	5,83	
9	5,98	
2	6,16	
10	6,2	
6	6,4	
7	6,5	
5	6,53	
11	6,53	
8	6,6	B
18	9,33	
13	9,38	
19	9,66	
22	9,66	
21	9,75	
G2	9,75	
14	9,83	
17	9,83	
12	9,95	
15	10	
20	10	
16	10,16	

Donde: **Control (G)**, **G1** y **G2**; Mora Colombiana 70g (**A1**); Mora de Castilla 70g (**A2**); Miel 20g (**B1**); Miel 35g (**B2**); Gelatina 5 + P.Maracuyá 5 (**C1**); Gelatina 7 + P. Maracuyá 3 (**C2**); Gelatina 10g (**C3**); Espirulina 1% (**D1**); Espirulina 3% (**D2**); **Tratamiento (T)**: **T1** (A1+B1+C1+D1); **T2** (A1+B1+C1+D2); **T3**: (A1+B1+C2+D1); **T4**: (A1+B1+C2+D2); **T5**: (A1+B1+C3+D2); **T6**: (A1+B2+C1+D1); **T7**: (A1+B2+C1+D2); **T8**: (A1+B2+C2+D1) **T9**: (A1+B2+C2+D2) **T10**: (A1+B2+C3+D1) **T11**: (A1+B2+C3+D2) **G1**: (A1+B1+C3+D1); **T12** (A1+B1+C1+D1); **T13** (A1+B1+C1+D2); **T14**: (A1+B1+C2+D1); **T15**: (A1+B1+C2+D2); **T16**: (A1+B1+C3+D2); **T17**: (A1+B2+C1+D1); **T18**: (A1+B2+C1+D2) **T19**: (A1+B2+C2+D1) **T20**: (A1+B2+C2+D2) **T21**: (A1+B2+C3+D1) **T22**: (A1+B2+C3+D2) **G2**: (A1+B1+C3+D1).

Nota: Promedio de seis determinaciones.

En la **Tabla 14** se muestra diferencia significativa ($p < 0,05$) entre tratamientos evaluados, lo que indicó que no todos los tratamientos generan gomitas con el mismo diámetro. La prueba de Tukey permitió agrupar los tratamientos en dos rangos distintos: el grupo A, con un diámetro bajo de (5,5 mm), y el grupo B, con un valor mayor (10,16 mm). No solo influye la variedad de mora, sino también la formulación de cada tratamiento, la combinación de mora de Castilla con mayor contenido de sólidos solubles y pectinas, junto con la proporción de gelificantes y edulcorantes, favorece una matriz más expandida y estable, generando gomitas de mayor diámetro. De manera consistente, Tarahi *et al.* (2024), reportaron que el contenido y la calidad de la fruta, en interacción con la formulación, influyen directamente en las propiedades físicas y sensoriales de las gomitas.

Tabla 15. Prueba de Tukey al 5% de significancia para el diámetro de las gomitas de mora

Mora	(\bar{x})	Rangos
Co	6,11	A
Ca	9,77	B

Donde: Co (mora Colombiana) y Ca (mora de Castilla).

Nota: Promedio de Co 72 y Ca 71 determinaciones de clases de mora.

La **Tabla 15** evidencia una diferencia significativa ($p < 0,05$) en el diámetro de las gomitas de mora según la concentración de fruta empleada, donde las formulaciones con concentración Co alcanzaron un promedio de 6,11 mm (rango A), mientras que las elaboradas con concentración Ca presentaron un diámetro superior de 9,77 mm (rango B). La mora de Castilla, con mayor concentración de sólidos solubles y pectinas, favorece una matriz más expandida y estable, generando productos de mayor diámetro. En contraste, la variedad colombiana presenta un perfil químico distinto que limita esta expansión. Estos resultados coinciden con lo reportado por Ayala et al. (2013), quienes caracterizaron la mora de Castilla y destacaron que su elevado contenido de sólidos solubles constituye un factor determinante en las propiedades físico-químicas de los derivados frutales.

A continuación, se realizó la prueba de Tukey para comparar el diámetro de todos los tratamientos contra dos controles (Ver, **Tabla 16**).

Tabla 16. Prueba de Tukey al 5% de significancia para el diámetro

Tratamiento	Media	$\frac{5}{ \bar{x}_t - \bar{x}_c }$	Sig	¿Diferente control?
G1	5,5			
T1	5,66	0,16	-	No
T2	6,16	0,66	-	No
T3	5,98	0,33	-	No
T4	5,5	0	-	No
T5	6,53	1,03	-	No
T6	6,4	0,9	-	No
T7	6,5	1,0	-	No
T8	6,6	1,1	-	No
T9	5,98	0,48	-	No
T10	6,2	0,7	-	No
T11	6,53	1,03	-	No
T12	9,75	4,45	*	Si
T13	9,38	3,88	*	Si
T14	9,83	4,33	*	Si
T15	10	4,5	*	Si
T16	10,16	4,66	*	Si
T17	9,83	4,33	*	Si

Tratamiento	Media	$5 \bar{x}_i - \bar{x}_c $	Sig	¿Diferente control?
T18	9,33	3,83	*	Si
T19	9,66	4,16	*	Si
T20	10	4,5	*	Si
T21	9,75	4,22	*	Si
T22	9,66	4,16	*	Si
G2	9,95	4,25	*	Si
G2	9,95			
T1	5,66	4,08	*	Si
T2	6,16	3,58	*	Si
T3	5,98	3,91	*	Si
T4	5,5	4,22	*	Si
T5	6,53	3,21	*	Si
T6	6,4	3,35	*	Si
T7	6,5	3,22	*	Si
T8	6,6	3,15	*	Si
T9	5,98	3,76	*	Si
T10	6,2	3,55	*	Si
T11	6,53	3,21	*	Si
T12	9,75	0,2	-	No
T13	9,38	0,36	-	No
T14	9,83	0,08	-	No
T15	10	0,25	-	No
T16	10,16	0,41	-	No
T17	9,83	0,08	-	No
T18	9,33	0,41	-	No
T19	9,66	0,08	-	No
T20	10	0,25	-	No
T21	9,75	0	-	No
T22	9,66	0,08	-	No

Donde: **Control (G), G1 y G2**; Mora Colombiana 70g (**A1**); Mora de Castilla 70g (**A2**); Miel 20g (**B1**); Miel 35g (**B2**); Gelatina 5 + P.maracuyá 5 (**C1**); Gelatina 7 + P. Maracuyá 3 (**C2**); Gelatina 10g (**C3**); Espirulina 1% (**D1**); Espirulina 3% (**D2**); **Tratamiento (T): T1** (A1+B1+C1+D1); **T2** (A1+B1+C1+D2); **T3**: (A1+B1+C2+D1); **T4**: (A1+B1+C2+D2); **T5**: (A1+B1+C3+D2); **T6**: (A1+B2+C1+D1); **T7**: (A1+B2+C1+D2) **T8**: (A1+B2+C2+D1) **T9**: (A1+B2+C2+D2) **T10**: (A1+B2+C3+D1) **T11**: (A1+B2+C3+D2) **C1**: (A1+B1+C3+D1); **T12** (A1+B1+C1+D1); **T13** (A1+B1+C1+D2); **T14**: (A1+B1+C2+D1); **T15**: (A1+B1+C2+D2); **T16**: (A1+B1+C3+D2); **T17**: (A1+B2+C1+D1); **T18**: (A1+B2+C1+D2) **T19**: (A1+B2+C2+D1) **T20**: (A1+B2+C2+D2) **T21**: (A1+B2+C3+D1) **T22**: (A1+B2+C3+D2) **G2**: (A1+B1+C3+D1)

Nota: gomitas de mora Colombiana, mora de Castilla y dos controles.

Si $|\bar{x}_i - \bar{x}_c| = \text{excede } D(0.37; 0,05) = 1.31$, entonces la media del tratamiento correspondiente es diferente a la del control.

H0: $\bar{x}_i = \bar{x}_c$ El tratamiento es igual al control.

H1: $\bar{x}_i \neq \bar{x}_c$ El tratamiento es diferente al control.

La **Tabla 16** evidencia que el diámetro de las gomitas muestra diferencias significativas ($p < 0,05$) según el tratamiento aplicado y su comparación con los controles, los tratamientos (T1 a T11) no presentan diferencias significativas respecto al control G1, con diámetros entre 5,5 y 6,6 mm, mientras que los tratamientos (T12 a T22) vs el G2 sí muestran diferencias significativas ($p < 0,05$), alcanzando valores superiores a 9 mm, lo que indica que ciertas formulaciones generan un efecto estadísticamente relevante sobre el tamaño del producto. En

la comparación con el G2 muestra diferencia significativa con los tratamientos (T1 a T11), mientras que con los tratamientos (T12 a T22) no presentan diferencias significativas, lo que sugiere que las gomitas dependen de los ingredientes de cada formulación. Estos hallazgos se relacionan con lo señalado por Vojvodić *et al.* (2024), quienes demostraron que la incorporación y concentración de fruta y otros insumos funcionales influyen de manera decisiva en las propiedades físico-químicas y sensoriales de las gomitas, incluyendo su volumen y estabilidad.

11.3. Evaluación del ancho de las gomitas

La evaluación del ancho de las gomitas se realizó como un parámetro físico de calidad, debido a que este atributo permite analizar el comportamiento de expansión y conformación del producto durante el proceso de gelificación y moldeo. El ancho está directamente influenciado por la interacción entre los componentes de la formulación, especialmente por la acción de los agentes gelificantes, el contenido de sólidos y la proporción de los demás ingredientes, los cuales determinan la consistencia y estabilidad dimensional de las gomitas (Ver, **Tabla 17**).

Tabla 17. Análisis de varianza para un DBCA para el ancho de las gomitas de mora

FV	SC	GL	CM	F. RATIO	VALOR ($p < 0.05\%$)
Total	540,3	143			
Tratamientos	516,83	23	22,47	114,89	*
A	25,32	1	25,32	129,49	*
B	13,5	1	13,8	70,6	*
C	55,3	2	27,65	141,38	*
D	20,84	1	20,84	106,59	*
A*B	28,43	1	28,43	145,39	*
A*C	40,66	2	20,33	103,96	*
A*D	18,33	1	18,33	93,77	*
B*C	50,21	2	25,1	128,38	*
B*D	15,2	1	15,2	77,73	*
C*D	54,43	2	27,21	139,16	*
A*B*C	47,7	2	23,85	121,95	*
A*B*D	22,87	1	22,87	116,94	*
A*C*D	43,41	2	21,7	111	*
B*C*D	43,6	2	21,8	111,47	*
A*B*C*D	36,65	2	18,32	93,7	*
E. Exp.	23,47	120	0,19		

Nota: A fruta (mora Colombiana 70 g y mora de Castilla 70 g), B miel (20 g y 35 g), C gelificante (gelatina 5 g + pectina de maracuyá 5 g, gelatina 7 g + pectina de maracuyá 3 g y gelatina 10 g) y D espirulina (1% y 3%), NS no significativo, * significativo al 5%. Promedio= 10,03mm, CV=4,41%

Hipótesis nula H_0 : Los tratamientos son iguales

Hipótesis alternativa H_1 : Los tratamientos no son iguales

Para los tratamientos, los factores A, B, C, D y las interacciones, se aceptó la hipótesis alternativa y se rechazó la hipótesis nula. Los valores de F. Ratio manifestaron diferencias significativas para los tratamientos, factores A, B, C y D, y las interacciones A*B, A*C, A*D, B*C, B*D, C*D, A*B*C, A*B*D, A*C*D, B*C*D y A*B*C*D. Lo que indico que el ancho de la gomita está influenciado no solo por la fruta, sino por la acción conjunta de los ingredientes.

El factor A, B, C y D rechaza la hipótesis nula y acepta la hipótesis alternativa, evidenciando diferencia significativa entre niveles. Este hallazgo coincide con lo reportado por Torres *et al.* (2019), quienes señalan que la fruta es el insumo más relevante en la estructura y propiedades físicas de las gomitas, aportando sólidos solubles y estabilidad.

Se observaron efectos significativos en las interacciones A*B, A*C, A*D, B*C, B*D, C*D, A*B*C, A*B*D, A*C*D, B*C*D y A*B*C*D, lo que confirma que el ancho de las gomitas está determinado por la acción conjunta de todos los ingredientes funcionales, y que el efecto combinado supera al impacto individual de cada factor. Este hallazgo refuerza la importancia de diseñar formulaciones equilibradas que aprovechen las propiedades de cada insumo para obtener productos con características físicas diferenciadas y estables (González *et al.*, 2022).

El valor promedio de ancho obtenido para las gomitas fue de 10,03 mm, este resultado indica que las formulaciones presentan una consistencia adecuada en cuanto a su tamaño transversal. Además, el coeficiente de variación (CV) fue de 4,41 %, lo que indica una variabilidad buena respecto a los datos experimentales.

El análisis de varianza indicó que algunos tratamientos fueron diferentes, se utilizó la prueba de Tukey para determinar qué tratamientos y qué factores fueron iguales entre sí y cuáles diferentes (Ver, **Tabla 18, Tabla 19, Tabla 20, Tabla 21, Tabla 22**).

Tabla 18. Prueba de Tukey al 5% de significancia para el ancho de las gomitas de mora

Tratamiento	(\bar{x})	Rango de Tukey
T2	8	A
T22	10	B
T18	10,08	
T1	10,18	
T7	10,21	
T3	10,25	
T8	10,25	
T10	10,33	
T13	10,33	
T17	10,33	
T11	10,4	
G2	10,4	
T21	10,41	
T9	10,45	
T19	10,5	
G1	10,53	
T4	10,53	
T12	10,55	
T6	10,56	
T20	10,58	
T5	10,66	
T14	10,66	
T15	10,66	
T16	10,91	

Donde: **Control (G), G1 y G2;** Mora Colombiana 70g (**A1**); Mora de Castilla 70g (**A2**); Miel 20g (**B1**); Miel 35g (**B2**); Gelatina 5 + P.Maracuyá 5 (**C1**); Gelatina 7 + P. Maracuyá 3 (**C2**); Gelatina 10g (**C3**); Espirulina 1% (**D1**); Espirulina 3% (**D2**); **Tratamiento (T): T1** (A1+B1+C1+D1); **T2** (A1+B1+C1+D2); **T3**: (A1+B1+C2+D1); **T4**: (A1+B1+C2+D2); **T5**: (A1+B1+C3+D2); **T6**: (A1+B2+C1+D1); **T7**: (A1+B2+C1+D2) **T8**: (A1+B2+C2+D1) **T9**: (A1+B2+C2+D2) **T10**: (A1+B2+C3+D1) **T11**: (A1+B2+C3+D2) **G1**: (A1+B1+C3+D1); **T12** (A1+B1+C1+D1); **T13** (A1+B1+C1+D2); **T14**: (A1+B1+C2+D1); **T15**: (A1+B1+C2+D2); **T16**: (A1+B1+C3+D2); **T17**: (A1+B2+C1+D1); **T18**: (A1+B2+C1+D2) **T19**: (A1+B2+C2+D1) **T20**: (A1+B2+C2+D2) **T21**: (A1+B2+C3+D1) **T22**: (A1+B2+C3+D2) **G2**: (A1+B1+C3+D1).

Nota: Promedio de seis determinaciones

La **Tabla 18** muestra diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los tratamientos evaluados. El tratamiento T2 presentó el valor más bajo en ancho con 8 mm, en comparación con el resto de tratamientos que alcanzaron valores entre 10 y 10,91 mm, ubicándose en rangos de A y B. Esta diferencia indicó que las combinaciones de ingredientes funcionales utilizadas en cada tratamiento generan efectos contrastantes sobre la expansión del producto. En particular, los tratamientos con mayor proporción de gelificante y combinación de tipo de fruta tienden a formar una matriz más estable y voluminosa, como lo señalan (Fragoso *et al.*, 2024).

Tabla 19. Prueba de Tukey al 5% de significancia para el ancho de las gomitas de mora

Mora	(\bar{x})	Rangos
Co	9,61	A
Ca	10,45	B

Donde: Co (mora Colombiana) y Ca (mora de Castilla).

Nota: Promedio de 72 determinaciones de clases de mora.

La **Tabla 19** muestra diferencias significativas ($p < 0,05$), para el ancho de las gomitas, comparando dos concentraciones de fruta Co (mora Colombiana) y Ca (mora de Castilla). Se observo diferencias significativas entre ambas, con valores promedio de 9,61 mm para Co rango A y 10,45 mm para Ca, ubicadas en rangos B. Esta diferencia indicó que la mayor concentración de fruta (Castilla) genera gomitas con mayor expansión estructural, lo que puede atribuirse a su contenido de sólidos solubles, acidez y capacidad de formar una matriz más estable, como lo señalan Fandiño (2020).

Tabla 20. Prueba de Tukey al 5% de significancia para el ancho de las gomitas de mora

Miel	(\bar{x})	Rangos
20	9,72	A
35	10,34	B

Donde: miel 20 g y miel 35 g

Nota: Promedio de 72 determinaciones de concentraciones de la miel.

La **Tabla 20** presenta diferencias significativas ($p < 0,05$) en el ancho de las gomitas al comparar dos concentraciones de miel (20 % y 35 %). Se observo un incremento en el valor promedio de 9,72 mm para la concentración más baja y 10,34 mm para la más alta, ubicadas en rangos distintos (A y B). Este resultado indicó que, a mayor concentración de miel, mayor es la expansión estructural del producto, lo que puede atribuirse a la capacidad de la miel para retener humedad, aportar sólidos solubles y mejorar la consistencia del gel. Lazcano *et al.* (2015), reportaron que la incorporación de miel de melipona en gomitas favorece la estabilidad fisicoquímica y mejora la aceptación sensorial, confirmando el papel de la miel como agente estructurante y funcional en la matriz gelificada. En conjunto, estos hallazgos refuerzan la importancia de la miel en el diseño de gomitas con propiedades físicas diferenciadas y valor agregado.

Tabla 21. Prueba de Tukey al 5% de significancia para el ancho de las gomitas de mora

Gelificante	(\bar{x})	Rangos
1	9,15	A
3	10,45	B
2	10,48	B

Donde: 1 (gelatina 5 g + pectina de maracuyá 5 g), 2 (gelatina 7 g + pectina de maracuyá 3 g) y 3 (gelatina 10 g)

Nota: Promedio de 48 determinaciones de concentraciones del gelificante.

La **Tabla 21** presenta los resultados comparando tres tipos de gelificantes. Se observo diferencias significativas entre las concentraciones de gelificantes, con valores promedio de 9,15 mm para el gelificante 1 (rango A), 10,45 mm y 10,48 mm para los gelificantes 3 y 2, respectivamente (rango B). Estos resultados indicaron que los gelificantes 2 y 3 generan una mayor expansión en el producto, lo que puede atribuirse a su mayor capacidad de retención de agua y formación de redes tridimensionales más estables, como lo señalan González *et al.* (2022). En contraste, el gelificante 1 mostró menor desempeño en términos de ancho, lo que sugiere una estructura menos eficiente para sostener el volumen del producto. Esta diferencia confirmó que la selección del tipo de gelificante es un factor crítico en el diseño de gomitas funcionales, ya que influye directamente en sus propiedades físicas y en la percepción sensorial del consumidor.

Tabla 22. Prueba de Tukey al 5% de significancia para el ancho de las gomitas de mora

Espirulina	(\bar{x})	Rangos
2	9,65	A
1	10,41	B

Donde: 1 (1% espirulina) y 2 (3% espirulina)

Nota: Promedio de 72 determinaciones de concentraciones de la espirulina.

La **Tabla 22** presenta los resultados comparando dos concentraciones de espirulina: 1 (1 %) y 2 (3 %). Se observo diferencias significativas entre ambas, con valores promedio de 10,41 mm para la concentración más baja (rango B) y 9,65 mm para la más alta (rango A). Este resultado indicó que una menor concentración de espirulina favorece una mayor expansión del producto, posiblemente porque niveles elevados de este ingrediente pueden interferir con la formación de la matriz gelificada, afectando la retención de agua y la estructura interna, según Montiel *et al.* (2022), la espirulina aporta compuestos bioactivos que pueden modificar la textura, pero su efecto depende de la proporción utilizada y de su interacción con otros ingredientes como gelificantes y frutas.

A continuación, se realizó la prueba de Tukey para comparar el ancho de todos los tratamientos contra los controles (Ver, **Tabla 23**).

Tabla 23. Prueba de Tukey al 5% de significancia para el ancho

Tratamiento	Media	5 $ \bar{x}_t - \bar{x}_c $	Sig	¿Diferente control?
G1	10,53			
T1	10,18	0,35	-	No
T2	8	9,53	*	Si
T3	10,25	0,28	-	No
T4	10,53	0	-	No
T5	10,66	0,13	-	No
T6	10,56	0,03	-	No
T7	10,21	0,31	-	No
T8	10,25	0,28	-	No
T9	10,45	0,08	-	No
T10	10,33	0,2	-	No
T11	10,4	0,13	-	No
T12	10,55	0,01	-	No
T13	10,33	0,2	-	No
T14	10,66	0,13	-	No
T15	10,66	0,13	-	No
T16	10,91	0,38	-	No
T17	10,33	0,2	-	No
T18	10,08	0,45	-	No
T19	10,5	0,03	-	No
T20	10,58	0,05	-	No
T21	10,41	0,11	-	No
T22	10	0,53	-	No
G2	10,4	0	-	No
G2	10,4			
T1	10,18	0,21	-	No
T2	8	9,39	*	Si
T3	10,25	0,15	-	No
T4	10,53	0,13	-	No
T5	10,66	0,26	-	No

Tratamiento	Media	5 $ \bar{x}_i - \bar{x}_c $	Sig	¿Diferente control?
T6	10,56	0,16	-	No
T7	10,21	0,18	-	No
T8	10,25	0,15	-	No
T9	10,45	0,05	-	No
T10	10,33	0,06	-	No
T11	10,4	0	-	No
T12	10,55	0,15	-	No
T13	10,33	0,06	-	No
T14	10,66	0,26	-	No
T15	10,66	0,26	-	No
T16	10,91	0,51	-	No
T17	10,33	0,06	-	No
T18	10,08	0,31	-	No
T19	10,5	0,1	-	No
T20	10,58	0,18	-	No
T21	10,41	0,01	-	No
T22	10	0,4	-	No

Donde: **Control (G, G1 y G2;** Mora Colombiana 70g (**A1**); Mora de Castilla 70g (**A2**); Miel 20g (**B1**); Miel 35g (**B2**); Gelatina 5 + P.Maracuyá 5 (**C1**); Gelatina 7 + P. Maracuyá 3 (**C2**); Gelatina 10g (**C3**); Espirulina 1% (**D1**); Espirulina 3% (**D2**); **Tratamiento (T): T1** (A1+B1+C1+D1); **T2** (A1+B1+C1+D2); **T3:** (A1+B1+C2+D1); **T4:** (A1+B1+C2+D2); **T5:** (A1+B1+C3+D2); **T6:** (A1+B2+C1+D1); **T7:** (A1+B2+C1+D2); **T8:** (A1+B2+C2+D1) **T9:** (A1+B2+C2+D2) **T10:** (A1+B2+C3+D1) **T11:** (A1+B2+C3+D2) **G1:** (A1+B1+C3+D1); **T12** (A1+B1+C1+D1); **T13** (A1+B1+C1+D2); **T14:** (A1+B1+C2+D1); **T15:** (A1+B1+C2+D2); **T16:** (A1+B1+C3+D2); **T17:** (A1+B2+C1+D1); **T18:** (A1+B2+C1+D2) **T19:** (A1+B2+C2+D1) **T20:** (A1+B2+C2+D2) **T21:** (A1+B2+C3+D1) **T22:** (A1+B2+C3+D2) **G2:** (A1+B1+C3+D1).

Nota: gomitas de mora Colombiana, mora de Castilla y dos controles.

Si $|\bar{x}_i - \bar{x}_c| = \text{excede } D(120;0,05) = 0,95$, entonces la media del tratamiento correspondiente es diferente a la del control.

H0: $\bar{x}_i = \bar{x}_c$ El tratamiento es igual al control.

H1: $\bar{x}_i \neq \bar{x}_c$ El tratamiento es diferente al control.

La **Tabla 23** presenta los resultados del ancho en las gomitas comparando cada tratamiento con los controles G1 y G2. Al tomar como referencia el control, se observa que la mayoría de los tratamientos no mostró diferencias estadísticamente significativas. La única excepción fue el tratamiento T2, el cual presentó una diferencia significativa respecto a ambos controles, indicando un comportamiento atípico en el ancho de las gomitas. Este resultado sugiere que la formulación correspondiente a T2 generó una estructura distinta en comparación con el resto de tratamientos evaluados.

11.4. Evaluación de la densidad para las gomitas

La determinación de la densidad se realizó con el fin de evaluar la relación masa/volumen de las gomitas y analizar su comportamiento estructural frente a las diferentes formulaciones aplicadas. Este parámetro físico fue un indicador importante de la compactación de la matriz del gel, ya que permite identificar posibles variaciones en la estructura interna del producto asociadas a la incorporación de los distintos ingredientes y a sus interacciones durante el proceso de gelificación. Los resultados obtenidos se presentan en la **Tabla 24**, donde se evalúa la significancia estadística de cada factor y sus interacciones.

Tabla 24. Análisis de varianza para un DBCA de bloques para la densidad de las gomitas de mora

FV	SC	GL	CM	F. RATIO	VALOR ($p < 0.05\%$)
Total	5,74	143			
Tratamientos	1,01	23	0,04	1,12	NS
A	0,01	1	0,01	0,28	NS
B	0,08	1	0,08	2,22	NS
C	0,11	2	0,05	1,52	NS
D	0,01	1	0,01	0,35	NS
A*B	0,03	1	0,03	0,89	NS
A*C	0,23	2	0,11	2,97	NS
A*D	0,02	1	0,02	0,53	NS
B*C	0,14	2	0,07	1,9	NS
B*D	0,02	1	0,02	0,59	NS
C*D	0,05	2	0,02	0,67	NS
A*B*C	0,08	2	0,04	1,12	NS
A*B*D	0,0	1	0,0	0,96	NS
A*C*D	0,11	2	0,05	1,48	NS
B*C*D	0,02	2	0,01	0,31	NS
A*B*C*D	0	2	0	0,06	NS
E. Exp.	4,72	120	0,03		

*Nota: A fruta (mora Colombiana 70 g y mora de Castilla 70 g), B miel (20 g y 35 g), C gelificante (gelatina 5 g + pectina de maracuyá 5 g, gelatina 7 g + pectina de maracuyá 3 g y gelatina 10 g) y D espirulina (1% y 3%), NS no significativo, * significativo al 5%. Promedio=1,04g/mL, CV=9,27%*

Hipótesis nula H_0 : Los tratamientos son iguales

Hipótesis alternativa H_1 : Los tratamientos no son iguales

La **Tabla 24** presenta los resultados del análisis de varianza para la densidad de las gomitas, evaluando el efecto de los factores A, B, C, D y sus interacciones, indicó que no hay significancia estadística (NS) para los tratamientos, factores individuales y combinaciones. Esto implica que no se encontraron diferencias significativas en la densidad del producto entre los distintos niveles evaluados y se aceptó la hipótesis nula.

El valor promedio de densidad de las gomitas, fue de 1,04 g/mL, lo que refleja la masa relativa por unidad de volumen del producto. El coeficiente de variación (CV) fue de 9,27 %, lo que indica una variabilidad buena respecto a los datos experimentales.

11.5. Análisis de la conductividad eléctrica en gomitas

La conductividad eléctrica refleja la presencia de sales, ácidos orgánicos y sólidos solubles disueltos en la matriz de la gomita. Además, permitió relacionar la formulación (factores) con la retención de minerales, electrolitos y la interacción entre azúcares e hidrocoloides (Ver, **Tabla 25**).

Tabla 25. Análisis de varianza para un DBCA bloques para la conductividad de las gomitas de mora

FV	SC	GL	CM	F. RATIO	VALOR ($p < 0.05\%$)
Total	3,14	143			
Tratamientos	3,02	23	131682	138,26	*
A	490817	1	490817	515,33	*
B	298207	1	298207	313,1	*
C	32,6543	2	163272	171,43	*
D	83472,8	1	83472,8	87,64	*
A*B	56129,5	1	56129,5	58,93	*
A*C	197958	2	98978,9	103,92	*
A*D	58604,3	1	58604,3	61,53	*
B*C	100970	2	50484,8	53,01	*
B*D	85020,80	1	85020,8	89,27	*
C*D	830273	2	415036	435,87	*
A*B*C	117656,00	2	58827,9	61,77	*
A*B*D	71690,1	1	71690,1	75,27	*
A*C*D	70009,7	2	35004,9	36,75	*
B*C*D	109187,00	2	54593,50	57,32	*
A*B*C*D	132210	2	66105,1	69,41	*
E. Exp.	114292	120	952,43		

Nota: A fruta (mora Colombiana 70 g y mora de Castilla 70 g), B miel (20 g y 35 g), C gelificante (gelatina 5 g + pectina de maracuyá 5 g, gelatina 7 g + pectina de maracuyá 3 g y gelatina 10 g) y D espirulina (1% y 3%), NS no significativo, * significativo al 5%. Promedio= 577,16 μ S/cm, CV=5,35%

Hipótesis nula H_0 : Los tratamientos son iguales

Hipótesis alternativa H_1 : Los tratamientos no son iguales

La **Tabla 25** presenta los factores A, B, C, D y las interacciones, se aceptó la hipótesis alternativa y se rechazó la hipótesis nula. Los valores de F. Ratio manifestaron diferencia significativa ($p < 0,05$) para los tratamientos, factores A, B, C y D, y las interacciones A*B, A*C, A*D, B*C, B*D, C*D, A*B*C, A*B*D, A*C*D, B*C*D y A*B*C*D, lo que permitió confirmar que tanto los factores individuales como sus combinaciones influyen de manera directa en la conductividad del producto.

Los factores A, B, C y D, rechazaron la hipótesis nula y aceptaron la hipótesis alternativa, evidenciando diferencia significativa ($p < 0,05$) en la conductividad de las gomitas. En particular, el factor A presentó influencia, seguido del factor B, lo que confirma que ambos ingredientes tienen un impacto significativo en la concentración de cargas eléctricas en el sistema gelificado. El factor C también mostró diferencia significativa, aportando estabilidad estructural y facilitando la movilidad de iones en la matriz. Finalmente, el factor D, aunque con menor efecto, contribuyó significativamente al perfil funcional del producto, potenciando la conductividad cuando se combina con otros ingredientes, como lo evidencian González *et al.* (2022).

Se observaron diferencias significativas en las interacciones A*B, A*C, A*D, B*C, B*D, C*D, así como en las interacciones de orden superior A*B*C, A*B*D, A*C*D, B*C*D y A*B*C*D, lo que confirma que la conductividad de las gomitas está determinada por la acción conjunta de los factores evaluados. En particular, la interacción entre los componentes gelificantes, considerados hidrocoloides, y los demás ingredientes influyó de manera significativa en la estructura del sistema, debido a su capacidad de retener agua, formar redes tridimensionales y modificar la movilidad iónica del producto. Este comportamiento evidencia que el efecto combinado de los ingredientes supera el impacto individual de cada factor, destacando la importancia de la sinergia entre los hidrocoloides (gelatina y pectina) y los demás componentes de la formulación.

El valor promedio de conductividad de las gomitas fue de 577,16 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y el coeficiente de variación (CV) fue de 5,35 %, lo que indica una variabilidad buena respecto a los datos

experimentales.

Para determinar las diferencias significativas entre los tratamientos en el contenido de sólidos solubles de las gomitas de mora, se aplicó la prueba de Tukey al 5% de significancia, cuyos resultados se presentan en la **Tabla 26**, **Tabla 27**, **Tabla 28**, **Tabla 29**, **Tabla 30**.

Tabla 26. Prueba de Tukey al 5% de significancia para la conductividad de las gomitas de mora

Tratamiento	(\bar{x})	Rango de Tukey										
T19	400,5	A										
T11	426,66		B									
T21	495,83			C								
T22	507			C								
T16	520,33			C	D							
T18	526,5			C	D	E						
T14	530,66			C	D	E						
T8	538,33			C	D	E	F					
T5	555,66			C	D	E	F					
T13	583				D	E	F	G				
T17	587,66					E	F	G				
T3	589,83					E	F	G				
G2	589,83					E	F	G				
T20	599,66						F	G				
T10	600,83						F	G				
G1	625,66							G	H			
T12	638,66							G	H	I		
T15	641,66							G	H	I		
T6	672,5								H	I	J	
T2	679,16								H	I	J	
T7	705									I	J	K
T9	715,33										J	K
T4	754,83											K
T1	762,66											K

Donde: **Control (G, G1 y G2)**; Mora Colombiana 70g (**A1**); Mora de Castilla 70g (**A2**); Miel 20g (**B1**); Miel 35g (**B2**); Gelatina 5 + P.Maracuyá 5 (**C1**); Gelatina 7 + P. Maracuyá 3 (**C2**); Gelatina 10g (**C3**); Espirulina 1% (**D1**); Espirulina 3% (**D2**); **Tratamiento (T): T1** (A1+B1+C1+D1); **T2** (A1+B1+C1+D2); **T3:** (A1+B1+C2+D1); **T4:** (A1+B1+C2+D2); **T5:** (A1+B1+C3+D2); **T6:** (A1+B2+C1+D1); **T7:** (A1+B2+C1+D2) **T8:** (A1+B2+C2+D1) **T9:** (A1+B2+C2+D2) **T10:** (A1+B2+C3+D1) **T11:** (A1+B2+C3+D2) **G1:** (A1+B1+C3+D1); **T12** (A1+B1+C1+D1); **T13** (A1+B1+C1+D2); **T14:** (A1+B1+C2+D1); **T15:** (A1+B1+C2+D2); **T16:** (A1+B1+C3+D2); **T17:** (A1+B2+C1+D1); **T18:** (A1+B2+C1+D2) **T19:** (A1+B2+C2+D1) **T20:** (A1+B2+C2+D2) **T21:** (A1+B2+C3+D1) **T22:** (A1+B2+C3+D2) **G2:** (A1+B1+C3+D1).

Nota: Los valores representan el promedio de seis determinaciones. Letras iguales indican que no existen diferencias significativas entre tratamientos, según la prueba de Tukey al 5% de significancia ($p < 0,05$). C corresponde a los tratamientos control.

La **Tabla 26** muestra diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los tratamientos evaluados. El tratamiento T19 registró el valor más bajo (400,5 $\mu\text{S}/\text{cm}$, rango A), mientras que los tratamientos T1, T4, T7 y T9 alcanzaron los valores más altos (705 - 762,66 $\mu\text{S}/\text{cm}$, rango K), lo que refleja una amplia variabilidad en la respuesta del sistema frente a las distintas combinaciones de ingredientes funcionales. Esta dispersión confirma que la conductividad está

fuertemente influenciada por la composición de la formulación, especialmente por la presencia de insumos ricos en sólidos solubles y compuestos iónicos como la fruta y la miel, tal como lo señalan Al Jaloudi *et al.* (2023).

Tabla 27. Prueba de Tukey al 5% de significancia para la conductividad de las gomitas de mora

Mora	(\bar{x})	Rangos
Ca	518,77	A
Co	635,54	B

Donde: Co (mora Colombiana) y Ca (mora de Castilla).

Nota: Promedio de 72 determinaciones de clases de mora.

La **Tabla 27** muestra diferencia significativa ($p < 0,05$) para la conductividad de las gomitas, comparando dos tipos de fruta mora de Castilla (Ca) y mora Colombiana (Co). Se observaron diferencias significativas entre ambas, con valores promedio de 518,77 $\mu\text{S}/\text{cm}$ para Ca en el rango A y 635,54 $\mu\text{S}/\text{cm}$ para Co, ubicadas en rangos B. Este resultado indicó que la mora Colombiana (Co) contiene mayor concentración de minerales y ácidos orgánicos, lo que incrementa la movilidad iónica en la matriz y eleva la conductividad como lo señalan (Fragoso *et al.*, 2024).

Tabla 28. Prueba de Tukey al 5% de significancia para la conductividad de las gomitas de mora

Miel	(\bar{x})	Rangos
35	531,65	A
20	622,66	B

Donde: miel 20 g y miel 35 g

Nota: Promedio de 72 determinaciones de concentraciones de miel.

La **Tabla 28** muestra un comportamiento inesperado en la conductividad eléctrica de las gomitas con miel, donde la formulación con 20 g de miel presentó un valor alto (622,66 $\mu\text{S}/\text{cm}$, rango B) en comparación con la de 35 g de miel, que obtuvo 531,65 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (rango A). Este resultado sugiere que la relación entre concentración de miel y conductividad no es lineal y puede estar influenciada por la interacción de los componentes de la matriz gelificada. Un comportamiento similar fue reportado por Rodríguez *et al.* (2019), estudio sobre gomitas enriquecidas con extracto de maracuyá, donde observaron que ciertas concentraciones intermedias generaban mayor conductividad que las más altas, debido a la optimización de la dispersión iónica y la estructura del gel. Los que tienen una conductividad baja son los que tienen mejor textura y los que tienen alta conductividad tienden a deteriorar su textura y estabilidad de la gomita.

Tabla 29. Prueba de Tukey al 5% de significancia para la conductividad de las gomitas de mora

Gelificante	(\bar{x})	Rangos
3	540,22	A
2	546,85	
1	644,39	B

Donde: 1 (gelatina 5 g + pectina de maracuyá 5 g), 2 (gelatina 7 g + pectina de maracuyá 3 g) y 3 (gelatina 10 g)

Nota: Promedio de 48 determinaciones de concentraciones del gelificante

La **Tabla 29** presenta los resultados comparando tres tipos de gelificantes. Se observó diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los gelificantes, con valores promedio de 540,22 $\mu\text{S/cm}$ (3) para el gelificante (2) 546,85 $\mu\text{S/cm}$ estos para el gelificante (1) 644,39 $\mu\text{S/cm}$. Este resultado sugiere que el gelificante 1 genera una mayor conductividad, posiblemente por su mayor capacidad de liberar compuestos iónicos o facilitar la movilidad de cargas eléctricas en la matriz del producto, según Montiel *et al.* (2022), los gelificantes no solo aportan textura y estabilidad, sino que también influyen en parámetros fisicoquímicos como la conductividad, especialmente cuando interactúan con ingredientes como espirulina o miel.

Tabla 30. Prueba de Tukey al 5% de significancia para la conductividad de las gomitas de mora

Espirulina	(\bar{x})	Rangos
1	553,08	A
2	601,23	B

Donde: 1 (1% espirulina) y 2 (3% espirulina)

Nota: Promedio de 72 determinaciones de concentraciones de la espirulina.

La **Tabla 30** presenta los resultados comparando dos concentraciones de espirulina: 1 (1%) y 2 (3%). Se observaron diferencias significativas entre ambas, con valores promedio de 553,08 $\mu\text{S/cm}$ para la concentración más baja (rango A) y 601,23 $\mu\text{S/cm}$ para la más alta (rango B). Este resultado indicó que, a mayor concentración de espirulina, mayor es la conductividad del producto, lo que puede atribuirse al aporte de minerales, proteínas y compuestos bioactivos presentes en la espirulina, como lo señalan (González *et al.*, 2022).

A continuación, se realizó la prueba de Tukey para comparar la conductividad de todos los tratamientos contra dos controles (Ver, **Tabla 31**).

Tabla 31. Prueba de Tukey al 5% de significancia para la conductividad

Tratamiento	Media	5 $ \bar{x}_i - \bar{x}_c $	Sig	¿Diferente control?
G1	625,66			
T1	762,66	137	*	Si
T2	679,16	53,5	-	No
T3	589,83	35,83	-	No
T4	724,83	129,16	*	Si
T5	555,66	70	*	Si
T6	672,5	46,83	-	No
T7	705	79,33	*	Si
T8	538,33	87,33	*	Si
T9	715,33	89,66	*	Si
T10	600,83	24,83	-	No
T11	426,66	199	*	Si
T12	638,66	13	-	No
T13	583	42,66	-	No
T14	530,66	95	*	Si
T15	641,66	16	-	No
T16	520,33	105,33	*	Si
T17	587,66	38	-	No
T18	526,5	99,16	*	Si
T19	4,5	621,16	*	Si
T20	599,66	26	-	No
T21	495,83	129,83	*	Si
T22	507	118,66	*	Si
G2	589,83	35,83	-	No
G2	589,83	172,83	*	Si
T1	762,66	172,83	*	Si
T2	679,16	89,33	*	Si
T3	589,83	0	-	No
T4	724,83	165	*	Si
T5	555,66	34,16	-	No
T6	672,5	82,66	*	Si
T7	705	115,16	*	Si
T8	538,33	51,5	-	No
T9	715,33	125,5	*	Si

Tratamiento	Media	5 $ \bar{x}_i - \bar{x}_c $	Sig	¿Diferente control?
T10	600,83	11	-	No
T11	426,66	163,16	*	Si
T12	638,66	48,83	-	No
T13	583	6,83	-	No
T14	530,66	59,16	-	No
T15	641,66	51,83	-	No
T16	520,33	69,5	*	Si
T17	587,66	2,16	-	No
T18	526,5	63,33	-	No
T19	4,5	585,33	*	Si
T20	599,66	9,83	-	No
T21	495,83	94	*	Si
T22	507	82,83	*	Si

Donde: **Control (G)**, **G1 y G2**; Mora Colombiana 70g (**A1**); Mora de Castilla 70g (**A2**); Miel 20g (**B1**); Miel 35g (**B2**); Gelatina 5 + P.Maracuyá 5 (**C1**); Gelatina 7 + P. Maracuyá 3 (**C2**); Gelatina 10g (**C3**); Espirulina 1% (**D1**); Espirulina 3% (**D2**); **Tratamiento (T)**: **T1** (A1+B1+C1+D1); **T2** (A1+B1+C1+D2); **T3** (A1+B1+C2+D1); **T4** (A1+B1+C2+D2); **T5** (A1+B1+C3+D2); **T6** (A1+B2+C1+D1); **T7** (A1+B2+C1+D2); **T8** (A1+B2+C2+D1); **T9** (A1+B2+C2+D2); **T10** (A1+B2+C3+D1); **T11** (A1+B2+C3+D2); **C1** (A1+B1+C3+D1); **T12** (A1+B1+C1+D1); **T13** (A1+B1+C1+D2); **T14** (A1+B1+C2+D1); **T15** (A1+B1+C2+D2); **T16** (A1+B1+C3+D2); **T17** (A1+B2+C1+D1); **T18** (A1+B2+C1+D2); **T19** (A1+B2+C2+D1); **T20** (A1+B2+C2+D2); **T21** (A1+B2+C3+D1); **T22** (A1+B2+C3+D2); **G2**: (A1+B1+C3+D1).

Nota: gomitas de mora Colombiana, mora de Castilla y dos controles.

Si $|\bar{x}_i - \bar{x}_c| = \text{excede } D(120;0,05) = 66,34$, entonces la media del tratamiento correspondiente es diferente a la del control.

H0: $\bar{x}_i = \bar{x}_c$ El tratamiento es igual al control.

H1: $\bar{x}_i \neq \bar{x}_c$ El tratamiento es diferente al control.

La **Tabla 31** presenta diferencias significativas para la conductividad de las gomitas, comparando cada tratamiento con los controles G1 y G2. Al considerar el control G1 (625,66), se observó que varios tratamientos, como T1, T4, T5, T7, T8, T9, T11, T14, T16, T18, T19, T21 y T22, presentaron diferencias estadísticamente significativas.

Por el contrario, tratamientos como T2, T3, T6, T10, T12, T13, T15, T17 y T20 no mostraron diferencias significativas respecto a G1, lo que indicó valores de conductividad similares al control. Un comportamiento similar se observó al utilizar el control G2 (589,83) como referencia, donde nuevamente se identificaron tratamientos con diferencias significativas y otros con valores estadísticamente equivalentes. Estos resultados evidencian que la conductividad de las gomitas se ve influenciada por la combinación de ingredientes aplicada en determinados tratamientos, particularmente aquellos que incorporan mayores concentraciones de espirulina y

variaciones en la formulación de gelatina y pectina de maracuyá.

11.6. Análisis del espesor para las gomitas

El espesor en gomitas es un parámetro físico que reflejó la uniformidad y consistencia del producto, influyendo directamente en su textura y aceptación sensorial (Ver, **Tabla 32**).

Tabla 32. Análisis de varianza para un DBCA para el espesor de las gomitas de mora

FV	SC	GL	CM	F. RATIO	VALOR ($p < 0.05\%$)
Total	31,53	143			
Tratamientos	6,9	23	0,3	1,46	NS
A	0	1	0	0	NS
B	0,61	1	0,61	2,99	NS
C	0,62	2	0,31	1,51	NS
D	0,23	1	0,23	1,14	NS
A*B	0	1	0	0	NS
A*C	0	2	0	0	NS
A*D	0	1	0	0	NS
B*C	0,28	2	0,14	0,69	NS
B*D	0,51	1	0,51	2,5	NS
C*D	3,74	2	1,87	9,13	*
A*B*C	0	2	0	0	NS
A*B*D	0,0	1	0	0	NS
A*C*D	0	2	0	0	NS
B*C*D	0,89	2	0,44	2,18	NS
A*B*C*D	0	2	0	0	NS
E. Exp.	24,63	120	0,20		

Nota: A fruta (mora Colombiana 70 g y mora de Castilla 70 g), B miel (20 g y 35 g), C gelificante (gelatina 5 g + pectina de maracuyá 5 g, gelatina 7 g + pectina de maracuyá 3 g y gelatina 10 g) y D espirulina (1% y 3%), NS no significativo, * significativo al 5%. Promedio=5,503mm, CV=8,23%

Hipótesis nula H_0 : Los tratamientos son iguales

Hipótesis alternativa H_1 : Los tratamientos no son iguales

Para la interacción C*D, se acepta la hipótesis alternativa y se rechazó la hipótesis nula, para los tratamientos, los factores A, B, C, D y sus interacciones A*B, A*C, A*D, B*C, B*D, A*B*C, A*B*C y A*C*D, no presentaron diferencia significativa, lo que permitió rechazar la hipótesis alternativa y aceptar la hipótesis nula. Esto indicó que los ingredientes no modificaron el espesor de manera estadísticamente relevante, lo que puede atribuirse a efectos compensatorios entre componentes o a la estabilidad de la matriz gelificada frente a variaciones moderadas en la formulación (Figueroa, 2021).

El espesor promedio de las gomitas fue de 5,503 mm y el coeficiente de variación (CV) fue de 8,23 %, lo que indica una variabilidad buena respecto a los datos experimentales.

11.7. Análisis de humedad para las gomitas

La humedad de las gomitas es un parámetro crítico que influye en su textura, estabilidad y vida útil. El contenido de humedad en las gomitas permite evaluar su capacidad de retención de agua y su estabilidad (Ver, **Tabla 33**).

Tabla 33. Análisis de varianza para un DBCA bloques para la humedad de las gomitas de mora

FV	SC	GL	CM	F. RATIO	VALOR ($p < 0.05\%$)
Total	3060,2	71			
Tratamientos	1654,14	23	71,91	2,46	*
A	71,24	1	71,24	2,43	NS
B	221,13	1	221,13	7,55	*
C	186,543	2	93,27	3,18	NS
D	130,41	1	130,41	4,45	*
A*B	199,46	1	199,46	6,81	*
A*C	145,83	2	72,91	2,49	NS
A*D	83,54	1	83,54	2,85	NS
B*C	47,35	2	23,37	0,81	NS
B*D	19,92	1	19,92	0,68	NS
C*D	139,5	2	69,72	2,38	NS
A*B*C	98	2	49,01	1,67	NS
A*B*D	23,1	1	23	0,79	NS
A*C*D	203,39	2	101,7	3,47	*
B*C*D	61,09	2	30,54	1,04	NS
A*B*C*D	23,55	2	11,77	0,4	NS
E. Exp.	1406,05	48	29,29		

Nota: A fruta (mora Colombiana 70 g y mora de Castilla 70 g), B miel (20 g y 35 g), C gelificante (gelatina 5 g + pectina de maracuyá 5 g, gelatina 7 g + pectina de maracuyá 3 g y gelatina 10 g) y D espirulina (1% y 3%), NS no significativo, * significativo al 5%. Promedio= 62,93%, CV= 8,60%

Hipótesis nula Ho: Los tratamientos son iguales

Hipótesis alternativa H1: Los tratamientos no son iguales

En la **Tabla 33** se presentan los tratamientos, factores B y D, se rechazó la hipótesis nula y se aceptó la hipótesis alternativa y en el resto de factores no hubo diferencia significativa. Esto indicó que ambos factores influyen directamente en la capacidad de retención de agua del producto, la miel, por su naturaleza higroscópica y alto contenido de azúcares reductores, favorece la conservación de humedad en la matriz gelificada, mientras que la espirulina aporta

proteínas y minerales que interactúan con el gelificante y otros componentes, modificando la distribución del agua en el sistema. De acuerdo con Bogdanov *et al.* (2008), la miel no solo aporta compuestos bioactivos, sino que también actúa como agente humectante, modulando la textura y la humedad en productos alimenticios. Asimismo, Habib *et al.* (2008), señalan que la espirulina, gracias a su alto contenido proteico y mineral, puede mejorar propiedades fisicoquímicas como la capacidad de retención de agua y la estabilidad estructural en matrices alimentarias, lo que repercute directamente en la vida útil del producto.

Se observaron efectos significativos en las interacciones A*B y A*C*D, lo que permitió rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alternativa, indicando que al menos una combinación de factores afecta la humedad del producto.

El contenido de humedad promedio de las gomitas de mora fue de 62,93%, con un coeficiente de variación (CV) de 8,60%, lo que indica una variabilidad buena respecto a los datos experimentales.

El análisis de varianza indicó algunos tratamientos diferentes, se utilizó la prueba de Tukey para determinar qué tratamientos y qué factores fueron iguales entre sí y cuáles diferentes (Ver, **Tabla 34, Tabla 35 y Tabla 36**).

Tabla 34. Prueba de Tukey al 5% de significancia para la humedad de las gomitas de mora

Tratamiento	(\bar{x})	Rango de Tukey	
T1	48,61	A	
T10	56,94	A	B
T19	58,14	A	B
T11	58,69	A	B
T6	59,92	A	B
T18	59,96	A	B
T22	59,97	A	B
G1	60,11	A	B
T5	60,16	A	B
T21	61,07	A	B
T17	61,4	A	B
T20	62,54	A	B
T9	63,87	A	B
T8	64,71	A	B
T16	65,04	A	B
G2	66,46		B
T14	66,68		B
T3	66,82		B
T7	67		B
T2	67,86		B
T12	68,21		B
T15	68,52		B
T4	68,61		B
T13	69,17		B

Donde: **Control (G), G1 y G2;** Mora Colombiana 70g (**A1**); Mora de Castilla 70g (**A2**); Miel 20g (**B1**); Miel 35g (**B2**); Gelatina 5 + Maracuyá 5 (**C1**); Gelatina 7 + P. Maracuyá 3 (**C2**); Gelatina 10g (**C3**); Espirulina 1% (**D1**); Espirulina 3% (**D2**); **Tratamiento (T): T1** (A1+B1+C1+D1); **T2** (A1+B1+C1+D2); **T3:** (A1+B1+C2+D1); **T4:** (A1+B1+C2+D2); **T5:** (A1+B1+C3+D2); **T6:** (A1+B2+C1+D1); **T7:** (A1+B2+C1+D2) **T8:** (A1+B2+C2+D1) **T9:** (A1+B2+C2+D2) **T10:** (A1+B2+C3+D1) **T11:** (A1+B2+C3+D2) **G1:** (A1+B1+C3+D1); **T12** (A1+B1+C1+D1); **T13** (A1+B1+C1+D2); **T14:** (A1+B1+C2+D1); **T15:** (A1+B1+C2+D2); **T16:** (A1+B1+C3+D2); **T17:** (A1+B2+C1+D1); **T18:** (A1+B2+C1+D2) **T19:** (A1+B2+C2+D1) **T20:** (A1+B2+C2+D2) **T21:** (A1+B2+C3+D1) **T22:** (A1+B2+C3+D2) **G2:** (A1+B1+C3+D1).

Nota: Promedio de tres determinaciones

La **Tabla 34** muestra diferencias significativas ($p < 0,05$), comparando 24 tratamientos distintos, valores promedio que oscilan entre 48,61 % (T1) y 69,17 % (T13). Este comportamiento puede compararse con lo reportado por Bravo *et al.* (2020), quienes al evaluar gomitas elaboradas con pulpa de parchita observaron que la humedad variaba según la formulación y el tipo de gelificante empleado, afectando directamente la textura y la estabilidad del producto. Los tratamientos se agrupan en dos rangos principales: rango A, que incluye los valores más bajos de humedad, y rango B, que agrupa los tratamientos con mayor contenido de agua. Algunos tratamientos como T10, T19, T11, T6, T18, T22, G1, T5, T21, T17, T20 y T9 se ubican en ambos rangos (A y B), lo que indicó que sus valores no difieren significativamente de los extremos, mostrando una zona de transición entre los grupos.

Tabla 35. Prueba de Tukey al 5% de significancia para la humedad de las gomitas de mora

Miel	(\bar{x})	Rangos
35	61,18	A
20	64,69	B

Donde: miel 20 g y miel 35 g

Nota: promedio de 36 determinaciones.

En la **Tabla 35** se muestran diferencias significativas entre las concentraciones de miel 20 g y 35 g, con valores promedio de 64,69% y 61,18%, respectivamente. Este comportamiento sugiere que una menor cantidad de miel en la formulación favorece una mayor retención de agua, posiblemente por el efecto osmótico y la concentración de sólidos solubles que modifica la capacidad de absorción de humedad en la matriz gelificada. De manera similar, López *et al.* (2022) reportaron que la variación en el contenido de azúcares influye directamente en la humedad de productos tipo gomita, indicando que formulaciones con menor carga de azúcares tienden a retener más agua debido a una menor presión osmótica.

Tabla 36. Prueba de Tukey al 5% de significancia para la humedad de las gomitas de mora

Espirulina	(\bar{x})	Rangos
1	61,59	A
2	64,28	B

Donde: 1 (1% espirulina) y 2 (3% espirulina)

Nota: promedio de 36 determinaciones.

La **Tabla 36** muestra diferencias significativas ($p < 0,05$) en el contenido de humedad en las gomitas de la concentración de espirulina. El nivel (1) presentó un menor promedio de humedad (61,18 %), ubicándose en el grupo A, mientras que el nivel (2) alcanzó un mayor valor promedio (64,69 %), correspondiente al grupo B. Estos resultados evidencian que la espirulina influye de manera significativa en la humedad del producto final, posiblemente debido a su capacidad de retención de agua dentro de la matriz del gel (Lema, 2022).

A continuación, se realizó la prueba de Tukey para comparar la humedad de todos los tratamientos contra los controles G1 y G2 (Ver, **Tabla 37**).

Tabla 37. Prueba de Tukey al 5% de significancia para la humedad

Tratamiento	Media	$\frac{5}{ \bar{x}_i - \bar{x}_c }$	Sig	¿Diferente control?
G1	60,11			
T1	48,61	11,49	-	No
T2	67,56	7,74	-	No
T3	66,82	6,7	-	No
T4	68,61	8,5	-	No
T5	60,16	0,05	-	No
T6	59,92	0,19	-	No
T7	67	6,88	-	No
T8	64,71	4,6	-	No
T9	63,87	3,75	-	No
T10	56,94	3,17	-	No
T11	58,69	1,42	-	No
T12	68,21	8,1	-	No
T13	69,17	9,06	-	No
T14	66,68	6,57	-	No
T15	68,52	8,4	-	No
T16	65,04	4,93	-	No
T17	61,4	1,28	-	No
T18	59,96	0,15	-	No
T19	58,14	1,96	-	No
T20	62,54	2,43	-	No
T21	61,07	0,96	-	No
T22	59,97	0,14	-	No
G2	66,46	6,35	-	No
G2	66,46			
T1	48,61	17,84	*	Si
T2	67,56	1,39	-	No
T3	66,82	0,35	-	No
T4	68,61	2,15	-	No
T5	60,16	6,29	-	No
T6	59,92	6,54	-	No
T7	67	0,53	-	No
T8	64,71	1,74	-	No
T9	63,87	2,59	-	No
T10	56,94	9,52	-	No
T11	58,69	7,77	-	No
T12	68,21	1,75	-	No
T13	69,17	2,71	-	No
T14	66,68	0,22	-	No
T15	68,52	2,05	-	No
T16	65,04	1,42	-	No
T17	61,4	5,06	-	No
T18	59,96	6,5	-	No
T19	58,14	8,31	-	No

Tratamiento	Media	$5 \bar{x}_i - \bar{x}_c $	Sig	¿Diferente control?
T20	62,54	3,92	-	No
T21	61,07	5,38	-	No
T22	59,97	6,49	-	No

Donde: **Control (G), G1 y G2**; Mora Colombiana 70g (**A1**); Mora de Castilla 70g (**A2**); Miel 20g (**B1**); Miel 35g (**B2**); Gelatina 5 + P. Maracuyá 5 (**C1**); Gelatina 7 + P. Maracuyá 3 (**C2**); Gelatina 10g (**C3**); Espirulina 1% (**D1**); Espirulina 3% (**D2**); **Tratamiento (T): T1** (A1+B1+C1+D1); **T2** (A1+B1+C1+D2); **T3** (A1+B1+C2+D1); **T4** (A1+B1+C2+D2); **T5** (A1+B1+C3+D2); **T6** (A1+B2+C1+D1); **T7** (A1+B2+C1+D2); **T8** (A1+B2+C2+D1); **T9** (A1+B2+C2+D2); **T10** (A1+B2+C3+D1); **T11** (A1+B2+C3+D2); **G1** (A1+B1+C3+D1); **T12** (A1+B1+C1+D1); **T13** (A1+B1+C1+D2); **T14** (A1+B1+C2+D1); **T15** (A1+B1+C2+D2); **T16** (A1+B1+C3+D2); **T17** (A1+B2+C1+D1); **T18** (A1+B2+C1+D2); **T19** (A1+B2+C2+D1); **T20** (A1+B2+C2+D2); **T21** (A1+B2+C3+D1); **T22** (A1+B2+C3+D2); **G2** (A1+B1+C3+D1).

Nota: gomitas de mora Colombiana, mora de Castilla y dos controles.

Si $|\bar{x}_i - \bar{x}_c| = \text{excede } D(48; 0,05) = 17,03$, entonces la media del tratamiento correspondiente es diferente a la del control.

H0: $\bar{x}_i = \bar{x}_c$ El tratamiento es igual al control.

H1: $\bar{x}_i \neq \bar{x}_c$ El tratamiento es diferente al control.

La humedad de todos los tratamientos comparados con los controles G1 y G2, encontrando que solo el tratamiento T1 presentó una diferencia significativa ($p < 0,05$), con un valor de humedad de 48,61 %, muy por debajo del promedio de los controles 60,11 % y 66,46 % respectivamente. Esto indicó que posiblemente la formulación de T1 afecta la capacidad de retención de agua. Este hallazgo coincide con lo señalado por Cañar *et al.* (2025), quienes afirman que “las variaciones en la proporción de ingredientes higroscópicos y gelificantes influyen directamente en la humedad y estabilidad de las gomitas”. A diferencia de los demás tratamientos, no mostraron diferencias significativas y se mantuvieron iguales a los dos controles, confirmando que su formulación conserva la humedad dentro de parámetros aceptables.

11.8. Análisis del peso para las gomitas

El peso en una gomita es importante porque permite evaluar la uniformidad del producto, controlar la dosificación de ingredientes y garantizar la calidad industrial. Los resultados se presentan en la **Tabla 38**.

Tabla 38. Análisis de varianza para un DBCA para el peso de las gomitas de mora

FV	SC	GL	CM	F. RATIO	VALOR ($p < 0.05\%$)
Total	1,4	143			
Tratamientos	0,31	23	0,01	1,48	NS
A	0	1	0	0,15	NS
B	0	1	0	0,11	NS
C	0,07	2	0,03	4,22	*
D	0	1	0	0,07	NS
A*B	0	1	0	0,02	NS
A*C	0,07	2	0,03	4,26	*
A*D	0	1	0	0,82	NS
B*C	0,03	2	0,01	1,78	NS
B*D	0,00	1	0	0,73	NS
C*D	0,02	2	0,01	1,29	NS
A*B*C	0	2	0,01	1,59	NS
A*B*D	0,0	1	0	2,15	NS
A*C*D	0,02	2	0,01	1,34	NS
B*C*D	0,00	2	0,00	0,42	NS
A*B*C*D	0	2	0	0,05	NS
E. Exp.	1,09	120	0		

Nota: A fruta (mora Colombiana 70 g y mora de Castilla 70 g), B miel (20 g y 35 g), C gelificante (gelatina 5 g + pectina de maracuyá 5 g, gelatina 7 g + pectina de maracuyá 3 g y gelatina 10 g) y D espirulina (1% y 3%), NS no significativo, * significativo al 5%. Promedio= 1,50g, CV=6,33%

Hipótesis nula Ho: Los tratamientos son iguales

Hipótesis alternativa H1: Los tratamientos no son iguales

El factor C rechazó la hipótesis nula y se aceptó la hipótesis alternativa. Esto evidencia que el tipo y la concentración del gelificante influyen directamente en la estructura y el peso final del producto, ya que determinan la capacidad de retención de agua y la firmeza de la matriz. Este resultado coincide con lo señalado por Fragoso *et al.* (2024), quienes destacaron que la elección del gelificante y la concentración son determinantes en la formación de la red tridimensional que confiere a la textura y estabilidad a los productos alimenticios.

Se observaron diferencias significativas en A*C, lo que sugiere que la respuesta del peso de las gomitas no depende únicamente de cada factor de manera independiente, sino también de cómo se combinan entre sí. Este resultado evidencia que la sinergia entre la composición de la fruta y el tipo de gelificante influye directamente en la estructura y estabilidad del producto, modificando parámetros como el peso y la textura, mientras que los factores fruta (A), miel (B), espirulina (D) y el resto de las interacciones no influyeron de manera relevante sobre el peso de las gomitas. Estos resultados sugieren que el peso de las gomitas es una variable relativamente

estable frente a cambios en la formulación, siendo principalmente sensible al tipo de gelificante y su combinación con la fruta. Esto se puede explicar porque los gelificantes afectan la retención de agua y la formación de la matriz estructural, lo que puede modificar ligeramente el contenido de masa de cada unidad. Una investigación previa sobre productos gelificados indica que la variación en hidrocoloides y su interacción con la fruta puede influir en propiedades físicas como el peso y la densidad (Garbocci, 2024), aunque factores como la concentración de miel y espirulina tienen un efecto menos pronunciado en esta variable.

El peso promedio de las gomitas fue de 1,50 g, con un coeficiente de variación (CV) de 6,33 %, lo que indica una variabilidad buena respecto a los datos experimentales.

El análisis de varianza indicó que algunos factores diferentes, se utilizó la prueba de Tukey para determinar si fueron iguales entre sí y cuáles diferentes (Ver, **Tabla 39**).

Tabla 39. Prueba de Tukey al 5% de significancia para el peso de las gomitas de mora

Gelificante	(\bar{x})	Rangos
1	0,47	A
2	0,51	A
3	0,53	B

Donde: 1 (gelatina 5 g + pectina de maracuyá 5 g), 2 (gelatina 7 g + pectina de maracuyá 3 g) y 3 (gelatina 10 g)

Nota: Promedio de 48 determinaciones.

En la **Tabla 39** se muestran diferencias significativas ($p < 0,05$) en el peso de las gomitas según la concentración de gelificante. En las concentraciones (1 y 2) no presentan diferencias significativas entre sí, ubicándose en el mismo rango estadístico (A), mientras que la formulación con gelatina (3) se diferencia significativamente al situarse en el rango B, con el mayor peso promedio (0,53 g). Esto evidencia que el incremento en la proporción de gelatina favorece un aumento en el peso final de las gomitas, probablemente por su mayor capacidad de retención de agua y formación de una red más densa, en contraste con las combinaciones que incluyen pectina, donde el efecto sobre el peso resulta menos marcado (Sinofude, 2023).

11.9. Análisis del pH para las gomitas

El pH en gomitas es esencial porque determina su estabilidad, seguridad y aceptación sensorial. Un pH controlado evita la proliferación microbiana, regula la interacción entre azúcares, gelificantes y ácidos, y favorece una textura adecuada. Además, prolonga la vida útil y garantiza la seguridad alimentaria, siendo un parámetro indispensable en el desarrollo de formulaciones (Bravo *et al.*, 2020), (Ver, **Tabla 40**).

Tabla 40. Análisis de varianza para un DBCA para el pH de las gomitas de mora

FV	SC	GL	CM	F. RATIO	VALOR ($p < 0.05\%$)
Total	2,48	143			
Tratamientos	2,29	23	0,09	63,86	*
A	1,51	1	1,51	965,83	*
B	0	1	0	5,08	*
C	0,02	2	0,01	6,78	*
D	0,02	1	0,02	15,86	*
A*B	0	1	1	0,28	NS
A*C	0,09	2	0,04	29	*
A*D	0,05	1	0,05	33,57	*
B*C	0,1	2	0,05	34,68	*
B*D	0,01	1	0,01	7,85	*
C*D	0,29	2	0,14	94,56	*
A*B*C	0	2	0,02	16,54	*
A*B*D	0,0	1	0	6,72	*
A*C*D	0,03	2	0,01	11,26	*
B*C*D	0,01	2	0,00	3,28	*
A*B*C*D	0,06	2	0,03	20,65	*
E. Exp.	0,18	120	0		

Nota: A fruta (mora Colombiana 70 g y mora de Castilla 70 g), B miel (20 g y 35 g), C gelificante (gelatina 5 g + pectina de maracuyá 5 g, gelatina 7 g + pectina de maracuyá 3 g y gelatina 10 g) y D espirulina (1% y 3%), NS no significativo, * significativo al 5%. Promedio= 3,44 pH, CV=1,15%

Hipótesis nula H_0 : Los tratamientos son iguales.

Hipótesis alternativa H_1 : Los tratamientos no son iguales.

Para los tratamientos, los factores A, B, C y D rechazaron la hipótesis nula y se aceptó la hipótesis alternativa. Esto indicó que cada uno de estos ingredientes influye de manera directa en la acidez del producto, modificando su estabilidad y perfil sensorial (Zhou *et al.*, 2023).

Además, se observaron diferencias significativas en todas las interacciones excepto A*B, lo que indicó que el comportamiento del pH está determinado por la sinergia entre los ingredientes

y no únicamente por su efecto individual. Fragoso *et al.* (2024), destacaron que la actividad del agua y el pH actúan de forma sinérgica, siendo sus efectos combinados más potentes que sus efectos individuales en el control de la estabilidad microbiana y calidad del producto. De igual manera, se ha señalado que el pH modula las reacciones químicas y biológicas que determinan la vida útil de los productos, condicionando qué microorganismos pueden proliferar y afectando la conservación (Severiano, 2019).

El valor promedio de pH de las gomitas fue de 3,44, con un coeficiente de variación (CV) de 1,15 %, lo que indicó una variabilidad buena respecto a los datos experimentales.

El análisis de varianza indicó que algunos tratamientos diferentes, se utilizó la prueba de Tukey para determinar qué tratamientos y qué factores fueron iguales entre sí y cuáles diferentes (Ver, **Tabla 41, Tabla 42, Tabla 43, Tabla 44, Tabla 45**).

Tabla 41. Prueba de Tukey al 5% de significancia para el pH de las gomitas de mora

Tratamiento	(\bar{x})	Rango de Tukey									
T21	3,25	A									
T13	3,26	A									
T22	3,28	A									
T15	3,29	A	B								
T17	3,3	A	B								
T12	3,32	A	B	C							
T20	3,32	A	B	C							
G2	3,33	A	B	C							
T18	3,37	A	B	C							
T14	3,39			C	D	E					
T10	3,4			C	D	E					
T19	3,44				D	E	F				
T9	3,45				D	E	F				
T16	3,45					E	F	G			
T8	3,18					E	F	G	H		
T2	3,51						F	G	H	I	
T4	3,52						F	G	H	I	
T1	3,52						F	G	H	I	
G1	3,54							G	H	I	
T3	3,54							G	H	I	
T6	3,56								H	I	
T7	3,57									I	
T5	3,66										J
T11	3,72										J

Donde: Control (G), G1 y G2; Mora Colombiana 70g (A1); Mora de Castilla 70g (A2); Miel 20g (B1); Miel 35g (B2); Gelatina 5 + P.Maracuyá 5 (C1); Gelatina 7 + P. Maracuyá 3 (C2); Gelatina 10g (C3); Espirulina 1% (D1); Espirulina 3% (D2); Tratamiento (T): T1 (A1+B1+C1+D1); T2 (A1+B1+C1+D2); T3: (A1+B1+C2+D1); T4: (A1+B1+C2+D2); T5: (A1+B1+C3+D2); T6: (A1+B2+C1+D1); T7: (A1+B2+C1+D2) T8: (A1+B2+C2+D1) T9: (A1+B2+C2+D2) T10: (A1+B2+C3+D1) T11: (A1+B2+C3+D2); G1: (A1+B1+C3+D1); T12 (A1+B1+C1+D1); T13 (A1+B1+C1+D2); T14: (A1+B1+C2+D1); T15: (A1+B1+C2+D2); T16: (A1+B1+C3+D2); T17: (A1+B2+C1+D1); T18: (A1+B2+C1+D2) T19: (A1+B2+C2+D1) T20: (A1+B2+C2+D2) T21: (A1+B2+C3+D1) T22: (A1+B2+C3+D2) G2: (A1+B1+C3+D1).

Nota: Promedio de seis determinaciones.

La **Tabla 41** muestra diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los tratamientos evaluados. Los valores de pH se agrupan en rangos desde A hasta J, donde los tratamientos T21, T13 y T22 se ubican en el rango A, con los valores más bajos de pH (3,25), mientras que T5 y T11 se encuentran en el rango J, con el valor más alto (3,72). González *et al.* (2018) en su estudio reportó que al analizar gomitas enriquecidas con extractos frutales encontraron que el pH variaba según el tipo y concentración de gelificantes y azúcares, influyendo en la percepción sensorial y la estabilidad microbiológica del producto.

Tabla 42. Prueba de Tukey al 5% de significancia para el pH de las gomitas de mora

Mora	(\bar{x})	Rangos
Ca	3,33	A
Co	3,54	B

Donde: Co (mora Colombiana y Ca (mora de Castilla).

Nota: Promedio de 72 determinaciones de clases de mora

La **Tabla 42** muestra diferencias significativas ($p < 0,05$) en los tratamientos evaluados. La mora de Castilla (Ca) presentó un menor pH (3,33), ubicándose en el grupo A, mientras que la mora Colombiana (Co) alcanzó un pH superior (3,54), correspondiente al grupo B. Estos resultados confirman que el pH mayor de la mora Colombiana indicó menor acidez, lo que puede dar un sabor más suave pero también implica que la gomita podría ser menos estable microbiológicamente que la elaborada con mora de Castilla. Figueredo *et al.* (2020), demostraron que la composición ácido-base de la fruta afecta tanto el pH como la estabilidad y sabor de productos gelificados, coincidiendo con lo observado en el presente estudio.

Tabla 43. Prueba de Tukey al 5% de significancia para el pH de las gomitas de mora

Miel	(\bar{x})	Rangos
35	3,43	A
20	3,44	B

Donde: miel 20 g y miel 35 g

Nota: Promedio de 72 determinaciones de concentraciones de la miel.

La **Tabla 43** muestra diferencias significativas ($p < 0,05$) en las concentraciones de miel evaluadas. La concentración de miel con 35 %, presentó un pH menor (3,43), ubicándose en el grupo A, mientras que la concentración de 20 % de miel alcanzó un pH superior (3,44), correspondiente al grupo B. Los resultados confirman que la concentración de miel influyó de manera significativa en el pH del producto final, esto concuerda con lo asumido por Yanacallo (2023), quien indicó que la composición de hidrocoloides y azúcares en productos gelificados puede modificar propiedades químicas como el pH, impactando además en la textura y estabilidad del gel.

Tabla 44. Prueba de Tukey al 5% de significancia para el pH de las gomitas de mora

Gelificante	(\bar{x})	Rangos
1	3,43	A
2	3,43	
3	3,45	B

Donde: 1(gelatina 5g +pectina de maracuyá 5g), 2(gelatina7g + pectina de maracuyá 3g) y 3 (gelatina 10g)

Nota: Promedio de 48 determinaciones de concentraciones del gelificante.

La **Tabla 44** se muestran diferencias significativas ($p < 0,05$) en los gelificantes evaluados. Los gelificantes 1 y 2 presentaron un pH promedio similar (3,43), ubicándose en el grupo A, sin diferencias significativas entre ellos. En comparación con el gelificante 3, alcanzó un pH superior (3,45), correspondiente al grupo B. El gelificante ejerce un ligero efecto tampón sobre la acidez de la matriz de las gomitas, lo que provoca un aumento gradual del pH a medida que se incrementa su concentración. Este comportamiento concuerda con lo destacado por Gellbert (2023), quien señala que la composición y concentración de hidrocoloides en productos gelificados pueden modificar propiedades químicas como el pH, además de influir en la textura y la estabilidad del gel.

Tabla 45. Prueba de Tukey al 5% de significancia para el pH de las gomitas de mora

Espirulina	(\bar{x})	Rangos
1	3,42	A
2	3,45	B

Donde: 1 (1% espirulina) y 2 (3% espirulina)

Nota: Promedio de 72 determinaciones de concentraciones de la espirulina.

La **Tabla 45** muestra diferencias significativas ($p < 0,05$) en el pH de las gomitas según la concentración de espirulina. La concentración 1 (1%) presentó un pH menor (3,42), ubicándose en el grupo A, mientras que la concentración 2 (3%) alcanzó un pH promedio superior (3,45), correspondiente al grupo B. Estos resultados indicaron que el incremento en la concentración de espirulina tiende a elevar ligeramente el pH del producto final. La espirulina, por su naturaleza ligeramente alcalina, puede influir en la acidez de productos gelificados, modulando el pH final. Esto concuerda con lo reportado por Pineda (2022), quien señala que ingredientes funcionales con características químicas específicas pueden alterar el equilibrio ácido-base de matrices gelificadas, afectando tanto propiedades sensoriales como estabilidad del producto.

A continuación, se realizó la prueba de Tukey para comparar el pH de todos los tratamientos contra los controles G1 y G2 (Ver, **Tabla 46**).

Tabla 46. Prueba de Tukey al 5% de significancia para el pH

Tratamiento	Media	$\frac{5}{ \bar{x}_i - \bar{x}_c }$	Sig	¿Diferente control?
G1	3,54			
T1	3,52	0,01	-	No
T2	3,51	0,02	-	No
T3	3,54	0	-	No
T4	3,52	0,02	-	No
T5	3,66	0,12	*	Si
T6	3,56	0,025	-	No
T7	3,57	0,03	-	No
T8	3,48	0,06	-	No
T9	3,45	0,08	*	Si
T10	3,4	0,14	*	Si
T11	3,72	0,17	*	Si
T12	3,32	0,22	*	Si
T13	3,26	0,28	*	Si
T14	3,39	0,14	*	Si
T15	3,29	0,25	*	Si
T16	3,45	0,08	-	No
T17	3,3	0,23	*	Si
T18	3,37	0,17	*	Si
T19	3,44	0,09	*	Si
T20	3,32	0,21	*	Si
T21	3,25	0,28	*	Si
T22	3,28	0,26	*	Si
G2	3,33	0,21	*	Si
G2	3,33			
T1	3,52	0,19	*	Si
T2	3,51	0,18	*	Si
T3	3,54	0,21	*	Si
T4	3,52	0,18	*	Si
T5	3,66	0,33	*	Si
T6	3,56	0,23	*	Si
T7	3,57	0,24	*	Si
T8	3,48	0,15	*	Si
T9	3,45	0,12	*	Si
T10	3,4	0,06	-	No
T11	3,72	0,38	*	Si
T12	3,32	0,01	-	No
T13	3,26	0,07	-	No
T14	3,39	0,06	-	No
T15	3,29	0,04	-	No
T16	3,45	0,12	*	Si
T17	3,3	0,02	-	No
T18	3,37	0,03	-	No
T19	3,44	0,11	*	Si
T20	3,32	0	-	No

Tratamiento	Media	5 $ \bar{x}_i - \bar{x}_c $	Sig	¿Diferente control?
T21	3,25	0,07	-	No
T22	3,28	0,05	-	No

Donde: **Control (G)**, **G1 y G2**; Mora Colombiana 70g (**A1**); Mora de Castilla 70g (**A2**); Miel 20g (**B1**); Miel 35g (**B2**); Gelatina 5 + P. Maracuyá 5 (**G1**); Gelatina 7 + P. Maracuyá 3 (**G2**); Gelatina 10g (**C3**); Espirulina 1% (**D1**); Espirulina 3% (**D2**); **Tratamiento (T)**: **T1** (A1+B1+C1+D1); **T2** (A1+B1+C1+D2); **T3**: (A1+B1+C2+D1); **T4**: (A1+B1+C2+D2); **T5**: (A1+B1+C3+D2); **T6**: (A1+B2+C1+D1); **T7**: (A1+B2+C1+D2); **T8**: (A1+B2+C2+D1); **T9**: (A1+B2+C2+D2); **T10**: (A1+B2+C3+D1); **T11**: (A1+B2+C3+D2); **G1**: (A1+B1+C3+D1); **T12** (A1+B1+C1+D1); **T13** (A1+B1+C1+D2); **T14**: (A1+B1+C2+D1); **T15**: (A1+B1+C2+D2); **T16**: (A1+B1+C3+D2); **T17**: (A1+B2+C1+D1); **T18**: (A1+B2+C1+D2); **T19**: (A1+B2+C2+D1); **T20**: (A1+B2+C2+D2); **T21**: (A1+B2+C3+D1); **T22**: (A1+B2+C3+D2); **G2**: (A1+B1+C3+D1).

Donde: gomitas de mora Colombiana, mora de Castilla y dos controles.

Si $|\bar{x}_i - \bar{x}_c| = \text{excede } D(120;0,05) = 0,08$, entonces la media del tratamiento correspondiente es diferente a la del control.

H0: $\bar{x}_i = \bar{x}_c$ El tratamiento es igual al control.

H1: $\bar{x}_i \neq \bar{x}_c$ El tratamiento es diferente al control.

El pH de las gomitas, comparando cada tratamiento con los controles G1 (3,54) y G2 (3,33), mostró diferencias significativas ($p < 0,05$) en varios casos. Frente al control G1, los tratamientos T5, T9, T10, T11, T12, T13, T14, T15, T17, T18, T19, T20, T21 y T22 presentaron variaciones estadísticamente relevantes, mientras que frente al control G2 se observaron diferencias en los tratamientos T1 al T9, T11 y T19. Estos resultados permiten rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alternativa para dichos tratamientos, confirmando que la formulación influye de manera significativa en el pH del producto y, por ende, en su estabilidad tecnológica y perfil sensorial. López *et al.* (2024) destacaron que la interacción de los ingredientes en matrices gelificadas puede modificar parámetros químicos como el pH, afectando tanto la estabilidad como las características sensoriales del producto.

11.10 Análisis de sólidos solubles totales para las gomitas

Los sólidos solubles en gomitas, constituye un parámetro clave para evaluar su calidad físico-química y sensorial. Los sólidos solubles totales, expresados en °Brix, reflejan principalmente la concentración de azúcares y otros compuestos disueltos, lo que influye directamente en la dulzura, textura y estabilidad del producto. Un nivel adecuado garantiza la consistencia de las gomitas, evita problemas de cristalización y contribuye a prolongar su vida útil cuyos resultados se presentan en la **Tabla 47**.

Tabla 47. Análisis de varianza para un DBCA para sólidos solubles totales de las gomitas de mora

FV	SC	GL	CM	F. RATIO	VALOR ($p < 0.05\%$)
Total	4242,46	143			
Tratamientos	3791,94	23	164,86	43,91	*
A	144,6	1	144,3	38,52	*
B	161,92	1	161,92	43,13	*
C	671,97	2	335,98	89,49	*
D	32,77	1	32,77	8,73	*
A*B	1188,53	1	1188,53	316,57	*
A*C	238,5	2	119,25	31,76	*
A*D	96,53	1	96,53	25,71	*
B*C	25,85	2	12,92	3,44	*
B*D	32,77	1	32,77	8,73	*
C*D	86,33	2	43,16	11,50	*
A*B*C	272	2	136	36,23	*
A*B*D	0,5	1	0,45	0,12	NS
A*C*D	212,24	2	106,12	28,27	*
B*C*D	475,44	2	237,72	63,32	*
A*B*C*D	151,97	2	75,98	20,24	*
E. Exp.	450,52	120	3,75		

Nota: A fruta (mora Colombiana 70 g y mora de Castilla 70 g), B miel (20 g y 35 g), C gelificante (gelatina 5 g + pectina de maracuyá 5 g, gelatina 7 g + pectina de maracuyá 3 g y gelatina 10 g) y D espirulina (1% y 3%), NS no significativo, * significativo al 5%. Promedio= 18.56%, CV=7.14%

Hipótesis nula Ho: Los tratamientos son iguales

Hipótesis alternativa H1: Los tratamientos no son iguales

Para los tratamientos, los factores A, B, C, D y sus interacciones rechazaron la hipótesis nula y se aceptó la hipótesis alternativa. Esto indicó que cada uno de estos ingredientes influye directamente en la concentración de sólidos solubles totales (SST), afectando la dulzura, textura y estabilidad del producto. La interacción A*B*D, no existió diferencias significativas, lo que sugiere que la combinación entre miel y espirulina no alteró de forma relevante los sólidos solubles totales.

El contenido promedio de SST en las gomitas fue de 18,56 %, con un coeficiente de variación (CV) fue de 7,14%, lo que indico una variabilidad buena entre los datos experimentales.

Para determinar las diferencias significativas entre los tratamientos en el contenido de sólidos solubles totales de las gomitas de mora, se aplicó la prueba de Tukey al 5% de significancia, cuyos resultados se presentan en la **Tabla 48**.

Tabla 48. Prueba de Tukey al 5% de significancia para sólidos solubles totales de las gomitas de mora

Tratamiento	(\bar{x})	Rango de Tukey												
T13	10,45	A												
T12	10,7	A	B											
T8	11,9	A	B	C										
T15	12,1	A	B	C										
T6	12,2	A	B	C										
T3	14,8		B	C	D									
G2	15,4			C	D	E								
T16	15,7			C	D	E								
T7	16			C	D	E	F							
T14	17,4				D	E	F	G						
T2	17,95				D	F	F	G						
T19	18				D	E	F	G						
T9	19,1					E	F	G	H					
T4	19,2					E	F	G	H	I				
G1	19,4					E	F	G	H	I				
T22	20						F	G	H	I	J			
T17	20,4							G	H	I	J			
T18	22,2								H	I	J	K		
T20	22,85								H	I	J	K		
T11	23,3									I	J	K	L	
T10	24										J	K	L	
T21	25,5											K	L	M
T1	27,3												L	M
T5	29,6													M

Donde: **Control (G)**, **G1 y G2**; Mora Colombiana 70g (**A1**); Mora de Castilla 70g (**A2**); Miel 20g (**B1**); Miel 35g (**B2**); Gelatina 5 + P.Maracuyá 5 (**G1**); Gelatina 7 + P. Maracuyá 3 (**G2**); Gelatina 10g (**C3**); Espirulina 1% (**D1**); Espirulina 3% (**D2**); **Tratamiento (T)**: **T1** (A1+B1+C1+D1); **T2** (A1+B1+C1+D2); **T3**: (A1+B1+C2+D1); **T4**: (A1+B1+C2+D2); **T5**: (A1+B1+C3+D2); **T6**: (A1+B2+C1+D1); **T7**: (A1+B2+C1+D2) **T8**: (A1+B2+C2+D1) **T9**: (A1+B2+C2+D2) **T10**: (A1+B2+C3+D1) **T11**: (A1+B2+C3+D2) **G1**: (A1+B1+C3+D1); **T12** (A1+B1+C1+D1); **T13** (A1+B1+C1+D2); **T14**: (A1+B1+C2+D1); **T15**: (A1+B1+C2+D2); **T16**: (A1+B1+C3+D2); **T17**: (A1+B2+C1+D1); **T18**: (A1+B2+C1+D2) **T19**: (A1+B2+C2+D1) **T20**: (A1+B2+C2+D2) **T21**: (A1+B2+C3+D1) **T22**: (A1+B2+C3+D2) **G2**: (A1+B1+C3+D1).

Nota: Promedio de seis determinaciones.

La **Tabla 48** muestra diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los tratamientos evaluados, para el contenido de sólidos solubles totales (SST, %) de las gomitas de mora. El valor menor de sólidos solubles totales se registró en el tratamiento T13 (10,45 °Brix), ubicado en el grupo A, mientras que los mayores porcentajes se observaron en los tratamientos T21, T1 y T5 (29,6 °Brix), correspondientes al grupo M, se mostró que las formulaciones favorecen una mayor retención de sólidos solubles totales. Esto significa que la composición de los ingredientes y el tipo de hidrocoloides utilizados tienen un efecto directo en la capacidad del producto para concentrar azúcares y compuestos solubles. Estos resultados son consistentes con lo reportado por Cortes (2023), quien mencionó que la composición de los ingredientes y los hidrocoloides utilizados afecta la disponibilidad de sólidos solubles totales y, en consecuencia, propiedades como la viscosidad, textura y estabilidad del gel.

Tabla 49. Prueba de Tukey al 5% de significancia para sólidos solubles totales de las gomitas de mora

Mora	(\bar{x})	Rangos
Ca	17,55	A
Co	19,56	B

Donde: Co (mora Colombiana y Ca (mora de Castilla).

Nota: Promedio de 72 determinaciones de clases de mora.

En la **Tabla 49** se muestran diferencias significativas ($p < 0,05$) entre dos tipos de mora, evaluados en el contenido de sólidos solubles totales (SST, %) de las gomitas de mora según el tipo de fruta utilizada. La mora de Castilla (Ca) presentó un menor valor promedio (17,55 °Brix), ubicándose en el grupo A, mientras que la mora Colombiana (Co) alcanzó un valor promedio superior (19,56 °Brix), correspondiente al grupo B. Estos resultados indicaron que el tipo de fruta influye de manera significativa en la concentración de SST del producto final. Estos resultados concuerdan con lo reportado por Cortes (2023), quien señala que las características de la fruta impactan directamente en los SST y, por ende, en propiedades fisicoquímicas como la viscosidad y la textura de productos gelificados.

Tabla 50. Prueba de Tukey al 5% de significancia para sólidos solubles totales de las gomitas de mora

Miel	(\bar{x})	Rangos
20	17,5	A
35	19,62	B

Donde: miel 20 g y miel 35 g

Nota: Promedio de 72 determinaciones de concentraciones de la miel.

En la **Tabla 50** se muestran diferencias significativas ($p < 0,05$) entre concentraciones de miel evaluadas en el contenido de sólidos solubles totales (SST %) de las gomitas de mora. La formulación con 20 g de miel presentó un valor menor (17,5 °Brix), ubicándose en el grupo A, mientras que la concentración de 35 g de miel alcanzó un valor superior (19,62 °Brix), correspondiente al grupo B. Estos resultados evidenciaron que el incremento en la concentración de miel favoreció un mayor contenido de sólidos solubles totales en el producto final. Lo que coincide con lo reportado por Lema (2022), quien señaló que la adición de azúcares y jarabes eleva directamente los sólidos solubles totales en productos gelificados.

Tabla 51. Prueba de Tukey al 5% de significancia para sólidos solubles totales de las gomitas de mora

Gelificante	(\bar{x})	Rangos
2	16,91	A
1	17,15	
3	21,61	B

Donde: 1 (gelatina 5 g + pectina de maracuyá 5 g), 2 (gelatina 7 g + pectina de maracuyá 3 g) y 3 (gelatina 10 g)

Nota: Promedio de 48 determinaciones de concentraciones del gelificante.

La **Tabla 51** muestra diferencias significativas ($p < 0,05$) entre las concentraciones de gelificantes evaluadas en el contenido de sólidos solubles totales de las gomitas. Los niveles 1 y 2 presentaron valores promedio similares, ubicándose en el grupo A, sin diferencias significativas entre ellos. A diferencia de la concentración 3, registró un valor mayor (21,61 °Brix), correspondiente al grupo B, lo que indicó que la concentración más alta de gelificante incrementó el contenido de sólidos solubles totales del producto final. Este comportamiento puede atribuirse a la mayor capacidad de los gelificantes para retener agua y formar redes más densas. Dichos resultados son consistentes con lo señalado por Hernández (2023), en estudios sobre productos gelificados, donde se destaca la influencia de la concentración de hidrocoloides en la composición y estabilidad de la matriz.

Tabla 52. Prueba de Tukey al 5% de significancia para sólidos solubles totales de las gomitas de mora

Espirulina	(\bar{x})	Rangos
1	18,08	A
2	19,03	B

Donde: 1 (1% espirulina) y 2 (3% espirulina)

Nota: Promedio de 72 determinaciones de concentraciones de la espirulina.

En la **Tabla 52** se muestran diferencias significativas ($p < 0,05$) entre las concentraciones de espirulina evaluadas en el contenido de sólidos solubles totales de las gomitas. La concentración 1 (1%) presentó un menor valor (18,08 °Brix), ubicándose en el grupo A, mientras que la concentración 2 (3%) alcanzó un valor superior (19,03 °Brix), correspondiente al grupo B. Estos resultados indicaron que el incremento en la concentración de espirulina favorece ligeramente el contenido de SST del producto final. En efecto, podría atribuirse a la contribución de la espirulina como fuente de compuestos solubles en la matriz del gel, lo que coincide con lo reportado por Malpartida *et al.* (2022), quienes señalaron que la adición de ingredientes funcionales puede modificar de manera sutil los niveles de sólidos solubles totales en productos gelificados.

A continuación, se realizó la prueba de Tukey para comparar los sólidos solubles totales de los tratamientos contra los controles G1 y G2 (Ver, **Tabla 53**).

Tabla 53. Prueba de Tukey al 5% de significancia para sólidos solubles totales

Tratamiento	Media	5 $ \bar{x}_i - \bar{x}_c $	Sig	¿Diferente control?
G1	19,4			
T1	27,3	7,9	*	Si
T2	17,95	1,45	-	No
T3	14,8	4,6	*	Si
T4	19,2	0,2	-	No
T5	29,6	10,2	*	Si
T6	12,2	7,2	*	Si
T7	16	3,4	-	No
T8	11,9	7,5	*	Si
T9	19,1	0,3	-	No
T10	24	4,6	*	Si
T11	23,3	3,9	-	No
T12	10,7	8,7	*	Si
T13	10,45	8,95	*	Si
T14	17,4	2	-	No
T15	12,1	7,3	*	Si
T16	15,7	3,7	-	No
T17	20,4	1	-	No
T18	22,2	2,8	-	No
T19	18	1,4	-	No
T20	22,85	3,45	-	No
T21	25,5	6,1	*	Si
T22	20	0,6	-	No
G2	15,4	4	-	No
G2	15,4			
T1	27,3	11,9	*	Si
T2	17,95	2,55	-	No
T3	14,8	0,6	-	No
T4	19,2	3,8	-	No
T5	29,6	14,2	*	Si
T6	12,2	3,2	-	No
T7	16	0,6	-	No
T8	11,9	3,5	-	No

Tratamiento	Media	5 $ \bar{x}_i - \bar{x}_c $	Sig	¿Diferente control?
T9	19,1	3,7	-	No
T10	24	8,6	*	Si
T11	23,3	7,9	*	Si
T12	10,7	4,7	*	Si
T13	10,45	4,95	*	Si
T14	17,4	2	-	No
T15	12,1	3,3	-	No
T16	15,7	0,3	-	No
T17	20,4	5	*	Si
T18	22,2	6,8	*	Si
T19	18	2,6	-	No
T20	22,85	7,45	*	Si
T21	25,5	10,1	*	Si
T22	20	4,6	*	Si

Donde: **Control (G), G1 y G2;** Mora Colombiana 70g (**A1**); Mora de Castilla 70g (**A2**); Miel 20g (**B1**); Miel 35g (**B2**); Gelatina 5 + P.Maracuyá 5 (**C1**); Gelatina 7 + P. Maracuyá 3 (**C2**); Gelatina 10g (**C3**); Espirulina 1% (**D1**); Espirulina 3% (**D2**); **Tratamiento (T): T1** (A1+B1+C1+D1); **T2** (A1+B1+C1+D2); **T3:** (A1+B1+C2+D1); **T4:** (A1+B1+C2+D2); **T5:** (A1+B1+C3+D2); **T6:** (A1+B2+C1+D1); **T7:** (A1+B2+C1+D2) **T8:** (A1+B2+C2+D1) **T9:** (A1+B2+C2+D2) **T10:** (A1+B2+C3+D1) **T11:** (A1+B2+C3+D2) **G1:** (A1+B1+C3+D1); **T12** (A1+B1+C1+D1); **T13** (A1+B1+C1+D2); **T14:** (A1+B1+C2+D1); **T15:** (A1+B1+C2+D2); **T16:** (A1+B1+C3+D2); **T17:** (A1+B2+C1+D1); **T18:** (A1+B2+C1+D2) **T19:** (A1+B2+C2+D1) **T20:** (A1+B2+C2+D2) **T21:** (A1+B2+C3+D1) **T22:** (A1+B2+C3+D2) **G2:** (A1+B1+C3+D1).

Nota: gomitas de mora Colombiana, mora de Castilla y dos controles. Si $|\bar{x}_i - \bar{x}_c| = \text{excede } D(120;0,05) = 4,16$, entonces la media del tratamiento correspondiente es diferente a la del control.

H0: $\bar{x}_i = \bar{x}_c$ El tratamiento es igual al control.

H1: $\bar{x}_i \neq \bar{x}_c$ El tratamiento es diferente al control.

En los sólidos solubles totales se evidenció que varios tratamientos presentaron diferencias significativas respecto a los controles (G1 y G2). En comparación con G1 (19,4), los tratamientos T1, T3, T5, T6, T8, T10, T12, T13, T15 y T21 mostraron diferencias significativas. En comparación con G2 (15,4), se observaron diferencias significativas en T1, T5, T10, T11, T12, T13, T17, T18, T20, T21 y T22, lo que confirma que la formulación influyó de manera importante en el contenido de sólidos solubles totales. Sin embargo, el resto de los tratamientos fueron iguales a los controles. Estos hallazgos concuerdan con lo reportado por Lisbeth *et al.* (2023), quienes señalan que tanto la composición de la fruta como la concentración de edulcorantes y gelificantes son determinantes críticos en los niveles de sólidos solubles de productos gelificados.

11.11. Análisis de sólidos totales disueltos TDS para las gomitas

Los TDS en gomitas son un indicador que mide la cantidad total de compuestos solubles presentes en el producto, como azúcares, ácidos orgánicos y sales. Este parámetro es importante porque refleja la composición global de sustancias disueltas, lo que influye en la dulzura, la textura y la estabilidad de las gomitas (Ver, **Tabla 54**).

Tabla 54. Análisis de varianza para un DBCA para TDS de las gomitas de mora

FV	SC	GL	CM	F. RATIO	VALOR ($p < 0.05\%$)
Total	979545	143			
Tratamientos	847119	23	36831,2	33,38	*
A	153010	1	153010	138,65	*
B	97031,2	1	97031,2	87,9	*
C	172622	2	86311	78,21	*
D	35531,6	1	35531,6	32,2	*
A*B	31387,4	1	31387,4	28,44	*
A*C	2435,46	2	1217,73	1,1	NS
A*D	22349,8	1	22349,8	20,25	*
B*C	32475,6	2	16237,8	14,71	*
B*D	53900,6	1	53900,6	48,84	*
C*D	88952,3	2	44491,2	40,32	*
A*B*C	13328	2	6814,01	6,17	*
A*B*D	27279,5	1	27280	24,72	*
A*C*D	49338,8	2	24669,4	22,35	*
B*C*D	13843,10	2	6921,57	6,27	*
A*B*C*D	53303,1	2	26651,6	24,15	*
E. Exp.	132426	120	1103,55		

Nota: A fruta (mora Colombiana 70 g y mora de Castilla 70 g), B miel (20 g y 35 g), C gelificante (gelatina 5 g + pectina de maracuyá 5 g, gelatina 7 g + pectina de maracuyá 3 g y gelatina 10 g) y D espirulina (1% y 3%), NS no significativo, * significativo al 5%. Promedio= 285,70 ppm, CV= 1.16%

Hipótesis nula Ho: Los tratamientos son iguales

Hipótesis alternativa H1: Los tratamientos no son iguales

En los tratamientos, los factores A, B, C, D y sus interacciones rechazaron la hipótesis nula y se aceptó la hipótesis alternativa, presentaron diferencias significativas ($p < 0,05$) sobre el parámetro analizado. Esto indicó que cada uno de estos ingredientes influye directamente, afectando aspectos como la estructura, textura y estabilidad del producto. Este hallazgo coincide con lo señalado por Carrión *et al.* (2022), quienes reportaron que la variación en la composición de azúcares y agentes gelificantes en matrices de frutas modifica el pH y repercute directamente en la textura y aceptación sensorial de los productos gelificados. La interacción A*C, no existieron diferencias significativas, lo que sugiere que la combinación entre fruta y gelificante

no alteró de forma relevante los TDS.

El contenido promedio de sólidos totales disueltos (TDS) en las gomitas fue de 285,70 ppm, con un coeficiente de variación (CV) de 1,16%, lo cual indica una buena precisión en los datos experimentales.

Para determinar las diferencias significativas entre los tratamientos en el contenido de TDS de las gomitas de mora, se aplicó la prueba de Tukey al 5% de significancia, cuyos resultados se presentan en la **Tabla 55, Tabla 56, Tabla 57, Tabla 58 y Tabla 59.**

Tabla 55. Prueba de Tukey al 5% de significancia para TDS de las gomitas de mora

Tratamiento	(\bar{x})	Rango de Tukey										
T21	132,7	A										
T19	156,63		B									
T11	231,33			C								
T22	253,16			C	D							
T16	258,33			C	D	E						
T14	265,66			C	D	E	F					
T18	266,66			C	D	E	F					
T8	269,16			C	D	E	F					
T5	278				D	E	F	G				
T10	288,83				D	E	F	G	H			
T13	289,33				D	E	F	G	H			
T17	294					E	F	G	H			
T3	294,16					E	F	G	H			
G2	295,33					E	F	G	H			
T20	301,16						F	G	H	I		
G1	313,66							G	H	I		
T15	319								H	I		
T2	324,66								H	I	J	
T12	335,33									I	J	
T6	336,83									I	J	
T7	358										J	K
T9	358,5										J	K
T4	378,83											K
T1	387,66											K

Donde: **Control (G), G1 y G2**; Mora Colombiana 70g (**A1**); Mora de Castilla 70g (**A2**); Miel 20g (**B1**); Miel 35g (**B2**); Gelatina 5 + P.Maracuyá 5 (**C1**); Gelatina 7 + P. Maracuyá 3 (**C2**); Gelatina 10g (**C3**); Espirulina 1% (**D1**); Espirulina 3% (**D2**); **Tratamiento (T): T1 (A1+B1+C1+D1); T2 (A1+B1+C1+D2); T3: (A1+B1+C2+D1); T4: (A1+B1+C2+D2); T5: (A1+B1+C3+D2); T6: (A1+B2+C1+D1); T7: (A1+B2+C1+D2) T8: (A1+B2+C2+D1) T9: (A1+B2+C2+D2) T10: (A1+B2+C3+D1) T11: (A1+B2+C3+D2) G1: (A1+B1+C3+D1); T12 (A1+B1+C1+D1); T13 (A1+B1+C1+D2); T14: (A1+B1+C2+D1); T15: (A1+B1+C2+D2); T16: (A1+B1+C3+D2); T17: (A1+B2+C1+D1); T18: (A1+B2+C1+D2) T19: (A1+B2+C2+D1) T20: (A1+B2+C2+D2) T21: (A1+B2+C3+D1) T22: (A1+B2+C3+D2) G2: (A1+B1+C3+D1).**

Nota: Promedio de seis determinaciones

La **Tabla 55** muestra diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los tratamientos evaluados para los sólidos disueltos totales (TDS) de las gomitas de mora. El menor valor se registró en el tratamiento T21 (132,7 ppm), ubicado en el grupo A, mostrando una diferencia respecto al resto de tratamientos. Los valores mayores se observaron en los tratamientos T7, T9, T4 y T1 (387,66 ppm), correspondientes al grupo K, lo que indicó concentraciones significativamente superiores de sólidos disueltos.

Tabla 56. Prueba de Tukey al 5% de significancia para TDS de las gomitas de mora

Mora	(\bar{x})	Rangos
Ca	253,11	A
Co	318,3	B

Donde: Co (mora Colombiana) y Ca (mora de Castilla).

Nota: Promedio de 72 determinaciones.

La **Tabla 56** muestra diferencias significativas ($p < 0,05$), los dos tipos de fruta utilizados: mora de Castilla (Ca) y mora Colombiana (Co), la mora Colombiana presentó un promedio de 318,3 ppm y fue ubicada en el rango B, mientras que la mora de Castilla mostró un valor inferior de 253,11 ppm, clasificada en el rango A, lo que indicó que la formulación con mora Colombiana genera una mayor concentración de solutos disueltos en la matriz gelificada; este resultado puede atribuirse a la mayor carga de azúcares, ácidos orgánicos y compuestos fenólicos presentes en la mora Colombiana, los cuales contribuyen al incremento de TDS, en concordancia con lo reportado por Juárez (2022), quien observó que la selección de fruta influye directamente en la densidad de sólidos solubles en gomitas funcionales, y se complementa con lo señalado por Paredes *et al.* (2021), quienes destacaron que la matriz frutal y su interacción con ingredientes como miel y espirulina modifican la carga soluble del sistema, confirmando que la elección del tipo de fruta es un factor crítico en la formulación de productos con propiedades fisicoquímicas diferenciadas.

Tabla 57. Prueba de Tukey al 5% de significancia para TDS de las gomitas de mora

Miel	(\bar{x})	Rangos
35	259,75	A
20	311,66	B

Donde: miel 20 g y miel 35 g

Nota: Promedio de 72 determinaciones de concentraciones de la miel.

La **Tabla 57** muestra diferencias significativas ($p < 0,05$) entre las dos concentraciones de miel evaluadas: la formulación con 20 % presentó un valor alto (311,66 ppm) y fue ubicada en el rango B, mientras que la de 35 % mostró un valor inferior (259,75 ppm), clasificada en el rango

A, lo que indicó que una menor cantidad de miel favorece una mayor concentración de solutos disueltos en la matriz gelificada. Estos resultados coinciden con lo reportado por Juárez (2022), quien observó que formulaciones con menor contenido de edulcorantes concentrados tienden a presentar mayores valores de TDS por efecto de concentración relativa, y se complementan con lo señalado por Paredes *et al.* (2021), quienes destacaron que la interacción entre azúcares, gelificantes y componentes funcionales como la espirulina puede modificar la carga soluble del sistema, confirmando que la proporción de miel es un factor crítico en la formulación de gomitas con propiedades fisicoquímicas diferenciadas.

Tabla 58. Prueba de Tukey al 5% de significancia para TDS de las gomitas de mora

Gelificante	(\bar{x})	Rangos
3	240,17	A
2	292,89	B
1	324,06	C

Donde: 1 (gelatina 5 g + pectina de maracuyá 5 g), 2 (gelatina 7 g + pectina de maracuyá 3 g) y 3 (gelatina 10 g)

Nota: Promedio de 48 determinaciones de concentraciones del gelificante

La **Tabla 58** muestra diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los tres gelificantes evaluados: la combinación 1 presentó el valor más alto (324,06 ppm) y fue ubicada en el rango C, seguida por la concentración 2 con 292,89 ppm en el rango B, la concentración 3 mostró un valor bajo con 240,17 ppm, clasificado en el rango A; estos resultados indicaron que la inclusión de pectina, especialmente en proporciones equilibradas con gelatina, favorece una mayor concentración de solutos disueltos en la matriz gelificada, posiblemente por su capacidad de retención de compuestos hidrosolubles y su interacción con azúcares y minerales presentes en la formulación; este comportamiento coincide con lo reportado por Giménez *et al.* (2023), quienes observaron que la adición de pectinas y fibra mejora la densidad de sólidos solubles en gomitas funcionales, y se complementa con lo señalado por Paredes *et al.* (2021), quienes destacaron que la estructura del gel influye directamente en la carga soluble del sistema, confirmando que la elección y proporción del gelificante es un factor determinante en la formulación de productos con propiedades fisicoquímicas diferenciadas.

Tabla 59. Prueba de Tukey al 5% de significancia para TDS de las gomitas de mora

Espirulina	(\bar{x})	Rangos
1	270	A
2	301,41	B

Donde: 1 (1% espirulina) y 2 (3% espirulina)

Nota: Promedio de 72 determinaciones de concentraciones de la espirulina.

La **Tabla 59** muestra diferencias significativas ($p < 0,05$) entre las concentraciones de espirulina evaluadas: la formulación con 2 (3%) presentó un promedio de 301,41 ppm y fue ubicada en el rango B, mientras que la de 1 (1%) mostró un valor inferior de 270 ppm, clasificada en el rango A, lo que indicó que una mayor concentración de espirulina favorece el incremento de solutos disueltos en la matriz gelificada; este comportamiento puede atribuirse al alto contenido de minerales, proteínas y pigmentos bioactivos presentes en la espirulina, los cuales contribuyen directamente a la carga soluble del sistema, en concordancia con lo reportado por Muñoz *et al.* (2021), subrayaron que la riqueza de proteínas, pigmentos y minerales de la espirulina contribuye directamente al contenido soluble de matrices alimentarias, y se complementa con lo observado por Caiza (2021), quien destacó que su incorporación en suplementos nutricionales incrementa la carga soluble y mejora la estabilidad del sistema.

La **Tabla 60** muestra la comparación de los tratamientos frente a los controles mediante la prueba de Tukey al 5% de significancia para los sólidos solubles totales (TDS), indicando cuáles tratamientos difieren significativamente del control.

Tabla 60. Prueba de Tukey al 5% de significancia para TDS

Tratamiento	Media	$\frac{5}{ \bar{x}_i - \bar{x}_c }$	Sig	¿Diferente control?
G1	313,66			
T1	387,66	74	*	Si
T2	324,66	11	-	No
T3	294,16	19,5	-	No
T4	378,33	65,16	*	Si
T5	278	35,66	-	No
T6	336,83	23,16	-	No
T7	358	44,33	*	Si
T8	269,16	44,5	*	Si
T9	358,5	44,83	*	Si
T10	288,83	24,83	-	No
T11	231,33	82,33	*	Si
T12	335,33	21,66	-	No
T13	289,33	24,33	-	No
T14	265,66	48	*	Si
T15	319	5,33	-	No
T16	258,33	55,33	*	Si

Tratamiento	Media	5 $ \bar{x}_i - \bar{x}_c $	Sig	¿Diferente control?
T17	294	19,66	-	No
T18	266,66	47	*	Si
T19	156,63	157,03	*	Si
T20	301,16	12,5	-	No
T21	2,7	310,96	*	Si
T22	253,16	60,5	*	Si
G2	295,33	18,33	-	No
G2	295,33			
T1	387,66	92,33	*	Si
T2	324,66	29,33	-	No
T3	294,16	1,16	-	No
T4	378,33	83,5	*	Si
T5	278	17,33	-	No
T6	336,83	41,5	*	Si
T7	358	62,66	*	Si
T8	269,16	26,16	-	No
T9	358,5	63,16	*	Si
T10	288,83	6,5	-	No
T11	231,33	64	*	Si
T12	335,33	40	*	Si
T13	289,33	6	-	No
T14	265,66	29,66	-	No
T15	319	23,66	-	No
T16	258,33	37	-	No
T17	294	1,33	-	No
T18	266,66	28,66	-	No
T19	156,63	138,69	*	Si
T20	301,16	5,83	-	No
T21	2,7	292,63	*	Si
T22	253,16	42,16	*	Si

Nota: gomitas de mora Colombiana, mora de Castilla y dos controles. Si $|\bar{x}_i - \bar{x}_c| = \text{excede } D(120;0,05) = 37,97$, entonces la media del tratamiento correspondiente es diferente a la del control.

H0: $\bar{x}_i = \bar{x}_c$ El tratamiento es igual al control.

H1: $\bar{x}_i \neq \bar{x}_c$ El tratamiento es diferente al control.

Los TDS de los tratamientos comparados con los controles, frente al control G1 (T1, T4, T7, T8, T9, T11, T14, T16, T18, T19, T21, T22), mostraron diferencias significativas, mientras que otros presentaron un comportamiento similar al G2 (T1, T4, T6, T7, T9, T11, T12, T19, T21 y T22).

En general, los resultados confirman que la formulación influye directamente en el contenido de sólidos disueltos, ya que la cantidad y el tipo de miel, gelificantes y la espirulina modifican la concentración de azúcares y compuestos solubles. Estas variaciones en TDS impactan atributos clave del producto, como dulzura, viscosidad y estabilidad del gel, en concordancia con lo reportado en la literatura (Flores, 2024).

11.12. Análisis de textura para las gomitas

El análisis de textura en gomitas se centra en evaluar propiedades como la firmeza, elasticidad y cohesión, que determinan la experiencia sensorial del consumidor. Una textura adecuada garantiza que las gomitas sean agradables al masticar, evitando que resulten demasiado duras o excesivamente blandas (Ver, **Tabla 61**).

Tabla 61. Análisis de varianza para un DBCA para textura de gomitas de mora

FV	SC	GL	CM	F. RATIO	VALOR ($p < 0.05\%$)
Total	49.81	143			
Tratamientos	39.31	23	1.70	19.54	*
A	0.28	1	0.28	3.21	NS
B	7.03	1	7.03	80.38	*
C	1.66	2	0.83	9.50	*
D	0.88	1	0.88	10.17	*
A*B	0.22	1	0.22	2.54	NS
A*C	2.58	2	1.29	14.76	*
A*D	0.14	1	0.14	1.65	NS
B*C	0.36	2	0.18	2.11	NS
B*D	0.10	1	0.10	1.16	NS
C*D	19.31	2	9.65	110.40	*
A*B*C	0.97	2	0.48	5.57	*
A*B*D	0.36	1	0.36	4.14	*
A*C*D	4.23	2	2.11	24.21	*
B*C*D	0.42	2	0.21	2.42	NS
A*B*C*D	0.71	2	0.35	4.10	*
E. Exp.	10.49	120	0.08		

Nota: A fruta (mora Colombiana 70 g y mora de Castilla 70 g), B miel (20 g y 35 g), C gelificante (gelatina 5 g + pectina de maracuyá 5 g, gelatina 7 g + pectina de maracuyá 3 g y gelatina 10 g) y D espirulina (1% y 3%), NS no significativo, * significativo al 5%. Promedio= 3,65 mJ, CV=8,09%

Hipótesis nula H_0 : Los tratamientos son iguales

Hipótesis alternativa H_1 : Los tratamientos no son iguales

La **Tabla 61** presenta el análisis de varianza para la textura de las gomitas de mora, en los tratamientos, los factores B, C, D y sus interacciones rechazaron la hipótesis nula y se aceptó la hipótesis alternativa, presentando diferencias significativas ($p < 0,05$), afectando propiedades clave como la estructura, firmeza y estabilidad del producto. Mientras que el factor A (fruta) no fue significativo, indicando que el tipo de fruta no altera de forma relevante la textura. Las interacciones A*B, A*D, B*C, B*D y B*C*D no mostraron efectos significativos. Estos hallazgos se relacionan con la investigación de Báez *et al.* (2021), quienes evaluaron dulces tipo gomita adicionados con vitamina C y fibra de nopal concluyeron que la interacción entre gelificantes y compuestos funcionales modifica la textura, elasticidad y aceptación sensorial de matrices gelificadas.

El valor promedio de textura fue de 3,65 mJ, con un coeficiente de variación (CV) fue de 8,09 %, lo cual indica una buena precisión en los datos experimentales.

Para determinar las diferencias significativas entre los tratamientos en el contenido de sólidos solubles de las gomitas de mora, se aplicó la prueba de Tukey al 5% de significancia, cuyos resultados se presentan en las **Tabla 62, Tabla 63, Tabla 64 y Tabla 65**).

Tabla 62. Prueba de Tukey al 5% de significancia para textura de las gomitas de mora

Tratamiento	(\bar{x})	Rango de Tukey							
T2	2.58	A							
T7	2.77	A	B						
T6	2.96	A	B	C					
T18	3.03	A	B	C	D				
T22	3.21	A	B	C	D	E			
T9	3.33		B	C	D	E	F		
T8	3.36		B	C	D	E	F		
T20	3.39		B	C	D	E	F		
T17	3.39		B	C	D	E	F		
T13	3.44			C	D	E	F	G	
T19	3.63				D	E	F	G	
T14	3.71					E	F	G	
T15	3.71					E	F	G	
T12	3.75					E	F	G	
T1	3.77					E	F	G	
T4	3.85					E	F	G	
T21	3.88						F	G	
T10	3.91						F	G	
T16	3.95						F	G	
G2	4.16							G	
T3	4.24							G	H
T11	4.26								H
G1	4.61								H
T5	4.67								H

Donde: **Control (G), G1 y G2;** Mora Colombiana 70g (**A1**); Mora de Castilla 70g (**A2**); Miel 20g (**B1**); Miel 35g (**B2**); Gelatina 5 + P.Maracuyá 5 (**C1**); Gelatina 7 + P. Maracuyá 3 (**C2**); Gelatina 10g (**C3**); Espirulina 1% (**D1**); Espirulina 3% (**D2**); **Tratamiento (T): T1** (A1+B1+C1+D1); **T2** (A1+B1+C1+D2); **T3:** (A1+B1+C2+D1); **T4:** (A1+B1+C2+D2); **T5:** (A1+B1+C3+D2); **T6:** (A1+B2+C1+D1); **T7:** (A1+B2+C1+D2) **T8:** (A1+B2+C2+D1) **T9:** (A1+B2+C2+D2) **T10:** (A1+B2+C3+D1) **T11:** (A1+B2+C3+D2) **G1:** (A1+B1+C3+D1); **T12** (A1+B1+C1+D1); **T13** (A1+B1+C1+D2); **T14:** (A1+B1+C2+D1); **T15:** (A1+B1+C2+D2); **T16:** (A1+B1+C3+D2); **T17:** (A1+B2+C1+D1); **T18:** (A1+B2+C1+D2) **T19:** (A1+B2+C2+D1) **T20:** (A1+B2+C2+D2) **T21:** (A1+B2+C3+D1) **T22:** (A1+B2+C3+D2) **G2:** (A1+B1+C3+D1).

Nota: Promedio de seis determinaciones.

La **Tabla 62** presenta diferencia significativa ($p < 0,05$) en la textura de las gomitas de mora según el tratamiento aplicado, donde T2, T7, T6, T18 y T22 presentaron la menor firmeza (2,58), ubicados en el grupo A y T3, T11, G1 y T5, clasificados en el grupo H. Estos resultados evidencian que la concentración y tipo de gelificante influyen directamente en la consistencia del producto. De acuerdo con González *et al.* (2023), en su estudio sobre gomitas de fresa, la firmeza aumenta proporcionalmente con la cantidad de gelatina utilizada, especialmente cuando supera los 10 g.

Tabla 63. Prueba de Tukey al 5% de significancia para textura de las gomitas de mora

Miel	(\bar{x})	Rangos
35	3,43	A
20	3,87	B

Donde: miel 20 g y miel 35 g

Nota: Promedio de 72 determinaciones de concentraciones de la miel.

La **Tabla 63** presenta diferencias significativas ($p < 0,05$) en las concentraciones de miel sobre la textura de las gomitas de mora. El tratamiento con 35 % de miel obtuvo un valor de 3,43, clasificado en el rango A, mientras que el de 20 % alcanzó un promedio de 3,87, ubicado en el rango B. Esta diferencia indicó que la reducción en la concentración de miel incrementa significativamente la firmeza del producto, posiblemente debido a una menor interferencia de los azúcares con la red de gelificación. Estos resultados coinciden con lo reportado por González *et al.* (2023), quienes observaron que niveles más bajos de azúcares simples favorecen una textura más firme en productos gelificados. Ramírez *et al.* (2022), subrayan que niveles intermedios de azúcares permiten mantener un balance entre firmeza y elasticidad, evitando extremos de rigidez o pérdida de cohesión.

Tabla 64. Prueba de Tukey al 5% de significancia para textura de las gomitas de mora

Gelificante	(\bar{x})	Rangos
3	3,55	A
2	3,60	B
1	3,80	C

Donde: 1 (gelatina 5 g + pectina de maracuyá 5 g), 2 (gelatina 7 g + pectina de maracuyá 3 g) y 3 (gelatina 10 g)

Nota: Promedio de 48 determinaciones de concentraciones del gelificante.

La **Tabla 64** presenta diferencias significativas ($p < 0,05$) en los resultados de tres concentraciones de gelificante sobre la textura de las gomitas de mora. El gelificante 3 presentó una textura de 3,55 mJ, clasificado en el rango A, seguido del gelificante 2 que se encuentra en el rango B y la concentración del gelificante 1 alcanzó un valor de 3,80 mJ, ubicado en el rango C, evidenciando una textura más firme. Estos resultados sugieren que la combinación de los gelificantes de 5 g gelatina y 5 g de pectina de maracuyá, favorece una mayor firmeza en la matriz gelificada. González *et al.* (2023), demostró que el uso de gelatina en concentraciones superiores al 7% mejora la resistencia estructural del producto, lo que se traduce en una textura más estable y firme.

Tabla 65. Prueba de Tukey al 5% de significancia para textura de las gomitas de mora

Espirulina	(\bar{x})	Rangos
2	3,57	A
1	3,73	B

Donde: 1 (1% espirulina) y 2 (3% espirulina)

Nota: Promedio de 72 determinaciones de concentraciones de la espirulina.

La **Tabla 65** presenta los resultados con diferencias significativas ($p < 0,05$) para evaluar dos concentraciones de espirulina sobre la textura de las gomitas de mora. La concentración 2 (3%) de espirulina obtuvo un valor de 3,57 mJ, clasificado en el rango A, mientras que la concentración 1 (1%) de espirulina alcanzó un valor de 3,73 mJ, ubicado en el rango B. Estas diferencias significativas indicaron que una menor concentración de espirulina favorece una textura más firme en el producto final. Este comportamiento puede explicarse por la menor interferencia de los compuestos bioactivos de la espirulina en la red de gelificación, lo cual coincide con lo reportado por González *et al.* (2023), quienes observaron que la incorporación de ingredientes funcionales en altas concentraciones puede alterar la estructura de productos gelificados, reduciendo su firmeza. Así, la formulación con 1% de espirulina se perfila como más adecuada para mantener la textura deseada en gomitas enriquecidas.

La **Tabla 66** muestra la comparación de la textura de las gomitas de mora frente a los controles, utilizando la prueba de Tukey al 5% de significancia para identificar tratamientos con diferencias significativas.

Tabla 66. Prueba de Tukey al 5% de significancia para textura

Tratamiento	Media	$\frac{5}{ \bar{x}_l - \bar{x}_c }$	Sig	¿Diferente control?
G1	4.61			
T1	3.77	0.84	*	Si
T2	2.58	2.03	*	Si
T3	4.24	0.37	-	No
T4	3.85	0.76	*	Si
T5	4.67	0.05	-	No
T6	2.96	1.64	*	Si
T7	2.77	1.84	*	Si
T8	3.36	1.24	*	Si
T9	3.33	1.27	*	Si
T10	3.91	0.70	*	Si
T11	4.26	0.35	-	No
T12	3.75	0.86	*	Si
T13	3.44	1.17	*	Si
T14	3.71	0.90	*	Si

Tratamiento	Media	$\frac{5}{ \bar{x}_i - \bar{x}_c }$	Sig	¿Diferente control?
T15	3.71	0.89	*	Si
T16	3.95	0.66	*	Si
T17	3.39	1.21	*	Si
T18	3.03	1.58	*	Si
T19	3.63	0.98	*	Si
T20	3.39	1.22	*	Si
T21	3.88	0.72	*	Si
T22	3.21	1.39	*	Si
G2	4.16			
G2	4.16	0.45	-	No
T1	3.77	0.38	-	No
T2	2.58	1.57	*	Si
T3	4.24	0.08	-	No
T4	3.85	0.30	-	No
T5	4.67	0.51	-	No
T6	2.96	1.19	*	Si
T7	2.77	1.39	*	Si
T8	3.36	0.79	*	Si
T9	3.33	0.82	*	Si
T10	3.91	0.24	-	No
T11	4.26	0.10	-	No
T12	3.75	0.40	-	No
T13	3.44	0.71	*	Si
T14	3.71	0.44	-	No
T15	3.71	0.44	-	No
T16	3.95	0.20	-	No
T17	3.39	0.76	*	Si
T18	3.03	1.13	*	Si
T19	3.63	0.52	-	No
T20	3.39	0.76	*	Si
T21	3.88	0.27	-	No
T22	3.21	0.94	*	Si

Nota: gomitas de mora Colombiana, mora de Castilla y dos controles.

Si $|\bar{x}_i - \bar{x}_c| = \text{excede } D(120;0,05) = 0.63$ entonces la media del tratamiento correspondiente es diferente a la del control.

H0: $\bar{x}_i = \bar{x}_c$ El tratamiento es igual al control.

H1: $\bar{x}_i \neq \bar{x}_c$ El tratamiento es diferente al control.

En la **Tabla 66** se permitió comparar la textura de cada tratamiento con los controles G1 y G2. Los resultados evidenciaron que no todos los tratamientos difieren estadísticamente de los controles, lo que confirma un comportamiento diferenciado de la variable en función de la formulación aplicada.

El control G1 presentó una media de 4,61, mientras que G2 registró 4,16, valores que se emplearon como referencia para evaluar la significancia estadística de los tratamientos. De los 22 tratamientos analizados, 19 mostraron diferencias significativas respecto a G1 (T1, T2, T4, T6–T10, T12–T22), mientras que 10 difirieron significativamente de G2 (T2, T6–T9, T13, T17, T18, T20 y T22). Estos resultados confirman que la formulación influye directamente en la firmeza del producto, y que la incorporación de ingredientes funcionales o la variación en la concentración de gelificante modifican la estructura de las gomitas. En relación con González *et al.* (2023), se reafirma que la textura constituye un parámetro altamente sensible a la composición, cuya optimización requiere un equilibrio preciso entre componentes estructurantes y funcionales.

11.13. Análisis de acidez para las gomitas

Este parámetro, expresado comúnmente como porcentaje de ácido cítrico equivalente, influye directamente en el perfil sensorial del producto al equilibrar la dulzura con notas frescas de acidez. Además, un nivel adecuado de acidez contribuye a la conservación, ya que limita el crecimiento microbiano y prolonga la vida útil (Ver, **Tabla 67**).

Tabla 67. Análisis de varianza para un DBCA para acidez de las gomitas de mora

FV	SC	GL	CM	F. RATIO	VALOR ($p < 0.05\%$)
Total	15.26	143			
Tratamientos	14.76	23	0.64	154.81	*
A	0.12	1	0.12	29.27	*
B	4.20	1	4.20	1015.25	*
C	4.40	2	2.20	530.69	*
D	1.39	1	1.39	336.78	*
A*B	0.14	1	0.14	36.06	*
A*C	0.82	2	0.41	99.05	*
A*D	0	1	0	1.81	NS
B*C	0.65	2	0.32	79.55	*
B*D	0.75	1	0.75	181.16	*
C*D	0.40	2	0.20	48.51	*
A*B*C	0.05	2	0.02	6.47	*
A*B*D	0	1	0	1.48	NS
A*C*D	0.04	2	0.02	5.88	*
B*C*D	0.91	2	0.45	110.32	*
A*B*C*D	0.82	2	0.41	98.96	*
E. Exp.	0.49	120	0		

Nota: A fruta (mora Colombiana 70 g y mora de Castilla 70 g), B miel (20 g y 35 g), C gelificante (gelatina 5 g + pectina de maracuyá 5 g, gelatina 7 g + pectina de maracuyá 3 g y gelatina 10 g) y D espirulina (1% y 3%), NS no significativo, * significativo al 5%. Promedio= 1.20 %, CV=5.33%

Hipótesis nula H_0 : Los tratamientos son iguales

Hipótesis alternativa H_1 : Los tratamientos no son iguales

La **Tabla 67** presenta el análisis de varianza de la acidez en las gomitas de mora. Los factores A, B, C, D y sus interacciones rechazaron la hipótesis nula, mostrando diferencias significativas ($p < 0,05$) en la acidez del producto. Esto confirma que la acidez no depende únicamente de cada factor de manera aislada, sino también de sus combinaciones. En contraste, las interacciones A*D y A*B*D no evidenciaron efectos significativos, lo que sugiere que dichas combinaciones no generan variaciones relevantes en la respuesta evaluada. De acuerdo con Lamadrid *et al.* (2020), La interacción entre ingredientes como pectinas, edulcorantes y extractos vegetales modifica significativamente la acidez titulable, afectando tanto la aceptabilidad sensorial como la estabilidad del producto final.

La acidez titulable promedio de las gomitas de mora fue de 1,20 %, con un coeficiente de variación de 5,33 %, lo cual indica una buena precisión en los datos experimentales. Para determinar las diferencias significativas entre los tratamientos en el contenido de sólidos solubles de las gomitas de mora, se aplicó la prueba de Tukey al 5% de significancia, cuyos resultados se presentan en la **Tabla 68, Tabla 69, Tabla 70, Tabla 71 y Tabla 72**.

Tabla 68. Prueba de Tukey al 5% de significancia para acidez de las gomitas de mora

Tratamiento	(\bar{x})	Rango de Tukey						
T21	0.9	A						
T22	0.9	A						
T7	0.91	A						
T11	0.91	A						
T16	0.91	A						
T20	0.91	A						
T10	0.93	A						
T8	0.94	A						
T9	0.97	A	B					
T5	1.09		B	C				
G2	1.11		B	C	D			
T4	1.17			C	D	E		
T6	1.17			C	D	E		
T17	1.18			C	D	E		
T19	1.24				D	E	F	
T14	1.29					E	F	
T3	1.33						F	G
T15	1.33						F	G
T2	1.36						F	G
T13	1.36						F	G
T18	1.44							G
G1	1.44							G
T1	1.87							H
T12	2.23							I

Donde: **Control (G)**, **G1 y G2**; Mora Colombiana 70g (**A1**); Mora de Castilla 70g (**A2**); Miel 20g (**B1**); Miel 35g (**B2**); Gelatina 5 + P.Maracuyá 5 (**C1**); Gelatina 7 + P. Maracuyá 3 (**C2**); Gelatina 10g (**C3**); Espirulina 1% (**D1**); Espirulina 3% (**D2**); **Tratamiento (T)**: **T1** (A1+B1+C1+D1); **T2** (A1+B1+C1+D2); **T3**: (A1+B1+C2+D1); **T4**: (A1+B1+C2+D2); **T5**: (A1+B1+C3+D2); **T6**: (A1+B2+C1+D1); **T7**: (A1+B2+C1+D2) **T8**: (A1+B2+C2+D1) **T9**: (A1+B2+C2+D2) **T10**: (A1+B2+C3+D1) **T11**: (A1+B2+C3+D2) **G1**: (A1+B1+C3+D1); **T12** (A1+B1+C1+D1); **T13** (A1+B1+C1+D2); **T14**: (A1+B1+C2+D1); **T15**: (A1+B1+C2+D2); **T16**: (A1+B1+C3+D2); **T17**: (A1+B2+C1+D1); **T18**: (A1+B2+C1+D2) **T19**: (A1+B2+C2+D1) **T20**: (A1+B2+C2+D2) **T21**: (A1+B2+C3+D1) **T22**: (A1+B2+C3+D2) **G2**: (A1+B1+C3+D1).

Nota: Promedio de seis determinaciones.

La **Tabla 68** muestra diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los tratamientos, agrupando las formulaciones en rangos desde A hasta I. Las muestras con menor acidez se concentraron en los rangos A y B con un valor de (0,9), mientras que aquellas con mayor acidez se ubicaron en los rangos G, H e I con un valor de 2,23 (T12), lo que evidencia que la composición de cada tratamiento influye directamente en el perfil ácido del producto. Esta variabilidad puede atribuirse a la interacción entre ingredientes como la miel, los gelificantes y la espirulina, que modifican el equilibrio ácido-base de la matriz. Este comportamiento coincide con lo reportado por Rivera *et al.* (2020), quienes al evaluar formulaciones de gomitas enriquecidas con ingredientes funcionales concluyeron que la acidez titulable se ve afectada por la proporción y tipo de componentes utilizados, especialmente aquellos con capacidad amortiguadora como

proteínas, polisacáridos y edulcorantes naturales, lo que repercute en la percepción sensorial y en la estabilidad del producto final.

Tabla 69. Prueba de Tukey al 5% de significancia para acidez de las gomitas de mora

Mora	(\bar{x})	Rangos
Co	1,17	A
Ca	1,23	B

Donde: Co (mora Colombiana) y Ca (mora de Castilla).

Nota: Promedio de 72 determinaciones de clases de mora.

La **Tabla 69** muestra diferencias significativas ($p < 0,05$) entre dos tipos de mora Colombiana (Co) y mora de Castilla (Ca), ubicando a la mora de Castilla en el rango B, con un valor de 1,23% y mora Colombiana en la clasificación A, con un valor de 1,17%. Esto indicó que esta variedad aporta mayor acidez a la formulación, lo cual puede influir en el perfil sensorial del producto, especialmente en atributos como sabor, frescura y percepción de intensidad frutal, coincide con los estudios de Rodríguez *et al.* (2019), quienes al evaluar la acidez en productos gelificados elaborados con distintas especies de frutas tropicales concluyeron que la composición de ácidos orgánicos varía significativamente entre variedades, afectando la acidez titulable y la aceptabilidad sensorial.

Tabla 70. Prueba de Tukey al 5% de significancia para acidez de las gomitas de mora

Miel	(\bar{x})	Rangos
35	1,03	A
20	1,37	B

Donde: miel 20 g y miel 35 g

Nota: Promedio de 72 determinaciones de concentraciones de la miel.

La **Tabla 70** muestra diferencias significativas ($p < 0,05$) entre las concentraciones de miel, lo que permitió comparar las medias del porcentaje de acidez titulable de las gomitas de mora en función del porcentaje de miel incorporada (20 % y 35 %). Los resultados evidenciaron la formación de dos rangos estadísticamente diferenciados en concentraciones de miel, donde el nivel 35 % presentó un valor promedio de acidez de 1,03%, ubicándose en el rango A, mientras que el nivel 20 % alcanzó un valor de 1,37%, conformando el rango B. Esto se atribuye a que la miel contiene azúcares y compuestos solubles que pueden interactuar con los ácidos presentes en la fruta, disminuyendo su impacto sensorial y contribuyendo a una sensación de menor acidez en el producto final. Además, Zenteno (2022), señaló que la acidez titulable en productos con miel tiende a disminuir a medida que aumenta la concentración de miel, lo cual puede mejorar la aceptación general en productos dulces tipo gomita.

Tabla 71. Prueba de Tukey al 5% de significancia para la acidez de las gomitas de mora

Gelificante	(\bar{x})	Rangos
3	1.02	A
2	1.15	B
1	1.44	C

Donde: 1 (gelatina 5 g + pectina de maracuyá 5 g), 2 (gelatina 7 g + pectina de maracuyá 3 g) y 3 (gelatina 10 g)

Nota: Promedio de 48 determinaciones de concentraciones del gelificante

La **Tabla 71** muestra diferencias significativas ($p < 0,05$) comparando tres concentraciones de gelificantes, gelatina combinada con pectina de maracuyá en distintas concentraciones y gelatina pura. Los datos revelaron diferencias significativas entre los tratamientos, gelificante 3 se asoció con menor acidez (1,02%), mientras que la combinación equilibrada de gelatina y pectina 1 presentó el valor más alto (1,44%). Esto sugiere que la presencia de pectina contribuye a incrementar la acidez titulable, posiblemente por su interacción con los ácidos orgánicos presentes en la fruta. Este comportamiento coincide con lo reportado por Urbano *et al.* (2024), quienes al evaluar porcentajes de pectina extraída de la cáscara de maracuyá en néctares observaron que la incorporación de este hidrocoloide incrementa la acidez titulable y modifica parámetros de calidad, debido a su capacidad de interactuar con compuestos orgánicos presentes en la matriz frutal.

Tabla 72. Prueba de Tukey al 5% de significancia para acidez de las gomitas de mora

Espirulina	(\bar{x})	Rangos
2	1,10	A
1	1,30	B

Donde: 1 (1% espirulina) y 2 (3% espirulina)

Nota: Promedio de 72 determinaciones de concentraciones de la espirulina.

La **Tabla 72** muestran diferencias significativas ($p < 0,05$) entre ambos niveles de espirulina, donde la formulación 2 (3 %) de espirulina se ubicó en el rango A por presentar menor acidez de 1,10%, mientras que la concentración 1 (1 %) de espirulina se posicionó en el rango B con mayor acidez 1,30%. Este comportamiento sugiere que el incremento en la concentración de espirulina contribuye a la reducción de la acidez titulable, posiblemente debido a la presencia de compuestos proteicos y minerales que interactúan con los ácidos orgánicos de la fruta, atenuando su efecto sensorial. Este hallazgo coincide con lo reportado por Montoya *et al.* (2021), quienes observaron que la incorporación de microalgas en matrices alimenticias puede modificar parámetros como la acidez, el pH y la capacidad antioxidante, generando productos más equilibrados y funcionales. En este contexto, la espirulina no solo aporta valor nutricional, sino que también actúa como modulador fisicoquímico en formulaciones tipo gomita.

La **Tabla 73** muestra la comparación de acidez de las gomitas de mora frente a los controles, utilizando la prueba de Tukey al 5% de significancia para identificar tratamientos con diferencias significativas.

Tabla 73. Prueba de Tukey al 5% de significancia para acidez de las gomitas de mora

Tratamiento	Media	$\frac{5}{\bar{x}_t - \bar{x}_c}$	Sig	¿Diferente al control?
G1	1.44			
T1	1.87	0.42	*	Si
T2	1.36	0.08	-	No
T3	1.33	0.11	-	No
T4	1.17	0.27	*	Si
T5	1.09	0.35	*	Si
T6	1.17	0.27	*	Si
T7	0.91	0.53	*	Si
T8	0.94	0.50	*	Si
T9	0.97	0.47	*	Si
T10	0.93	0.51	*	Si
T11	0.91	0.53	*	Si
T12	2.23	0.78	*	Si
T13	1.36	0.08	-	No
T14	1.29	0.15	*	Si
T15	1.33	0.11	-	No
T16	0.91	0.53	*	Si
T17	1.18	0.26	*	Si
T18	1.44	0	-	No
T19	1.24	0.20	*	Si
T20	0.91	0.53	*	Si
T21	0.9	0.54	*	Si
T22	0.9	0.54	*	Si
G2	1.11	0.33	*	Si
G2	1.11			
T1	1.87	0.76	*	Si
T2	1.36	0.25	*	Si
T3	1.33	0.22	*	Si
T4	1.17	0.06	-	No
T5	1.09	0.015	-	No
T6	1.17	0.06	-	No
T7	0.91	0.19	*	Si
T8	0.94	0.16	*	Si
T9	0.97	0.13	-	No
T10	0.93	0.18	*	Si
T11	0.91	0.19	*	Si
T12	2.23	1.12	*	Si
T13	1.36	0.25	*	Si
T14	1.29	0.18	*	Si
T15	1.33	0.22	*	Si
T16	0.91	0.19	*	Si

Tratamiento	Media	5 $\bar{x}_t - \bar{x}_c$	Sig	¿Diferente al control?
T17	1.18	0.07	-	No
T18	1.44	0.33	*	Si
T19	1.24	0.13	-	No
T20	0.91	0.19	*	Si
T21	0.9	0.21	*	Si
T22	0.9	0.21	*	Si

Nota: gomitas de mora Colombiana, mora de Castilla y dos controles.

Si $|\bar{x}_i - \bar{x}_c| = \text{excede } D(120;0,05) = 0.13$, entonces la media del tratamiento correspondiente es diferente a la del control.

H0: $\bar{x}_i = \bar{x}_c$ El tratamiento es igual al control.

H1: $\bar{x}_i \neq \bar{x}_c$ El tratamiento es diferente al control.

La **Tabla 73** permitió comparar el contenido de acidez titulable de cada tratamiento de gomitas de mora frente a los controles G1 y G2, mostrando un comportamiento diferenciado según la formulación aplicada. Los resultados evidencian que no todos los tratamientos difieren estadísticamente de los controles, lo que confirma que la acidez depende de la combinación de ingredientes y condiciones de proceso.

En relación con el control G1, varios tratamientos como T1, T4, T6, T7, T8, T9, T10, T12, T17, T18, T19, T20 y T21 mostraron diferencias significativas ($p < 0,05$), con valores de acidez tanto superiores como inferiores, lo que indica que la formulación puede incrementar o reducir la intensidad ácida respecto al control. Por otro lado, frente al control G2, se observó que algunos tratamientos no presentaron diferencias estadísticas, mientras que otros sí lo hicieron, confirmando que este control representa una referencia estable en la modulación de la acidez.

Este comportamiento puede atribuirse a la interacción multifactorial entre los ingredientes, donde la miel actúa como modulador sensorial reduciendo la percepción ácida, los gelificantes influyen en la retención de compuestos orgánicos y la espirulina aporta proteínas y minerales que amortiguan la acidez. En línea con estos hallazgos, Zhang *et al.* (2022), señalan que la estabilidad de los compuestos ácidos durante el procesamiento depende críticamente de variables como pH, temperatura y matriz alimentaria.

11.14. Análisis de polifenoles para las gomitas

El análisis de polifenoles en gomitas se centra en cuantificar los compuestos bioactivos presentes, principalmente derivados de frutas o extractos vegetales, que aportan propiedades antioxidantes y funcionales al producto. Estos metabolitos secundarios influyen en el color, el sabor y la estabilidad frente a la oxidación, además de otorgar valor agregado como alimento funcional (Ver, **Tabla 74**).

Tabla 74. Análisis de varianza para un DBCA para polifenoles de las gomitas de mora

FV	SC	GL	CM	F. RATIO	VALOR ($p < 0.05\%$)
Total	1230.94	71			
Tratamientos	1123.93	23	48.86	21.92	*
A	245.73	1	245.73	110.22	*
B	311.72	1	311.72	139.83	*
C	7.49	2	3.74	1.68	NS
D	18.07	1	18.07	8.11	*
A*B	87.39	1	87.39	39.20	*
A*C	35.51	2	17.75	7.97	*
A*D	38.11	1	38.11	17.10	*
B*C	15.54	2	7.77	3.49	*
B*D	36.95	1	36.95	16.58	*
C*D	57.64	2	28.82	12.93	*
A*B*C	34.85	2	17.42	7.82	*
A*B*D	148.132	1	148.13	66.45	*
A*C*D	14.78	2	7.39	3.31	*
B*C*D	22.58	2	11.29	5.07	*
A*B*C*D	49.37	2	24.68	11.07	*
E. Exp.	107,01	48	2,22		

*Nota: A fruta (mora Colombiana 70 g y mora de Castilla 70 g), B miel (20 g y 35 g), C gelificante (gelatina 5 g + pectina de maracuyá 5 g, gelatina 7 g + pectina de maracuyá 3 g y gelatina 10 g) y D espirulina (1% y 3%), NS no significativo, * significativo al 5%. Promedio= 7,57mg GAE /100g, CV=6,32%*

Hipótesis nula H_0 : Los tratamientos son iguales.

Hipótesis alternativa H_1 : Los tratamientos no son iguales.

El análisis estadístico mostró que los factores A, B y D tuvieron diferencias significativas, aceptando la hipótesis alternativa, confirmando que estos ingredientes sí influyen directamente en la concentración de compuestos polifenoles. En cambio, el factor C (gelificante) no tuvo un efecto significativo. Además, se observó que las interacciones entre los factores, presentaron diferencias significativas. Estos resultados coinciden con la investigación de Torre (2025), en su tesis sobre gomitas con espirulina y estevia, donde se encontró que la espirulina no solo

aporta compuestos funcionales, sino que también mejora la estabilidad de los bioactivos presentes en la matriz gelificada. Asimismo, el estudio de Álvarez *et al.* (2023), sobre gomitas de espirulina destaca que la interacción entre ingredientes naturales puede potenciar la actividad antioxidante del producto final, especialmente cuando se combinan fuentes vegetales con microalgas.

El contenido promedio de polifenoles en las gomitas fue de 7,57 mg GAE/100 g, con un coeficiente de variación (CV) fue de 6,32 %, lo cual indica una buena precisión en los datos experimentales.

Para determinar las diferencias significativas entre los tratamientos en el contenido de polifenoles en las gomitas de mora, se aplicó la prueba de Tukey al 5% de significancia, cuyos resultados se presentan en la **Tabla75, Tabla76, Tabla77, Tabla78.**

Tabla 75. Prueba de Tukey al 5% de significancia para polifenoles de las gomitas de mora

Tratamiento	(\bar{x})	Rango de Tukey	
T11	3.58	A	
T21	3.93	A	B
G1	4.13	A	B
T10	4.13	A	B
T7	4.13	A	B
T9	5.06	A	B
T2	5.33	A	B
T4	5.33	A	B
T6	5.43	A	B
T19	5.56	A	B
T1	5.83	A	B
T15	5.93	A	B
T8	6.16	A	B
T17	6.46	A	B
T20	6.53	A	B
T18	6.56	A	B
T3	7.33	A	B
T16	8.12	A	B C
T22	8.4		B C
T5	12.3		C D
T13	13.63		D
G2	15.06		D
T14	16.13		D
T12	16.76		D

Donde: **Control (G)**, **G1 y G2**; Mora Colombiana 70g (**A1**); Mora de Castilla 70g (**A2**); Miel 20g (**B1**); Miel 35g (**B2**); Gelatina 5 + P.Maracuyá 5 (**C1**); Gelatina 7 + P. Maracuyá 3 (**C2**); Gelatina 10g (**C3**); Espirulina 1% (**D1**); Espirulina 3% (**D2**); **Tratamiento (T)**: **T1** (A1+B1+C1+D1); **T2** (A1+B1+C1+D2); **T3**: (A1+B1+C2+D1); **T4**: (A1+B1+C2+D2); **T5**: (A1+B1+C3+D2); **T6**: (A1+B2+C1+D1); **T7**: (A1+B2+C1+D2); **T8**: (A1+B2+C2+D1) **T9**: (A1+B2+C2+D2) **T10**: (A1+B2+C3+D1) **T11**: (A1+B2+C3+D2) **G1**: (A1+B1+C3+D1); **T12** (A1+B1+C1+D1); **T13** (A1+B1+C1+D2); **T14**: (A1+B1+C2+D1); **T15**: (A1+B1+C2+D2); **T16**: (A1+B1+C3+D2); **T17**: (A1+B2+C1+D1); **T18**: (A1+B2+C1+D2) **T19**: (A1+B2+C2+D1) **T20**: (A1+B2+C2+D2) **T21**: (A1+B2+C3+D1) **T22**: (A1+B2+C3+D2) **G2**: (A1+B1+C3+D1).

Nota: Promedio de tres determinaciones.

La **Tabla 75** muestra diferencias significativas ($p < 0,05$) en el contenido de polifenoles entre los distintos tratamientos de las gomitas de mora, agrupándolos en cuatro rangos estadísticos. El grupo A se encuentra con el valor más bajo, seguido del bloque en el cual se encontró diferencia significativa en los tratamientos A y B con las formulaciones (T2 a T22), evidenciando que la interacción entre mora, miel y espirulina en estas formulaciones favoreció la preservación de polifenoles. El grupo D (T5, T13, G2, T14 y T12) presentó los valores más altos, de 16,76 mg GAE/100 g, lo que confirma que ciertas combinaciones de ingredientes, especialmente aquellas con mayor proporción de espirulina y miel, potencian la concentración de polifenoles en la matriz gelificada. Estos resultados reflejan que la mora, la miel y la espirulina son factores determinantes en la retención de compuestos bioactivos, mientras que el gelificante, aunque no mostró efecto significativo por sí solo, sí influyó en las interacciones con otros ingredientes. La

evidencia coincide con lo señalado por Martínez (2025), quien reportó que la inclusión de espirulina en gomitas mejora la estabilidad de compuestos antioxidantes, y con Álvarez *et al.* (2023), quienes destacan que la combinación de frutas ricas en antocianinas con microalgas potencia la actividad funcional del producto. De manera similar, investigaciones sobre gomitas de mora altoandina han mostrado que la fruta, por su riqueza en antocianinas y polifenoles, constituye una base funcional para el desarrollo de alimentos innovadores. Schmidt-Durán *et al.* (2024) destacan que la mora tropical de altura posee un perfil antioxidante elevado, lo que la convierte en un ingrediente clave para formulaciones nutracéuticas. En línea con ello, Haro Villacrés (2019) evidenció que las diferencias genéticas entre variedades de mora influyen en la concentración de compuestos fenólicos, lo que explica la variabilidad observada entre tratamientos. Finalmente, los hallazgos de Aiello *et al.* (2024) sobre extractos de cáscaras de cítricos, con contenidos de polifenoles superiores (39,80 mg GAE/g en limón), refuerzan la idea de que matrices vegetales ricas en compuestos fenólicos, combinadas con ingredientes funcionales, potencian la concentración y estabilidad de bioactivos en productos gelificados. En conjunto, la evidencia científica respalda que las formulaciones de gomitas de mora enriquecidas con espirulina y miel constituyen una estrategia eficaz para preservar y potenciar la funcionalidad antioxidante, posicionándolas como un producto innovador dentro del campo de alimentos funcionales.

Tabla 76. Prueba de Tukey al 5% de significancia para polifenoles de las gomitas de mora

Mora	(\bar{x})	Rangos
Co	5,73	A
Ca	9,42	B

Donde: Co (mora Colombiana) y Ca (mora de Castilla).

Nota: Promedio de 36 determinaciones de clases de mora.

La **Tabla 76** permitió establecer diferencias significativas ($p < 0,05$) entre las concentraciones promedio de polifenoles en gomitas elaboradas con dos variedades de mora: Colombiana (Co) y de Castilla (Ca). Los resultados mostraron que la mora de Castilla presentó una concentración mayor de polifenoles 9,42 mg GAE/100 g en el rango (B), en comparación con la mora Colombiana 5,73 mg GAE/100 g, ubicándose en rangos estadísticos distintos (A). La mora de Castilla aporta mayor concentración de polifenoles, lo que fortalece tanto el perfil funcional (actividad antioxidante) como el sensorial (color y sabor), posicionándola como una variedad con ventajas frente a la mora Colombiana en la elaboración de gomitas enriquecidas. tal como lo han señalado estudios previos sobre frutas tropicales Rodríguez *et al.* (2019) Así, la mora de

Castilla se posiciona como una alternativa con ventajas frente a la mora Colombiana, al ofrecer un mayor aporte de polifenoles que potencian tanto la funcionalidad.

Tabla 77. Prueba de Tukey al 5% de significancia para polifenoles de las gomitas de mora

Miel	(\bar{x})	rangos	
35	5.49	A	
20	9.66		B

Donde: miel 20 g y miel 35 g

Nota: Promedio de 36 determinaciones de concentraciones de la miel.

La **Tabla 77** establece diferencias significativas ($p < 0,05$) entre las formulaciones de gomitas de mora con distintas concentraciones de miel. La formulación con 20% de miel presentó una concentración de 9,66 mg GAE/100 g, perteneciente al rango B, la formulación con 35% de miel presentó 5,49 mg GAE/100 g, ubicándose en rango A. Este resultado indicó que una menor proporción de miel favorece la preservación o extracción de compuestos fenólicos en la matriz de la gomita. Este comportamiento puede atribuirse a la dilución de la matriz frutal por el exceso de azúcares, lo cual podría interferir con la disponibilidad de polifenoles o con su detección analítica. Estudios previos han reportado que la concentración de azúcares añadidos puede afectar negativamente la estabilidad de compuestos antioxidantes en productos procesados (Lamadrid *et al.*, 2020).

Tabla 78. Prueba de Tukey al 5% de significancia para polifenoles de las gomitas de mora

Espirulina	(\bar{x})	Rangos	
2	7,07	A	
1	8,08		B

Donde: 1 (1% espirulina) y 2 (3% espirulina)

Nota: Promedio de 36 determinaciones de concentraciones de la espirulina.

La **Tabla 78** muestra diferencias significativas ($p < 0,05$) entre las concentraciones evaluadas, permitió comparar las medias del contenido de polifenoles en función del factor espirulina, evidenciando la formación de dos rangos. Los resultados muestran que la concentración 2 (3%) de espirulina presentó un contenido promedio de polifenoles de 7,07 mg GAE/100 g, ubicándose en el rango A, mientras que el nivel 1 (1%) alcanzó un valor superior de 8,08 mg GAE/100 g en el rango B, confirmando que la incorporación de espirulina influye en el contenido de compuestos fenólicos de las gomitas de mora. Estos resultados concuerdan con Rodríguez & Herrera (2020), destacan que la variación en la concentración de espirulina

repercute directamente en la disponibilidad de compuestos bioactivos. Malpartida *et al.* (2022), manifestaron que la espirulina posee compuestos bioactivos con capacidad antioxidante, los cuales pueden contribuir al incremento del contenido fenólico total cuando se incorpora en productos alimentarios funcionales.

A continuación, se realizó la prueba de Tukey para comparar el contenido de polifenoles de todos los tratamientos contra dos controles (Ver, **Tabla 79**).

Tabla 79. Prueba de Tukey al 5% de significancia para polifenoles

Tratamiento	Media	$\frac{5}{\bar{x}_i - \bar{x}_c}$	Sig	¿Diferente al control?
G1	4.13			
T1	5.83	1.7	-	No
T2	5.33	1.2	-	No
T3	7.33	3.2	-	No
T4	5.33	1.2	-	No
T5	12.3	8.16	*	Si
T6	5.43	1.3	-	No
T7	4.13	0	-	No
T8	6.16	2.03	-	No
T9	5.06	0.93	-	No
T10	4.13	0	-	No
T11	3.58	0.54	-	No
T12	16.76	12.63	*	Si
T13	13.63	9.5	*	Si
T14	16.13	12	*	Si
T15	5.93	1.8	-	No
T16	8.12	3.99	-	No
T17	6.46	2.33	-	No
T18	6.56	2.43	-	No
T19	5.56	1.43	-	No
T20	6.53	2.4	-	No
T21	3.93	0.2	-	No
T22	8.4	4.26	-	No
G2	15.06	10.93	*	Si
G2	15.06			
T1	5.83	9.23	*	Si
T2	5.33	9.73	*	Si
T3	7.33	7.73	*	Si
T4	5.33	9.73	*	Si
T5	12.3	2.76	-	No
T6	5.43	9.63	*	Si
T7	4.13	10.93	*	Si
T8	6.16	8.9	*	Si
T9	5.06	10	*	Si
T10	4.13	10.93	*	Si
T11	3.58	11.48	*	Si

Tratamiento	Media	5 $\bar{x}_i - \bar{x}_c$	Sig	¿Diferente al control?
T12	16.76	1.7	-	No
T13	13.63	1.43	-	No
T14	16.13	1.06	-	No
T15	5.93	9.13	*	Si
T16	8.12	6.94	*	Si
T17	6.46	8.6	*	Si
T18	6.56	8.5	*	Si
T19	5.56	9.5	*	Si
T20	6.53	9.73	*	Si
T21	3.93	11.13	*	Si
T22	8.4	6.66	*	Si

Nota: gomitas de mora Colombiana, mora de Castilla y dos controles.

Si $|\bar{x}_i - \bar{x}_c| = \text{excede } D(48;0,05) = 4,69$ entonces la media del tratamiento correspondiente es diferente a la del control.

H0: $\bar{x}_i = \bar{x}_c$ El tratamiento es igual al control.

H1: $\bar{x}_i \neq \bar{x}_c$ El tratamiento es diferente al control.

La **Tabla 79** permitió comparar el contenido de polifenoles de cada tratamiento frente a los controles G1 y G2. Los resultados muestran que no todos los tratamientos difieren de los controles, lo que evidencia un comportamiento diferenciado de la variable en función de la formulación aplicada. En relación con el control G1, los tratamientos T5, T12, T13 y T14 presentaron diferencias significativas ($p < 0,05$), al presentar valores de polifenoles notablemente superiores al control. El resto de los tratamientos no se evidenciaron diferencias significativas respecto a G1. La comparación frente al control G2 muestra que la mayoría de las formulaciones (T1 a T4, T6 a T11 y T15 a T22) presentaron diferencias significativas ($p < 0,05$). Este hallazgo evidencia que G2 actúa como una referencia sólida en la preservación y concentración de compuestos fenólicos, ya que logra mantener niveles superiores en comparación con la mayoría de los tratamientos.

Además, Zhang *et al.* (2022), la estabilidad de los polifenoles durante el procesamiento depende críticamente de variables como temperatura, pH y matriz alimentaria, mientras que Cao *et al.* (2021), destacan a las tecnologías como la microencapsulación y el uso de matrices proteicas pueden mejorar la retención de estos compuestos. Además, Becerril-Sánchez *et al.* (2021), señalaron que la miel aporta polifenoles propios cuya concentración varía según el origen botánico, y Dimitriu *et al.* (2020), demostraron que puede existir una sinergia antioxidante entre la miel y los polifenoles de frutas. En este contexto, el control G2 podría representar una formulación con condiciones ideales para maximizar el contenido bioactivo, lo que lo convierte

en un referente para el desarrollo de gomitas funcionales con alto contenido de compuestos bioactivos beneficiosos para la salud.

11.15. Análisis de estabilidad en gomitas

Para el análisis de la estabilidad de las gomitas se consideraron cuatro factores principales: factor A, factor B, factor C y factor D. Sin embargo, para determinar el tiempo máximo de conservación de las gomitas, este parámetro se estableció como un factor independiente (tiempo de almacenamiento, considerado como factor E). En este caso, el diseño experimental corresponde a un Diseño de Bloques Completamente al Azar (DBCA), aplicado únicamente para la evaluación de este parámetro específico.

Tabla 80. Análisis de varianza para un DBCA bloques para el análisis de estabilidad de gomitas de mora

FV	SC	GL	CM	F. RATIO	VALOR ($p < 0.05\%$)
Total	127301	863			
Tratamientos	202.9	23	8.8	2	*
A	10.5	1	10.5	2.2	NS
B	3.8	1	3.8	0.8	NS
C	26.5	2	13.2	2.8	NS
D	2.1	1	2.1	.4	NS
E	122616	5	24523.2	5337.84	*
A*B	12.6	1	12.2	2.6	NS
A*C	3.3	2	1.6	0.3	NS
A*D	4.6	1	4.6	1	NS
A*E	18.2	5	3.6	0.8	NS
B*C	8.2	2	4.1	0.8	NS
B*D	22	1	22	4.7	*
B*E	208.9	5	41.7	9.1	*
C*D	3.9	2	1.9	0.4	NS
C*E	180.6	10	18	3.9	*
D*E	1.8	5	0.3	0	NS
A*B*C	2	2	1	0.2	NS
A*B*D	9.7	1	9.7	2.1	NS
A*B*E	45.7	5	9.1	1.9	NS
A*C*D	41	2	20.5	4.4	*
A*C*E	99.8	10	9.9	2.1	*
A*D*E	79.2	5	15.8	3.4	*
B*C*D	5.9	2	2.9	0.6	NS
B*C*E	77.1	10	7.7	1.6	NS
B*D*E	98.6	5	19.7	4.2	*
C*D*E	25.8	10	2.5	0.5	NS
A*B*C*D	46.7	2	23.3	5	*
A*B*C*E	8.9	10	0.8	0.2	NS
A*B*D*E	24.9	5	4.9	1	NS
A*C*D*E	168.1	10	16.8	3.6	*
B*C*D*E	90	10	9	1.9	*
E. Exp.	3353.7	730	4.5		

Nota: A fruta (mora Colombiana 70 g y mora de Castilla 70 g), B miel (20 g y 35 g), C gelificante (gelatina 5 g + pectina de maracuyá 5 g, gelatina 7 g + pectina de maracuyá 3 g y gelatina 10 g) y D espirulina (1% y 3%), NS no significativo, * significativo al 5%. Promedio= 10.69, CV=20%

Hipótesis nula H_0 : Los tratamientos son iguales

Hipótesis alternativa H_1 : Los tratamientos no son iguales

El análisis estadístico evidenció diferencias significativas ($p < 0,05$) tanto en el factor tratamiento como en el factor E (tiempo). Esto indicó que, a medida que transcurre el tiempo, las propiedades de las gomitas relacionadas con la estabilidad como textura, humedad y concentración de sólidos solubles totales se modifican de manera significativa. En contraste, los demás factores evaluados (A, B, C y D) no mostraron diferencias significativas de forma

independiente; sin embargo, al combinarse con el tiempo sí se observaron efectos relevantes. Las interacciones B*E y C*E revelan que el comportamiento de estos factores depende directamente del tiempo, y lo mismo ocurre con interacciones más complejas como A*B*E, A*D*E y A*C*D*E.

Estos hallazgos confirman que la estabilidad de las gomitas es un fenómeno multifactorial, donde el tiempo actúa como variable crítica que modula y amplifica los efectos de los demás parámetros. En conjunto, los resultados demuestran que la evolución temporal no solo incide directamente en las propiedades del producto, sino que también determina la forma en que otros factores interactúan entre sí, lo cual coincide con estudios previos en confitería que destacan al tiempo como el principal determinante de la calidad y vida útil de productos similares (García *et al.*, 2021).

El promedio de estabilidad en las gomitas fue de 0,69 % con un coeficiente de variación (CV) de 20%, lo cual indica una buena precisión en los datos experimentales.

Para determinar las diferencias significativas entre los tratamientos en relación a la estabilidad en las gomitas de mora, se aplicó la prueba de Tukey al 5% de significancia, cuyos resultados se presentan en la **Tabla 81** y **Tabla 82**.

Tabla 81. Prueba de Tukey al 5% de significancia para estabilidad en gomitas de mora

Tratamiento	(\bar{x})	Rango de Tukey
T11	9.6	A
T3	9.9	A
G1	10	A B
T8	10.3	A B
T16	10.4	A B
T21	10.4	A B
T2	10.4	A B
T12	10.4	A B
G2	10.5	A B
T9	10.5	A B
T20	10.5	A B
T7	10.5	A B
T6	10.5	A B
T22	10.6	A B
T10	10.6	A B
T15	10.7	A B
T19	10.9	A B
T1	11.1	A B
T18	11.1	A B
T13	11.2	A B
T14	11.2	A B
T5	11.2	A B
T17	11.4	A B
T4	11.8	B

Donde: **Control (G), G1 y G2;** Mora Colombiana 70g (**A1**); Mora de Castilla 70g (**A2**); Miel 20g (**B1**); Miel 35g (**B2**); Gelatina 5 + P. Maracuyá 5 (**C1**); Gelatina 7 + P. Maracuyá 3 (**C2**); Gelatina 10g (**C3**); Espirulina 1% (**D1**); Espirulina 3% (**D2**); **Tratamiento (T): T1** (A1+B1+C1+D1); **T2** (A1+B1+C1+D2); **T3:** (A1+B1+C2+D1); **T4:** (A1+B1+C2+D2); **T5:** (A1+B1+C3+D2); **T6:** (A1+B2+C1+D1); **T7:** (A1+B2+C1+D2); **T8:** (A1+B2+C2+D1) **T9:** (A1+B2+C2+D2) **T10:** (A1+B2+C3+D1) **T11:** (A1+B2+C3+D2) **G1:** (A1+B1+C3+D1); **T12** (A1+B1+C1+D1); **T13** (A1+B1+C1+D2); **T14:** (A1+B1+C2+D1); **T15:** (A1+B1+C2+D2); **T16:** (A1+B1+C3+D2); **T17:** (A1+B2+C1+D1); **T18:** (A1+B2+C1+D2) **T19:** (A1+B2+C2+D1) **T20:** (A1+B2+C2+D2) **T21:** (A1+B2+C3+D1) **T22:** (A1+B2+C3+D2) **G2:** (A1+B1+C3+D1).

Nota: Promedio de 36 determinaciones.

La **Tabla 81** muestra diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los tratamientos evaluados de las gomitas. El valor menor de estabilidad se registró en el tratamiento T11 (9,6 %), ubicado en el grupo A y el T4 se encuentra en el rango B con (11,8 %). Este comportamiento evidencia que las variaciones en ingredientes como miel, gelatina o espirulina no alteran de manera sustancial la estabilidad físico-química del producto. Al contrastar estos hallazgos con lo reportado por Rivera (2013), en sus estudios sobre esferas de quitosano, se observa que dicho biopolímero aporta estabilidad estructural y resistencia mecánica en sistemas de esferificación, aunque con menor eficiencia que el alginato en la retención de compuestos. Mientras las gomitas de mora muestran una estabilidad robusta frente a cambios de formulación, las esferas de quitosano destacan por su potencial en encapsulación y aplicaciones funcionales.

Tabla 82. Prueba de Tukey al 5% de significancia para la estabilidad en las gomitas de mora

Tiempo	(\bar{x})	Rangos		
0	0	A		
1	0.6	A		
2	6.4		B	
3	10.1			C
4	11.3			D
5	35.5			E

Donde 0 es el tiempo (0), 1 es el tiempo (30), 2 es el tiempo (60), 3 es el tiempo (120), 4 es el tiempo (180) y 5 es el tiempo (2250) minutos.
Nota: Promedio de 144 determinaciones.

En la **Tabla 82** se muestran diferencias significativas, un incremento progresivo en los valores promedio desde 0 hasta 35,5 %, con agrupaciones estadísticas diferenciadas en los rangos A, B, C, D y E. Este comportamiento evidencia que, a medida que transcurre el tiempo, se producen cambios significativos en la matriz del producto, posiblemente asociados a procesos de degradación. Esta tendencia puede compararse con lo reportado por Murillo *et al.* (2022), quienes observaron que, en productos gelificados a base de frutas, la estabilidad disminuye con el tiempo debido a la pérdida de agua y la ruptura de la red de gel, afectando parámetros como textura y concentración de sólidos.

A continuación, se realizó la prueba de Tukey para comparar la estabilidad de todos los tratamientos contra dos controles (Ver, **Tabla 83**).

Tabla 83. Prueba de Tukey al 5% de significancia para los análisis de estabilidad de las gomitas de mora

Tratamiento	Media	5 $ \bar{x}_t - \bar{x}_c $	Sig	¿Diferente control?
G1	10			
T1	11.1	1	-	No
T2	10.4	0.3	-	No
T3	9.9	0.1	-	No
T4	11.8	1.7	-	No
T5	11.2	1.1	-	No
T6	10.5	0.5	-	No
T7	10.5	0.5	-	No
T8	10.3	0.2	-	No
T9	10.5	0.4	-	No
T10	10.6	0.6	-	No
T11	9.6	0.3	-	No
T12	10.4	0.3	-	No
T13	11.2	1.1	-	No

Tratamiento	Media	5 $ \bar{x}_i - \bar{x}_c $	Sig	¿Diferente control?
T14	11.2	1.1	-	No
T15	10.7	0.6	-	No
T16	10.4	0.3	-	No
T17	11.4	1.3	-	No
T18	11.1	1	-	No
T19	10.9	0.9	-	No
T20	10.5	0.4	-	No
T21	10.4	0.3	-	No
T22	10.6	0.5	-	No
G2	10.5			
G2	10.5	0.4	-	No
T1	11.1	0.6	-	No
T2	10.4	0	-	No
T3	9.9	0.5	-	No
T4	11.8	1.2	-	No
T5	11.2	0.7	-	No
T6	10.5	0	-	No
T7	10.5	0	-	No
T8	10.3	0.1	-	No
T9	10.5	0	-	No
T10	10.6	0.1	-	No
T11	9.6	0.8	-	No
T12	10.4	0	-	No
T13	11.2	0.6	-	No
T14	11.2	0.7	-	No
T15	10.7	0.2	-	No
T16	10.4	0.1	-	No
T17	11.4	0.9	-	No
T18	11.1	0.6	-	No
T19	10.9	0.4	-	No
T20	10.5	0	-	No
T21	10.4	0.1	-	No
T22	10.6	0.1	-	No

Nota: gomitas de mora Colombiana, mora de Castilla y dos controles.

Si $|\bar{x}_i - \bar{x}_c| = \text{excede } D(720;0,05) = 1.80$ entonces la media del tratamiento correspondiente es diferente a la del control.

H0: $\bar{x}_i = \bar{x}_c$ El tratamiento es igual al control.

H1: $\bar{x}_i \neq \bar{x}_c$ El tratamiento es diferente al control.

Los resultados de estabilidad muestran que los tratamientos aplicados no presentaron diferencias significativas respecto a los controles, lo que evidencia una respuesta homogénea bajo las condiciones evaluadas y confirma el cumplimiento de la hipótesis nula. Según González *et al.* (2023), la ausencia de variaciones relevantes confirma la capacidad del sistema para conservar la calidad del alimento, garantizando uniformidad en sus atributos y alineándose con criterios de seguridad y control de calidad. Sin embargo, Morales *et al.* (2021), señalaron que, en matrices gelificadas a base de frutas, el paso del tiempo afecta la integridad del gel y la retención de compuestos, generando alteraciones físico-químicas como el aumento de sólidos solubles y la pérdida de textura.

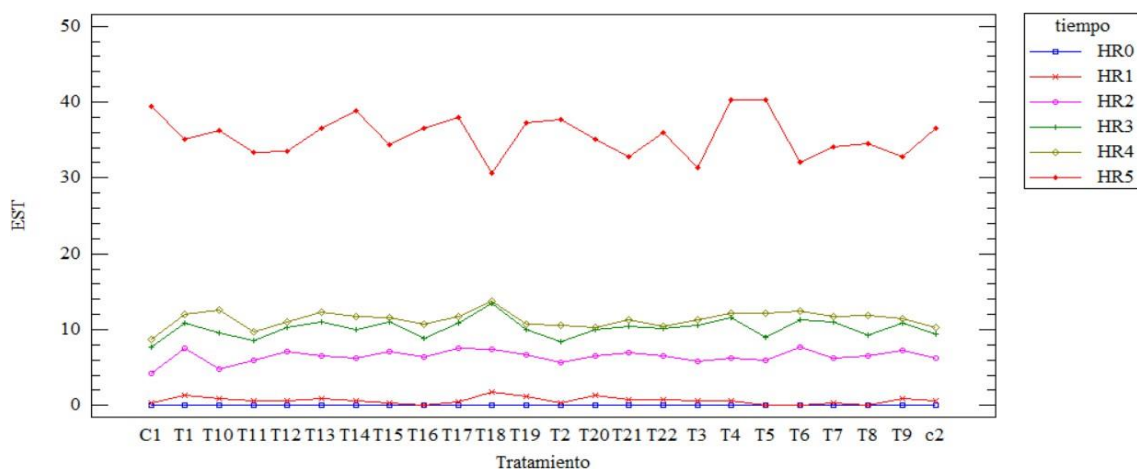


Figura 11. Comportamiento de la estabilidad de las gomitas en el transcurso del tiempo

En la **Figura 11** la pérdida de humedad de las gomitas, muestra la evolución del contenido de agua en las formulaciones durante el transcurso del tiempo, a temperatura ambiente (25 °C), evaluado en seis tiempos: 0, 30, 60, 120, 180 y 2250 minutos.

La estabilidad de gomitas representa la evolución del contenido de humedad (%) en distintas formulaciones de gomitas a lo largo de seis tiempos de evaluación: HR0, HR1, HR2, HR3, HR4 y HR5, correspondientes a 0, 30, 60, 120, 180 y 2250 minutos, respectivamente. En el eje X se presentan los tratamientos (T1 - T22 y controles G1 y G2), mientras que el eje Y indica el porcentaje de humedad, con un rango de 0% a 50%. Las curvas de color muestran el comportamiento de cada tratamiento en los distintos tiempos, permitiendo visualizar la cinética de pérdida de humedad durante el almacenamiento a temperatura ambiente (25 °C). La curva HR0 (azul) representa el estado inicial de las gomitas, con valores elevados de humedad en todos los tratamientos, lo que refleja la condición fresca del producto recién elaborado. A medida que avanza el tiempo, las curvas HR1 a HR4 muestran un aumento progresivo de la humedad,

con variaciones entre tratamientos, pero manteniéndose dentro de rangos similares. La curva HR5 (roja) destaca por presentar los valores más bajos de humedad, evidenciando una pérdida significativa en todos los tratamientos tras 2250 minutos, lo que coincide con la observación de colapso estructural total en todas las formulaciones.

Este comportamiento confirma que la pérdida de humedad es un factor crítico en la estabilidad física de las gomitas, afectando directamente su textura, elasticidad y aceptabilidad. La variabilidad entre tratamientos puede atribuirse a diferencias en la composición, especialmente en el tipo de moran, concentración de miel, pectina y espirulina, ingredientes que influyen en la capacidad de retención de agua. Según Hincapié (2019), la cinética de deshidratación en matrices gelificadas está determinada por la estructura polimérica y la interacción con componentes higroscópicos, mientras que Castañeda (2013) destaca que la textura es uno de los atributos más sensibles a la pérdida de humedad, siendo clave en la percepción del consumidor.

11.16. Análisis fisicoquímicos de los tratamientos gomitas

La **Tabla 84** presenta los resultados del análisis fisicoquímico de las gomitas elaboradas bajo diferentes tratamientos (T1–T22) y dos controles (G1–G2), evaluando parámetros como diámetro (ϕ), ancho (A), espesor (esp.), densidad (ρ), conductividad eléctrica (σ) y sólidos solubles totales (SST). Se observaron diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los tratamientos en varios de estos parámetros, lo que evidencia el impacto de la formulación sobre las propiedades estructurales y químicas del producto final.

Tabla 84. Análisis fisicoquímicos de las gomitas (promedio \pm error estándar) y sus diferencias por tratamiento

T	ϕ (mm)	A (mm)	esp. (mm)	ρ (g/mL)	σ (μ S/cm)	SST (%)
T1	5.6 \pm 0.24 ^a	10.1 \pm 0.18 ^b	5.6 \pm 0.18	1 \pm 0.08	762.6 \pm 12.59 ^k	27.3 \pm 0.79 ^{lm}
T2	6.1 \pm 0.24 ^a	8 \pm 0.18 ^a	5.3 \pm 0.18	1 \pm 0.08	679.1 \pm 12.59 ^{hij}	17.9 \pm 0.79 ^{defg}
T3	5.8 \pm 0.24 ^a	10.25 \pm 0.18 ^b	5.5 \pm 0.18	1.0 \pm 0.08	589.8 \pm 12.59 ^{efg}	14.8 \pm 0.79 ^{bcd}
T4	5.5 \pm 0.24 ^a	10.5 \pm 0.18 ^b	5.2 \pm 0.18	1 \pm 0.08	754.8 \pm 12.59 ^k	19.2 \pm 0.79 ^{efghi}
G1	5.5 \pm 0.24 ^a	10.5 \pm 0.18 ^b	5.4 \pm 0.18	1 \pm 0.08	625.6 \pm 12.59 ^{gh}	19.4 \pm 0.79 ^{efghi}
T5	6.5 \pm 0.24 ^a	10.6 \pm 0.18 ^b	5.4 \pm 0.18	1.1 \pm 0.08	555.6 \pm 12.59 ^{cdef}	29.6 \pm 0.79 ^m

T	Ø (mm)	A (mm)	esp. (mm)	ρ (g/mL)	σ (μS/cm)	SST (%)
T6	6.4± 0.24 ^a	10.5± 0.18 ^b	5.7± 0.18	1± 0.08	672.5± 12.59 ^{hij}	12.2± 0.79 ^{abc}
T7	6.5± 0.24 ^a	10.2± 0.18 ^b	5.6± 0.18	0.9± 0.08	705.± 12.59 ^{ijk}	16± 0.79 ^{cdef}
T8	6.6± 0.24 ^a	10.2± 0.18 ^b	5.7± 0.18	0.9± 0.08	538.3± 12.59 ^{cdef}	11.9± 0.79 ^{cdef}
T9	5.9± 0.24 ^a	10.4± 0.18 ^b	5.3± 0.184	1± 0.08	715.3± 12.59 ^{jk}	19.1± 0.79 ^{efgh}
T10	6.2± 0.24 ^a	10.3± 0.18 ^b	5.1± 0.18	1± 0.08	600.8± 12.59 ^{fg}	24± 0.79 ^{abc}
T11	6.5± 0.24 ^a	10.4± 0.18 ^b	5.8± 0.18	1.1± 0.08	426.6± 12.59 ^b	23.3± 0.79 ^{ijkl}
T12	9.9± 0.24 ^b	10.5± 0.18 ^b	5.6± 0.18	0.9± 0.08	638.6± 12.59 ^{ghi}	10.7± 0.79 ^{ab}
T13	9.3± 0.24 ^b	10.3± 0.18 ^b	5.3± 0.18	0.9± 0.08	583± 12.59 ^{defg}	10.4± 0.79 ^a
T14	9.8± 0.24 ^b	10.6± 0.18 ^b	5.5± 0.18	1.2± 0.08	530.6± 12.59 ^{cde}	17.4± 0.79 ^{defg}
T15	10± 0.24 ^b	10.6± 0.18 ^b	5.2± 0.18	1± 0.08	641.6± 12.59 ^{ghi}	12.1± 0.79 ^{abc}
G2	9.7± 0.24 ^b	10.4± 0.18 ^b	5.4± 0.18	0.9± 0.08	589.8± 12.59 ^{efg}	15.4± 0.79 ^{cde}
T16	10.1± 0.24 ^b	10.9± 0.18 ^b	5.4± 0.18	0.8± 0.08	520.3± 12.59 ^{cd}	15.7± 0.79 ^{cde}
T17	9.8± 0.24 ^b	10.3± 0.18 ^b	5.7± 0.18	0.9± 0.08	587.6± 12.59 ^{efg}	20.4± 0.79 ^{ghij}
T18	9.3± 0.24 ^b	10.± 0.18 ^b	5.6± 0.18	1± 0.08	526.5± 12.59 ^{cde}	22.2± 0.79 ^{hijk}
T19	9.6± 0.24 ^b	10.5± 0.18 ^b	5.7± 0.18	1± 0.08	400.5± 12.59 ^a	18± 0.79 ^{defg}
T20	10± 0.24 ^b	10.5± 0.18 ^b	5.3± 0.18	1± 0.08	599.6± 12.59 ^{fg}	22.8± 0.79 ^{hijk}
T21	9.7± 0.24 ^b	10.4± 0.18 ^b	5.1± 0.18	1± 0.08	495.8± 12.59 ^c	25.5± 0.79 ^{klm}
T22	9.6± 0.24 ^b	10± 0.18 ^b	5.8± 0.18	1.1± 0.08	507± 12.59 ^c	20± 0.79 ^{fghij}

n: número de muestras; Ø: diámetro (mm); A: ancho (mm); esp: espesor (mm); ρ: densidad (g/mL); σ: conductividad (μS/cm); SST: sólidos solubles totales (%); Letras diferentes (a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k, l, m) en la misma columna expresan diferencias significativas (p<0.05) entre materias primas.

Nota: Promedio de seis determinaciones.

El diámetro de las gomitas mostró diferencia significativa entre los tratamientos evaluados, los valores oscilaron entre 5,5 mm y 10,1 mm. Este parámetro es importante para la estandarización del tamaño y la percepción visual del consumidor. Según la Norma Técnica INEN 2217 (2012), los productos de confitería deben presentar uniformidad dimensional como parte de sus requisitos de calidad.

Los valores del ancho oscilaron entre 10 – 1,9 mm, lo que evidenció diferencia significativa entre los tratamientos. El espesor representó valores entre 5,1 mm y 5,8 mm, sin diferencias significativas entre tratamientos. Un espesor uniforme favorece la distribución homogénea de ingredientes y la experiencia sensorial. Estudios como el de Rivera (2013), sobre esferificación con quitosano destacan que la geometría influye en la consistencia mecánica de matrices gelificadas.

La densidad (g/mL) indica la relación entre masa y volumen. En los tratamientos analizados, la densidad varió entre 0,8 y 1,2 g/mL, sin embargo, no existió diferencia significativa entre los tratamientos. La densidad es un criterio técnico relevante en productos gelificados, como lo señalan González *et al.* (2023), al relacionarla con la firmeza y estabilidad estructural.

La conductividad eléctrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$) refleja la presencia de iones solubles en la matriz, especialmente sales y ácidos orgánicos. Los valores oscilaron entre 400,5 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (T19) y 762,6 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (T1), con diferencias significativas entre tratamientos. Este parámetro es útil para inferir la concentración de sólidos disueltos y la interacción entre ingredientes. Según Martínez *et al.* (2021), la conductividad en productos funcionales puede verse afectada por la incorporación de ingredientes como espirulina o frutas ácidas.

El contenido de sólidos solubles totales (SST, %) es un indicador clave de la concentración de azúcares y otros solutos en las gomitas. Los valores variaron ampliamente entre 10,4 % (T14) y 29,6 % (T5), mostrando diferencias significativas entre tratamientos. Este parámetro influye directamente en el sabor, la textura y la vida útil del producto. La Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2217 (2012), establece que los confites deben presentar una composición estable y segura en cuanto a azúcares y humedad.

La **Tabla 85** muestra diferencias considerables en términos de pH, Sólidos Disueltos Totales (TDS), humedad (%H), textura, acidez titulable (%A), peso (W), contenido de polifenoles totales GAE (mg/100 g).

Tabla 85. Análisis fisicoquímicos de las gomitas (promedio± error estándar) y sus diferencias por tratamiento

T	W(g)	pH	TDS	%H	Textura	Polifenoles	
						Totales (mg GAE/100 g)	%A
T1	0.4± 0.03 ^{ab}	3.5± 0.01 ^{fghi}	387.6± 13.56 ^k	48.6± 3.12 ^a	3.7± 0.12 ^{efg}	5.8± 0.86 ^{ab}	1.8± 0.02 ^h
T2	0.4± 0.03 ^{ab}	3.5± 0.01 ^{fghi}	324.6± 13.56 ^{hij}	67.8± 3.12 ^b	2.5± 0.12 ^a	5.3± 0.867 ^{ab}	1.3± 0.2 ^{fg}
T3	0.4± 0.03 ^{ab}	3.5± 0.01 ^{ghi}	294.1± 13.56 ^{efgh}	66.8± 3.12 ^b	4.2± 0.12 ^{gh}	7.3± 0.86 ^{ab}	1.3± 0.2 ^{fg}
T4	0.4± 0.03 ^{ab}	3.5± 0.01 ^{fghi}	378.8± 13.56 ^k	68.6± 3.12 ^b	3.8± 0.12 ^{efg}	5.3± 0.86 ^{ab}	1.1± 0.2 ^{cde}
G1	0.5± 0.03 ^{ab}	3.5± 0.01 ^{ghi}	313.6± 13.56 ^{ghi}	60.1± 3.12 ^{ab}	4.6± 0.12 ^h	4.1± 0.86 ^{ab}	1.4± 0.2 ^g
T5	0.5± 0.03 ^{ab}	3.6± 0.01 ^j	278± 13.56 ^{defg}	60.1± 3.12 ^{ab}	4.6± 0.12 ^h	12.3± 0.86 ^{cd}	1± 0.2 ^{bc}
T6	0.5± 0.03 ^{ab}	3.5± 0.01 ^{hi}	336.8± 13.56 ^{ij}	59.9± 3.12 ^{ab}	2.9± 0.12 ^{abc}	5.4± 0.86 ^{ab}	1.1± 0.2 ^{cde}
T7	0.4± 0.03 ^{ab}	3.5± 0.01 ⁱ	358± 13.56 ^{jk}	67± 3.12 ^b	2.7± 0.12 ^{ab}	4.1± 0.86 ^{ab}	0.9± 0.02 ^a
T8	0.4± 0.03 ^{ab}	3.4± 0.01 ^{efgh}	269.1± 13.56 ^{cdef}	64.7± 3.12 ^{ab}	3.3± 0.12 ^{bcdef}	6.1± 0.86 ^{ab}	0.9± 0.02 ^a
T9	0.5± 0.03 ^{ab}	3.4± 0.01 ^{def}	358.5± 13.56 ^{jk}	63.8± 3.12 ^{ab}	3.3± 0.12 ^{bcdef}	5± 0.86 ^{ab}	0.9± 0.02 ^{ab}
T10	0.5± 0.03 ^{ab}	3.4± 0.01 ^{cde}	288.8± 13.56 ^{defgh}	56.9± 3.12 ^{ab}	3.9± 0.12 ^{fg}	4.1± 0.86 ^{ab}	0.9± 0.02 ^a
T11	0.5± 0.03 ^{ab}	3.7± 0.01 ^j	231.3± 13.56 ^c	58.6± 3.12 ^{ab}	4.2± 0.12 ^{gh}	3.5± 0.86 ^a	0.9± 0.02 ^a
T12	0.4± 0.03 ^a	3.3± 0.01 ^{abc}	335.3± 13.56 ^{ij}	68.2± 3.12 ^b	3.7± 0.12 ^{efg}	16.7± 0.86 ^d	2.2± 0.02 ⁱ
T13	0.4± 0.03 ^a	3.2± 0.01 ^a	289.3± 13.56 ^{defgh}	69.1± 3.12 ^b	3.4± 0.12 ^{cdef}	13.6± 0.86 ^d	1.3± 0.02 ^{fg}
T14	0.6± 0.03 ^b	3.3± 0.01 ^{cde}	265.6± 13.56 ^{cdef}	66.6± 3.12 ^b	3.7± 0.12 ^{efg}	16.1± 0.86 ^d	1.2± 0.02 ^{ef}
T15	0.5± 0.03 ^{ab}	3.2± 0.01 ^{ab}	319± 13.56 ^{hi}	68.5± 3.12 ^b	3.7± 0.12 ^{efg}	5.9± 0.86 ^{ab}	1.3± 0.02 ^{fg}
G2	0.4± 0.03 ^{ab}	3.3± 0.01 ^{abc}	295.3± 13.56 ^{efgh}	66.4± 3.12 ^b	4.16± 0.12 ^{gh}	15± 0.86 ^d	1.1± 0.02 ^{bcd}
T16	0.4± 0.03 ^{ab}	3.4± 0.01 ^{efg}	258.3± 13.56 ^{cde}	65± 3.12 ^{ab}	3.9± 0.12 ^{fg}	8.1± 0.86 ^{abc}	0.9± 0.02 ^a
T17	0.4± 0.03 ^{ab}	3.3± 0.01 ^{ab}	294± 13.56 ^{efgh}	61.4± 3.12 ^{ab}	3.3± 0.12 ^{bcdef}	6.4± 0.86 ^{ab}	1.1± 0.02 ^{cde}
T18	0.5± 0.03 ^{ab}	3.3± 0.01 ^{bcd}	266.6± 13.56 ^{cdef}	59.9± 3.12 ^{ab}	3± 0.12 ^{abcd}	6.5± 0.86 ^{ab}	1.4± 0.27 ^g
T19	0.5± 0.03 ^{ab}	3.4± 0.016 ^{def}	156.6± 13.56 ^b	58.1± 3.12 ^{ab}	3.6± 0.12 ^{defg}	5.5± 0.86 ^{ab}	1.2± 0.02 ^{def}
T20	0.5±	3.3±	301.1±	62.5±	3.3±	6.5±	0.9±

T	W(g)	pH	TDS	%H	Textura	Polifenoles Totales	
						(mg GAE/100 g)	%A
	0.03 ^{ab}	0.01 ^{abc}	13.56 ^{fghi}	3.12 ^{ab}	0.12 ^{bcdef}	0.86 ^{ab}	0.02 ^a
T21	0.5±	3.2±	132.7±	61±	3.8±	3.9±	0.9±
	0.03 ^{ab}	0.01 ^a	13.56 ^a	3.12 ^{ab}	0.12 ^{fg}	0.86 ^{ab}	0.02 ^a
T22	0.5±	3.2±	253.1±	59.9±	3.2±	8.4±	0.9±
	0.03 ^{ab}	0.01 ^a	13.56 ^{cd}	3.12 ^{ab}	0.12 ^{abcde}	0.86 ^{bc}	0.02 ^a

Donde: Control (G), G1 y G2; Mora Colombiana 70g (A1); Mora de Castilla 70g (A2); Miel 20g (B1); Miel 35g (B2); Gelatina 5 + P.Maracuyá 5 (C1); Gelatina 7 + P. Maracuyá 3 (C2); Gelatina 10g (C3); Espirulina 1% (D1); Espirulina 3% (D2); Tratamiento (T): T1 (A1+B1+C1+D1); T2 (A1+B1+C1+D2); T3: (A1+B1+C2+D1); T4: (A1+B1+C2+D2); T5: (A1+B1+C3+D2); T6: (A1+B2+C1+D1); T7: (A1+B2+C1+D2) T8: (A1+B2+C2+D1) T9: (A1+B2+C2+D2) T10: (A1+B2+C3+D1) T11: (A1+B2+C3+D2) G1: (A1+B1+C3+D1); T12 (A1+B1+C1+D1); T13 (A1+B1+C1+D2); T14: (A1+B1+C2+D1); T15: (A1+B1+C2+D2); T16: (A1+B1+C3+D2); T17: (A1+B2+C1+D1); T18: (A1+B2+C1+D2) T19: (A1+B2+C2+D1) T20: (A1+B2+C2+D2) T21: (A1+B2+C3+D1) T22: (A1+B2+C3+D2) G2: (A1+B1+C3+D1). n: número de muestras; %H: porcentaje de humedad; σ : conductividad (mS/cm); pH: potencial de hidrógeno; TDS: sólidos totales disueltos; %A: porcentaje de acidez titulable. Letras diferentes (a, b, c, d, e, f, g, h, i, j, k, l, m) en la misma columna expresan diferencias significativas ($p < .05$) entre materias primas.

Nota: Promedio de seis determinaciones.

El peso de las gomitas presentó diferencias significativas ($p < 0,05$) entre tratamientos, con valores que oscilaron entre 0,4 g (T1, T2, T3, T4) y 0,6 g (T14) por unidad. Estos resultados reflejan una adecuada estandarización en el proceso de elaboración y moldeado. La variabilidad observada, aunque moderada, evidencia la influencia de la formulación y del proceso de dosificación en la homogeneidad del producto. En la investigación de Bravo (2020), sobre gomitas elaboradas con pulpa de parchita, se reportaron pesos similares y estandarizados, lo que confirma que el control en el moldeado es fundamental para garantizar uniformidad. En concordancia, estudios como el de Rodríguez & Pérez (2019), señalaron que la homogeneidad en el peso y tamaño de las golosinas constituye un factor determinante en la percepción de calidad y en la preferencia del consumidor, reforzando la importancia de este parámetro en el desarrollo de productos de confitería.

Los valores de pH presentaron diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los tratamientos, con un mínimo de 3,2 (T21, T22, T13) y un máximo de 3,7 en T11. Bravo et al. (2020), en su estudio sobre gomitas de parchita, se observaron valores de pH entre (3,2 y 3,6), por lo cual los autores concluyen que mantener el pH en este rango asegura tanto la estabilidad microbiológica como un perfil sensorial agradable. Asimismo, la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2825 (2013), establece que los productos de confitería deben presentar un pH inferior a 4,5 para garantizar inocuidad y conservación, lo que confirma que los valores obtenidos en tus tratamientos cumplen con la normativa.

Los sólidos totales disueltos (TDS) variaron entre 132,7 ppm T21 a 387,6 ppm T1, mostrando diferencias significativas entre los tratamientos. Un mayor contenido de TDS se asocia con una intensidad de sabor y mayor conductividad eléctrica, mientras que valores bajos sugieren perfiles sensoriales más suaves. Martínez *et al.* (2021) destacaron que los sólidos solubles totales (TDS) constituyen un indicador clave en la calidad de los alimentos funcionales, ya que permiten evaluar la concentración de compuestos bioactivos y su estabilidad a lo largo del tiempo. Los TDS reflejan no solo el contenido de azúcares, sino también la presencia de polifenoles, vitaminas y otros metabolitos de interés nutricional. Un incremento en los valores de TDS puede asociarse con procesos de concentración por pérdida de agua, mientras que una disminución puede indicar la degradación de ciertos compuestos.

Los valores de humedad obtenidos en las gomitas oscilaron entre 48,6 % en T1 y 69,1 % en T13, mostrando diferencias significativas ($p < 0,05$) entre tratamientos. Estos niveles superan los establecidos en la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2217 (2012), que recomienda un rango de 10-25 %. Sin embargo, estudios como el de Velásquez *et al.* (2020), en gomitas de parchita y el de Rangel *et al.* (2021), en productos funcionales señalan que, en formulaciones con frutas y compuestos bioactivos, una humedad elevada puede ser aceptable siempre que se controle el pH ($< 4,5$), ya que estos factores limitan el crecimiento microbiano y permiten conservar la calidad sensorial. En este caso, el pH de las gomitas fue menor a 4,5, lo que confirma que se encontraban dentro de un rango seguro.

Los valores de textura presentaron diferencias significativas ($p < 0,05$) entre los tratamientos, con rangos que oscilaron entre 2,5 mJ en T2 y 4,6 mJ en G1 y T5. En el estudio de Bravo (2020), se evidenció que la gomita comercial Mulgatol registró un valor de 1,45 mJ, resultado que podría atribuirse al mayor contenido de azúcares en las formulaciones evaluadas.

En los valores de polifenoles se obtuvo diferencia significativa ($p < 0,05$) entre los tratamientos con valores de 3,5 a 16,7 mg GAE/100 g, siendo el T12 (16,7 mg GAE/100 g), T13 (13,6 mg GAE/100 g), T14 (16,1 mg GAE/100 g) y el G2 (15 mg GAE/100 g) evidenciando un enriquecimiento en compuestos antioxidantes. Se confirma que las frutas ricas en polifenoles aportan beneficios antioxidantes y antimicrobianos. Un estudio de la Carranza *et al.* (2024), cuantificó fenoles en frutas mexicanas y colombianas, demostrando su potencial para mejorar la capacidad antioxidante y la actividad antimicrobiana. Esto respalda la importancia de la inclusión de maracuyá y espirulina en las formulaciones.

El porcentaje de acidez titulable de las gomitas, expresado en gramos de ácido cítrico por 100 mL, se mantuvo en un rango de 0,9 % (T7, T8, T10, T11, T16, T20, T21, T22) y 2,2 % (T12), mostrando diferencias significativas entre tratamientos ($p < 0,05$). Estos valores resultan considerablemente más altos en comparación con lo reportado por Bravo (2020) en su investigación titulada “Evaluación fisicoquímica y sensorial de una golosina tipo gomita a base de pulpa de parchita”, donde se obtuvieron valores mucho menores, entre 0,22 y 0,31 g de ácido cítrico/100 mL, lo que evidencia una acidez más baja en ese tipo de formulación. Esta diferencia refleja el efecto de la materia prima utilizada y la proporción de ingredientes en cada formulación, destacando que las gomitas de mora presentan un perfil sensorial más ácido y, potencialmente, mayor estabilidad microbiológica.

11.17. Evaluación microbiológica

Los análisis microbiológicos en gomitas son un requisito indispensable para garantizar la inocuidad alimentaria y la calidad del producto, ya que permiten identificar la presencia de microorganismos patógenos y contaminantes que podrían comprometer la salud del consumidor. Estos estudios aseguran que el alimento cumpla con los parámetros de seguridad establecidos y que se mantenga dentro de los límites aceptables de carga microbiana, evitando riesgos de intoxicaciones, deterioro prematuro o rechazo comercial, de acuerdo a la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2217 (2012).

Tabla 86. Análisis microbiológico de las gomitas

T	n	Mohos y Levaduras (UFC/g)	<i>E. coli</i> y Coliformes (UFC/g)	Aerobios Mesófilos (UFC/g)
T1	3	<1x10 ¹	<1x10 ¹	2,3x10 ¹
T2	3	<1x10 ¹	<1x10 ¹	6.6x10 ¹
T3	3	<1x10 ¹	<1x10 ¹	2.0x10 ²
T4	3	<1x10 ¹	<1x10 ¹	2.9x10 ²
G1	3	<1x10 ¹	<1x10 ¹	2.5x10 ¹
T5	3	<1x10 ¹	<1x10 ¹	3.6x10 ¹
T6	3	<1x10 ¹	<1x10 ¹	6.6x10 ⁻¹
T7	3	<1x10 ¹	<1x10 ¹	1.4x10 ²
T8	3	<1x10 ¹	<1x10 ¹	5.3x10 ¹
T9	3	<1x10 ¹	<1x10 ¹	8x10 ¹
T10	3	<1x10 ¹	<1x10 ¹	1.x10 ¹
T11	3	<1x10 ¹	<1x10 ¹	6x10 ¹
T12	3	<1x10 ¹	<1x10 ¹	1,3x10 ¹
T13	3	<1x10 ¹	<1x10 ¹	1.1x10 ¹
T14	3	<1x10 ¹	<1x10 ¹	4.6x10 ¹
T15	3	<1x10 ¹	<1x10 ¹	5.6x10 ¹
G2	3	<1x10 ¹	<1x10 ¹	5.3 x10 ¹
T16	3	<1x10 ¹	<1x10 ¹	4.3 x10 ¹
T17	3	<1x10 ¹	<1x10 ¹	1.1x10 ²
T18	3	<1x10 ¹	<1x10 ¹	1.2x10 ²
T19	3	<1x10 ¹	<1x10 ¹	5.2x10 ¹
T20	3	<1x10 ¹	<1x10 ¹	7.1x10 ¹
T21	3	<1x10 ¹	<1x10 ¹	5.3x10 ¹
T22	3	<1x10 ¹	<1x10 ¹	1.6x10 ²

Donde: T: tratamientos (T1-T22); C: control (G1-G2); n: número de muestras; UFC: unidades formadoras de colonias por gramo de muestra.

11.17.1. Mohos y levaduras (UFC/g)

Todas las muestras (T1–T22 y G1–G2) presentaron valores inferiores a $<1 \times 10^1$ UFC/g, lo que indica ausencia significativa de contaminación fúngica. Los mohos y levaduras son microorganismos que proliferan en ambientes húmedos y azucarados, afectando la textura, sabor y vida útil del producto. La Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2217 (2012), establece que estos microorganismos deben estar ausentes en productos de confitería, por lo que los resultados obtenidos cumplen con los requisitos de inocuidad microbiológica.

11.17.2. Escherichia coli y coliformes (UFC/g)

Todos los tratamientos y controles reportaron valores inferiores a $<1 \times 10^1$ UFC/g. La presencia de coliformes o *E. coli* es un indicador de contaminación fecal y representa un riesgo sanitario. La Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2217 (2012), exige su ausencia total en productos de confitería, por lo que los resultados confirman la adecuada higiene en el proceso de elaboración y manipulación de las gomitas.

11.17.3. Aerobios Mesófilos (UFC/g)

Los valores microbianos oscilaron entre $6,67 \times 10^{-1}$ UFC/g en T6 y $5,33 \times 10^2$ UFC/g en T8. Aunque la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2217 (2012), establece un límite específico para aerobios mesófilos en gomitas, se considera que valores inferiores a 1×10^4 UFC/g son aceptables en productos con baja actividad de agua. En este estudio, todos los tratamientos se mantuvieron dentro de dicho rango, lo que confirma condiciones microbiológicas adecuadas y seguras para el consumo.

11.18. Resultados de análisis sensorial

El análisis sensorial se llevó a cabo mediante la aplicación de una escala hedónica de 9 puntos, ampliamente reconocida en estudios de preferencia del consumidor para la evaluación de atributos organolépticos (Castañeda, 2013). Se consideraron seis parámetros fundamentales: aspecto, color, olor, textura, sabor y aceptabilidad general. La evaluación se organizó en tres sesiones independientes, con el propósito de abarcar la totalidad de las 22 formulaciones (T1–T22) y los dos controles (G1–G2), evitando así la saturación del umbral sensorial de los panelistas y garantizando la fiabilidad de los resultados.

Para el tratamiento estadístico de los datos se aplicó un análisis de varianza multifactorial

(ANOVA), con el objetivo de evaluar el efecto de los factores Tratamiento y Consumidores. Los resultados evidenciaron diferencias estadísticamente significativas entre ambos factores ($p < 0,05$). Ante esta condición, se procedió a realizar la prueba de comparación múltiple de Tukey, la cual permitió identificar con precisión los tratamientos que diferían entre sí y establecer de manera confiable las variaciones en la percepción de los consumidores, garantizando así una interpretación robusta de los resultados.

11.18.1. Análisis Sensorial primera sesión

En la **Tabla 87** se analizaron ocho tratamientos (T1–T8) de gomitas formuladas con diferentes combinaciones de mora Colombiana, miel, pectina de maracuyá, gelatina y espirulina. Se aplicó una escala hedónica de 9 puntos para valorar seis atributos: aceptabilidad general, aspecto, color, olor, sabor y textura, con participación de 33 panelistas por tratamiento y se identificaron diferencias significativas ($p < 0,05$) entre tratamientos.

Tabla 87. Puntuaciones de aceptabilidad y perfil sensorial de las gomitas - primera sesión

T	Aceptabilidad	Aspecto	Color	Olor	Sabor	Textura
T1	4.87 ± 0.208 ^a	4.75 ± 0.215 ^a	5.63 ± 0.193 ^{ab}	5.84 ± 0.186 ^a	4,60 ± 0,241 ^{ab}	5.63 ± 0.207 ^{abc}
T2	4.75 ± 0.208 ^a	4.81 ± 0.215 ^a	5.39 ± 0.193 ^{ab}	5.72 ± 0.186 ^a	4,36 ± 0.241 ^a	4.81 ± 0.207 ^a
T3	5.21 ± 0.208 ^{ab}	5.06 ± 0.215 ^a	5.60 ± 0.193 ^{ab}	5.69 ± 0.186 ^a	5,48 ± 0,241 ^{bc}	6.0 ± 0.207 ^{bcd}
T4	5.33 ± 0.208 ^{abc}	5.09 ± 0.215 ^a	5.30 ± 0.193 ^a	5.54 ± 0.186 ^a	5,12 ± 0.241 ^{abc}	5.45 ± 0.207 ^{ab}
G1	6.18 ± 0.208 ^{cd}	6.48 ± 0.215 ^b	6.18 ± 0.193 ^{bc}	6.21 ± 0.186 ^{ab}	6,0 ± 0.241 ^c	6.54 ± 0.207 ^{de}
T5	6.0 ± 0.208 ^{bcd}	6.45 ± 0.215 ^b	6.15 ± 0.193 ^{bc}	6.12 ± 0.186 ^a	5,93 ± 0.241 ^c	6.06 ± 0.207 ^{bcd}
T6	6.24 ± 0.208 ^d	6.72 ± 0.215 ^b	6.81 ± 0.193 ^{cd}	6.33 ± 0.186 ^{ab}	5,87 ± 0.241 ^c	6.39 ± 0.207 ^{cde}
T8	7.42 ± 0.208 ^e	7.93 ± 0.215 ^c	7.30 ± 0.193 ^d	6.69 ± 0.186 ^b	7,36 ± 0.241 ^d	7.03 ± 0.207 ^e

Donde: **Control** (G), **G1**: Mora Colombiana (Co) 70g + Miel (M1) 20g + Gelatina (P3) 10g + Espirulina (S1) 1%; **T1**: Mora Colombiana (Co) 70g + Miel (M1) 20g + Gelatina, Maracuyá (P1) 5g, 5g + Espirulina (S1) 1%; **T2**: Mora Colombiana (Co) 70g + Miel (M1) 20g + Gelatina, Maracuyá (P1) 5g, 5g + Espirulina (S2) 3%; **T3**: Mora Colombiana (Co) 70g + Miel (M1) 20g + Gelatina, Maracuyá (P2) 7g, 3g + Espirulina (S1) 1%; **T4**: Mora Colombiana (Co) 70g + Miel (M1) 20g + Gelatina, Maracuyá (P2) 7g, 3g + Espirulina (S2) 3%; **T5**: Mora Colombia (Co) 70g + Miel (M1) 20g + Gelatina (P3) 10g + Espirulina (S2) 3%; **T6**: Mora Colombiana (Co) 70g + Miel (M2) 35g + Gelatina, Maracuyá (P1) 5g, 5g + Espirulina (S1) 1%; **T8**: Mora Colombiana (Co) 70g + Miel (M2) 35g + Gelatina, Maracuyá (P2) 7g, 3g + Espirulina (S1) 1%; **G**: control (G1); n: número de muestras; Letras diferentes (a, b, c, d, e) en la misma columna expresan diferencias significativas ($p < .05$) entre tratamientos.

Nota: Promedio de 33 determinaciones.

El tratamiento T8 presentó los valores más altos en aceptabilidad (7,42; me gusta moderadamente), aspecto (7,93; me gusta mucho), color (7,30; me gusta moderadamente), olor (6,69; me gusta moderadamente), sabor (7,36; me gusta moderadamente) y textura (7,03; me

gusta moderadamente), lo que indicó una alta preferencia por parte de los consumidores. Este comportamiento puede atribuirse a la mayor concentración de miel (35 g) y al uso de (gelatina 7g + pectina de maracuyá 3g) y espirulina al (1%), ingredientes que aportan un balance adecuado entre dulzor y acidez, además de favorecer la retención de humedad. Esta sinergia contribuyó a una textura más agradable y a una percepción sensorial armónica, lo que explica la elevada aceptación del tratamiento (Iglesias *et al.*, 2022).

El tratamiento T2 presentó valores bajos en aceptación (4,75; ni me gusta ni me disgusta), aspecto (4,81; ni me gusta ni me disgusta), color (5,39; ni me gusta ni me disgusta), olor (5,72; me gusta ligeramente), sabor (4,36; me disgusta ligeramente) y textura (4,81; ni me gusta ni me disgusta). Este comportamiento puede atribuirse a la menor concentración de miel (20 g) y al uso de (gelatina 5g + pectina de maracuyá 5g) y espirulina (3%), si bien la espirulina aporta compuestos funcionales con potencial antioxidante, su mayor concentración pudo haber influido negativamente en atributos sensoriales como el sabor y la textura, reduciendo la aceptación global del producto. De acuerdo con Anzaldúa (1996), la evaluación sensorial constituye una herramienta fundamental para comprender cómo las variaciones en la formulación impactan en la percepción del consumidor. El autor enfatiza que atributos como sabor, textura y apariencia son determinantes en la aceptabilidad global, lo que coincide con los resultados obtenidos en este estudio.

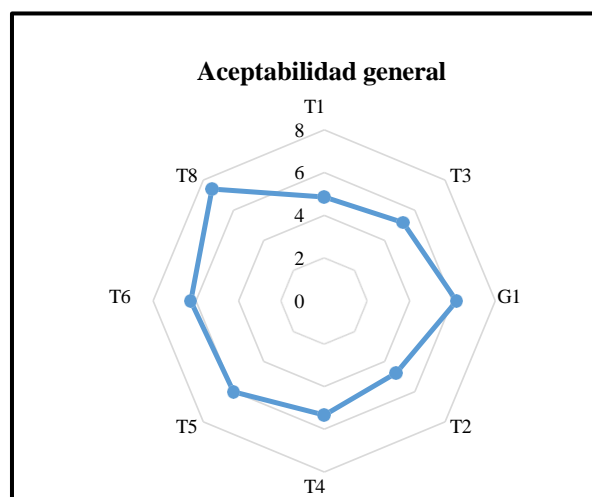


Figura 12 Aceptabilidad general de la sesión I

Nota: 1 (Me disgusta extremadamente), 2 (Me disgusta mucho), 3 (Me disgusta moderadamente), 4 (Me gusta ligeramente), 5 (Ni me gusta, ni me disgusta), 6 (Me gusta ligeramente), 7 (Me gusta moderadamente), 8 (Me gusta mucho), 9 (Me gusta extremadamente).

La **Figura 12** evidencia que los tratamientos T8 y T6 alcanzaron los mayores valores de aceptabilidad, lo que indicó una preferencia sensorial superior respecto a las demás formulaciones. Por el contrario, los tratamientos T2 y T1 presentan las puntuaciones más bajas, reflejando una menor aceptación por parte de los consumidores.

11.18.2. Análisis Sensorial segunda sesión

La **Tabla 88** presentan los resultados del análisis sensorial de ocho tratamientos (T7, T9, T10, T11, T12, T13, T14 y G2) de gomitas elaboradas con diferentes combinaciones de ingredientes. Cada tratamiento fue evaluado por 33 consumidores mediante una escala hedónica de 9 puntos, considerando atributos como aceptabilidad general, aspecto, color, olor, sabor y textura. El análisis estadístico evidenció diferencias significativas entre los tratamientos ($p < 0,05$), lo que confirma que la variación en las formulaciones influyó directamente en la percepción sensorial de los consumidores. Sin embargo, el atributo de olor no presentó diferencias significativas ($p < 0,05$), lo que evidencia que este parámetro se mantuvo relativamente constante entre los distintos tratamientos, posiblemente debido a la similitud en los compuestos aromáticos predominantes de las materias primas utilizadas, como señalan Caleja *et al.* (2017), quienes destacan que los perfiles sensoriales de productos enriquecidos con extractos naturales dependen en gran medida de la composición de compuestos volátiles y su interacción con la matriz alimentaria.

Tabla 88. Puntuaciones de aceptabilidad y perfil sensorial de las gomitas - Segunda sesión

T	Aceptabilidad	Aspecto	Color	Olor	Sabor	Textura
T7	6.48 ± 0.165 ^b	6.15 ± 0.186 ^{ab}	6.66 ± 0.141 ^a	5.63 ± 0.149 ^a	5.35 ± 0.245 ^{bc}	5.90 ± 0.208 ^b
T9	6.81 ± 0.165 ^{bc}	6.90 ± 0.186 ^{bcd}	7.03 ± 0.141 ^{ab}	5.96 ± 0.149 ^a	5.15 ± 0.250 ^{abc}	6.57 ± 0.208 ^{bc}
T10	7.42 ± 0.165 ^c	7.30 ± 0.183 ^d	7.45 ± 0.141 ^b	6.06 ± 0.149 ^a	5.53 ± 0.254 ^c	7.21 ± 0.208 ^c
T11	7.42 ± 0.165 ^c	7.30 ± 0.186 ^d	7.42 ± 0.141 ^b	6.03 ± 0.149 ^a	5.59 ± 0.250 ^c	7.03 ± 0.208 ^c
T12	6.18 ± 0.1665 ^{ab}	6.33 ± 0.186 ^{abc}	6.75 ± 0.141 ^a	5.78 ± 0.149 ^a	4.33 ± 0.245 ^a	5.72 ± 0.208 ^{ab}
T13	5.63 ± 0.165 ^a	5.75 ± 0.186 ^a	6.60 ± 0.141 ^a	5.69 ± 0.149 ^a	4.89 ± 0.219 ^{abc}	5.0 ± 0.208 ^a
T14	6.21 ± 0.165 ^{ab}	6.36 ± 0.186 ^{abc}	6.69 ± 0.141 ^a	5.66 ± 0.149 ^a	4.57 ± 0.246 ^{ab}	5.75 ± 0.208 ^{ab}
G2	6.76 ± 0.165 ^{bc}	7.12 ± 0.186 ^d	7.21 ± 0.141 ^{ab}	6.06 ± 0.149 ^a	4.68 ± 0.252 ^{ab}	7.03 ± 0.208 ^c

Donde: **Control(G)**, **G2**: Mora de Castilla (Ca) 70g + Miel (M1) 20g + Gelatina (P3)10g + Espirulina (S1) 1%; **T7**: Mora Colombiana (Co) 70g + Miel (M2) 35g + Gelatina, Pectina de Maracuyá (P1) 5g, 5g + Espirulina (S2) 3%; **T9**: Mora Colombiana (Co) 70g + Miel (M2) 35g + Gelatina, Maracuyá (P2) 7g, 3g + Espirulina (S2) 3%; **T10**: Mora Colombiana (Co) 70g + Miel (M2) 35g + Gelatina (P3) 10g + Espirulina (S1) 1%; **T11**: Mora Colombiana (Co) 70g + Miel (M2) 35g + Gelatina (P3) 10g + Espirulina (S2) 3%; **T12**: Mora de Castilla (Ca) 70g + Miel (M1) 20g + Gelatina, Maracuyá (P1) 5g, 5g + Espirulina (S1) 1%; **T13**: Mora de Castilla (Ca) 70g + Miel (M1) 20g + Gelatina, Pectina de maracuyá (P1) 5g, 5g + Espirulina (S2) 3%; **T14**: Mora de Castilla (Ca) 70g + Miel (M1) 20g + Gelatina, Pectina de Maracuyá (P2) 7g, 3g + Espirulina (S1) 1%; **G**: control (G2); n: número de muestras; Letras diferentes (a, b, c) en la misma columna expresan diferencias significativas ($p < .05$) entre tratamientos.

Nota: Promedio de 33 determinaciones.

El tratamiento T10 obtuvo los puntajes más altos en aceptabilidad general (7,42; me gusta moderadamente), aspecto (7,30; me gusta moderadamente), color (7,45; me gusta moderadamente), sabor (5,53; me gusta ligeramente) y textura (7,21; me gusta moderadamente), lo que indica una mayor preferencia por esta formulación. Estos resultados sugieren que la combinación de mora Colombiana (70g), miel (35g), gelatina (10g), espirulina (1%), lo que generó una matriz sensorialmente equilibrada, con buena intensidad de sabor, consistencia agradable y apariencia atractiva.

El tratamiento T13 obtuvo las puntuaciones más bajas en aceptabilidad (5,63; me gusta ligeramente), aspecto (5,75; me gusta ligeramente), color (6,60; me gusta moderadamente), olor (5,69; me gusta ligeramente), sabor (4,89; ni me gusta ni me disgusta) y textura (5,00; ni me gusta ni me disgusta). Este comportamiento puede atribuirse a la formulación empleada, que incluyó mora de Castilla, una menor concentración de miel (20 g), la combinación de gelificantes (gelatina 5 g + pectina de maracuyá 5 g) y un nivel elevado de espirulina (3%). La reducción de miel limitó el aporte de dulzor, mientras que la mayor proporción de espirulina intensificó notas sensoriales verdes y terrosas, menos aceptables para los consumidores,

afectando negativamente la aceptación Rivera *et al.* (2024). Asimismo, el balance de gelificantes pudo generar una textura más rígida y menos agradable. Estos factores en conjunto explican la menor preferencia registrada por los consumidores.

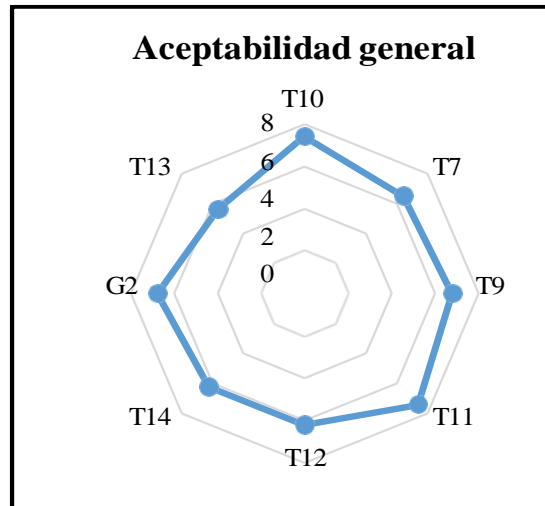


Figura 13. Aceptabilidad general de la sesión 2

Nota: 1 (Me disgusta extremadamente), 2 (Me disgusta mucho), 3 (Me disgusta moderadamente), 4 (Me gusta ligeramente), 5 (Ni me gusta, ni me disgusta), 6 (Me gusta ligeramente), 7 (Me gusta moderadamente), 8 (Me gusta mucho), 9 (Me gusta extremadamente).

La **Figura 13** muestra que los tratamientos T10 y T11 presentaron los mayores niveles de aceptabilidad general, seguidos de T9 y G2, lo que indicó una alta preferencia sensorial por estas formulaciones. En contraste, T13 y T12 registran las puntuaciones más bajas, evidenciando una menor aceptación por parte de los consumidores.

11.18.3. Análisis sensorial tercera sesión

La **Tabla 89** presenta los resultados de la tercera sesión de evaluación sensorial, en la cual se analizaron ocho tratamientos (T15–T22) de gomitas elaboradas con diferentes combinaciones de ingredientes. Cada tratamiento fue evaluado por 34 panelistas mediante una escala hedónica de 9 puntos, considerando atributos como aceptabilidad general, aspecto, color, olor, sabor y textura. El análisis estadístico reveló diferencias significativas entre los tratamientos ($p < 0,05$), lo que confirma que las variaciones en la formulación influyeron directamente en la percepción sensorial de los consumidores. Por otro lado, los atributos de aspecto y color no mostraron diferencias significativas ($p < 0,05$), lo que evidenció que estos parámetros se mantuvieron relativamente estables entre los tratamientos, lo que evidencia que estos parámetros se mantuvieron relativamente estables entre los tratamientos, probablemente debido a la similitud

en los pigmentos y características visuales aportadas por los ingredientes, en concordancia con lo señalado por Zhang *et al.* (2024), quienes destacan que la elección del agente gelificante y la composición de extractos funcionales influyen en la textura y estabilidad cromática de las gomitas.

Tabla 89. Puntuaciones de aceptabilidad y perfil sensorial de las gomitas - tercera sesión

T	Aceptabilidad	Aspecto	Color	Olor	Sabor	Textura
T15	6.85 ±	6.05 ±	6.38 ±	5.82 ±	5.82 ±	6.5 ±
	0.204 ^{ab}	0.192 ^a	0.175 ^a	0.163 ^a	0.251 ^a	0.222 ^b
T16	7.02 ±	6.38 ±	6.5 ±	5.82 ±	6.61 ±	6.41 ±
	0.204 ^{abc}	0.192 ^a	0.175 ^a	0.163 ^a	0.251 ^{abc}	0.222 ^b
T17	6.41 ±	6.0 ±	6.23 ±	6.26 ±	6.20 ±	5.26 ±
	0.204 ^a	0.192 ^a	0.175 ^a	0.163 ^{ab}	0.251 ^a	0.222 ^a
T18	6.32 ±	5.94 ±	6.29 ±	6.32 ±	5.85 ±	5.38 ±
	0.204 ^a	0.192 ^a	0.175 ^a	0.163 ^{ab}	0.251 ^a	0.222 ^a
T19	6.91 ±	6.20 ±	6.47 ±	6.38 ±	6.32 ±	6.58 ±
	0.204 ^{abc}	0.192 ^a	0.175 ^a	0.163 ^{ab}	0.251 ^{ab}	0.222 ^b
T20	6.94 ±	6.38 ±	6.58 ±	6.61 ±	6.64 ±	6.35 ±
	0.204 ^{abc}	0.192 ^a	0.175 ^a	0.163 ^b	0.251 ^{abc}	0.222 ^b
T21	7.5 ±	6.73 ±	6.97 ±	6.14 ±	7.38 ±	7.05 ±
	0.204 ^{bc}	0.192 ^a	0.175 ^a	0.163 ^{ab}	0.251 ^{bc}	0.222 ^b
T22	7.79 ±	6.73 ±	6.88 ±	6.55 ±	7.61 ±	7.20 ±
	0.204 ^c	0.192 ^a	0.175 ^a	0.163 ^b	0.251 ^c	0.222 ^b

Donde: **T** : **Tratamientos**; **T15**: Mora de Castilla (Ca) 70g + Miel (M1) 20g + Gelatina, Maracuyá (P2) 7g, 3g + Espirulina (S2) 3%; **T16**: Mora de Castilla (Ca) 70g + Miel (M1) 20g + Gelatina (P3) 10g + Espirulina (S2) 3%; **T17**: Mora de Castilla (Ca) 70g + Miel (M2) 35g + Gelatina, Maracuyá (P1) 5g, 5g + Espirulina (S1) 1%; **T18**: Mora de Castilla (Ca) 70g + Miel (M2) 35g + Gelatina, Maracuyá (P1) 5g, 5g + Espirulina (S2) 3%; **T19**: Mora de Castilla (Ca) 70g + Miel (M2) 35g + Gelatina, Maracuyá (P2) 7g, 3g + Espirulina (S1) 1% **T20**: Mora de Castilla (Ca) 70g + Miel (M2) 35g + Gelatina, Maracuyá (P2) 7g, 3g + Espirulina (S2) 3%; **T21**: Mora de Castilla (Ca) 70g + Miel (M2) 35g + Gelatina (P3) 10g + Espirulina (S1) 1%; **T22**: Mora de Maracuyá (Ca) 70g + Miel (M2) 35g + Gelatina (P3) 10g + Espirulina (S2) 3%; n: número de muestras; Letras diferentes (a, b, c) en la misma columna expresan diferencias significativas ($p < .05$) entre tratamientos.

Nota: Promedio de 33 determinaciones.

El tratamiento T22 obtuvo los puntajes más altos en aceptabilidad general (7,79; me gusta mucho), olor (6,55; me gusta moderadamente), sabor (7,61; me gusta mucho) y textura (7,20; me gusta moderadamente), lo que indicó una buena preferencia en esta formulación. Estos resultados sugieren que la combinación de mora de Catilla (70 g), miel (35 g), gelatina (10 g), espirulina (3%). La mayor concentración de miel aportó dulzor y mejoró la aceptabilidad, mientras que la gelatina y la pectina de maracuyá contribuyeron a una consistencia firme y agradable. La espirulina, en la proporción utilizada, complementó la formulación sin afectar negativamente los atributos sensoriales, favoreciendo una percepción armónica en sabor, textura y apariencia.

El tratamiento T18 mostró los valores más bajos de aceptación (6,32; me gusta ligeramente), olor (6,32; me gusta ligeramente), sabor (5,85; me gusta ligeramente) y textura (5,38; ni me gusta ni me disgusta). Este comportamiento pudo atribuirse a la mayor concentración de miel (35 g) y al uso de (gelatina 5 g + pectina de maracuyá 5 g) y espirulina (3%). Aunque la miel aporta dulzor y mejora la aceptabilidad en otros tratamientos, en este caso la proporción de espirulina pudo haber influido negativamente en atributos como sabor y textura, reduciendo la aceptación global.

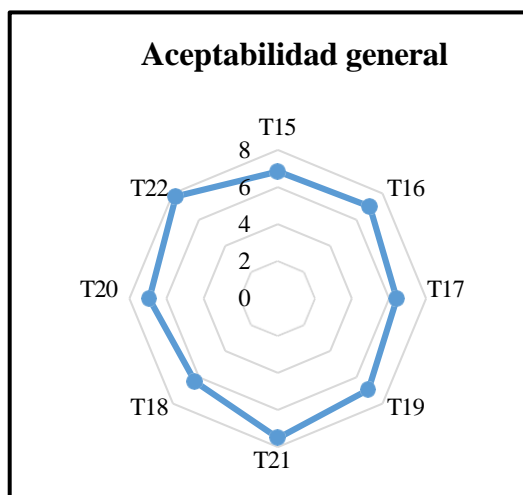


Figura 14. Aceptabilidad general de la sesión 3

Nota: 1 (Me disgusta extremadamente), 2 (Me disgusta mucho), 3 (Me disgusta moderadamente), 4 (Me gusta ligeramente), 5 (Ni me gusta, ni me disgusta), 6 (Me gusta ligeramente), 7 (Me gusta moderadamente), 8 (Me gusta mucho), 9 (Me gusta extremadamente).

Figura 14 evidencia que los tratamientos T22 y T21 alcanzaron los mayores puntajes de aceptabilidad, destacándose frente a las demás formulaciones. En contraste, T18 presenta la puntuación más baja, lo que indicó una menor preferencia sensorial por parte de los consumidores.

12. IMPACTOS TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES Y ECONÓMICOS

12.1. Impacto técnico

El impacto técnico de esta investigación radica en la estandarización de un procedimiento innovador para el desarrollo de una matriz gelificante estable, fundamentada en la sinergia de gelificantes de origen vegetal y animal, como la pectina de cáscara de maracuyá y la gelatina. La incorporación de miel como edulcorante natural aportó dulzor equilibrado, propiedades humectantes y un perfil sensorial más aceptado por los consumidores. A través del control riguroso de variables críticas como el pH, la concentración de sólidos solubles y los sólidos totales disueltos (TDS), se logró optimizar la estabilidad estructural y conservar los polifenoles

presentes en la mora y la espirulina. Este avance técnico no solo garantiza un producto con “etiqueta limpia” y alta aceptabilidad sensorial, sino que, también valida la eficiencia de procesos de cocción controlados para mantener la integridad fisicoquímica y microbiológica, asegurando la repetibilidad del proceso a escala agroindustrial según lo sustentado en el análisis estadístico y la normativa técnica vigente. Asimismo, la investigación se alinea directamente con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), especialmente con el ODS 2: Hambre cero, al promover alimentos nutritivos y funcionales; el ODS 3: Salud y bienestar, al ofrecer alternativas saludables frente a confiterías convencionales y prevenir enfermedades; el ODS 9: Industria, innovación e infraestructura, al impulsar procesos tecnológicos reproducibles y sostenibles; y el ODS 12: Producción y consumo responsables, al fomentar el uso de ingredientes naturales, la reducción de aditivos sintéticos y la optimización de recursos bajo un enfoque de economía circular.

12.2. Impacto social

El desarrollo de este producto contribuye significativamente a la salud pública al ofrecer una alternativa saludable frente a las confiterías comerciales convencionales de bajo valor nutricional al estar enriquecidas con espirulina, reconocida por la FAO como un superalimento con alto contenido proteico (60–70%) y vitaminas, además la mora, rica en antioxidantes y polifenoles que han demostrado efectos protectores frente al estrés oxidativo y enfermedades degenerativas (Schmidt *et al.*, 2024). Además, la investigación contribuye de la comunidad productora de mora del sector Guarumal, cantón Sigchos (Cotopaxi), al generar valor agregado para su producción agrícola y abrir nuevas oportunidades de diversificación hacia alimentos funcionales con potencial agroindustrial. De esta manera, se impulsa la inclusión de pequeños productores en cadenas de valor sostenibles, se fomenta el crecimiento económico local y se promueve la seguridad alimentaria. En coherencia con la agenda global, este aporte se alinea con el ODS 8: Trabajo decente y crecimiento económico, al fortalecer la economía rural; y el ODS 12: Producción y consumo responsables, al promover productos con etiqueta limpia y procesos sostenibles.

12.3. Impacto ambiental

Este proyecto fomenta la sostenibilidad agroindustrial mediante la revalorización de coproductos que normalmente se desechan, como la cáscara de maracuyá. Al extraer pectina de estos residuos para utilizarla como agente gelificante natural, se reduce la carga de desechos

orgánicos en el entorno y se promueve una economía circular. Asimismo, el uso de ingredientes naturales y técnicas de procesamiento sostenibles disminuye la dependencia de aditivos sintéticos.

La incorporación de miel como edulcorante natural también genera un impacto ambiental positivo, ya que su producción está vinculada a la apicultura sostenible, la cual contribuye a la polinización de cultivos y la conservación de la biodiversidad. De esta manera, el uso de miel no solo sustituye azúcares refinados de alto impacto ambiental, sino que también fortalece prácticas agrícolas responsables y resilientes frente al cambio climático. De esta manera, el proyecto se alinea con el ODS 12: Producción y consumo responsables, al impulsar la economía circular y reducir el uso de aditivos sintéticos; y el ODS 15: Vida de ecosistemas terrestres, al apoyar la apicultura sostenible y la conservación de polinizadores esenciales para la biodiversidad.

12.4. Impacto económico

Desde una perspectiva económica, la investigación fortalece la competitividad de los productores locales del sector Guarumal, dedicados al cultivo de mora de Castilla y mora Colombiana, al otorgar un valor agregado a su materia prima. La transformación de residuos agroindustriales (cáscara de maracuyá) en insumos de alto valor, como la pectina, representa una oportunidad de optimizar costos para la industria agroalimentaria. Además, la creación de un producto innovador y funcional con alta aceptación sensorial abre nuevas posibilidades de mercado en el sector de la confitería saludable, impulsando el desarrollo económico regional a través de la innovación tecnológica. Este impacto económico se alinea con el ODS 8: Trabajo decente y crecimiento económico, al fortalecer la economía rural y generar nuevas oportunidades de empleo.

13. ANÁLISIS DE COSTOS

El presupuesto estimado permitió garantizar la correcta ejecución de cada una de las etapas del estudio, asegurando la disponibilidad de materiales y recursos necesarios para la elaboración de las gomitas y la realización de los análisis correspondientes.

Tabla 90. Recursos económicos para el desarrollo de la investigación

TOTAL	Cantidad	Costo unitario (USD)	Costo total (USD)
Miel(L)	3	\$8,00	24,00
Mora	1	\$50,00	50,00
Maracuyá	1	\$10,00	10,00
Gelatina(L)	3	\$7,50	22,50
Agua(L)	1	\$1,00	1,00
Espirulina(g)	1	\$27,60	27,60
Moldes	2	\$9,00	18,00
Paquete de platos	2	\$1,54	3,08
Paquete de vaso 6onz	2	\$0,65	1,30
Fundas Ziploc	5	\$2,50	12,50
Papel industrial	1	\$4,00	4,00
Papel toalla	3	\$2,65	7,95
Agua destilada (L)	1	\$3,90	3,90
Papel Aluminio	3	\$1,30	3,90
plástico Flim	2	\$1,32	2,64
Placas Petrifims Mohos y Levaduras	75	\$93,00	93,00
Placas Petrifims Aerobios Mesofilos	87	\$98,31	98,31
Placas Petrifims E.coli	75	\$164,25	164,25
TOTAL			547,93

Nota: Los valores presentados corresponden a una estimación referencial de los costos necesarios para la ejecución del estudio.

14. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

14.1. Conclusiones

- Las gomitas elaboradas con pulpa de mora, pectina de maracuyá y espirulina se desarrollaron con éxito, obteniendo un producto innovador, saludable, sostenible y con propiedades sensoriales agradables. Este resultado confirmó la viabilidad de aprovechar materias primas locales para generar alimentos saludables y de valor agregado.
- La caracterización fisicoquímica de las moras evidenció diferencias en peso, diámetro, densidad, acidez, conductividad y contenido de polifenoles, que influyeron en el comportamiento de las formulaciones.
- Las gomitas evaluadas presentaron un pH ácido entre 3,2–3,72, lo que asegura su estabilidad; el tratamiento T1 registró menor humedad (48,61%), evidenciando baja retención de agua; los tratamientos T1, T5 y T21 alcanzaron mayores sólidos solubles (27.3, 29.6 y 25.5 °Brix), confirmando la influencia de miel, mora, gelificante y espirulina en la dulzura; mientras que los tratamientos T12, T13, T14 y G2 mostraron contenidos elevados de polifenoles (16.76, 13.63, 16.13 y 15.06 mg GAE/100 g), reforzando su valor funcional. Los análisis microbiológicos verificaron el cumplimiento de la normativa INEN 2217:2012, garantizando la inocuidad y viabilidad tecnológica del producto.
- La evaluación sensorial realizada con 100 consumidores, permitió identificar los tratamientos con mayor aceptabilidad general: T8 y G1 en la sesión 1; T10 y T11 en la sesión 2; y T21 y T22 en la sesión 3. Estos resultados confirman la idoneidad de las mezclas empleadas para optimizar la aceptación del producto.

14.2. Recomendaciones

- Es conveniente realizar estudios de vida útil que incluyan el seguimiento de parámetros fisicoquímicos, microbiológicos y sensoriales durante el almacenamiento de las gomitas. Estos estudios permitirán determinar la estabilidad del producto en el tiempo, establecer condiciones adecuadas de conservación y definir una fecha de caducidad confiable que garantice la calidad e inocuidad del alimento.
- Para futuros estudios se sugiere combinar miel con otros tipos de edulcorantes naturales, para diversificar la línea de productos hacia consumidores con restricciones de azúcar, manteniendo la estabilidad de la matriz de pectina.
- Se recomienda utilizar pruebas de digestión *in vivo* para determinar la cantidad real de compuestos fenólicos y proteína de la espirulina que son liberados y absorbidos por el organismo tras el proceso de gelificación, asegurando que las gomitas cumplan su función nutricional.
- Se sugiere ampliar las evaluaciones sensoriales en futuras investigaciones incorporando un mayor número de consumidores y diversificando el perfil del consumidor, considerando variables como edad, hábitos de consumo y preferencias alimentarias. Esto contribuirá a obtener resultados más representativos y a fortalecer la toma de decisiones orientadas al desarrollo y a la posible comercialización del producto.

15. BIBLIOGRAFÍA

- Abud, L. (2022). Productos gelificados indican que variaciones en la concentración de hidrocoloides afectan directamente la disponibilidad de sólidos solubles. Dialnet.
- Albores-flores, V. J., Grajales-conesa, J., Pérez-santos, G., Pérez-escobar, K. J., López-garcía, J. A., Albores-flores, C. I., & Utrilla-vázquez, M. (2024). Miel como inductor de compuestos fenólicos, flavonoides y de crecimiento de fruto de mango var. Ataúlfo. Revista tecnología en marcha. <https://doi.org/10.18845/tm.v37i2.6723>
- Al-jaloudi, R., al-refaie, D., Shahein, M., Hamad, H. J., Al-dabbas, M. M., Shehadeh, N., Al-Btoosh, J., Al-Nawasrah, B. A., Alkhderat, R., & Ababneh, S. K. (2025). Development of functional jelly gums using blueberry concentrate and honey: physicochemical and sensory analysis. *Processes*, 13(2), 508. <https://doi.org/10.3390/pr13020508>
- Alvarez-Suárez, J. M., Tulipani, S., Romandini, S., Bertoli, E., & Battino, M. (2010). Contribution of honey in nutrition and human health: a review. *Mediterranean journal of nutrition and metabolism*, 3(1), 15–23. <https://doi.org/10.1007/s12349-009-0051-6>
- Amaya-Hernández, A., Otega-Luyando, M., & Mancilla-Díaz, J. M. (2021). Cómo, qué y por qué ocuparnos de la alimentación. *Journal of behavior and feeding*, 1(1), 51–59. <https://doi.org/10.32870/jbf.v1i1.15>
- Aoac 930.15. (2000). Determinación de humedad. Aoac 940. 26.. Comisión del Codex.
- Aoac 991.14. (2008). Instructivo técnico de análisis para recuento de coliformes y e. Coli mediante técnica petrifilm. Aoac.
- Balquinta, M. (2022). Aprovechamiento de fuentes alternativas de componentes funcionales en el desarrollo de sistemas alimentarios emulsionados. Dialnet.
- Barrero, J. (2022). Elaboración de un proyecto de factibilidad para la instalación de una microempresa de gomitas nutricionales en el cantón Salcedo. Memorias del Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Salud.

- Bernad, D. (2024). Valorización de ingredientes bioactivos del azafrán y sus subproductos florales para aplicarlos en la elaboración de alimentos funcionales. Universidad miguel Hernández.
- Bogdanov, S., Jurendic, T., Sieber, R., & Gallmann, P. (2008). Honey for nutrition and health: a review. *Journal of the american college of nutrition*, 27(6), 677–689. <https://doi.org/10.1080/07315724.2008.10719745>
- Bolat, E., Saritaş, S., Duman, H., Eker, F., Akdaşçi, E., Karav, S., & Witkowska, A. M. (2024a). Polyphenols: secondary metabolites with a biological impression. *Nutrients*, 16(15), 2550. <https://doi.org/10.3390/nu16152550>
- Bolat, E., Saritaş, S., Duman, H., Eker, F., Akdaşçi, E., Karav, S., & Witkowska, A. M. (2024b). Polyphenols: secondary metabolites with a biological impression. In *nutrients* (vol. 16, number 15). Multidisciplinary digital publishing institute (mdpi). <https://doi.org/10.3390/nu16152550>
- Bravo, M. (2020). Evaluación físico-química y sensorial de una golosina tipo gomita a base de pulpa de parchita (*Passiflora edulis*) endulzada con estevia (*Stevia rebaudiana bertonii*). *Agroindustria, sociedad y ambiente*.
- Bravo, M. B. H. (2020). Evaluación físico-química y sensorial de una golosina tipo gomita a base de pulpa de parchita (*Passiflora edulis*) endulzada con estevia (*Stevia rebaudiana bertonii*). *Dialnet*.
- Bravo, M., & Maldonado, D. (2025). Desarrollo de recetas de dulces alternativos.
- Campos-Rodríguez, J., Acosta-Coral, K., Moreno-Rojas, C., & paucar-menacho, L. M. (2023a). Passion fruit (*Passiflora edulis*): nutritional composition, bioactive compounds, utilization of by-products, biocontrol, and organic fertilization in cultivation. *Scientia agropecuaria*, 14(4), 479–497. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2023.040>
- Cañar Pineda, M. L. (2024). Evaluación sensorial, análisis fisicoquímico y microbiológico de

- las gomitas de badea (*Passiflora quadrangularis*) y mora (*Morus alba* L) provenientes de malqui-machay, con propiedades antioxidantes. *Arandu utic*, 11(2), 1977–1991. <https://doi.org/10.69639/arandu.v11i2.388>
- Cando-Pullupaxi, K. E., Yugcha-andino, D. S., & Carrera-Borja, W. X. (2025). Formulación de gomitas saludables en adición de un cannabinoide no psicoactivo cbd. *Mqinvestigar*, 9(1), e15. <https://doi.org/10.56048/mqr20225.9.1.2025.e15>
- Casanova, A. A., Nayerli, A., Guevara, T., Laura, A., Andrade, E. M., Jorge, N. D., Córdoba, A., & Aseor, D. (2023). Desarrollo de gomas a base de remolacha (*Beta vulgaris*) fortificadas con hierro y enriquecidas con vitamina C.
- Castañeda, F. (2013). *Textura de alimentos: medida instrumental y aplicaciones*. Estación experimental Santa Catalina, Iniap, Ecuador. Iniap ecuador.
- Chauca, J. (2022). Evaluación de la aceptabilidad y contenido de hierro total en gomitas desarrolladas con sangre de cuy. Universidad de Perú.
- Coronado Tovar, A., Herrera Monroy, S., & López Pérez, P. A. (2025). Potencial de la espirulina (*Arthrospira spp.* y *Spirulina spp.*) en la producción de biocombustibles: una revisión de técnicas y avances. *Revista científica de ingenierías y arquitectura*, 4(1), 40–58. <https://doi.org/10.56643/rcia.v4i1.204>
- Cortes, M. (2023). “Asociación de los sólidos solubles totales con la composición y percepción sensorial de tomates tipo ‘grape’ producidos en dos sustratos orgánicos.” Universidad de Babahoyo.
- Covenin 1151. (1977). Norma venezolana. Frutas y productos derivados. Determinación de la acidez. Covenin 1151.
- Cvetković, B., Belović, M., Pezo, L., Lazarević, M., Radivojević, G., Penić, M., Simurina, O., & Bajić, A. (2025). Development of Spirulina-Enriched fruit and vegetable juices: nutritional enhancement, antioxidant potential, and sensory challenges. *Foods*, 14(20),

3539. <https://doi.org/10.3390/foods14203539>

- Enríquez, M., Villafuerte, F., & Figueroa, A. (2023). Efectos de los componentes bioactivos de frutas, vegetales, lácteos y plantas medicinales en la nutrición humana. *Revista de ciencias agropecuarias Allpa*, 6(11), 2–24. <https://doi.org/10.56124/allpa.v6i11.0055>
- Estrada, C. (2024). Evaluación integral de edulcorantes naturales en bebidas frutales: un estudio de impacto, viabilidad para yacón, sirope de granada y sirope de arce. Universidad técnica de Babahoyo.
- Fao. (2008). *Spirulina: production and potential*. Fao.
- Fao. (2020). *Espirulina, un ingrediente milagroso*. Fao.
- Fernandez, N. (2022). Desarrollo de matrices funcionales para alimentos a base de cereales, frutas, semillas y miel.
- Florencia, C. G., María, D. F., Andrea T., C. M., Roy, R. C., Virginia, L. J., Silvina, M. G., Coronel, M., B. B., Diego, A. A., & Natalia, S. (2025). Optimización del uso de frutas finas, nueces y productos de la colmena en la elaboración de alimentos con compuestos bioactivos. In Eva Perón (vol. 24, number 1).
- Flores, E. (2023). Estudio de parámetros físico-químicos para evaluar la calidad de la miel de abeja y mieles comercializadas en la ciudad de León en el periodo de mayo-septiembre de 2023. Dialnet.
- Flores, E. (2024). Estudio de parámetros físico-químicos para evaluar la calidad de la miel de abeja y mieles comercializadas en la ciudad de León en el periodo de mayo-septiembre 2023”.
- Flores Erick, L. (2024). Extracción de compuestos bioactivos del pepino para la elaboración de gomitas funcionales.
- Flores, M., León, V., & Pimentel, S. (2024). Producción y comercialización de gomitas orgánicas fortificadas con vitamina B12.

- Gando, L. (2024). Evaluación de las propiedades organolépticas y fisicoquímicas de la adición de ficocianina proveniente de *Escherichia coli* (*Escherichia coli*) en la producción de cerveza artesanal. Dialnet.
- Garbocci, B. (2024). Hidrocoloides presentes en algas comestibles y su interacción con proteínas de origen animal. Dialnet.
- García, E. (2015). Determinación de polifenoles totales por el método de folin-ciocalteu. . Sociedad y ambiente.
- Gómez, C. (2023). Formulación de gomitas funcionales a partir de partes no comestibles de frutas de alta demanda.
- Gonzalez, L. (2019). Análisis de perfil de textura y color en gomitas elaboradas a partir de una decocción de plantas medicinales. Sociedad y ambiente.
- Gonzalez, L. (2023). Informe final práctica modalidad emprendimiento gummys saludables.
- Grande-tovar, C., Araujo Pabón, L., Flórez López, E., & Aranaga Arias, C. (2020a). Determinación de la actividad antioxidante y antimicrobiana de residuos de mora (*Rubus glaucus benth*). Informador técnico, 85(1), 64–82. <https://doi.org/10.23850/22565035.2932>
- Grande-tovar, C., Araujo Pabón, L., Flórez López, E., & Aranaga Arias, C. (2020b). Determinación de la actividad antioxidante y antimicrobiana de residuos de mora (*Rubus glaucus benth*). Informador técnico, 85(1), 64–82. <https://doi.org/10.23850/22565035.2932>
- Guarin, f. (2009). Formulación de gomitas funcionales a partir de partes no comestibles de frutas de alta demanda. Sociedad y ambiente.
- Guevara-Terán, M., Tejera, E., Vásquez-Castillo, W., Santos-Buelga, C., González-Paramás, A. M., & Álvarez-Suárez, J. M. (2024). Influence of altitudes and development stages on the chemical composition and antioxidant capacity of Andean blackberries (*Rubus glaucus*

- benth). *Frontiers in Nutrition*, 11. <https://doi.org/10.3389/fnut.2024.1501889>
- Hernandez, V. (2023). Properties characterization of binary composite hydrogels of gellan gum and aloe vera blended at different ratios, ph, and solid contents. *Food science and technology*, 43. <https://doi.org/10.5327/fst.7523>
- Hernández, V., & González, R. (2023). Properties characterization of binary composite hydrogels of gellan gum and aloe vera blended at different ratios, ph, and solid contents. *Food science and technology*, 43. <https://doi.org/10.5327/fst.7523>
- Hernández-Carnalla, L., Solano-Baez, J. E., Vargas de la Rosa, G., marín-flores, A., & Tirado Cruz, V. (2025). Desarrollo de productos de frutas, con gelificante adecuado para su producción. <https://orcid.org/0000-0001-5393-9212><https://orcid.org/0009-0007-8814-4250><https://orcid.org/0009-0009-0787-1195><https://orcid.org/0009-0008-9085->
- Huto, E. (2025). Plan de negocio para la producción y comercialización de gomitas de cafeína en la ciudad de Quito.
- Ideam. (2025). Instructivo determinación sólidos disueltos totales secados a 180 °C. Servicios de calidad de laboratorio.
- Iglesias, D. (2022). Elaboración artesanal de caramelos masticables tipo goma con adición de miel de abeja (*apis mellifera*). Universidad de La Habana.
- Inen 290. (1978). Café en grano: determinación del tamaño.
- Iza, M., Viteri, P., Hinojosa, M., Martínez, A., Sotomayor Correa, A., & Viera, W. (2020). Diferenciación morfológica, fenológica y pomológica de cultivares comerciales de mora (*Rubus glaucus benth*). *Enfoque*, 11(2), 47–57. <https://doi.org/10.29019/enfoque.v11n2.529>
- Jarpa-Parra, M. (2023). Geles de proteínas vegetales y polisacáridos como sistema de transporte en alimentos: una revisión narrativa breve. *Revista científica cuadernos de investigación*, 1–16. <https://doi.org/10.59758/rcci.2023.1.e20>

- Jean Mendoza. (2025). Estudio de prefactibilidad para la producción y comercialización de alimentos suplementarios a base de polifenoles derivados del orujo de uva. Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Lema, M. (2022). “desarrollo, caracterización, evaluación sensorial y la estabilidad de una mermelada reducida en calorías utilizando alulosa y el subproducto de jamaica (*hibiscus sabdariffa L.*)” Dialnet.
- Lisbeth, W., Cacuango, Q., Andrés, C., Carvajal, C., & Ramiro, E. (2023). De la pulpa de pitahaya (*Selenicereus megalanthus*) para la elaboración de un helado a dos concentraciones de edulcorantes y estabilizantes.
- Lorenzo, G. (2022). Aprovechamiento de fuentes alternativas de componentes funcionales en el desarrollo de sistemas alimentarios emulsionados.
- Lyn, H. (2024). Impact of gelling agents on the texture and stability of herbal gummy candies: a systematic review. *Journal of Confectionery Science*.
- Malpartida, R., Aldana, L., Sánchez, K., Gómez, L., & Lobo, J. (2022). El valor nutricional y compuestos bioactivos de la espirulina: potencial suplemento alimenticio. *Ecuadorian science journal*, 6(1), 42–51. <https://doi.org/10.46480/esj.6.1.133>
- Malpartida, y. (2022). El valor nutricional y compuestos bioactivos de la espirulina: potencial suplemento alimenticio. Dialnet.
- Malpartida y., R., Aldana F., L., Sánchez S., K., Gómez H., L., & Lobo P., J. (2022). El valor nutricional y compuestos bioactivos de la espirulina: potencial suplemento alimenticio. *Ecuadorian science journal*, 6(1), 42–51. <https://doi.org/10.46480/esj.6.1.133>
- Martinez, A. (2018). Evaluación de parámetros de calidad en confitería tipo gomita enriquecida con extractos vegetales. *Revista Colombiana de Ciencias Químico-Farmacéuticas*.
- Mashuda, P. (2008). A review on culture, production and use of spirulina as food for humans and feeds for domestic animals and fish. [Http://www.fao.org](http://www.fao.org)

- Masmoudi, M., Yaich, H., Borchani, M., Mbarki, R., & Attia, H. (2021). Chemical, physical and sensory characteristics of biscuits enriched with jujube (*Zizyphus lotus* L.) Flour and fiber concentrate. *Journal of food science and technology*, 58(4), 1411–1419. <https://doi.org/10.1007/s13197-020-04652-7>
- Moallaei, H., Bouchara, J.-P., Rad, A., Singh, P., Raizada, P., Tran, H. N., Zafar, M. N., Giannakoudakis, D. A., & Hosseini-Bandegharai, A. (2020). Application of *Fusarium* sp. Immobilized on multi-walled carbon nanotubes for solid-phase extraction and trace analysis of heavy metal cations. *Food chemistry*, 322, 126757. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.126757>
- Mohammadi, Y., Tahergorabi, Z., Sharifzadeh, G. R., Rajabi Moghadam, M., & Zarban, A. (2024). Protective effects of some graded Iranian honey samples against cold water immersion-induced gastric ulcers in rats. *Food Science & Nutrition*, 12(12), 10211–10222. <https://doi.org/10.1002/fsn3.4567>
- Monge-Sevilla, R. D., Fernández, L., Espinoza-Montero, P. J., Méndez-Durazno, C., Cisneros-Pérez, P. A., Romero-Estévez, D., Bolaños-Méndez, D., Álvarez-Paguay, J., & Jadán, M. (2024). Chemical composition and antioxidant properties of native Ecuadorian fruits: *Rubus glabratus* Kunth, *Vaccinium floribundum* Kunth, and *Opuntia soederstromiana*. *Heliyon*, 10(9). <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e30593>
- Muñoz, G. (2024). Desarrollo de un producto de confitería tipo gomita con la adición de extracto vegetal de jengibre (*Zingiber officinale*).
- Muñoz, M. (2024). Desarrollo de un producto de confitería tipo gomita con la adición de extracto vegetal de jengibre.
- Netzsch. (2025). La influencia de la humedad en las gominolas. Netzsch's proven excellence.
- Niakousari, M. (2024). Current innovations in the development of functional gummy candies. *Foods*.

- Nte inen 265. (1978). Determinación de la humedad. Instituto Ecuatoriano de Normalización.
- Nte Inen 389:1985. (2019). Determinación de la concentración del ion hidrógeno (ph). Instituto Ecuatoriano de Normalización.
- Nte Inen 1529-10. (1998). Control microbiológico de los alimentos. Mohos y levaduras viables. Recuento en placa por siembra en profundidad. Instituto Ecuatoriano de Normalización.
- Nte Inen 1751:96. (1978). Norma técnica ecuatoriana de frutas frescas. Definiciones y clasificación. Instituto Ecuatoriano de Normalización.
- Nte Inen 2217. (2012). Nte Inen 2217: productos de confitería. Caramelos, pastillas, gageas, gomitas y turrone. Requisitos. Instituto Ecuatoriano de Normalización.
- Nte Inen-Iso 2173. (2013). Productos vegetales y de frutas - determinación de sólidos solubles- método refractométrico (idt).
- Obregon, S. (2021). Evaluación del manejo postcosecha y logística de la mora (*Rubus ulmifolius*) de exportación para el desarrollo de propuestas de mejora para la reducción de pérdidas en la cadena de suministro.
- Paternina, L. M. L. (2024). Nutritional and functional synergism of spirulina and açai mixtures in gummy candies. Discover foods.
- Pauta, A. (2023). Evaluación del desarrollo vegetativo de *Rubus glaucus benth* (mora de Castilla) determinado por dos sistemas de cultivo. Universidad de Cuenca, (evaluación del desarrollo vegetativo de *Rubus glaucus benth*, determinado por dos sistemas de cultivo).
- Pedrero, V. (2022). Xliv jornadas de viticultura y enología. [Www.univsantana.com](http://www.univsantana.com)
- Pérez, M. (2024). Valor nutricional y aceptabilidad sensorial de galletas elaboradas de harina de plátano bellaco (*Musa paradisiaca*) y espirulina (*Spirulina platensis*).
- Pineda, M. (2022). Evaluación sensorial, análisis fisicoquímico y microbiológico de las gomitas de badea (*Passiflora quadrangularis*) y mora (*Morus alba*) provenientes de malqui-machay, con propiedades antioxidantes. Dialnet.

- Pinto, A. (2023). Comparación de los parámetros físico-químicos y sensoriales de la mora de Castilla con la mora de brazo, para su uso agroindustrial.
- Plantnet. (2021). Especies de flora.
- Portal antioxidante. (2026). Base de datos de la actividad antioxidante (orac) y del contenido de polifenoles totales (pft) en frutas producidas y/o consumidas en Chile. Portal aintioxidante.com.
- Rafael, Y., Gallardo, J., Elizabeth, C., & Fajardo, C. (2022). Elaboración y comercialización de gomitas nutritivas de moringa.
- Ramirez, D. (2022). Efecto de la sustitución parcial de sacarosa en la textura de confitería gelificada. *Ciencia y tecnología alimentaria*.
- Roudbari, m., Barzegar, m., Sahrari, M. A., & Gavlighi, H. A. (2024). Formulation of functional gummy candies containing natural antioxidants and stevia. *Heliyon*, 10(11), e31581. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e31581>
- Salto Espín, R. D., González Rivera, M. M., González Rivera, V. H., Cofre Santos, F., Hidalgo Guerrero, I. E., García Zambrano, L., & Borja Borja, E. J. (2020). Rendimiento y atributos de calidad de mora (*Rubus glaucus benth*) de cuatro zonas productoras de Bolívar. *Revista de investigación talentos*, 7(2), 33–45. <https://doi.org/10.33789/talentos.7.2.133>
- San Agustín Fragoso, B. Y., García Curiel, L., Pérez Flores, J. G., Contreras López, E., Pérez Escalante, E., Portillo Torres, L. A., González Olivares, L. G., Bautista Avila, M., & Ramírez Godínez, J. (2024). Gomitas: revisión de sus ingredientes, proceso de elaboración, estabilidad, vida útil y tendencias del mercado. *Ciencia latina revista científica multidisciplinar*, 8(5), 7512–7543. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i5.14164
- Sanchez, E. (2024). Desarrollo de un agente gelificante para la micropropagación vegetal in vitro a partir de residuos de nopal.
- Sandra Carballo. (2022). Tendencias en el desarrollo de micropartículas con extractos de

residuos agroindustriales de berries para la elaboración de ingredientes y/o alimentos funcionales.

Santos, N. (2023). Análisis del sector de la alimentación desde la perspectiva del marketing nutricional.

Sara Skrovankova. (2020). Polyphenols and antioxidant activity in berries and berry products. *Foods*.

Sayavedra, J., Haro, E., Bravo, M., & Álvarez, J. (2025). Desarrollo de una propuesta de producción de espirulina en polvo aplicando principios de economía circular para la industrialización. *Acá avances en ciencias e ingenierías*.
<https://doi.org/10.18272/aci.3739>

Schmidt, A., Rodríguez, M., & Acosta, O. (2024). La mora tropical de altura (*Rubus adenotrichos schlttdl.*) Como potencial alimento funcional: una mirada a las investigaciones realizadas. *Tecnológico de Costa Rica*, 37, 128–148.

Severiano, P. (2024). Laboratorio de confitería. Compendio de prácticas. Unam.

Sofia, N., Gonzales, H., Jurado, A. A., Fernando, A., Severino, J., Coronado, M., Alejandro, I., Yuyes, P., Jamileth, V., & Guerrero, R. (2022). Diseño de planta y del proceso de elaboración de gomitas libres de azúcar añadida, hechas a base de mango de la región de Piura.

Spínola, M. P., Mendes, A. R., & Prates, J. A. M. (2024). Chemical composition, bioactivities, and applications of spirulina (*limnospira platensis*) in food, feed, and medicine. *Foods*, 13(22), 3656. <https://doi.org/10.3390/foods13223656>

Urango-Anaya, K. J., Ortega-Quintana, F. A., Vélez-Hernández, G., & Pérez-Sierra, Ó. A. (2018). Extracción rápida de pectina a partir de cáscara de maracuyá (*Passiflora edulis flavicarpa*) empleando microondas. *Información tecnológica*, 29(1), 129–136.
<https://doi.org/10.4067/s0718-07642018000100129>

- Vasco, C., Ruales, J., & Kamal-Eldin, A. (2008). Total phenolic compounds and antioxidant capacities of major fruits from Ecuador. *Food chemistry*, 111(4), 816–823. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.04.054>
- Vásquez Cortez, L. H., Montoya Ramos, E. A., Cadenas Morales, L. I., Plua Montiel, J. A., Camacho López, C. O., Cobos Mora, F. J., Rodríguez Cevallos, S. L., & Pazmiño Pérez, Á. M. (2025). Physical, chemical and sensory evaluation of cocoa (*Theobroma cacao* L.) Ccn51 fermented with *Saccharomyces cerevisiae* and fruit extract (Manila mango) at different stages of ripeness. *Nutrición clínica y dietética hospitalaria*, 45(3), 117–128. <https://doi.org/10.12873/453vasquez>
- Vasquez, J. (2023). Interés nutricional y uso como ingredientes alimentarios de las algas y microalgas. Universidad de Sevilla.
- Villarreal, G. (2023). Producción y caracterización fisicoquímica del gel obtenido en el proceso de fermentación de maíz azul con *Colletotrichum gloeosporioides*. Dialnet.
- Vonshak, A. (1997). *Spirulina platensis* (Arthrospira): physiology, Cell-biology and biotechnology. Biotech.
- Yanacallo, M. (2023). Aprovechamiento de la tuna (*Opuntia ficus indica* Miller) para la elaboración de productos agroindustriales.
- Zaldua, G. (1993). La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica. Síntesis.
- Zenteno, M. (2022). Desarrollo de léxico sensorial y caracterización fisicoquímica de mieles de abeja (*Apis mellifera*) producidas en distintas regiones de Guatemala. Dialnet.