

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI

POSGRADO



MAESTRÍA EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

“Comparación del efecto de la sustitución de sacarosa por fruto del monje y jarabe de yacón en un chocolate semi amargo”

Trabajo de titulación previa a la obtención del
Título de Magister en Ciencia y Tecnología en Alimentos

Autor (a): Gina Sofía Amagua González

Tutor (a): Msc. Ana Lucia Rodríguez Machado

Tulcán, marzo 2025

CERTIFICADO DEL TUTOR

Certificado que el estudiante Gina Sofia Amagua González con el número de cédula 1724938103 ha elaborado el trabajo de Titulación: “Comparación del efecto de la sustitución de sacarosa por fruto del monje y jarabe de yacón en un chocolate semi amargo”. Este trabajo se sujeta a las normas y metodología dispuesta en el Reglamento de la Unidad de Titulación de posgrado con RESOLUCIÓN N° 183, CSUP-2024, por lo tanto, autorizo su presentación para la sustentación respectiva.



f.....

Msc. Ana Lucia Rodríguez Machado

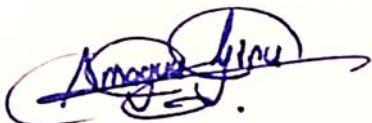
TUTOR

Tulcán, marzo del 2025

AUTORÍA DE TRABAJO

El presente trabajo de titulación constituye un requisito previo para la obtención del título de Magister en Ciencia y tecnología en alimentos

Yo, Gina Sofia Amagua González, ciudadana ecuatoriana con cédula de identidad número 1724938103 declaro: que la investigación es absolutamente original, autentica, personal y los resultados y conclusiones a los que he llegado son de mi absoluta responsabilidad.



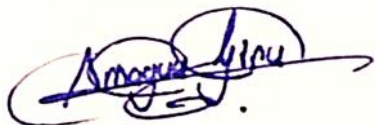
f.....

Gina Sofia Amagua González

Tulcán, marzo del 2025

ACTA DE CESIÓN DE DERECHOS DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Gina Sofia Amagua González declaro ser autora de los escritos emitidos en el trabajo de titulación “Comparación del efecto de la sustitución de sacarosa por fruto del monje y jarabe de yacón en un chocolate semi amargo”, y eximo expresamente a la Universidad Politécnica estatal del Carchi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.



f.....

Gina Sofia Amagua González

Tulcán, marzo del 2025

DEDICATORIA

Este proyecto de investigación va dedicado con mucho cariño para aquellas personas que fueron parte importante para el desarrollo y culminación de este. Agradezco a Dios, por haberme dado salud, vida, fuerza y determinación para culminar esta etapa de mi vida, también expreso mi gratitud a mis padres Aníbal y María y hermanos, por su apoyo incondicional a mi esposo Oscar por su constante compañía, consejos y por compartir conmigo los momentos de alegría y fracasos de este arduo camino, agradezco especialmente a mi hija Emily por acompañarme cada noche, por ser paciente en mi espera, por alegrar mis días con sus ocurrencias. Este logro no habría sido posible sin el apoyo y amor de cada uno de ustedes.

AGRADECIMIENTOS

Primeramente, agradezco a Dios por haber culminado una etapa más en mi vida profesional. A la MSc. Ana Lucia Rodríguez Machado asesora del proyecto de investigación, quien me guio con sus conocimientos y fue un gran soporte en esta trayectoria. A la empresa Dulcione S.A quiero expresar mi más sincero agradecimiento por facilitar sus instalaciones para el procesamiento, A mis familiares por su aliento y ánimos en este camino y a mis compañeros quienes prestaron su ayuda en momentos cruciales y personales en toda la etapa de posgrado.

ÍNDICE

RESUMEN	xiii
ABSTRACT.....	xiv
CAPÍTULO I	1
PROBLEMA.....	1
1.1. Planteamiento del problema	1
1.2. Preguntas de investigación o hipótesis	2
1.3. Objetivos de investigación.....	3
1.3.1 Objetivo General.....	3
1.3.2. Objetivos Específicos	3
1.4. Justificación	3
CAPÍTULO II.....	5
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	5
2.1 Antecedentes de investigación.....	5
2.2 Marco teórico	7
2.2.1 Productos de cacao.....	7
2.2.2. Edulcorantes.....	12
2.2.3 Edulcorantes naturales	12
2.2.4 Fruto del monje.....	13
2.2.5. Jarabe de yacón.....	14
2.2.6 Efecto antioxidante	15
2.2.7. Agente de carga	16
2.2.8. Inulina	16
2.2.9. Fibra dietaria	17
2.3. Marco Legal.....	18
2.3.1 Codex Stan 87-1981.....	18
2.3.2 Asociación Nacional de Exportadores de Cacao del Ecuador.....	18
2.3.3 Norma Inen chocolate NTE INEN 621:2010	18
2.3.3.1 Requisitos para elaboración de chocolates	18
CAPÍTULO III.....	20

METODOLOGÍA	20
3.1. Descripción el área de estudio	20
3.2 Enfoque y tipo de investigación.....	21
3.2.1. Enfoque.....	21
3.2.2. Tipo de Investigación.....	21
3.3. Definición y operacionalización de variables	21
3.3.1 Definición de variables	22
3.4. Procedimientos.....	23
3.4.1 Factores de estudio.....	23
3.4.2 Cuadro de Anova	25
3.4.3 Diagrama de flujo licor de cacao	26
3.4.4 Procedimiento de elaboración de licor de cacao.....	27
3.4.5 Diagrama de flujo de chocolate	28
3.4.6 Procedimiento de elaboración de chocolate.....	29
3.4.7 Equipos y materiales.....	29
3.4.8 Técnicas e Instrumentos de investigación.....	30
3.5 Análisis estadístico	35
CAPÍTULO IV.	37
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	37
4.1 Resultados fase 1 análisis fisicoquímicos	37
4.1.1 pH.....	39
4.1.2 Viscosidad.....	39
4.1.3 Humedad.....	41
4.1.4 Ceniza	42
4.1.5 Grasa	43
4.1.6. Fibra dietaría	43
4.2 Resultados fase 2 análisis sensorial	44
4.3 Fase 3 análisis de la capacidad antioxidante y perfil de textura de chocolate semi amargo con mayor aceptabilidad sensorial	49
CONCLUSIONES.....	54
RECOMENDACIONES	55
REFERENCIAS	56
ANEXOS.....	62

Índice de tablas

Tabla 2. Descripción taxonómica de fruto del monje.....	13
Tabla 3. Descripción de taxonomía yacón.....	14
Tabla 4. Densidad del agente de carga y cantidad necesaria para remplazar el mismo volumen de sacarosa en modelo de chocolate negro.....	16
Tabla 5. Requisitos microbiológicos para chocolates	19
Tabla 6. Operacionalización de variables.....	22
Tabla 7. Formulación de chocolate semi amargo con edulcorantes naturales en %	23
Tabla 8. Formulación de chocolate semi amargo con edulcorantes naturales en kg.....	23
Tabla 9. Factor A.....	24
Tabla 10. Factor B	24
Tabla 11. Descripción de tratamientos	25
Tabla 12. Cuadro de Anova.....	25
Tabla 13. Tabla comparativa de análisis fisicoquímicos de jarabe de yacón.....	30
Tabla 14. Escala hedónica de análisis sensorial	34
Tabla 15. Análisis bromatológico general de los chocolates semi amargos	38
Tabla 16. Análisis de fibra de chocolates semi amargo T3	43
Tabla 17. Disposiciones de la fibra dietética por porción en los alimentos según el Codex alimentario 2007.....	44
Tabla 18. Resultado estadístico del análisis sensorial mediante la prueba de Kruskal Wallis.....	45
Tabla 19. Comparación en pares de los tratamientos para el parámetro Dulzor mediante la prueba de Dunn- Bonferroni.....	47
Tabla 20. Comparación en pares de los tratamientos para el parámetro dureza mediante la prueba de Dunn- Bonferroni.....	48

Tabla 21. Comparación en pares de los tratamientos para el parámetro aceptabilidad global mediante la prueba de Dunn- Bonferroni	48
Tabla 22. Análisis de capacidad antioxidante	49
Tabla 23. Datos de la muestra de chocolate semi amargo para textura.....	51
Tabla 24. Análisis de textura dureza y fracturabilidad.....	51
Tabla 25. Comparación de análisis de textura de los tratamientos T0 y T4.....	52
Tabla 26. Análisis de varianza pH.....	65
Tabla 27 Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III) pH.....	65
Tabla 28. Test Tukey pH.....	65
Tabla 29. Prueba de normalidad Shapiro-Wilks pH.....	65
Tabla 30. Prueba de Levene pH.....	66
Tabla 31. Prueba de Levene análisis de varianza (SC tipo III) pH	66
Tabla 32. Análisis de varianza viscosidad.....	66
Tabla 33. Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III) viscosidad.....	66
Tabla 34. Test Tukey viscosidad	66
Tabla 35. Prueba de normalidad Shapiro-Wilks viscosidad.....	67
Tabla 36. Prueba de Levene viscosidad.....	67
Tabla 37. Prueba de Levene análisis de varianza (SC tipo III) viscosidad	67
Tabla 38 Análisis de varianza de grasa	68
Tabla 39. Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III) grasa	68
Tabla 40. Test Tukey grasa.....	68
Tabla 41. Prueba de normalidad Shapiro-Wilks grasa	68
Tabla 42. Prueba de Levene grasa	69
Tabla 43. Prueba de Levene análisis de varianza (SC tipo III) grasa	69
Tabla 44. Análisis de varianza de humedad	69
Tabla 45. Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III) humedad.....	69

Tabla 46. Test Tukey humedad	69
Tabla 47. Prueba de normalidad Shapiro-Wilks humedad.....	70
Tabla 48. Prueba de Levene humedad.....	70
Tabla 49. Prueba de Levene análisis de varianza (SC tipo III) humedad.....	70
Tabla 50. Análisis de varianza de ceniza.....	70
Tabla 51. Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III) ceniza	71
Tabla 52. Test Tukey ceniza.....	71
Tabla 53. Prueba de normalidad Shapiro-Wilks Ceniza.....	71
Tabla 54. Prueba de Levene Ceniza	71
Tabla 55. Prueba de Levene análisis de varianza (SC tipo III) ceniza	72
Tabla 56. Prueba de normalidad Kolmogorov Smirnov análisis sensorial.....	72
Tabla 57. Resumen de prueba de hipótesis análisis sensorial	75
Tabla 58. Comparación por parejas de aceptabilidad global.....	75
Tabla 59. Comparación por parejas dureza	77
Tabla 60. Comparación por parejas dulzor.....	78

Índice de Figuras

Figura 1. Lista de los productos exportados de cacao del Ecuador	8
Figura 2. Ubicación Dulcione S.A.....	20
Figura 3. Laboratorios UPEC alimentos.....	20
Figura 4. Diagrama de flujo licor de cacao.....	26
Figura 5. Diagrama de flujo de chocolate semi amargo	28
Figura 6. Análisis de viscosidad de chocolates semi amargo	40
Figura 7. Análisis de humedad de chocolates semi amargo	41

Índice de Anexos

Anexos A. Imágenes de los procesos de la investigación.....	62
Anexos B. Análisis estadístico.....	65
Anexos C. Análisis sensorial	72
Anexo D: Análisis externos	79
Anexo E: Ficha de análisis sensorial	89
Anexo F: Validación de abstract.....	90

RESUMEN

La industria chocolatera actualmente carece de alternativas saludables y nutritivas para los consumidores conscientes de su bienestar. El objetivo fue promover ingredientes idóneos para la elaboración de chocolates bajo en azúcares que cumplan con los estándares de calidad y salud. Con esta finalidad se sustituyó la sacarosa por edulcorantes naturales fruto del monje y jarabe de yacón en un chocolate semi amargo. La metodología se basó en un diseño completamente al azar con un arreglo factorial de 2x2, con dos niveles por cada factor con tres repeticiones y una muestra control. El factor A: tipo de edulcorante (jarabe de yacón, fruto del monje), factor B: Concentración de edulcorante (% p/p): 0,2% y 0,3%. Los análisis fisicoquímicos como: pH, viscosidad, humedad, ceniza, grasa se analizaron en el programa estadístico Infosat. Los resultados de estos parámetros se encuentran dentro de lo establecido en la norma NTE INEN 621:2010, lo que indica un producto de alta calidad. El análisis sensorial se utilizó una prueba de aceptación evaluada mediante una escala hedónica de 7 puntos, se utilizó el programa estadístico IBM SPSS Statistics 25, la formulación con mayor aceptación fue el T4 con el 0,3% con el edulcorante fruto del monje en los parámetros de dulzor, dureza y aceptación global. En el aspecto textural, el tratamiento T4 (fruto del monje al 0,3 %), mostró valores más bajos al comparar con chocolates que contiene sacarosa con valores de dureza y fracturabilidad 85,952 N. En la capacidad antioxidante, se observó valores del T0 334,7 mM/ g EAA y T4 alcanzó un valor ligeramente superior 346,77 mM/ g EAA. Por lo tanto, es factible incorporar el edulcorante fruto del monje en la elaboración de chocolates como edulcorante natural ya que cumplen con características fisicoquímicas, sensoriales, funcionales para un chocolate de calidad y con aceptación de los consumidores.

Palabras Claves: Edulcorantes, sacarosa, fruto del monje, Jarabe de yacón, chocolate

ABSTRACT

The chocolate industry currently lacks healthy and nutritious alternatives for well-being-conscious consumers. The objective was to promote suitable ingredients for making low-sugar chocolates that meet quality and health standards. For this purpose, sucrose was replaced by natural sweeteners such as monk fruit and yacon syrup in semi-bitter chocolate. The methodology was based on a completely randomized design with a 2x2 factorial arrangement, with two levels for each factor with three repetitions and a control sample. Factor A: type of sweetener (yacon syrup, monk fruit), factor B: Sweetener concentration (% w/w): 0.2% and 0.3%. Physicochemical analyses such as pH, viscosity, moisture, ash, and fat were analyzed in the Infosat statistical program. The results of these parameters are within the limits established in the NTE INEN 621:2010 standard, which indicates a high-quality product. The sensory analysis used an acceptance test evaluated using a 7-point hedonic scale, the statistical program IBM SPSS Statistics 25 was used, and the formulation with the highest acceptance was T4 with 0.3% with the monk fruit sweetener in the parameters of sweetness, hardness, and global acceptance. In the textural aspect, treatment T4 (monk fruit at 0.3%), showed lower values when compared to chocolates containing sucrose with hardness and fracturability values of 85.952 N. In the antioxidant capacity, T0 values of 334.7 mM/g EAA were observed, and T4 reached a slightly higher value of 346.77 mM/g EAA. Therefore, it is feasible to incorporate the monk fruit sweetener in the production of chocolates as a natural sweetener since it meets the physicochemical, sensory, and functional characteristics of quality chocolate with consumer acceptance.

Keywords: Sweeteners, sucrose, monk fruit, yacon syrup, chocolate

CAPÍTULO I.

PROBLEMA

1.1. Planteamiento del problema

En Ecuador, el mercado del chocolate ha mostrado un desarrollo sostenido, evidenciando un notable crecimiento en los últimos años, impulsado por la preferencia cada vez mayor por chocolates artesanales de alta calidad además del reconocimiento del país como productor de cacao de primera calidad a nivel internacional. Este incremento se ve respaldado por prácticas agrícolas sostenibles y certificaciones de comercio justo, así como el rendimiento del cacao. A pesar de este panorama positivo, el mercado enfrenta desafíos como la variabilidad de los precios del cacao y la vulnerabilidad al cambio climático. A nivel global, el crecimiento del consumo de chocolate se atribuye a su textura, sabor y aceptabilidad en el mercado global, además los chocolates con al menos el 60 % de cacao puro se considera funcional debido a su alto contenido de compuestos antioxidantes y flavonoides, estos actúan como antioxidantes que ayuda a combatir diversas enfermedades tales como el estrés oxidativo en el cuerpo. Sin embargo, la mayoría de los productos derivados del cacao contienen altas cantidades de azúcar y grasas, lo que está impulsando la popularidad de productos 'light' y 'sin azúcar'. Este argumento plantea la necesidad de abordar el equilibrio entre la calidad y la salud en la producción y consumo de chocolate (MPCEIP, 2020).

El chocolate es un producto complejo con una composición que incluye sacarosa, sólidos de cacao y manteca de cacao, entre otros ingredientes. La sacarosa está presente en aproximadamente en un 40-50% (dependiendo del tipo de chocolate), la inclusión de chocolate imparte una variedad de características como: dulzura, distribución del tamaño de las partículas y la textura. No obstante, los elevados niveles de azúcar y grasa que se encuentran en el chocolate pueden dar lugar a consideraciones relativas a la salud y el bienestar. En este sentido, existe un interés creciente en desarrollar productos de cacao de alta calidad y bajos en calorías mediante la sustitución de ingredientes, como la grasa y el azúcar, sin comprometer las características del producto final (Joseph et al., 2021; Lagast et al., 2017; De Melo et al., 2009; Luckow y Delahunty, 2004).

En los últimos años, se ha observado un incremento significativo en la utilización de edulcorantes, reflejando una tendencia creciente hacia su incorporación en diversas

aplicaciones industriales y alimentarias. Sin embargo, la OMS en base a una revisión sistemática, ha habido declaraciones de advertencia con respecto al consumo continuo de alimentos que contienen edulcorantes no calóricos, ya que se ha sugerido que esto puede no ayudar a perder peso. Como resultado, las personas deberían considerar seleccionar alternativas para disminuir su consumo de azúcares añadidos, como optar por alimentos que contengan azúcares naturales como frutas, o elegir alimentos y bebidas sin azúcar (Rios y Leyvraz, 2022).

Diversos estudios experimentales han sugerido que existe una estrecha relación entre el uso de este tipo de aditivos alimentarios y la razón de diversas enfermedades como el cáncer, obesidad, diabetes, pero carecen de evidencia epidemiológica sólida. En este sentido, Debras et al. (2022), llevó a cabo un estudio exhaustivo para examinar los posibles vínculos entre los edulcorantes y las tasas de cáncer. Los resultados indicaron que en el estudio se identificó la ingesta de edulcorantes artificiales, incluido el aspartamo y el acesulfamo-K, que se encuentran comúnmente en numerosas marcas mundiales de alimentos y bebidas, se correlacionaba con una mayor probabilidad de desarrollar cáncer.

En la actualidad, el mercado carece de una oferta de chocolates que cumplan con los estándares de calidad y salud exigidos por los consumidores preocupados por su bienestar. La mayoría de los productos disponibles contienen edulcorantes artificiales y altos niveles de azúcares añadidos, lo que los hace buscar opciones más saludables que sean de origen vegetal como plantas y frutas y así brindar una alternativa más saludable y nutritiva. Además, se propone abordar esta brecha en el mercado, ofreciendo chocolates de alta calidad que no solo utilicen edulcorantes naturales, sino que también cuenten con una mayor proporción de cacao como fuente de antioxidantes y polifenoles, brindando así una alternativa más saludable y nutritiva para los consumidores conscientes de su bienestar.

1.2.Preguntas de investigación o hipótesis

¿Cómo influye la sustitución de la sacarosa por edulcorantes naturales jarabe de yacón y fruto del monje en el chocolate semi amargo en las características de calidad, en relación con la aceptabilidad del producto?

1.3.Objetivos de investigación

1.3.1 Objetivo General

Evaluar el efecto de la sustitución de sacarosa por fruto del monje y jarabe de yacón, en las características fisicoquímicas, capacidad antioxidante, textura y aceptabilidad sensorial de chocolate semi amargo.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Analizar la influencia de la sustitución de sacarosa por edulcorantes naturales en las características físico- químicas.
- Establecer la aceptabilidad del chocolate semi amargo elaborado con edulcorantes naturales.
- Determinar la capacidad antioxidante y textura del chocolate con mayor aceptabilidad sensorial

1.4. Justificación

Este trabajo contribuye a conseguir los objetivos del desarrollo del país en el área de producción sostenible (12), y consumo de alimentos saludables (3), además brinda una alternativa para la elaboración de confites sin azúcar. Los edulcorantes artificiales han ganado importancia en la vida diaria y ahora se incorporan ampliamente en diversos productos dietéticos y medicinales. El propósito de su uso es mitigar la probabilidad de enfermedades no transmisibles, ya que ofrecen un contenido calórico reducido y un nivel de dulzor significativamente mayor en comparación con los productos que contienen azúcar (Wang et al., 2023).

El Ecuador se destaca por ser productor de cacao a nivel mundial. El desarrollo de cadenas productivas en el sector del cacao es fundamental para agregar el valor a las materias primas y valores agregados, fomentar un crecimiento económico sostenible en la industria chocolatera. Para 2028, se prevé que el mercado mundial del chocolate experimente un notable aumento de la demanda, pasando de 111.000 millones de dólares. Según Mordor Intelligence (2023), actualmente el Ecuador genera 114 millones de dólares anuales en la industria chocolatera.

El fruto del monje (*Siraitia grosvenorii*), también conocida como Luohan Guo, Siraitia Grosveorii o Monkfruit originaria de China y Tailandia, contiene glucósidos dulces

mogrósidos IV, mogrósidos V y mogrósidos VI, el extracto de mogrósidos de la fruta del monje es 300 veces más dulce en comparación con la sacarosa, además tiene varios efectos beneficiosos para la salud, como anticancerígeno, antioxidante, antiinflamatorio, prevención para la obesidad, propiedades antidiabéticas y principalmente propiedades triterpenoides y polisacáridos (Sun et al., 2012).

El yacón (*Smallanthus sonchifolius*) o jícama, también conocida como un tubérculo silvestre, prospera en las laderas húmedas de los Andes, que se extienden desde Centroamérica hasta el noroeste de Argentina (Grau et al., 2001), la raíz se caracteriza por almacenar sus azúcares en forma de Fructooligosacáridos (FOS, polímeros de fructosa) y carece de almidón a diferencia de otros tubérculos, el efecto prebiótico del yacón puede atribuirse a su capacidad para resistir la hidrólisis enzimática en el tracto gastrointestinal superior. El yacón también es rico en compuestos fenólicos derivados del ácido clorogénico y cafeico, que sirven como antioxidantes naturales. Además, contiene fibra dietética que ayuda en la absorción de calcio (Genta et al., 2009).

CAPÍTULO II.

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1 Antecedentes de investigación

“Edulcorantes naturales utilizados en la elaboración de chocolates” El estudio realizado por Esteban et al. (2017) en la Universidad Nacional Palmira, destaca que, en la industria chocolatera, los principales ingredientes como el cacao y la sacarosa representan un alto porcentaje (30-60%). Esta investigación se centra en la caracterización sensorial de formulaciones elaboradas con edulcorantes naturales, Stevia (rebaudiósido A), taumatina, señalando que, al reemplazar total o parcialmente la sacarosa, se producen cambios en sus atributos sensoriales. Por ejemplo, el edulcorante eritritol proporciona una sensación refrescante en la boca, mientras que la Stevia (esteviósido) causa una variación en el color del producto con una disminución en los parámetros colorimétricos a^* , b^* y L^* , y afecta las propiedades de la superficie, especialmente la rugosidad del chocolate y su dureza. Además, la taumatina también modifica sus características al disminuir el sabor amargo y generar un sabor residual. Se concluye que, si bien los edulcorantes naturales pueden afectar negativamente las propiedades sensoriales del chocolate, también ofrecen ventajas significativas en términos de bajo aporte calórico.

“Efecto de la inulina, fructooligosacáridos, trehalosa o maltodextrina (M10 y M30), sobre las propiedades fisicoquímicas y sensoriales del chocolate negro”, investigación realizada por Lim et al. (2021), en la Universidad de Monash Malasia. Los hallazgos de este estudio proporcionan un análisis exhaustivo de cómo las características físicas y sensoriales del chocolate negro compuesto sin sacarosa sufren cambios con el tiempo, así como su estabilidad de almacenamiento. Se sustituyó la sacarosa con diversos edulcorantes como inulina, fructooligosacáridos (FOS), trehalosa y maltodextrina (M10 y M30), utilizando esteviósido como agente edulcorante. Se emplearon técnicas como calorimetría diferencial de barrido, análisis de tamaño de partículas, reometría y análisis de textura para evaluar propiedades como fusión y cristalización, tamaño de partículas, contenido de humedad, comportamiento reológico, dureza y formación de floración. Se observó que la sustitución de sacarosa no afectó significativamente el comportamiento de fusión y cristalización en el chocolate compuesto modelo. Sin embargo, el chocolate negro compuesto sin sacarosa mostró una menor viscosidad, valor de rendimiento y dureza en

comparación con el chocolate compuesto oscuro que contiene sacarosa. Además, se encontró que el chocolate negro compuesto sin sacarosa tenía un menor nivel de dulzor y un sabor más amargo en comparación con el chocolate compuesto de sacarosa. La trehalosa se identificó como el sustituto de sacarosa más adecuado debido a sus propiedades reológicas y sensoriales similares al chocolate negro compuesto que contiene sacarosa.

En un estudio llevado a cabo en la Escuela Agrícola Panamericana de Zamorano et al. (2014), para crear una barra de chocolate amargo, se utilizaron miel y azúcar como agentes edulcorantes en diferentes proporciones. Se evaluaron los atributos fisicoquímicos, microbiológicos y sensoriales de la barra de chocolate. Se empleó un diseño aleatorizado, con arreglo factorial de 2×3 . Se observó que, a mayor concentración de miel, las barras de chocolate mostraron un incremento en la humedad y acidez. En cuanto a la percepción organoléptica, se destacó que las barras con 40% de azúcar fueron percibidas como más dulces por los panelistas. Además, al fabricar barras de chocolate de 50 g, se encontró una diferencia de precio entre el azúcar al 40%. Concluyendo que los prototipos sugieren que el chocolate oscuro con alta concentración de miel tiende a ser más húmedo, lo que podría requerir análisis adicionales debido a este factor. De igual manera se observó una menor resistencia al corte en comparación con las barras de mayor contenido de azúcar, lo que resultó en una mayor elasticidad. Estos hallazgos resaltan la importancia de considerar tanto las propiedades físicas como sensoriales al desarrollar productos de chocolate con diferentes edulcorantes y concentraciones.

“Elaboración de confitería” investigación realizada por Serrano et al. (2016), en la universidad de Cuenca, Ecuador aborda los aspectos fundamentales relacionados con la elaboración de chocolates endulzados con edulcorantes no calóricos tales como jarabe de yacón, Stevia y sucralosa con el objetivo de reducir su contenido calórico. Se empleó un análisis sensorial y se determinó que la formulación con más valoración fue el chocolate endulzado con jarabe de yacón al 15,82 % en los atributos de color, sabor, textura, brillo teniendo mayor puntuación en el dulzor. Al analizar las características fisicoquímico del chocolate con el edulcorante con jarabe de yacón presenta un bajo contenido de grasa y calorías en comparación con los chocolates de Stevia y sucralosa, Además, se observó que este chocolate posee un brillo y una textura particular que no se presentan en chocolates endulzados.

2.2 Marco teórico

2.2.1 Productos de cacao

El cacao es una planta que pertenece a la familia *Malvales*, género *Theobroma*, especie cacao, palabra que en griego se interpreta como “comida de los dioses”, Existen dos categorías genómicas distintas en las que se puede clasificar este arbusto: criollo y forastero. El fruto producido por esta planta presenta una amplia gama de tamaños, colores y formas, mostrando una gran variabilidad. Por lo general, la fruta adopta forma de baya y mide aproximadamente 30 cm de largo y 10 cm de diámetro. Su forma suave y elíptica va acompañada de una paleta de colores que incluye tonalidades de rojo, amarillo, morado o marrón. Además, el color del fruto puede variar según el tipo específico de cacao, con opciones que van desde el amarillo y el blanco hasta el verde y el rojo (Ministerio de Comercio Exterior, 2014).

El Ecuador es reconocido por producir el cacao fino de aroma de alta calidad, como es el cacao nacional (arriba) por el suelo, clima y por su ubicación ecuatorial. La variedad nacional se considera un producto de calidad debido a sus características organolépticas que ha logrado sobresalir a nivel internacional.

También hay que destacar la variedad CCN-51 originaria de Ecuador que es el resultado de un injerto de las cepas Iquitos (ecuatoriano- peruana 45 %), criollo amazónico 22% y amelonado 21, 5% obtenido de Homero Castro Zurita en la provincia de Guayaquil en 1965 (Ministerio de Comercio Exterior, 2014). Los cultivos suelen ser extensivos, lo que da como resultado una mayor productividad por hectárea. Sin embargo, presentan menor calidad y son más susceptibles a enfermedades, lo que dificulta la exportación de cacao fino de aroma (Rueda et al., 2018).

El sector cacaotero representa el 1,5% de las exportaciones a nivel mundial de cacao como manteca de cacao, grano partido, licor de cacao, nibs de cacao, polvo de cacao y sus subproductos como aceite, tabletas, barras, cáscara, cascarilla, películas. (Trade map, 2022).

Según Anecacao (2025), el precio por tonelada de cacao, cotizado en la bolsa de Nueva York y Londres, alcanzo \$ 11.300 dólares es decir 565 dólares el quintal, este aumento beneficia a los productores.

Figura 1.

Lista de los productos exportados de cacao del Ecuador

Descripción del producto	Valor exportado en 2018	Valor exportado en 2019	Valor exportado en 2020	Valor exportado en 2021	Valor exportado en 2022
Cacao en grano, entero o partido, crudo o tostado	672.949	657.272	816.392	819.457	915.471
Pasta de cacao, incl. Desgrasada	33.727	46.993	73.439	70.090	79.888
Manteca, grasa y aceite de cacao	36.987	28.501	23.664	19.992	27.220
Chocolate y demás preparaciones alimenticias que contengan cacao	29.783	18.785	11.530	20.229	26.628
Cacao en polvo sin adición de azúcar ni otro edulcorante	13.674	11.791	9.643	9.862	12.978
Cáscara, películas y demás desechos de cacao	807	555	355	413	692

Fuente: (Banco Central del Ecuador , 2022)

• Procesamiento del cacao

El procesamiento del cacao incluye diversas etapas, desde la cosecha y selección de las vainas hasta la fermentación, secado, tostado, molienda, conchado, templado, moldeo y empaque (Afoakwa, 2016; Beckett, 2008; Misnawi, 2008).

- **Selección:** Los frutos maduros es esencial, ya que influye en la calidad de las semillas y el perfil de sabor final del chocolate.
- **Fermentación:** Este proceso dura entre 5 y 7 días, se producen reacciones bioquímicas donde microorganismos como levaduras y bacterias acéticas transforman los compuestos del cacao, reduciendo su amargor y desarrollando los precursores de sabor del chocolate.
- **Secado:** Se realiza por medio del sol o de manera mecánica, disminuye la humedad de las semillas al 6-8%, previniendo la proliferación de microorganismos y facilitando su almacenamiento.

- **Tostado:** Es la aplicación de calor para la intensificación de los compuestos aromáticos, elimina la humedad residual y reduce la acidez. Este proceso debe controlarse cuidadosamente en temperatura y tiempo, ya que afecta el sabor y el aroma del chocolate.
- **Descascarillado:** Se obtiene las nibs de cacao, luego pasa por un proceso de molienda para formar el licor de cacao, una pasta viscosa que combina los sólidos de cacao y la manteca de cacao. Durante la molienda, el calor generado ayuda a fundir la manteca de cacao, homogeneizando la mezcla.
- **Conchado:** La mezcla de chocolate se airea y se somete a un proceso prolongado de mezclado que suaviza la textura y elimina sabores no deseados, permitiendo una integración homogénea.
- **Templado:** Se estabiliza los cristales de manteca de cacao, lo cual es clave para lograr la textura y el brillo del chocolate, además de prevenir el *fat bloom* o manchas en la superficie.
- **Moldeado:** El chocolate templado se vierte en moldes y se enfría para solidificarlo. El proceso de empaque protege el producto de factores externos, como la humedad, el oxígeno y la luz, que pueden afectar sus propiedades sensoriales y su vida útil. En el almacenamiento, debe mantenerse en un ambiente fresco y seco para conservar su estabilidad estructural.

- **Chocolate**

El chocolate se considera un alimento balanceado en nutrientes, ya que aporta aproximadamente un 30% de grasas, 6% de proteínas, 61% de carbohidratos y 3% de humedad y minerales esenciales como fósforo, calcio y hierro, junto con vitaminas A y del complejo B. Según Beckett (2008), La grasa principal en el chocolate es la manteca de cacao, la cual está compuesta en su mayoría por un 35% de ácido oleico, un 35% de ácido esteárico y un 25% de ácido palmítico; el 5% restante incluye ácidos grasos de cadena corta, cuya composición puede variar según el tipo de grano de cacao.

El chocolate se deriva de una combinación equilibrada de pasta de cacao, cacao en polvo, azúcar, manteca de cacao y varios otros ingredientes, lo que da como resultado una mezcla versátil y homogénea. El porcentaje de cacao indica la cantidad mínima de productos de cacao presentes.

- **Beneficios del chocolate oscuro**

El chocolate oscuro es reconocido por su alto contenido de cacao, el cual proporciona no solo un perfil de sabor más intenso, sino también beneficios para la salud relacionados con los compuestos bioactivos que contiene. Entre los principales componentes del chocolate oscuro están los flavonoides, especialmente las catequinas, epicatequinas y procianidinas, que actúan como antioxidantes y protegen las células del daño causado por el estrés oxidativo. Estos antioxidantes se han asociado con la reducción del riesgo de enfermedades cardiovasculares, gracias a su capacidad para mejorar la función endotelial, reducir la presión arterial y disminuir la oxidación del colesterol LDL (Rimbach et al., 2006; Grassi et al., 2005).

Además, el chocolate oscuro contiene una mezcla equilibrada de macronutrientes y micronutrientes. Aproximadamente, una porción de 100 gramos de chocolate oscuro (70-85% de cacao) aporta cerca de 11 gramos de fibra, 7 gramos de proteínas y minerales esenciales como hierro (67% del valor diario recomendado), magnesio (58%), cobre (89%) y manganeso (98%) (USDA, 2019). Estos minerales son importantes para la producción de energía, la salud ósea y el mantenimiento del sistema inmune.

Otro componente relevante del chocolate oscuro es la teobromina, un alcaloide relacionado con la cafeína, que tiene efectos estimulantes suaves en el sistema nervioso, mejorando el estado de alerta sin los efectos más potentes de la cafeína. Este compuesto, junto con pequeñas cantidades de cafeína, puede mejorar el estado de ánimo y la función cognitiva en consumos moderados (Scholey & Owen, 2013).

- **Componentes del cacao**

Pasta de cacao

Es un producto semi elaborado de cacao, el cual es obtenido por varias etapas, consiste en triturar los granos de cacao previamente tostados y después obtenerlas en partículas pequeñas. Según Afoakwa (2010), estos granos de cacao contienen aproximadamente el 55 % de grasa que son liberados en la molienda por la fricción y alta temperatura, obteniendo una pasta fluida y semi solida al enfriar.

Manteca de cacao

La grasa presente en los granos de cacao o pasta de cacao, conocida como manteca de cacao, se obtiene mediante el proceso de prensado. Esta grasa natural está compuesta principalmente de triglicéridos, y aproximadamente el 98% de su composición consiste en una molécula de glicerol unida a tres ácidos grasos. A temperatura ambiente se caracteriza por ser sólida de color amarillo pálido y olor a cacao (Bertazzo et al., 2016; Masson et al., 2015). Además, la grasa en el chocolate, compuesta principalmente por triglicéridos, tiene un punto de fusión cercano a los 27-32°C. Esta propiedad es clave en su apreciación organoléptica, ya que permite que una barra de chocolate se derrita rápidamente en la boca humana, formando una textura cremosa y suave sin grumos, lo cual contribuye a una experiencia sensorial agradable.

Polvo de cacao

Según la norma NTE INEN (1992) 620, la pulverización de la torta de cacao, obtenida mediante prensado, produce cacao en polvo, que puede dar lugar a un alto contenido de grasa del 22-24% o un bajo contenido de grasa del 10%-12%, dependiendo de la operación específica.

• Tipos de chocolate

- **El chocolate de tipo puro natural:** Elaborado con ingredientes naturales se compone de manteca de cacao, lecitina de soja y vainilla.
- **El chocolate blanco de tipo natural:** elaborado con ingredientes naturales contiene masa de cacao.
- El chocolate con leche natural, con un alto contenido en cacao del 85%, está elaborado a partir de masa de cacao, y azúcar de caña.
- **Chocolate puro al 90% con miel:** Una deliciosa combinación de miel y chocolate puro al 90%, elaborada a base de pasta de cacao, y miel dulce.
- **Chocolate puro y natural:** con un contenido de cacao del 70%. Este exquisito manjar está elaborado utilizando únicamente los mejores ingredientes, como masa de cacao.
- Chocolate negro presenta un alto contenido de polifenoles esto depende de la cantidad de licor de cacao, también de su alta diversidad de los compuestos antioxidante como los compuestos fenólicos (Glicerina et al.,2016; Medina-Mendoza et al., 2021). También se consume principalmente por sus características sensoriales, propiedades nutricionales y funcionales, el chocolate amargo y semi amargo son portadores de antioxidantes debido

a la presencia de catequinas eficientes en la captura de radicales libres (Todorovic et al., 2015).

2.2.2. Edulcorantes

Los edulcorantes son compuestos empleados para aportar sabor dulce a alimentos o bebidas sin necesidad de sacarosa añadida, y se utilizan tanto en sus versiones naturales como sintéticas. Entre los naturales se encuentran la stevia, el fruto del monje y el jarabe de yacón, mientras que los sintéticos incluyen el aspartame, la sucralosa y el acesulfame-K. El uso de edulcorantes permite reducir las calorías totales de los productos, lo que los hace populares entre quienes buscan controlar su peso o gestionar enfermedades como la diabetes (Sylvetsky & Rother, 2018; Lohner et al., 2017). Además, algunos edulcorantes poseen propiedades que contribuyen a la preservación de alimentos al reducir el crecimiento microbiano y, por lo tanto, prolongar la vida útil de los productos (Ruiz-Ojeda et al., 2019).

2.2.3 Edulcorantes naturales

Son sustancias alternativas para reducir la sacarosa añadidas en los alimentos o bebidas, que son obtenidos de fuentes naturales como plantas o frutas, estas ofrecen alternativas saludables. Por lo tanto, se convierten en sustancias no calóricas, sumado a la naturaleza de sus componentes. Según Lagos Hartard (2022), estos productos son apetecidos para utilizar dentro de la gastronomía y dieta de grupos específicos de pacientes y personas que desean cuidar su salud. También suele ser recomendado para situaciones específicas en las que las persona se deben cuidar su dieta de grasas y azúcares procesados, por lo que, varias entidades han intentado mejorar la estructura química del azúcar con elementos que no afectarán la salud de los consumidores, considerando a los edulcorantes naturales para “Mejorar el bienestar metabólico, evitar el aumento de peso y reducir los niveles de glucosa en sangre”.

En este grupo de azúcares naturales se incluyen edulcorantes como estevia, miel, miel de maple, jarabe de dátiles, maltitol, yacón, fruto del monje, eritritol, azúcar de coco, azúcar de caña integral, entre otros que pueden ser obtenidos por procesos artesanales, los cuales pueden ser incluidos también como parte de los ingredientes de alimentos procesados (Burneo y Pico 2022).

2.2.4 Fruto del monje

Tabla 1.

Descripción taxonómica de fruto del monje

Nombre	Fruto del monje
Familia	Cucurbitaceae
Nombre Científico	<i>Siraitia grosvenorii</i>
Descripción	Esta planta trepadora, con hojas estrechas y acorazonadas que miden de 10 a 20 cm de longitud, puede alcanzar una altura de 3 a 5 m. El fruto de esta planta es comestible y puede variar en color desde amarillo-marrón hasta verde-marrón.

Fuente: EFSA Panel and Flavourings et al., 2019

El extracto de fruta de monje es un edulcorante natural derivado del fruto del árbol frutal de monje (*Siraitia grosvenorii*), también conocido como “Luo Han Guo” o “Lo Han Kuo”. La fruta del monje se ha cultivado a escala masiva en la parte sur de China, principalmente en las zonas montañosas de Guilin de la provincia de Guangxi (Soejarto,2019).

El extracto es obtenido a partir la evaporación de la fruta *Siraitia grosvenorii* y después de la decoloración y purificación se observa diferentes cantidades del componente principal, mogrósidos.” (EFSA Panel on Food Additives and Flavourings et al., 2019). Este edulcorante contiene varias características iniciando con la descripción física de esta planta, fue aprobado en 1990 para su uso como edulcorante de alimentos y también como sustituto para la alimentación de grupos específicos. Se menciona también que “el compuesto conocido como mogrósidos es responsable de un efecto edulcorante hasta 500 veces más fuerte que el de la sacarosa (Ríos, 2023).

La falta de información específica sobre este edulcorante hace que la investigación utilice los pocos datos que se han encontrado en trabajos anteriores: aunque también se ha encontrado información y se pueden mencionar otras características como la estabilidad

bajo diferentes temperaturas y que la característica edulcorante depende del pH, información compartida por América Alimentos, (s.f.).

“La fruta fresca puede contener entre 0.55 a 0.65% de mogrósidos, siendo mogrósido V el componente principal, acompañado de otras sustancias como flavonoides, ácido fenólico, antraquinonas, alcaloides, esteroides, ácidos alifáticos y otros que se pueden obtener de la fruta o de la hoja.” (EFSA Panel on Food Additives and Flavourings et al., 2019). Aunque sea un sustituto natural de la azúcar blanca, se considera adecuado solamente consumir los productos y alimentos procesados que incluyan un proceso previo de la fruta del monje, más no introducir directamente la planta, específicamente las hojas, en la dieta puesto que podría afectar a riñones, sistema circulatorio y aparato reproductor (Stephens, Valdez, Lastra y Félix ,2018).

En Ecuador se lo puede encontrar con el nombre de Monk Fruit y Monk, en polvo con extracto de fruta del monje y diferentes combinaciones con otros edulcorantes, además se encuentra en alimentos procesados como bebidas, dulces etc. Se puede disponer a nivel nacional en diferentes puntos de venta.

2.2.5. Jarabe de yacón

Tabla 2.

Descripción de taxonomía yacón

Nombre	Yacón
Familia	<i>Compositae (sunflower family)</i>
Nombre Científico	<i>Smallanthus sonchifolius</i>
Descripción	El yacón es una planta compacta puede alcanzar los dos metros. sus tonalidades son amarillas con hojas de color verde sus tubérculos son fusiformes y varias su tamaño considerablemente

Fuente: Yacón - Ficha Técnica. Centro Internacional de la Papa (CIP) Lima, Perú diciembre 2004

Este producto tiene propiedades medicinales naturales que aporta como sustituto en la alimentación ya que “regula el azúcar en la sangre, favorece la pérdida de peso y regula el tránsito intestinal” según Zanin (2023). Gracias a su sabor ligeramente dulce y afrutado puede reemplazar los azúcares. Este producto se puede encontrar en varias presentaciones: tubérculo sin procesar, harina, jarabe o suplemento nutricional (Vargas, 2019).

La presencia de los fructooligosacáridos (FOS) en un suplemento alimenticio es beneficioso para el cuerpo por varias razones médicas que incluye regulaciones de glucosa, colesterol y triglicéridos, además de mayor actividad y productividad de inmunodefensa, hasta la reducción de riesgo de cáncer de colon (Huiman y Luna, 2014). El jarabe de yacón como tal, se obtiene a partir de procesos que incluyen la selección del yacón y su preparación íntegra hasta pasar a la extracción de azúcares, filtrado con papel y bomba al vacío, pardeamiento con ácido cítrico, evaporación y envasado (Vargas, 2019). La obtención de este producto es un proceso sumamente delicado porque intervienen factores como temperatura y tiempo para poder conseguir los grados Brix que le permitan tener la cualificación de jarabe.

2.2.6 Efecto antioxidante

Los compuestos o sistemas conocidos como antioxidantes poseen la capacidad de impedir la oxidación, ya sea impidiendo la creación de radicales libres o deteniendo su propagación. Entre los numerosos componentes encontrados en las plantas que contribuyen a su capacidad antioxidante, los compuestos fenólicos son particularmente frecuentes. Estos compuestos fenólicos se pueden clasificar en varios grupos, incluidos ácidos fenólicos (Najafian ,2017).

La aplicando este término a los alimentos se interpreta como la prevención del inicio de la rancidez oxidativa Llancari y Matos (2011) citados en Coronado et al. (2015). Dentro del cuerpo humano, se hace una relación envejecimiento, antioxidantes, ya que, al presentar una mayor edad, el cuerpo disminuye el procesamiento de este protector a razón de una dieta desequilibrada y pobre en nutrientes como vitaminas C y E, carotenos y retinol, que por su falta podrían aportar al desarrollo de enfermedades oculares, neurológicas y/o cardiovasculares.

La importancia de comprender los múltiples impactos de la incorporación de antioxidantes en la alimentación, reconociéndolos como agentes defensores contra el cáncer y diversas enfermedades del sistema gastrointestinal, respiratorio y endocrino. Además, es necesario conocer los beneficios del cacao como fuente de antioxidantes y polifenoles en general, de 4 a 6 de estas sustancias, entre las que se encuentran los flavonoides (Urbańska & Kowalska, 2019) como epicatequina, catequina y procianidina (Cárdenas-Mazón et al., 2018).

2.2.7. Agente de carga

Los agentes de carga, como la inulina y otros como la maltodextrina, pueden mejorar la consistencia, la textura y la sensación en la boca del chocolate, con un impacto mínimo en su dulzor (Aidoo et al., 2013). En la búsqueda de una combinación óptima de edulcorantes de alta intensidad y agentes de volumen para sustituir las propiedades de la sacarosa, se ha generado interés en la creación de chocolates sin sacarosa, con resultados prometedores en investigaciones previas (Aidoo et al., 2015; Farzanmehr y Abbasi, 2009). La inulina, al añadirse al chocolate, actúa como un agente que aumenta la cantidad de partículas sólidas en el producto, lo que ayuda a evitar que se derrita rápidamente en la boca. Sin embargo, es importante tener en cuenta que la manteca de cacao puede cristalizar en varias formas, siendo la forma 5 (V) la más estable, con una temperatura de fusión entre 32 y 34 grados °C. Al utilizar la inulina en concentraciones del 10%, se promueve la aparición de este polimorfismo, lo que resulta en un chocolate con una textura más adecuada. (Palacio, 2017).

Tabla 3.

Densidad del agente de carga y cantidad necesaria para remplazar el mismo volumen de sacarosa en modelo de chocolate negro

Muestra	Densidad	Cantidad g/100g
Sacarosa	0,867±0,014 56,00	43,40
Inulina	0,777± 0,011 62,49	48,43

Fuente: Pei Yiin Lim et al. (2021)

2.2.8. Inulina

La inulina es un polisacárido derivado de la fructosa que exhibe una variedad de longitudes de cadena, con un promedio de 10 unidades de fructosa unidas mediante enlaces $\beta - 2,1$, seguidas por una unidad de glucosa al final de la cadena (Aidoo et al.,

2013). La solubilidad, el dulzor y la viscosidad de la inulina están influenciados por la longitud y la estructura de su cadena molecular. Los fructooligosacáridos (FOS) son otra clase de carbohidratos similares a la inulina, pero con cadenas más cortas que constan de 2 a 10 unidades de fructosa (Coussement, 1999). Estos se obtienen mediante la hidrólisis enzimática parcial de la inulina o fructanos de cadena más larga. Tanto la inulina como los FOS ofrecen atributos como cuerpo y textura a los alimentos, y además tienen un bajo contenido calórico, aproximadamente 1 a 1,5 kcal/g en el producto final.

La inulina posee un valor nutricional destacado, ya que es una fuente abundante de fibra, con propiedades prebióticas y un bajo contenido de grasas y azúcares. Además, se ha demostrado que reduce los niveles de triglicéridos en el cuerpo y actúa como una fibra dietética no digerible que promueve el crecimiento de la flora intestinal.

2.2.9. Fibra dietaría

La fibra dietaría o fibra alimentaria un componente de los alimentos vegetales, se caracteriza por su resistencia a la digestión en el organismo. Su clasificación se basa en propiedades físicas y efectos fisiológicos. Se divide en fibra insoluble y soluble. La fibra insoluble se encuentra compuesta principalmente de celulosa, hemicelulosa y lignina, apenas se fermenta en el colon y se encuentra en productos como el salvado de trigo, granos enteros y vegetales. Por otro lado, la fibra soluble, compuesta de gomas, pectinas, almidones resistentes, inulina y fructooligosacáridos (FOS), se caracteriza por su alta fermentabilidad y se halla en leguminosas como el frijol, avena (principalmente en su salvado), cebada y ciertas frutas (Keller et al., 2021; Slavin, 2017).

La ASC (2015) la define como: “La fibra dietética se refiere a la porción de plantas o análogos de carbohidratos que no se pueden digerir ni absorber en el intestino delgado pero que pueden sufrir una fermentación completa. Abarca varios componentes como polisacáridos, oligosacáridos, lignina y otras sustancias relacionadas con las plantas. El consumo de fibra dietética puede tener efectos positivos sobre las funciones fisiológicas, incluyendo actuar como laxante natural y ayudar a regular los niveles de colesterol”

2.3. Marco Legal

2.3.1 Codex Stan 87-1981

La norma para el chocolate y los productos de chocolate, Codex Stan 87 – 1981 para chocolate y productos de chocolate fue actualizada en el año 2022, define el chocolate como un nombre genérico para productos homogéneos. Estos productos deben cumplir con las descripciones específicas descritas en la Tabla 3. El chocolate se produce mediante un proceso de fabricación adecuado utilizando materiales de cacao. Si bien se pueden incluir otros productos alimenticios comestibles, con exclusión de la harina y el almidón añadidos y grasas animales distintas de la grasa láctea, para crear diferentes productos de chocolate, las adiciones combinadas no pueden exceder 40% del peso total del producto terminado.

Para mantener el contenido mínimo de cacao, la inclusión de grasas vegetales, excluida la manteca de cacao, no debe exceder el 5% del peso del producto final, después de restar el peso combinado de cualquier otro ingrediente comestible. Los tipos específicos de grasas vegetales permitidos para este fin podrán especificarse en la legislación pertinente, según lo determinen las autoridades competentes.

2.3.2 Asociación Nacional de Exportadores de Cacao del Ecuador

Es una identidad que representa y promueve las exportaciones de cacao en el país, esta organización impulsa la industria cacaotera a desarrollar, proporcionar y cooperar en la competitividad en los mercados internacionales de cacao. La ejecución de políticas y regulaciones encaminadas a promover las exportaciones y las inversiones en el Ecuador es responsabilidad del Ministerio de la Producción. Anecacao, la Asociación Nacional de Exportadores de Cacao del Ecuador, actúa como la persona jurídica que representa y engloba a todos los exportadores de cacao, incluidos aquellos involucrados en la exportación de granos de cacao y sus derivados. Anecacao juega un papel crucial al brindar apoyo y representación internacional a estos exportadores (Anecacao, 2020).

2.3.3 Norma Inen chocolate NTE INEN 621:2010

2.3.3.1 Requisitos para elaboración de chocolates

Cuando se trata de hacer chocolates, se pueden utilizar una variedad de azúcares, incluyendo sacarosa, dextrosa, jarabe de glucosa deshidratado, maltosa, fructosa o una

combinación de ellos. En la elaboración de chocolates dietéticos se pueden incorporar edulcorantes que estén aprobados por la NTE INEN 2 074.

2.3.3.2 Aromatizantes

Con excepción de las imitaciones de sabores de leche o chocolate, se incluyen los aromas naturales y sus homólogos sintéticos.

- Vainilla
- Vainillina y etilen vainillin

2.3.3.3 Requisitos microbiológicos para los chocolates

Tabla 4.

Requisitos microbiológicos para chocolates

	N	M	M	C	Método de ensayo NTE INEN
Aerobios mesófilos	5	2,0 x10 ⁴	3,0x10 ⁴ *	2	1529-5
Aerobios mesófilos	5	2,0 x10 ⁴	5,0 x10 ⁴ *	2	1529-5
Coliformes totales	5	0	1,0 x 10 ²	2	1529-7
Mohos y levaduras	5	1,0x10 ²	1,0 x 10 ³	2	1529-10
Salmonella	10	0	0	1529-15

Fuente. Requisitos para cumplir norma *NTE INEN 621:201*

CAPÍTULO III.

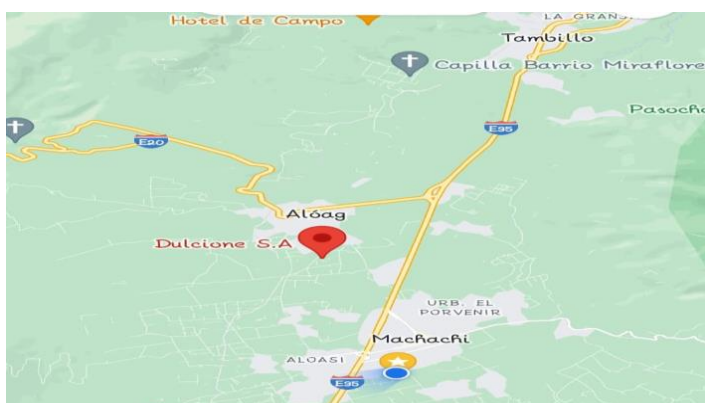
METODOLOGÍA

3.1. Descripción el área de estudio

La presente investigación del procesamiento de la pasta de cacao y la elaboración del chocolate semi amargo se desarrolló las instalaciones de la empresa confitera Dulcione S.A ubicada en el Ecuador provincia de Pichincha- Cantón Mejía - Alóag lote # 2.

Figura 2.

Ubicación Dulcione S.A



Fuente: Google maps

Los análisis fisicoquímicos y evaluación sensoriales se desarrollaron en los laboratorios académicos de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi.

Figura 3.

Laboratorios UPEC alimentos



3.2 Enfoque y tipo de investigación

3.2.1. Enfoque

La presente investigación adoptó un enfoque cuantitativo debido a la adaptación de obtención de resultados precisos y favorables en el que evaluaron características físico químicas del chocolate semi amargo con los edulcorantes naturales. A través de este enfoque, se recopilaron, procesaron y analizaron datos numéricos relacionados con las variables.

El enfoque cuantitativo se caracteriza por emplear métodos estructurados para la recolección de datos, con el objetivo de medir fenómenos y analizar relaciones causales mediante técnicas estadísticas, asegurando la objetividad y la replicabilidad de los resultados (Hernández, Fernández y Baptista, 2014).

3.2.2. Tipo de Investigación

Esta investigación se basa de un estudio experimental, dado que se emplearon técnicas instrumentales para la recolección de datos, manipulando ensayos de laboratorio con reactivos y equipos especializados bajo normas técnicas para evaluar las propiedades físicas químicas y texturales mediante pruebas de laboratorio y diseños experimentales.

3.3. Definición y operacionalización de variables

Variables Independiente

A: tipo de edulcorantes

- **a1:** Jarabe de yacón
- **a2:** Fruto del monje

B: Concentración de edulcorante

- **b1:** Concentración 0,2 %
- **b2:** Concentración 0,3 %

Variable Dependiente

- Características fisicoquímicas del chocolate
- Análisis sensorial
- Capacidad antioxidante y textura

3.3.1 Definición de variables

Tabla 5.
Operacionalización de variables

Variable	Dimensión	Indicadores	Técnicas	Instrumentos
Independiente				
Tipo Edulcorante	Típico de edulcorante	Jarabe de yacón	Gravimetría	Serrano et al, (2016).
		Fruto del monje		
Concentración	Porcentaje	0,2 %	Gravimetría	Rivas, (2022) Serrano et al, (2016)
		0,3 %		
Dependiente				
Calidad	Análisis Físicos químicos	pH	Potenciómetro	AOAC (1995), método 970.21
		Humedad	Gravimetría	NTE INEN 1676
		Ceniza	Gravimetría	AOAC 972.15
		Viscosidad	Viscosímetro	ISO 3219
		Grasa	Soxhlet	NTE INEN 0535
	Fibra Alimentaria	enzimático-gravimétrico	AOAC 991.43	
	Prueba hedónica	Color Dulzor Brillo Dureza Aceptabilidad global	Evaluación sensorial	Hojas de evaluación sensorial
	Capacidad antioxidante y textural	Reducción de hierro férrico - Método Frap	Espectrometría	Perea et. al (2009)
		Textura	Texturometro	AOAC 985.29

3.4. Procedimientos

3.4.1 Factores de estudio

Para la formulación se tomó como referencia el estudio realizado por (Rodríguez et al., 2019). La formulación control está expresada en base al 30 % de sacarosa y los siguientes tratamientos son remplazados por los edulcorantes naturales y agente de carga inulina presentada en la tabla 6.

Tabla 6.

Formulación de chocolate semi amargo con edulcorantes naturales en %

Ingredientes	T0	T1	T2	T3	T4
Licor de cacao	55,9%	55,9%	55,9%	55,9%	55,9%
Azúcar impalpable	30,0%				
Inulina	4,7%	34,5%	34,4%	34,5%	34,4%
Manteca de cacao	9,0%	9,0%	9,0%	9,0%	9,0%
Lecitina de soya	0,4%	0,4%	0,4%	0,4%	0,4%
Jarabe de yacón		0,2%	0,3%		
Fruto del monje				0,2%	0,3%
Total (%)	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Tabla 7.

Formulación de chocolate semi amargo con edulcorantes naturales en kg

Ingredientes	T0	T1	T2	T3	T4
Licor de cacao	0,559	0,559	0,559	0,559	0,559
Azúcar impalpable	0,300				
Inulina	0,047	0,345	0,344	0,345	0,344
Manteca de cacao	0,09	0,090	0,090	0,090	0,090
Lecitina de soya	0,004	0,004	0,004	0,004	0,004
Jarabe de yacón		0,002	0,003		
Fruto del monje				0,002	0,003
Total (%)	1	1,000	1,000	1,000	1,000

En la tabla 7 se presenta la adición de los edulcorantes naturales considerando del poder de dulzor del fruto del monje (300 veces más del dulce que la sacarosa) y jarabe de yacón (50 veces más del dulce que la sacarosa), además para el remplazo se utilizó la inulina como agente de carga para eliminar la fracción de volumen de sólido en las formulaciones de chocolate.

Factores:

Tabla 8.
Factor A

Factor A: Tipo de edulcorante	Jarabe de yacón	a_1
	Fruto del monje	a_2

Tabla 9.
Factor B

Factor B: concentración de edulcorante	0,2 %	b_1
	0,3 %	b_2

En el proyecto de investigación se utilizó un diseño factorial completamente al azar de tipo de 2x2, con dos niveles por cada factor con un total de 4 tratamientos con tres repeticiones cada uno con un total de 12 unidades experimentales. El factor A (tipo de edulcorante) se utilizó los siguientes niveles: a_1 = Fruto del monje, a_2 = Jarabe de yacón, para el factor B (concentración: b_1 =0, 2 %, b_2 = 0,3. El análisis estadístico se realizó mediante un análisis de varianza (ANOVA).

Tabla 10.*Descripción de tratamientos*

N.º de tratamientos	Tratamiento	Descripción
Repetición 1		
T_1	a_1b_1	Licor de cacao 55,9%, inulina 34,5 %, manteca de cacao 9,0 %, lecitina de soya 0,4 %, jarabe de yacón 0,2 %.
T_2	a_1b_2	Licor de cacao 55,9%, inulina 34,4 %, manteca de cacao 9,0 %, lecitina de soya 0,4 %, jarabe de yacón 0,3 %.
T_3	a_2b_1	Licor de cacao 55,9%, inulina 34,5 %, manteca de cacao 9,0 %, lecitina de soya 0,4 %, fruto del monje 0,2 %.
T_4	a_2b_2	Licor de cacao 55,9%, inulina 34,4 %, manteca de cacao 9,0 %, lecitina de soya 0,4 %, fruto del monje 0,3 %.
Repetición 2		
T_5	a_1b_1	Licor de cacao 55,9%, inulina 34,5 %, manteca de cacao 9,0 %, lecitina de soya 0,4 %, jarabe de yacón 0,2 %.
T_6	a_1b_2	Licor de cacao 55,9%, inulina 34,4 %, manteca de cacao 9,0 %, lecitina de soya 0,4 %, jarabe de yacón 0,3 %.
T_7	a_2b_1	Licor de cacao 55,9%, inulina 34,5 %, manteca de cacao 9,0 %, lecitina de soya 0,4 %, fruto del monje 0,2 %.
T_8	a_2b_2	Licor de cacao 55,9%, inulina 34,4 %, manteca de cacao 9,0 %, lecitina de soya 0,4 %, fruto del monje 0,3 %.
Repetición 3		
T_9	a_1b_1	Licor de cacao 55,9%, inulina 34,5 %, manteca de cacao 9,0 %, lecitina de soya 0,4 %, jarabe de yacón 0,2 %.
T_{10}	a_1b_2	Licor de cacao 55,9%, inulina 34,4 %, manteca de cacao 9,0 %, lecitina de soya 0,4 %, jarabe de yacón 0,3 %.
T_{11}	a_2b_1	Licor de cacao 55,9%, inulina 34,5 %, manteca de cacao 9,0 %, lecitina de soya 0,4 %, fruto del monje 0,2 %.
T_{12}	a_2b_2	Licor de cacao 55,9%, inulina 34,4 %, manteca de cacao 9,0 %, lecitina de soya 0,4 %, fruto del monje 0,3 %.
Total unidades experimentales		12

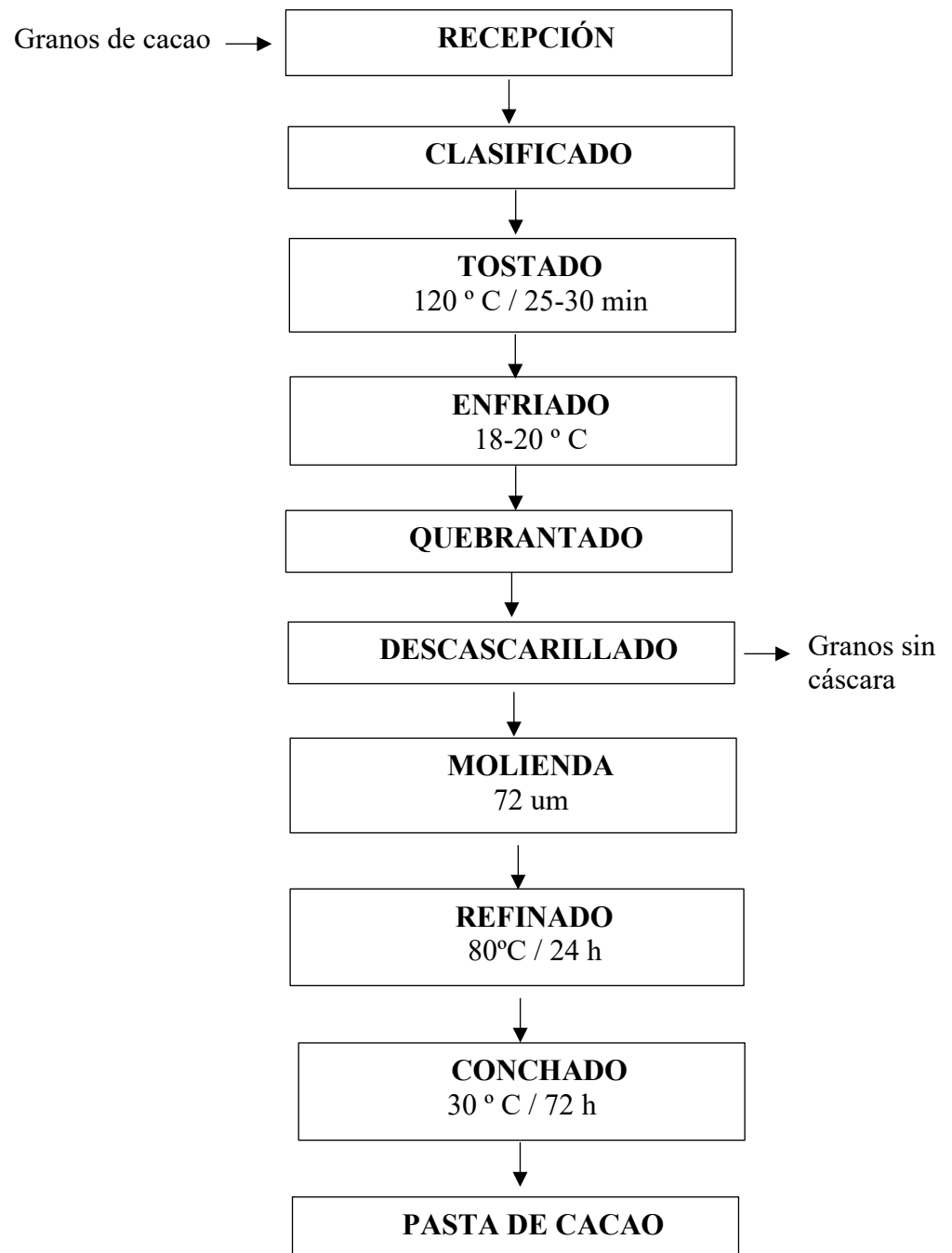
3.4.2 Cuadro de Anova**Tabla 11.***Cuadro de Anova*

Fuente	Gl
Total	11
Tipo edulcorante (A)	1
Concentración de edulcorante (B)	1
AxB	1
Error	8

3.4.3 Diagrama de flujo licor de cacao

Para la elaboración de licor de cacao se utilizó como materia prima el cacao nacional *Theobroma cacao L.*, (variedad arriba), utilizando la norma técnica NTE INEN 2511-1

Figura 4.
Diagrama de flujo licor de cacao

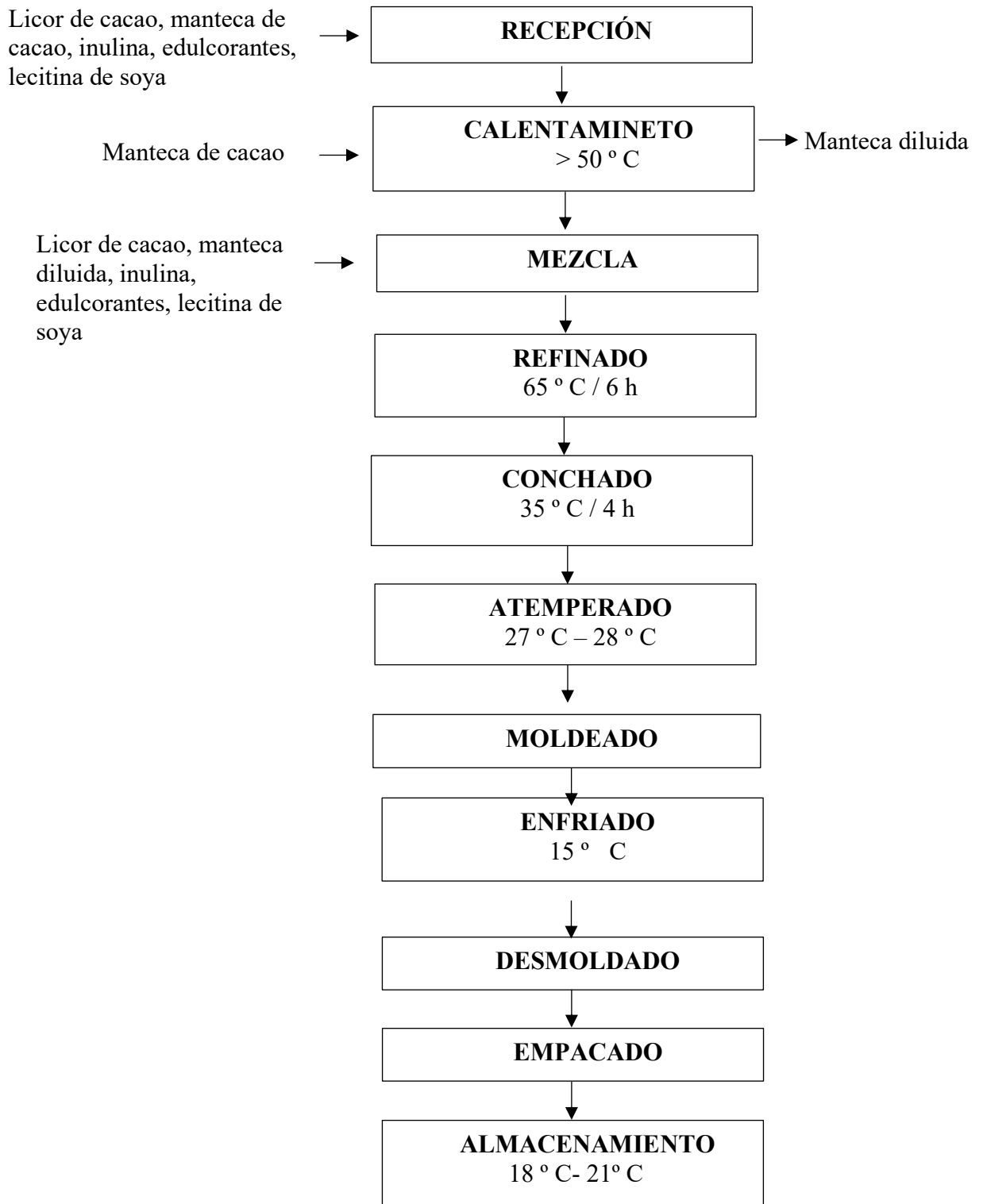


3.4.4 Procedimiento de elaboración de licor de cacao

- **Secado:** Después de la fermentación se realiza un secado por luz solar o secadoras artificiales, hasta obtener una humedad de 6-8 %, durante este tiempo los granos de cacao obtienen el sabor, aroma y color marrón café característico.
- **Clasificación:** Durante el proceso de limpieza se procura eliminar elementos extraños como piedras, fragmentos de madera, metales y otras sustancias.
- **Tostado:** Se tuesta los granos de cacao con un tostador mecánico bajo controles estrictos de tiempo y temperatura, a 120 ° C por 25 a 30 min aproximadamente el tiempo depende de la humedad que contenga y cantidad de producto.
- **Enfriado:** Se realiza un enfriado en condiciones ambientales 18-20 ° C
- **Trituración o quebrantamiento:** El proceso de quebrantamiento se lo realiza con el objetivo separar la cascara adherida al grano de cacao.
- **Descascarillado:** Se realiza una limpieza y separación de la cascara, con los trozos de granos de cacao para dejarlos solamente los granos partidos
- **Molienda:** Durante el proceso de molienda se reduce el tamaño de partícula a 75 μ m, la fricción que genera mediante la molienda se transforma en una pasta diluida llamada licor de cacao.
- **Refinado:** Se deja refinar el licor de cacao en el molino por un periodo de 24 horas y el refinador alcance una temperatura de 80 ° C.
- **Conchado:** Es recomendable conchar 30 °C por 72 horas el producto ya que en este proceso se eliminan malos sabor y olores de licor de cacao.

3.4.5 Diagrama de flujo de chocolate

Figura 5.
Diagrama de flujo de chocolate semi amargo



3.4.6 Procedimiento de elaboración de chocolate

- **Calentamiento:** Se derrite la grasa o manteca de cacao para agregar en la mezcla
- **Mezclado:** Una vez agregado las grasas y el licor de cacao previamente fundido en el molino agregamos: edulcorantes naturales, emulsificante y saborizante.
- **Refinado:** Se deja refinar el chocolate en el molino por un periodo de 5 h y el refinador alcance una temperatura $> 65^{\circ} \text{C}$.
- **Conchado:** Se lo deja en almacenamiento con la ayuda de un motor agitador por un tiempo de 24 h.
- **Atemperado:** Para atemperar se lo realiza en un mármol previamente desinfectado también con la ayuda de un termómetro se lleva a una temperatura de 27°C y se realiza una curva de temperatura el cual se sube a 28°C
- **Moldeo:** Se lo realiza un molde previamente diseñado con el peso requerido
- **Enfriado:** Se lo lleva a temperatura de $15^{\circ} \text{C} - 18^{\circ} \text{C}$
- **Empacado:** Se lo realizara en fundas metalizadas
- **Almacenamiento:** Conservar ambiente fresco y seco a temperatura de $18^{\circ} \text{C} - 21^{\circ} \text{C}$.

3.4.7 Equipos y materiales

Para la obtención de chocolate semi amargo con edulcorantes naturales se utilizó: Tostador, quebrantador, descadillador, molino de cacao, molino refinador, balanza analítica, cocina, moldes de silicona, recipientes, potenciómetro, viscosímetro, mufla, estufa.

Materias primas e insumos:

- Cacao nacional Fino de aroma

En la presente investigación se utilizó el cacao nacional (*Theobroma cacao*), variedad reconocida por alta calidad y perfil organoléptico. El cacao fue adquirido en la empresa Cofina, ubicada en Km 11 Vía Duran, Tambo, Guayaquil-Ecuador. Se recibió el grano seco y fermentado cumpliendo con los estándares de calidad NTE INEN 176- Cacao en grano.

- **Jarabe de yacón**

Obtenido en la Ciudad de Latacunga en la distribuidora nacional Salinerito para la recepción se realizó análisis de sólidos solubles comparado con la investigación de Hermann M., Manrique I., Párraga A., 2005- jarabe de yacón y procesamiento.

Tabla 12.

Tabla comparativa de análisis fisicoquímicos de jarabe de yacón

Parámetros	Bibliografía	Análisis jarabe de yacón
° Brix	73	71
pH	4,2	4,86

Fuente: Valenzuela (2007) y Ruiz-Ojeda et al. (2019).

- **Fruto del monje o *Monkfruit***

Este producto se adquirió en la parroquia de Amaguaña - Valle de los Chillos, en la distribuidora nacional Incovel.

3.4.8 Técnicas e Instrumentos de investigación

- **Análisis físico químico**

pH

El análisis fisicoquímico (pH), se determinó utilizando un potenciómetro siguiendo el método 970.21 del procedimiento AOAC (2016), utilizando un potenciómetro digital establecido con el siguiente procedimiento.

- Mezclar 10 gr de chocolate triturado con 90 mL de agua destilada
- Agitar durante 10 min y posteriormente se filtra.
- Se coloca en el potenciómetro digital.
- Análisis de datos.

Humedad

Para determinar la humedad se utilizó la norma INEN 1676 (2013), siguiendo el siguiente procedimiento.

- Colocar en el crisol tarado 10 g de muestra triturado con una aproximación de 0,1 mg
- Colocar en la estufa y secar a 105 ° C por 4 horas hasta obtener peso constante.
- Se determina por la siguiente ecuación

$$H = 100 * \frac{m - m_1}{m}$$

Donde:

m= peso de la muestra

m1 = peso después del secado

Viscosidad

Para la evaluación de la viscosidad se lo realizo con un viscosímetro Brookfield calculando la curva de viscosidad, utilizando el procedimiento descrito en el libro análisis de alimentos de Nielsen Suzanne (anexo 8, manual del viscosímetro de Brookfield)

- Las mediciones deben efectuarse con el viscosímetro Brookfield a 25 ± 1.0 °C.
- Mantener el chocolate a baño maría a una temperatura de 40 ° C
- Colocar el chocolate en un vaso de precipitación, bajar lentamente la splinder R3 y utilizar una rotación de 12 RPM, para garantizar mediciones precisas, es fundamental fijar de forma segura el viscosímetro al recipiente, colocándolo en del centro de la superficie de la muestra y sumergiéndolo a la profundidad correcta. Bajar gradualmente el recipiente horizontalmente hasta que la aguja se coloque cerca del centro, creando un ambiente libre de turbulencias para realizar la prueba.
- Para los cálculos se realizó con la tabla que contiene el viscosímetro Lv spindle factor multiplicando las revoluciones con número de splinder R3

Fibra dietética

El análisis de fibra dietética de acuerdo con la normativa AOAC (2009) 991.43, 985.29 con el siguiente procedimiento:

- Se adquirió una muestra triturada con un peso de 1 g y luego se introdujo un tampón fosfato para regular el pH, el cual se encuentra dentro del rango de 6.0 a

6.5. Posteriormente se incorporaron 50 μ l de la enzima alfa amilasa (Magazine), dando como resultado una hidrólisis enzimática que se llevó a cabo a temperatura de ebullición por una duración de 15 minutos.

- A continuación, se introdujo un volumen de 10 ml de NaOH 0,275N para alcanzar un nivel de pH de $7,5 \pm 0,2$. Posteriormente, se incorporó la enzima proteasa a la muestra, la cual luego se expuso a una temperatura de 60°C por un tiempo de 30 minutos. Posteriormente, se dejó enfriar la muestra y se ajustó el pH una vez más usando HCl (0,325 M) dentro del rango de 4 y 4,5.
- Se identificó la tercera enzima, conocida como amiloglucosidasa, y la muestra se sometió nuevamente a una temperatura de 60°C durante 30 minutos. A continuación, se introdujeron durante 1 hora 280 ml de alcohol etílico al 96%. Además, los crisoles se pesaron a 550°C en el plazo de una hora, y se documentaron debidamente los pesos de los crisoles vacíos que se utilizaron posteriormente.
- Para ayudar en el proceso de filtración, los crisoles se complementaron con 0,5 g de Celite, una sustancia utilizada como coadyuvante de filtración. Estos crisoles fueron entonces sometidos a la mufla durante una hora, tras lo cual se dejaron enfriar. Posteriormente se midió el peso del crisol, junto con la celita calcinada. Para facilitar la filtración, la muestra se preparó con alcohol al 96%.
- Para comenzar, la muestra fue sometida a un enjuague inicial utilizando dos porciones de 10 ml de alcohol al 96%. A esto le siguió un segundo enjuague utilizando dos porciones de 10 ml de alcohol al 78%.
- Después se seca el crisol que contiene el residuo durante la noche en estufa de vacío a 70°C.
- Se enfría en desecador y pesar. Restar el peso del crisol y del celite para determinar el peso del residuo.
- Se analiza la proteína usando Nx6,25 como factor de conversión en el residuo de una de las muestras de los duplicados.
- Se calcina el residuo de la segunda muestra del duplicado durante 5 horas a 525°C. Enfriar en desecador y pesar. Restar el peso del crisol y del celite para determinar cenizas.
- Y por último se efectúa la determinación del blanco en duplicado y en las mismas condiciones descritas en el procedimiento para el análisis de muestras.

Grasa

Para la determinación de grasa lo realizo bajo la norma NTE INEN 0535, que describe el procedimiento para medir el contenido de grasa en pasta de cacao.

El método de determinación se realizó en un extractor tipo Soxhlet.

- Se peso 10 g de la muestra y transferir a un recipiente de vidrio con un volumen de 400 cm^3 . A continuación, se introdujo en el mismo recipiente de vidrio 30 cm^3 de agua y 25 cm^3 de ácido clorhídrico.
- Se aplica calor suavemente durante 30 minutos mediante un baño de vapor. Luego incorpora 50 cm^3 de agua helada y deja enfriar la mezcla colocándola al baño maría.
- Se realiza una succión suave al embudo para filtrar la solución hidrolizada, asegurando un proceso lento y controlado.
- Se enjuaga el residuo resultante tres veces con agua helada.
- Para completar el proceso, pulveriza la sustancia restante y luego procede a evaporar la humedad en un baño de vapor.
- Una vez completado este paso, transfiera el material a un horno a una temperatura de 100 °C y déjelo secar durante una hora. Finalmente, incorporar a la mezcla 15 g de sulfato de sodio finamente molido, asegurando una buena integración.
- Se coloca el dedal del dispositivo de extracción en el matraz e introducir 175 cm^3 de éter de petróleo.
- Se coloca el aparato Soxhlet sobre la placa calefactora e inicie el proceso de reflujo hasta alcanzar un volumen de 300 cm^3 .
- Luego de sacar el matraz del aparato de extracción, se procede a evaporar el solvente y secar el matraz Erlenmeyer junto con el residuo en una estufa.
- Se calienta a una temperatura de 103 °C y luego retíralo del horno. Dejar enfriar en un desecador antes de pesarlo finalmente.

- Evaluación sensorial

Para determinar la aceptación del chocolate con edulcorantes naturales jarabe de yacón y frutos del monje se realizó una evaluación sensorial utilizando una prueba afectiva mediante una escala hedónica, con un panel no entrenado, con un total de 60 jueces.

Para la prueba sensorial se utilizó las cabinas sensoriales de la Universidad Politécnica estatal del Carchi en condiciones ambientales 18 ° C - 20 ° C, cada muestra se presentó

de forma homogénea y aleatoria una muestra de cada tratamiento, se asignó una codificación aleatoria de tres dígitos con una hoja de catación, para la limpieza del paladar entre las muestras se proporciona agua con las instrucciones.

Se evaluó los diferentes aspectos sensoriales: Color, olor, dulzor, brillo, dureza, aceptabilidad global, utilizando una escala hedónica de 7 puntos que se presentan en la tabla 13 a continuación.

Tabla 13.

Escala hedónica de análisis sensorial

Puntaje	Categoría
1	Me disgusta extremadamente
2	Me disgusta mucho
3	Me disgusta moderadamente
4	No me gusta ni me disgusta
5	Me gusta moderadamente
6	Me gusta mucho
7	Me gusta extremadamente

- Análisis de capacidad antioxidante y textural

Capacidad antioxidante (Método de FRAP *b)

Para determinar la capacidad antioxidante se realizó mediante el método FRAP, utilizado en la investigación de la universidad industrial de Santander por Perea et.al (2009), se fundamenta en la reducción del hierro (Fe^{+3}), el cual se encuentra presente en el reactivo FRAP.

Preparación de solución FRAP

- 10 ml de solución tampón de acetato
- 1 ml de solución TPTZ (2,4,6-Tripiridil-s-triazina)
- 1 ml de solución de cloruro férrico.
- Se midió 900 ul de la solución FRAP preparada.

- Luego se añadió 100 ul de la muestra de chocolate a la mezcla de FRAP y se agito suavemente, después se deja reposar o incubar en temperatura ambiente 18 ° C - 20 ° C por 4 min.
- Para la lectura en espectrofotométrica se midió la absorbancia de la mezcla a una longitud de onda de 593 nm.
- Luego se realizó una curva de calibración con un estándar trolox para expresar los resultados en equivalente de antioxidante.

Para la trasformación de los datos se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{Moles de ácido ascórbico} = \frac{\text{mg de ácido ascórbico}}{176.12 \text{ mg—mmol}}$$

Textura

La Textura se determinó de acuerdo con la normativa AOAC 985.29, realizado con un texturometro Brookfield CT3.

3.5 Análisis estadístico

En el presente estudio de la sustitución de sacarosa por edulcorantes naturales se evaluó la calidad físico químico (pH, grasa, humedad, ceniza, fibra dietética) en los tratamientos T0, T1, T2, T3, T4, los datos obtenidos se realizaron por triplicado con el propósito de encontrar diferencias significativas en los tratamientos a través de un análisis estadístico, mediante rangos de Tukey, con una probabilidad del 95 % utilizando el programa estadístico Infosat.

El análisis sensorial se realizó con los siguientes atributos (Color, olor, dulzor, brillo, dureza, aceptabilidad global) de 4 tratamientos incluido el testigo con la finalidad de encontrar diferencias significativas entre los tratamientos por triplicado, para esto se ha empleado la prueba de Kruskal Wallis y la prueba Post Hoc de Wilcoxon las cuales se han aplicado con el programa estadístico IBM SPSS Statistics 25.

- **Kruskal Wallis**

Es una prueba alternativa no paramétrica al ANOVA unidireccional, se determina si las medianas de dos o más grupos difieren cuando tienen datos que no son simétricos. La hipótesis nula determina que no hay diferencias significativas entre los grupos mientras que la hipótesis alternativa afirma que al menos un grupo difiere significativamente de los demás. Se aplica el modelo matemático con la siguiente ecuación:

$$H = \frac{12}{N(N+1)} \sum_{t=1}^K \frac{R_t^2}{n_j} - 3(N+1)$$

Donde:

N_j : número de elementos de la muestra j

R_j : Suma de rangos de todos los elementos de la muestra j

K: número de muestras

N: $n_1+n_2+n_3+\dots+n_k$ número total de observaciones

- **Prueba de Wilcoxon**

La aplicación de la prueba de Wilcoxon es una prueba para comparar puntuaciones dadas por los catadores en dos muestras relacionadas, además es utilizada cuando los datos no siguen una distribución normal (Conover, 1999). La diferencia entre pares de observación además asigna rangos a las diferencias absolutas y las clasifica por signos. Luego el estadístico W se determina a partir de la suma de los rangos positivos y negativos, comparando estas sumas para identificar si existen diferencias significativas. En análisis sensorial, la prueba de Wilcoxon permite evaluar si diferentes formulaciones de un producto generan percepciones sensoriales significativamente distintas (Field, 2018; Pallant, 2020; Siegel & Castellan, 1988).

CAPÍTULO IV.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados fase 1 análisis fisicoquímicos

Los resultados se encuentran distribuidos en tres fases de estudio obtenidas en los tratamientos por triplicado en los chocolates semi amargo. Para la fase 1 se realizó con la prueba de normalidad (Shapiro-Wilks) y la prueba de homocedasticidad (Levene), se comprobó que los datos tienen una distribución normal y varianzas constantes con un p valor $> 0,05$, utilizando tanto el análisis de varianza (ANOVA) como la prueba de Tukey para la fase 2 se realizó la comparación estadística entre los tratamientos y la muestra control mediante la prueba de Kruskal Wallis a través del programa estadístico IBM SPSS Statistics 25 y la fase 3 se determinó la capacidad antioxidante y textura del chocolate con mayor aceptabilidad sensorial.

Tabla 14.
Análisis bromatológico general de los chocolates semi amargos

N°	TRATAMIENTOS	Ph	Viscosidad (cP)	Humedad %	Ceniza %	Grasa %	Fibra dietaria %
T0		5,37 ±0,03 ^a	9333,33±208,17 ^c	0,31±0,01 ^a	2,35±0,07 ^a	37,20±0,82 ^a	
T1	a ₁ b ₁	5,38±0,01 ^a	7366,67±76,38 ^a	0,37±0,01 ^b	2,25±0,12 ^a	38,56±0,57 ^a	
T2	a ₁ b ₂	5,31±0,02 ^a	8333,33±152,75 ^b	0,40±0,01 ^c	2,37±0,12 ^a	37,23±0,68 ^a	
T3	a ₂ b ₁	5,29±0,06 ^a	7500,00±100,00 ^a	0,31±0,01 ^a	2,38±0,22 ^a	38,18±0,45 ^a	
T4	a ₂ b ₂	5,29±0,06 ^a	7600,00±300,00 ^a	0,31±0,01 ^a	2,33±0,17 ^a	37,05±0,78 ^a	8,8
p -valor		0,0646	<0,0001	<0,7353	0,8317	0,8716	

Nota. En la tabla se presenta los valores promedios de los parámetros fisicoquímicos de los chocolates elaborados con tres repeticiones de cada tratamiento, expresados por la media ± desviación estándar (media ± DS), la media representa el promedio de las repeticiones y la desviación estándar refleja la variabilidad de los datos.

T0: Testigo, T1: jarabe de yacón 0,2%, T2: jarabe de yacón 0,3%, T3: fruto del monje 0,2%, T4: fruto del monje 0,3%. Las letras marcadas como ^{a,b,c} letras diferentes son significativamente diferentes $p < 0,05$

4.1.1 pH

Los valores de pH encontrados en los diferentes tratamientos oscilan entre los valores de 5,29 a 5,38. De acuerdo con el Anova y la prueba de Tukey al 95% de confianza, el *p*-valor (0,0646) es mayor a ($p > 0.05$), lo que indica que no existen diferencias significativas para los valores del potencial de hidrógeno entre los tratamientos, además realizada la prueba de Levene los datos tienen varianzas heterogéneas. De acuerdo con la Norma NTE INEN 623 para licor de cacao, establece un valor de 5,76 por lo tanto los valores encontrados en todos los tratamientos se encuentran dentro del rango aceptable. Según Barrientos et al. (2017), menciona que estos valores pueden variar según la calidad de cacao y los ácidos generados en la fermentación como el ácido acético, ácido láctico, formulación y presencia de otros ingredientes.

En el estudio realizado por García et al. (2015), menciona que el pH en el chocolate se mantuvo dentro de un rango de 5,3 a 5,7 al añadir diferentes edulcorantes este valor se mantiene cercano al pH natural del cacao generalmente de 5,5 a 5,8. Lo que al incorporar los edulcorantes alternativos naturales como fruto del monje y jarabe de yacón, obteniendo así un chocolate ligeramente ácido característico de los chocolates oscuros las concentraciones utilizadas no generaron cambios perceptibles en el valor del pH, lo que sugiere que formulaciones similares podrían ser adecuadas para conservar las características organolépticas y fisicoquímicas del producto final.

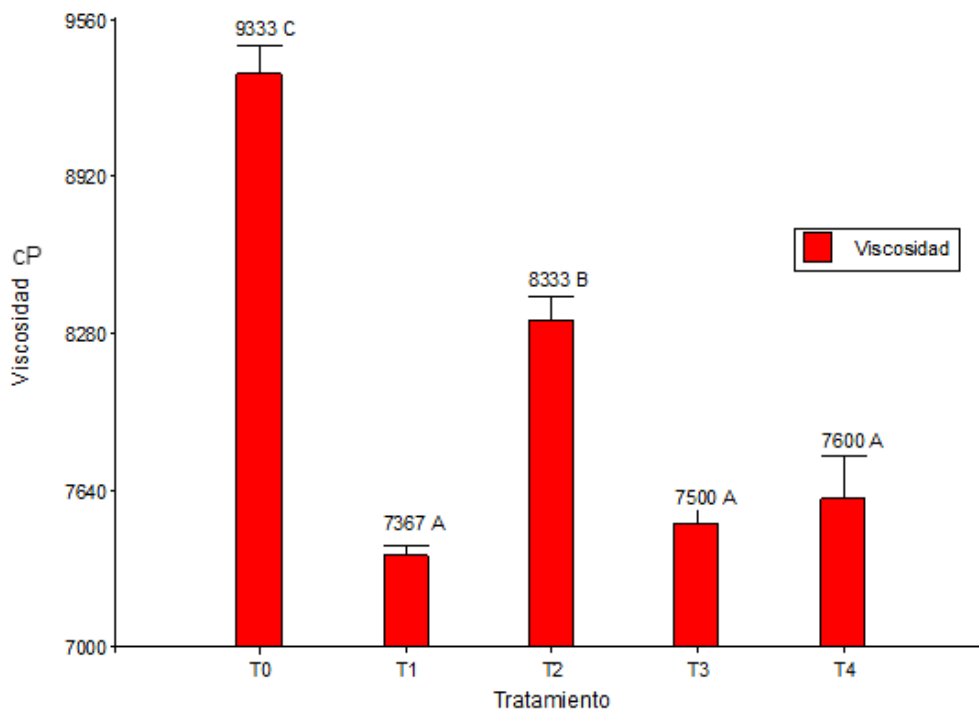
4.1.2 Viscosidad

De acuerdo con los resultados obtenidos el Anova, el *p*-valor ($< 0,0001$) es menor a 0,05, lo que indica que existen diferencias significativas para los valores de viscosidad de los tratamientos. Con un nivel de confianza del 95%, la prueba de Tukey los tratamientos T1(jarabe de yacón al 0,2%) presenta un valor $7366,67 \pm 76,38$ cP, T3 (fruto del monje 0,2%) $7500,00 \pm 100,00$ cP y el T4 (fruto del monje 0,3%) con un valor de $7600,00 \pm 300,00$ cP, estos tratamientos presentan el mismo rango homogéneo sin embargo el T0 (testigo) y T2 (jarabe de yacón al 0,3%) presentan diferencia significativa el T0 con 30 % de sacarosa y 4,7 % inulina como agente de carga obtiene una mayor viscosidad $9333,33 \pm 208,17$ cP, esta diferencia podría estar relacionada con la densidad de la sacarosa y la granulometría, por otro lado, el T2 (jarabe de yacón al 0,3%), aumenta la viscosidad $8333,33 \pm 152,75$ cP comparada a los demás tratamientos puede deberse al

porcentaje de humedad mismo del jarabe de yacón, concluyendo que a concentraciones más altas del jarabe de yacón , puede acercarse a las propiedades viscosas de la sacarosa.

La viscosidad es la resistencia de un líquido a fluir, se encuentra expresada en la unidad en submúltiplo el centipoise o poise (g /cm s). La viscosidad del chocolate depende fuertemente de la temperatura se refiere a la resistencia que presenta, además es una propiedad que influye en su textura, su capacidad de ser procesado y su calidad final, también se relaciona generalmente por el tamaño de partícula y contenido de humedad, el chocolate con menor tamaño de micras tiene un valor de viscosidad más bajo, mientras que el de mayor tamaño de micras o sensación pastosa (Afoakwa et al., 2007).

Figura 6.
Análisis de viscosidad de chocolates semi amargo

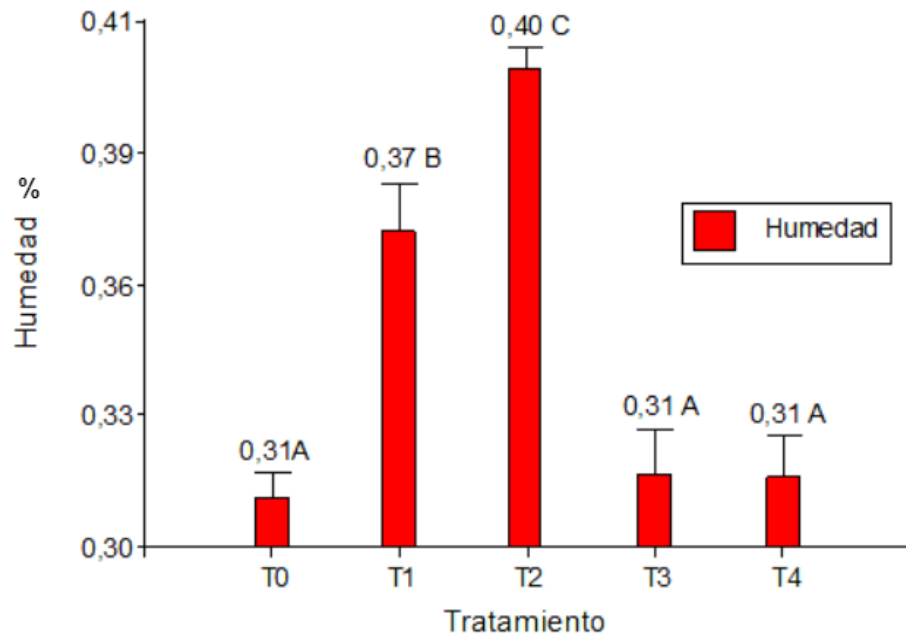


En la figura 6 se muestra la prueba de medias de Tukey para conocer la agrupación de los datos de los tratamientos (T0, T1, T2, T3, T4), en donde se muestra una disminución de viscosidad de los tratamientos T1 y T3 en comparación con el tratamiento control T0 y T2, mostrando diferencias estadísticamente significativas ($P < 0,05$).

4.1.3 Humedad

Figura 7.

Análisis de humedad de chocolates semi amargo



La tabla 14 y la figura 7 proporcionada, muestra los resultados del análisis de humedad de chocolates semi amargos para diferentes tratamientos (T0 a T4). Los tratamientos T0 (testigo), T3 (fruto del monje al 0,2 %) y T4 (fruto del monje al 0,3%) presentan valores promedio de humedad del 0,31%, mientras que los tratamientos T1 (jarabe de yacón al 0,2%) y T2 (jarabe de yacón al 0,3 %) muestran niveles significativamente más altos con valores de 0,37 % - 0,40 %. En base en el análisis ANOVA y la prueba de Tukey con un nivel de confianza del 95%, el valor p obtenido ($< 0,7353$) sugiere que si existen variaciones notables en las mediciones de humedad entre los diferentes tratamientos. Además, la prueba de Levene reveló que los datos si tienen varianzas heterogéneas. Esto podría atribuirse a la adición de ingredientes adicionales como el edulcorante jarabe de yacón, con un alto contenido de humedad del 24,12 % (Geiner, 2004).

De acuerdo con Afoakwa et al. (2007), el chocolate tradicional, que generalmente contiene sacarosa, presenta niveles de humedad que oscilan de 2-5%. Sin embargo, al incorporar edulcorantes naturales como el jarabe de yacón o el fruto del monje, se ha evidenciado un aumento en la humedad total del producto. Este aumento puede atribuirse a la capacidad de los edulcorantes naturales para retener agua debido a su composición química en el caso de jarabe de yacón por su mayor contenido de fibra soluble, esto

explicar el aumento de humedad en los tratamientos T1(jarabe de yacón al 0,2 %) y T2 (jarabe de yacón al 0,3 %).

En la investigación de Serrano et al. (2004), se encontró un contenido de humedad del 7,77% en chocolates con edulcorantes, que comparado con la norma INEN 623-1988, no debe exceder el 3%. Por lo tanto, se concluye que, dado el bajo contenido de humedad en nuestro estudio en todos los tratamientos, es menor al 1%, el agente de carga inulina ayudo en este factor debido a su alta higroscopicidad y sus grupos hidroxilo, favoreciendo la absorción de agua (Lim et al., 2021).

Es importante mencionar que estos factores afectan la estabilidad textural y de almacenamiento del chocolate, así como la formación de fat bloom o grasa superficial (Rodríguez Furlan et al., 2017; Stortz & Mar-angoni, 2011). Dichos aspectos críticos influyen en la calidad y estabilidad de los productos de chocolate, ya que altos niveles de humedad pueden provocar problemas como la formación de grasa superficial y la alteración del sabor (Afoakwa et al., 2008).

4.1.4 Ceniza

En la tabla 14 se muestra los resultados de ceniza identificando que varía de un valor máximo de 2,38 % en el T4 (fruto del monje 0,3%) y T2 (jarabe de yacón 0,3%) con 2,37 %, respectivamente, el valor mínimo pertenece T1 (jarabe de yacón al 0,2%) con un valor de 2,25 %, siguiéndole el T0 (testigo) con 0,35 % y T3 (fruto del monje 0,2%) con 2,33%. El análisis de varianza (ANOVA) y la prueba de Tukey al 95 % de confianza, el *p*- valor 0,8317 es mayor al 0,05, indica que no existen diferencias significativas para el porcentaje de ceniza.

En la investigación de Sanches y col (2016) obtuvieron valores de 2,60 % y 4,46 % esto en diferentes chocolates semi amargo y distintas almendras de cacao clasificadas por su zona , además en la investigación de Tafurt G (2021) revela el contenido de ceniza encontrado valores de 3,18 %, Por lo tanto, los valores encontrados son significativamente menor a las investigaciones encontradas, esto puede deberse a los minerales presentes en el extracto total de cacao y los edulcorantes añadidos, también se encuentra mayor porcentaje de ceniza en la muestra T2 (jarabe de yacón al 0,3%) y T4 (fruto del monje al 0,3%) , debido a los componentes inorgánicos que contienen estos edulcorantes.

4.1.5 Grasa

El porcentaje de grasa total obtenido de los diferentes tratamientos presenta un valor máximo para el tratamiento T1 (jarabe de yacón al 0,2 %) y T3 (fruto del monje 0,2%) se obtuvo valores mayores a 38 % y los tratamientos T0 (muestra control), T2 (jarabe de yacón al 0,3 %), T4 (fruto del monje al 0,3%) con valores del 37 % .El contenido de grasa no fue significativamente diferente entre los tratamientos debido a que no se realizó una sustitución del porcentaje de grasa dentro de la formulación sino únicamente del contenido de sacarosa.

El contenido de grasa para pasta o licor de cacao según la INEN NTE 0623 es del 48 al 54 % se compara esto debido a que la formulación de todos los tratamientos contiene el 65 % total de extracto seco de cacao, Según Tafurt G, Suarez O (2021), manifiesta en su estudio de chocolate oscuro un porcentaje de grasa obtenido 41,21 %, este porcentaje depende de diferentes factores tales como: tipo de almendras de cacao, procesos de producción, ingredientes añadidos. Comparado con los resultados obtenidos de la investigación en todos los tratamientos T0, T1, T2, T3, T4 se identifica un valor menor de grasa siendo estas grasas saturadas, estéricas y palmítico, además que contiene una alta proporción de ácido oleico, Lares M (2007).

4.1.6. Fibra dietaría

Tabla 15.

Análisis de fibra de chocolates semi amargo T3

TRATAMIENTOS	Fibra dietética	Unidad
T3	8,8	%

Se muestra el contenido de fibra dietaría del chocolate semi amargo indica valores de 8,8 g/ 100g, lo cual se encuentra por encima de lo establecido por el Codex alimentario ,2007, considerándose como alimento de contenido alto en fibra dietaría, posiblemente influyó la cantidad del agente de carga inulina utilizada en la elaboración del producto. Según Zhua et al. (2016), la inulina tiene propiedades prebióticas ayudando a mejorar la absorción de minerales en el tracto intestinal, contiene un bajo contenido calórico, además

de regular los niveles de azúcar en la sangre, por lo que el producto realizado contiene beneficios aportado por el agente de carga inulina.

El comité de expertos de la FAO y la OMS sugiere una ingesta diaria recomendada de 25 g de fibra dietética. En la tabla 16 muestra se encuentran descritas las disposiciones declaradas por el CODEX ALIMENTARIO, 2007 sobre fibra dietética por porción en los alimentos.

Tabla 16.

Disposiciones de la fibra dietética por porción en los alimentos según el Codex alimentario 2007

Componente	Propiedad declarada	Condiciones
Fibra dietética	Contenido básico	3g/100 g
		1,5g/100 ml
	Contenido alto	6g/100 g
		3g/100 ml

Fuente: Adaptada por Rochina et al. (2020)

4.2 Resultados fase 2 análisis sensorial

En la evaluación de las características sensoriales de los cuatro tratamientos diferentes de la sustitución de sacarosa por fruto del monje y jarabe de yacón en un chocolate semi amargo, también se incluyó la muestra testigo para su comparación, se tomaron en cuenta parámetros como color, olor, dulzor, brillo, dureza y aceptabilidad global de producto.

Los datos obtenidos en la evaluación sensorial son de carácter cualitativo, durante el análisis sensorial se empleó una prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis, Además se presenta la comparación de los tratamientos por la prueba Post hoc no paramétrica de comparación múltiple en pares Dunn-Bonferroni en el programa estadístico IBM SPSS Statistics 25, los resultados se presentan en la tabla 17 los resultados del análisis sensorial.

Tabla 17.*Resultado estadístico del análisis sensorial mediante la prueba de Kruskal Wallis*

Tratamientos	codificación	Color	Olor	Dulzor	Brillo	Dureza	Aceptabilidad
T0	424	5	5	4	5	5	5
T1	507	5	5	3	5	5	4
T2	684	5	5	3	5	5	4
T3	557	6	5	4	5	5	5
T4	583	5	5	5	5	6	6
<i>p- valor</i>		0,638	0,084	0,000*	0,143	0,003*	0,000*

Nota: *Diferencias significativas

Se concluye en el análisis sensorial mediante prueba de Kruskal Wallis para el atributo color con el 95 % de confiabilidad, no existe diferencia significativa entre los tratamientos con un *p*-valor mayor al 0,05 con una media en todos los tratamientos con un valor un 5 “me gusta moderadamente”, siendo el tratamiento 3 (fruto del monje al 0,2 %), el cual obtuvo mayor puntuación de 6 “me gusta mucho”.

Para el atributo olor en todos los tratamientos se obtuvo una puntuación de 5 en la escala hedónica “me gusta moderadamente” con *p*-valor mayor al 0,05 indicando que no existe diferencia significativa en los tratamientos.

Para el parámetro dulzor si existen diferencias significativas el tratamiento 4 (fruto del monje al 0,3%), obtuvo la mayor ponderación en la escala hedónica 5 “me gusta moderadamente” seguida del tratamiento 3 (fruto del monje al 0,2 %) y tratamiento 0 (muestra control) con una puntuación de 4 “no me gusta ni me disgusta” y tratamiento 1, 2 (jarabe de yacón 0,2% y 0,3%).

Para el parámetro brillo no existen diferencias significativas todos los tratamientos alcanzaron una puntuación de 5 “me gusta moderadamente” con un *p*- valor mayor al 0,05.

El parámetro dureza si se encontraron diferencias significativas con un *p*- valor menor a 0,05 , siendo el tratamiento 4 (fruto del monje al 0,3%) con mejor puntuación en la escala de hedónica que es 6 “me gusta mucho” , además determinado el parámetro de

aceptabilidad global existen diferencias significativas con un p - valor menor a 0,05 designando al tratamiento 4 (fruto del monje al 0,3%), con una numeración de 6 “me gusta mucho” y el tratamiento 3 (fruto del monje al 0,2%) “me gusta moderadamente” y el T1 y T2 (jarabe de yacón 0,2% y 0,3%) obtuvieron la puntuación más baja y con una puntuación de 4 “no me gustan ni me disgustan ” en la escala hedónica.

Concluyendo que para los parámetros dulzor, dureza y aceptabilidad global existen diferencias significativas, siendo p valor menor a 0,05. Sin embargo, para los parámetros de color, olor, brillo fueron estadísticamente iguales, siendo el p valor mayor a 0,05.

Por su parte en el parámetro de dulzor se obtiene como consecuencia una percepción distinta en cada tratamiento con sus porcentajes según la bibliografía el fruto del monje o también llamado *Monkfruit* que contiene mogrosidos, compuestos que ofrecen un dulzor intenso un perfil de sabor similar al del azúcar con pocas cantidades (Liu et al., 2021). En contraste, el jarabe de yacón, que aporta fructooligosacáridos (FOS), tiene una dulzura más sutil y ligeramente afrutada, y aunque se le considera menos dulce que el azúcar, su perfil es apreciado por consumidores que buscan sabores suaves y naturales (Simonovska et al., 2018). Estudios sensoriales muestran que los chocolates endulzados con fruto del monje suelen ser percibidos como más dulces que los endulzados con jarabe de yacón, que pueden resultar menos intensos pero atractivos para quienes prefieren una dulzura menos predominante (Guo et al., 2020).

Según el análisis sensorial en el atributo dureza en comparación entre los tratamientos, los catadores manifiestan que los tratamientos con jarabe de yacón presentan menos dureza que con el fruto del monje esto se puede deberse a que en este ingrediente se añade en forma de polvo por lo impacto es mínimo en la dureza, permitiendo que el chocolate mantenga una textura firme y crujiente similar a la del chocolate endulzado con azúcar. Esto se debe a que no afecta significativamente la estructura cristalina de la manteca de cacao, manteniendo la “snap” o fractura característica al morder (Andújar et al., 2022).

Sin embargo, el jarabe de yacón, al ser más viscoso y contener más humedad, tiende a suavizar la textura del chocolate, reduciendo su dureza. Esto se percibe sensorialmente como una mayor plasticidad y una textura ligeramente más blanda, que puede ser más cremosa y menos crujiente (Villavicencio et al., 2019).

La aceptación global del chocolate endulzado con estos edulcorantes naturales depende de las preferencias del consumidor. El estudio realizado por Li et al., 2020 se ha demostrado que los consumidores tienen una afinidad o aceptabilidad a los chocolates con fruto del monje, dado por su dulzor intenso y perfil de sabor neutro lo hace comparable al de la sacarosa, al comparar con la investigación el tratamiento T4 (fruto del monje al 0,3%) es el que tiene una mayor aceptación global entre los catadores lo que se puede decir que este edulcorante no ha comprometido al sabor tradicional del chocolate semi amargo.

Una vez identificada la diferencia global de las variables que fueron estadísticamente significativas se procede a realizar una comparación por pares entre las muestras de los siguientes parámetros dulzor, dureza, aceptabilidad global.

Tabla 18.

Comparación en pares de los tratamientos para el parámetro Dulzor mediante la prueba de Dunn- Bonferroni

Tratamientos	Codificación	Medianas	Comparación	<i>p</i> – valor
T0	424	4	T0-T1	0,000*
T1	507	3	T0-T2	0,000*
T2	684	3	T0-T3	0,130
T3	557	4	T0-T4	1,000
T4	583	5	T1-T2	1,000
			T1-T3	0,000*
			T1-T4	0,000*
			T2-T3	0,001*
			T2-T4	0,000*
			T3-T4	0,639

La prueba de comparación por parejas demuestra que la T0 (muestra control) es significativamente diferente al T1 (jarabe de yacón al 0,2%) y el T2 (jarabe de yacón al 0,3 %), pero es igual al tratamiento 3 (fruto del monje al 0,2%) y al tratamiento 4 (fruto del monje al 0,4 %). El T1 (jarabe de yacón al 0,2%) y T2 (jarabe de yacón al 0,3%), son significativamente diferentes al T3 (fruto del monje al 0,2%) y T4 (fruto del monje al 4 %) de igual manera el T2 (jarabe de yacón al 0,2%) es diferente al T3 (fruto del monje

0,2%). El tratamiento T3 (fruto del monje 0,2%) y T4 (fruto del monje 0,3%), los catadores no pudieron distinguir de manera significativa entre las distintas formulaciones de edulcorante en el chocolate.

Tabla 19.

Comparación en pares de los tratamientos para el parámetro dureza mediante la prueba de Dunn- Bonferroni

Tratamientos	Codificación	Medianas	Comparación	Valor
T0	424	5	T0-T1	0,060
T1	507	5	T0-T2	0,141
T2	684	5	T0-T3	1,000
T3	557	5	T0-T4	1,000
T4	583	6	T1-T2	1,000
			T1-T3	1,000
			T1-T4	0,015*
			T2-T3	1,000
			T2-T4	0,038*
			T3-T4	0,935

Para el parámetro de dureza de acuerdo con la comparación por parejas por la prueba de Kruskal Wallis con 95 % de probabilidad, se obtuvo que únicamente los tratamientos diferentes son el T1(jarabe de yacón al 0,2 %) y T4 (fruto de monje al 0,3 %) de igual manera son diferentes estadísticamente el T2 (jarabe de yacón al 0,3 %) y T4 (fruto de monje al 0,3 %).

Tabla 20.

Comparación en pares de los tratamientos para el parámetro aceptabilidad global mediante la prueba de Dunn- Bonferroni

Tratamientos	Codificación	Medianas	Comparación	p -valor
T0	424	5	T0-T1	0,000*
T1	507	4	T0-T2	0,000*
T2	684	4	T0-T3	0,046*
T3	557	5	T0-T4	1,000
T4	583	6	T1-T2	1,000
			T1-T3	0,295

T1-T4	0,000*
T2-T3	0,641
T2-T4	0,000*
T3-T4	0,015*

El análisis de la aceptabilidad global en los diferentes tratamientos (T0 - T4) se observaron diferencias significativas entre diferentes tratamientos, según la prueba de Kruskal-Wallis en la comparación de parejas con un nivel de significancia del 95 % de probabilidad se encontró que el tratamiento T0 (control) difiere significativamente de T2 (jarabe de yacón 0,3%) y T3 (fruto del monje al 0,2%), sin embargo no se observaron diferencias significativas ente el T0 (control) y T4 (fruto del monje al 0,3 %) ni entre los tratamiento T0 y T1 (jarabe de yacón al 0,2%) , además se encontró que el T1 (jarabe de yacón al 0,2%) también difiere significativamente en el tratamiento T4 (fruto del monje al 0,3%) y de T2 (jarabe de yacón a al 0,3 %), Por otro lado T2 y T3 o mostraron diferencias significativas entre si ni con T4. Por otro lado, la comparación entre T3 y T4 revelo diferencia significativa en la aceptabilidad global.

4.3 Fase 3 análisis de la capacidad antioxidante y perfil de textura de chocolate semi amargo con mayor aceptabilidad sensorial

- **Capacidad antioxidante**

Tabla 21.

Análisis de capacidad antioxidante

TRATAMIENTOS	Capacidad antioxidante Frap mg/kg EAA	mM/g de ácido Ascórbico EAA
T0	58900	334,7
T4	61030	346,77

*EAA: Equivalentes de ácido ascórbico.

Para el análisis de capacidad antioxidante se utilizó los tratamientos T0 (tratamiento control), y T4 (fruto del monje al 0,3 %) con el objetivo de evaluar la diferencia de los resultados entre el tratamiento control y el tratamiento con mayor aceptación del análisis

sensorial. Se representa en tabla 21 los dos tratamientos teniendo en cuenta que para el tratamiento control T0 contiene en sus ingredientes: licor de cacao 55,90% ,azúcar 30 %, inulina 4,70 %, manteca de cacao 9,00%,lecitina de soya 0,40% y T4 (fruto del monje al 0,3 %) licor de cacao 55,90%, inulina 34,00 %, manteca de cacao 9,00%, lecitina de soya 0,40% , fruto del monje 0,30 % , observado valores del T0 334,7 mM/ g EAA y T4 obtenido 346,77 mM/ g EAA , considerando que no tienen una variabilidad significativa según Janeth et al. (2009), señala que el lugar de procedencia de los granos de cacao fermentadas o no fermentados , las diferentes etapas del proceso de manufactura tostados, descascarillado temperaturas utilizadas y refinamiento existe perdidas de actividad antioxidante al rededor del 24 % aproximadamente , según la investigación de Mesa (2016), los niveles de antioxidantes en las semillas de los clones de cacao variaron significativamente: el clon 269 tuvo el contenido más alto de ácido ascórbico con 237,68 mM por gramo de cacao, mientras que el clon 230 tuvo el contenido más bajo con 62,25 mM por gramo de cacao. Comparando estos resultados con los hallazgos de Viluzca et al. (2012), es evidente que el chocolate amargo al 70% presenta un alto contenido de antioxidantes totales, determinado por el método ABTS utilizando Trolox como estándar de referencia, con un valor de $3,95 \pm 2,80$ umol Trolox. Al comparar con este estudio se reporta que mientras más cantidad de solidos de cacao aumenta la capacidad antioxidante.

Gómez et al., (2011) si bien reconoce los beneficios positivos para la salud derivados de las propiedades antioxidantes que se encuentran en el cacao y el chocolate, el estudio enfatiza la importancia de explorar el impacto potencial de los métodos de procesamiento como la fermentación, el secado y la producción de chocolate para salvaguardar la integridad y la potencia del antioxidante de las semillas. contenido.

El análisis del poder antioxidante de chocolate negro por el método de DPPH mostraron el reporte de refinamiento de la cobertura de chocolate amargo con 16, 18,20 teniendo los siguientes resultados para 16 h ($55,01 \pm 0,703$ %), 18 horas ($68,96 \pm 1,482$ %) y 20 horas ($0,87 \pm 1,482$, la mayor actividad antioxidante durante 18 horas tiempo de refinamiento del chocolate negro, mientras que la actividad antioxidante más pequeña fue de 16 horas de refinamiento Nurhayati et al 2019. Según Genovese y Lannes (2009) la actividad antioxidante del chocolate oscuro en Brasil un tiene un $7,8 \pm 0,4$ % en este estudio menciona que, debido a la diferencia del grano de cacao, las diferentes variedades, ambiente vegetal y el procesamiento del cacao afectará el nivel de antioxidantes y fenol

en los productos de chocolate. También es necesario manifestar que para el estudio de capacidad antioxidante de chocolates oscuros se han utilizado diversos métodos de ensayos que dificulta la comparación de los resultados.

- **Textura**

Tabla 22.

Datos de la muestra de chocolate semi amargo para textura

Forma	Bloque
Penetración	3mm
Longitud	59,00 mm
Anchura	39,00 mm
Altura	5,00 mm

*Barra de chocolate semi amargo T0 y T4

Tabla 23.

Análisis de textura dureza y fracturabilidad

	T0 (Muestra control)		T4 (fruto del monje al 0,3%)	
Muestra	Ciclo 1 Dureza (g)	Fracturabilidad (g)	Ciclo 1 Dureza (g)	Fracturabilidad (g)
1	8478	8478	7792	7792
2	10095	10095	9620	9620
3	8752	8752	8866	8866
4	8412	8412	11016	11016
5	3764	3764	8983	8983
6	11289	11289	9793	9793
7	3764	3764	5502	5502
8	11289	11289	11551	11551
9	10934	10934	9003	9003
10	1001	1001	5608	5608
Mínimo	3764	3764	5502	5502
Máxima	11289	11289	11551	11551
Promedio	9139	9139	8773	8773
Desviación estándar	2276	2276	2008	2008

Tabla 24.*Comparación de análisis de textura de los tratamientos T0 y T4*

Tratamientos	Penetración	Dureza g	Fracturabilidad g	Dureza (N)	Fracturabilidad (N)
Muestra control (T0)	3 mm	9139	9139	89,572	89,572
Fruto de monje al 0,3 % (T4)	3 mm	8773	8773	85,952	85,952

Se realizó el análisis de textura del chocolate en barra entre los tratamientos T0 (muestra control) y T4 (fruto del monje al 0,3 %) para realizar una comparación entre los tratamientos, donde se evaluaron su dureza y fracturabilidad, se utilizó un texturometro Brokfield. Los datos recopilados permitieron comparar la resistencia y capacidad de fractura de la barra de chocolate mediante una penetración 3mm.

Teniendo resultados significativos entre los tratamientos el T3 (fruto del monje al 0,3%) mostro menor dureza promedio 85,952 N en comparación a la T0 (muestra control) 89,572 N, así como una menor variabilidad en los resultados de las repeticiones en los valores de dureza, así también se refleja una desviación estándar (2008 g -2276 g). Estas diferencias difieren a que el tratamiento T4 (fruto del monje al 0,3%) influyo significativamente en la textura del chocolate afectando su resistencia y capacidad de fracturabilidad, además la fractura En un estudio previo realizado por Armando Alvis et al. en 2011, se encontraron resultados similares, donde los tratamientos que incluían azúcar mostraron una mayor dureza y fracturabilidad. Esto podría atribuirse al contenido de sólidos en las muestras. Además, se observó que las barras de chocolate más duras también presentaban mayor fragilidad y propensión al quiebre. Este fenómeno se relaciona con una estructura que exhibe poca elasticidad, lo cual tiene implicaciones directas en la relación entre la tensión y la deformación de la barra de chocolate, también un producto que se fractura con facilidad tiene una baja cohesión y una dureza que puede variar.

Según la investigación de Pei Yiin Lim et al. (2021), se realizó una comparación entre muestras de chocolate negro elaboradas con sacarosa y otras con edulcorantes. Los resultados indicaron que las muestras sin sacarosa presentaron una textura más blanda en

comparación con aquellas que contenían sacarosa. Este hallazgo sugiere que la estructura molecular del sustituto de sacarosa puede influir significativamente en la dureza del chocolate negro. Estos resultados son consistentes con los obtenidos en nuestra propia investigación, donde hemos observado una tendencia similar en la relación entre la presencia de sacarosa y la dureza del chocolate negro. Además, podemos inferir que la dureza y fracturabilidad del chocolate puede tener otros factores que pueden proporcionar esta característica como la cantidad de sus ingredientes, manteca de cacao, azúcar y otros, además de factores como el proceso de conchado y el templado (Beckett, 2009).

CONCLUSIONES

La aplicación de edulcorantes naturales jarabe de yacón y fruto del monje en porcentajes de 0,2 % y 0,3 %, no altera a los parámetros físico químicos en pH, grasa, ceniza en los tratamientos lo que puede atribuirse que los edulcorantes naturales añadidos no afectan en estas propiedades manteniendo la calidad y las propiedades del producto final, además el contenido de fibra dietaria en el chocolate semi amargo es significativamente alto, superando las recomendaciones establecidas por el Codex Alimentario. Esto se atribuye a la presencia de inulina como agente de carga, lo que confiere beneficios adicionales al producto, como propiedades prebióticas y regulación de azúcares

Al incrementar el porcentaje de sustituto de jarabe de yacón en la formulación de chocolate, se observa un aumento en la viscosidad debido a su alta capacidad de retención de agua, lo cual contribuye a una mayor hidratación de la mezcla. Estos resultados coinciden con los obtenidos en el análisis de humedad, donde los tratamientos con este sustituto presentaron un contenido de humedad al 40%.

La evaluación sensorial mostró que no hubo diferencias en los parámetros de color y olor de los tratamientos, no obstante, en los parámetros de dulzor, dureza y la aceptabilidad global, se obtuvo mayor aceptabilidad en los tratamientos con el edulcorante fruto del monje, esto se debe al sabor dulzor intenso similar al perfil de sabor del azúcar.

El análisis de capacidad antioxidante indica que la incorporación del fruto del monje al 0,3%, aumenta ligeramente el poder antioxidante del chocolate en comparación con el tratamiento control. Además, el mismo tratamiento indica menor dureza afectando a su resistencia y capacidad de fractura.

RECOMENDACIONES

Analizar la estabilidad de los chocolates sustitutos con edulcorantes naturales para evaluar como influyen en su vida útil y su vez a la resistencia a cambios físicos químicos y microbiológicos durante el almacenamiento.

Realizar análisis económicos para evaluar la viabilidad económica de la producción a gran escala de chocolates semi amargos con edulcorantes naturales en comparación con productos convencionales.

Investigar diferentes concentraciones de edulcorantes naturales y su combinación para determinar el efecto óptimo en las propiedades sensoriales del chocolate semi amargo.

Se recomienda mantener las temperaturas descritas en los procesos de producción del chocolate, lo cual afecta negativamente a calidad visual y sensorial como el fat Bloom y sugar Bloom.

REFERENCIAS

- Adriano, L. S., Dionísio, A. P., de Abreu, F. A. P., Carioca, A. A. F., Zocolo, G. J., Wurlitzer, N. J., ... & de Carvalho Sampaio, H. A. (2019). Yacon syrup reduces postprandial glycemic response to breakfast: A randomized, crossover, double-blind clinical trial. *Food Research International*, 126, 108682.
- Afoakwa, E. (2010). *Chocolate science and technology* (1ª ed.). Wiley-Blackwell.
- Afoakwa, E. O., Paterson, A., Fowler, M., & Ryan, A. (2008). Flavor formation and character in cocoa and chocolate: A critical review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 48(9), 840–857.
- Aidoo, R. P., Depypere, F., Afoakwa, E. O., & Dewettinck, K. (2013). Industrial manufacture of sugar-free chocolates: Applicability of alternative sweeteners and carbohydrate polymers as raw materials in product development. *Trends in Food Science & Technology*, 32(2), 84–96. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2013.05.008>
- Alonso, J. (2010). Edulcorantes naturales. *La Granja: Revista de Ciencias de la Vida*, 12(2), 3–12. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6057641>
- Álvarez, F. P., Jurado, T. B., Calixto, C. M., Incio, N. V., & Silva, A. J. (2008). Prebiótica inulina/oligofructosa en la raíz del yacón (*Smallanthus sonchifolius*), fitoquímica y estandarización como base de estudios preclínicos y clínicos. *Revista de Gastroenterología del Perú: Órgano Oficial de la Sociedad de Gastroenterología del Perú*, 28(1), 22–27.
- Alvis, A., Pérez, L., & Arrazola, G. (2011). Elaboración de panes con agregado de harina de arroz integral y modelación de sus atributos sensoriales a través de la metodología de superficie de respuesta. *Información Tecnológica*, 22, 29–38.
- América Alimentos. (s.f.). Fruta del Monje 30% Mogrósido-V. [Documento web]. Edulcorantes. <https://www.americaalimentos.com/ficha-tecnica.php?sku=Q0FSMDAyNiplZHVsY29yYW50ZXM=>
- Ango Moreta, K., & Córdova Maigua, M. (2022). *Creación de una confitería a base de edulcorantes naturales en la ciudad de Ambato* [Tesis de grado, Universidad Técnica de Ambato]. Ambato, Ecuador.
- Bailey, A. (1984). *Aceites y grasas industriales*. Reverté S.A.
- Bala, R., Pawar, P., Khanna, S., & Arora, S. (2013). Tiras de disolución oral: un nuevo enfoque para el sistema de administración oral de fármacos. *Revista Internacional de Investigación Farmacéutica*, 3(2), 67.

- Beckett, S. T. (2008). *The science of chocolate* (2nd ed.). Royal Society of Chemistry.
- Beckett, S. T. (2009). Chocolate flow properties. In *Industrial chocolate manufacture and use* (10th ed., pp. 224–245).
- Brown, R. J., Banate, M. A. D., & Rother, K. I. (2010). Artificial sweeteners: A systematic review of metabolic effects in youth. *International Journal of Pediatric Obesity*, 5(4), 305–312. <https://doi.org/10.3109/17477160903497027>
- Burneo Valdivieso, J., & Pico Villacis, V. (2022). Edulcorantes no calóricos empleados en alimentos procesados en Ecuador. *Nutrición Clínica y Dietética Hospitalaria*, 42(4), 43–51. <https://revista.nutricion.org/index.php/ncdh/article/view/299/255>
- Cárdenas-Mazon, N. V., Cevallos-Hermida, C. E., Salazar-Yacelga, J. C., Romero-Machado, E. R., Gallegos-Murillo, P. L., & Cáceres-Mena, M. E. (2018). Uso de pruebas afectivas, discriminatorias y descriptivas de evaluación sensorial en el campo gastronómico. *Dominio de Las Ciencias*, 4(3), 253–263.
- Cikrikci, S., Yucekutlu, M., & Mert, B. (2017). Physical characterization of low-calorie chocolate formulations. *Food Measure*, 11, 41–49. <https://doi.org/10.1007/s11694-016-9369-1>
- Codex Stan 87. (1981). *Codex Alimentarius*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. https://www.fao.org/faocodexalimentarius/shproxy/jp/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252FStándares%252FCXS%2B871981%252FCXS_087e.pdf
- Conover, W. J. (1999). *Practical nonparametric statistics* (3rd ed.). John Wiley & Sons.
- Coronado, M., Vega y León, S., Vázquez, M., & Radilla, C. (2015). Antioxidantes: Perspectiva actual para la salud humana. *Revista Chilena de Nutrición*, 42(2). https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S071775182015000200014&script=sci_arttext&tlng=pt
- De Melo, L. L. M. M., Bolini, H. M. A., & Efraim, P. (2009). Perfil sensorial, aceptabilidad y su relación para chocolates diabéticos/reducidos en calorías. *Food Quality and Preference*, 20(2), 138–143. <https://doi.org/10.1016/j.foodqual.2008.09.001>
- Durán Agüero, S. (2022). Edulcorantes no calóricos. [Artículo]. En *Estudio orientado a la actualización de las guías alimentarias basadas en alimentos (GABA) para la población chilena* (ID 757-22-LE21).
- EFSA Panel on Food Additives and Flavourings (FAF), Younes, M., Aquilina, G., Heinz, K., Fowler, P., Frutos, M., Fürst, P., Gürtler, R., Gundert, U., Husøy, T., Mennes, W.,

- Moldeus, P., Oskarsson, A., Shah, R., Waalkens, I., Wölfle, D., Degen, G., Herman, L., Gott, D., Leblanc, J., ... & Castle, L. (2019). Safety of use of monk fruit extract as a food additive in different food categories. *EFSA Journal*, 17(12). <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2019.5921>
- Escoto Sabillón, M. M. (2014). *Desarrollo de una barra de chocolate oscuro evaluando dos edulcorantes en tres concentraciones* [Tesis de grado, Escuela Agrícola Panamericana].
- Field, A. (2018). *Discovering statistics using IBM SPSS statistics* (5th ed.). SAGE Publications.
- Fletes Hernández, N. (2016). *Síntesis verde de nanopartículas de plata usando extracto de las plantas Valeriana officinalis y Passiflora incarnata y su evaluación como agentes antibacteriales* [Tesis de maestría, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo]. http://bibliotecavirtual.dgb.umich.mx:8083/xmlui/bitstream/handle/DGB_UMICH/5260/IIMM-M-2016-0136.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Fowler, M. S. (2009). *Cocoa, chocolate and confectionery: Science and technology* (3rd ed.). Springer.
- García, F. (2022). *Cultura del chocolate*.
- Genta, S., Cabrera, W., Habib, N., Pons, J., Carillo, I. M., Grau, A., & Sánchez, S. (2009). Yacon syrup: Beneficial effects on obesity and insulin resistance in humans. *Clinical Nutrition*, 28(2), 182–187.
- Glicerina, V., Balestra, F., Dalla, M., & Romani, S. (2016). Microstructural and rheological characteristics of dark, milk, and white chocolate: A comparative study. *Journal of Food Engineering*, 169, 165–171. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2015.08.011>
- González, P. (2017, 21 de julio). Nueve edulcorantes son los más comercializados en Ecuador. *El Comercio*. <https://www.elcomercio.com/actualidad/negocios/edulcorantes-productos-azucar-venta-supermercados.html>
- Grassi, D., Lippi, C., Necozione, S., Desideri, G., & Ferri, C. (2005). Short-term administration of dark chocolate is followed by a significant increase in insulin sensitivity and a decrease in blood pressure in healthy persons. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 81(3), 611–614.
- Grau, A., Kortsarz, A., Aybar, M., Sánchez Riera, A., & Sánchez, S. (2001). El retorno del Yacón. *Ciencia Hoy*, 11(63), 24–32.
- Hermann, M., Manrique, I., & Párraga, A. (2005). *Járame de Yacón: Principios y procesamiento*. Lima, Perú.
- <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/35528/1/709%20O.E..pdf>

- Huiman Arroyo, V., & Luna Jerí, D. (2014). Proyecto de instalación de una planta elaboradora de jarabe de yacón. *Ingeniería Industrial*, 32, 151–172. https://revistas.ulima.edu.pe/index.php/Ingenieria_industrial/article/view/120/128
- INEC. (2012). Ficha técnica de alimentos. *Sistema Integrado de Consulta de Clasificaciones y Nomenclaturas* (SIN). https://aplicaciones2.ecuadorencifras.gob.ec/SIN/co_alimentos.php?id=23999.02.05
- Joseph, C., Batra, R., Selvasekaran, P., & Chidambaram, R. (2022). Low calorie cocoa-based products: A short review. *Journal of Food Science and Technology*, 59(8), 2931–2939.
- Kirk, R. E. (2013). *Experimental design: Procedures for the behavioral sciences*. SAGE Publications.
- Lagast, S., De Steur, H., Schouteten, J. J., & Gellynck, X. (2017). A comparison of two low-calorie sweeteners and sugar in dark chocolate on sensory attributes and emotional conceptualizations. *International Journal of Food Sciences and Nutrition*, 69(3), 344–357. <https://doi.org/10.1080/09637486.2017.1362689>
- Lagos Hartard, M. (2022). *Panorama científico sobre edulcorantes naturales y artificiales, su relación con enfermedades crónicas y sus usos como edulcorantes no calóricos* [Memoria de título, Universidad de Chile]. <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/192603>
- Lares, M. (2007). *Diferenciación, caracterización y composición lipídica de la manteca extraída del cacao en dos de los procesos postcosecha* [Tesis doctoral, Universidad Central de Venezuela].
- Lim, P. Y., Wong, K. Y., Thoo, Y. Y., & Siow, L. F. (2021). Effect of inulin, fructo-oligosaccharide, trehalose or maltodextrin (M10 and M30) on the physicochemical and sensory properties of dark compound chocolate. *LWT*, 149, 111964.
- Loria Kohen, V. (2014). *I informe científico, La Stevia y su papel en la salud*. <http://biostevera.com/wp-content/uploads/2014/11/07-La-stevia-y-su-papel-en-la-salud-Informe-científico-por-Truvia.pdf>
- Lubick, N. (2008). Artificial sweetener persists in the environment. *Environmental Science & Technology*, 42, 3125. <https://doi.org/10.1021/es087043>
- Luckow, T., & Delahunty, C. (2004). Consumer acceptance of orange juice containing functional ingredients. *Food Research International*, 37(8), 805–814.
- Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2017). *Ecuador es el primer exportador de cacao en grano de América*. <https://www.agricultura.gob.ec/ecuador-es-elprimer-exportador-de-cacao-en-grano-deamerica/%202017>

- Ministerio de Comercio Exterior. (2014). *Cacao y elaborados*.
<http://www.proecuador.gob.ec/compradores/oferta-exportable/cacao-yelaborados/>
- Ministra de Salud Pública. (2017). *Reconocimiento de responsabilidad nutricional* (Acuerdo 2017 No. 26). <https://www.salud.gob.ec/wp-content/uploads/2017/05/ACUERDO-2017-Nº-26.pdf>
- Muñoz Labrador, A. (2021). *Enzymatic biotransformation of natural intense sweeteners: Structural characterization and evaluation of sensorial properties and prebiotic potential* [Tesis de postgrado, Universidad Autónoma de Madrid].
<https://repositorio.uam.es/handle/10486/699663>
- Norma NTE INEN. (1992). *620: Requisitos para polvo de cacao*.
- Ocaña Tana, D. (2022). *Efectos sobre la salud del edulcorante no calórico natural "Mogrosido V" proveniente de Siraitia grosvenorii como sustituto tecnológico* [Tesis de grado, Universidad Central del Ecuador].
<http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/29405>
- Organización Panamericana de la Salud. (2022). *Diabetes Ecuador*.
https://www.primicias.ec/nota_comercial/hablemos-de/salud/diabetes-la-segunda-enfermedad-mas-frecuente-en-ecuador/
- Pandey, A. K., & Chauhan, O. P. (2019). Monk fruit (*Siraitia grosvenorii*)-health aspects and food applications. *Pantnagar Journal of Research*, 17, 191–198.
- Peñaherrera Larena, M. (2022). *Desarrollo de sectores productivos y estratégicos del Ecuador*. Grupo de Capacitación e Investigación Pedagógica.
- Periche Santamaría, Á. (2014). *Stevia y otros edulcorantes saludables en la formulación de golosinas funcionales: Implicaciones tecnológicas y de calidad* [Tesis de postgrado, Universidad Politécnica de Valencia]. <https://riunet.upv.es/handle/10251/45995>
- Periche, A., Heredia, A., Escriche, I., Andrés, A., & Castelló, M. L. (2014). Optical, mechanical and sensory properties of based-isomaltulose gummy confections. *Food Bioscience*, 7, 37–44.
- Praveena, S. M., Cheema, M. S., & Guo, H. (2019). Los edulcorantes artificiales no nutritivos como contaminantes emergentes en el medio ambiente: Una revisión global y perspectivas de riesgos. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 170, 699–707.
<https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2018.12.048>
- Puredia. (s.f.). *Extracto de Monk Fruit (polvo)* [Blog]. Puredia Tibetan Organic Ingredients.
<http://www.isa.codificatuidea.com/es/puredia-ingredientes/extracto-de-monk-fruit-polvo/>

- Ramos Vergara, N., Ramos Martínez, V., & Ramos Vergara, K. (2020). *Proyecto para la creación de una empresa fabricante y comercializadora de postres endulzados con jarabe de yacón* [Tesis de grado, Corporación Unificada Nacional de Educación Superior]. <https://repositorio.cun.edu.co/handle/cun/1190>
- Ríos Ortega, A. (2023). *Monk fruit (Siraitia grosvenorii) como edulcorante natural no calórico para pacientes con diabetes mellitus tipo 2* [Tesis de especialización, Universidad Autónoma de Nuevo León]. <http://eprints.uanl.mx/24617/>
- Ríos-Leyvraz, M., & Montez, J. (2022). Health effects of the use of non-sugar sweeteners: A systematic review and meta-analysis. *Geneva: World Health Organization*. <https://doi.org/10.1101/2022.01.07.21268223>
- Salvador Reyes, R., Sotelo Herrera, M., & Paucar Menacho, L. (2014). Estudio de la Stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni) como edulcorante natural y su uso en beneficio de la salud. *Scientia Agropecuaria*, 5(3), 157–163.
- Sevgi, K., Yilmaz, I., & Sevgi, H. (2017). Antioxidant capacities of the methanolic extract of some Lamiaceae species. *Turkish Journal of Pharmaceutical Sciences*, 14(2), 153–160.
- Soejarto, D. D., Addo, E. M., & Kinghorn, A. D. (2019). Very sweet compounds of plant origin: From ethnobotanical observations to wide applications. *Journal of Ethnopharmacology*, 243, 112056. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2019.112056>
- Sotelo, L. (2020). *Oasis Foods, Parte I* [Tesis de postgrado, Universidad de Chile]. <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/181840>
- Staff. (2020, marzo 31). *El mundo de las stevias* [Blog]. Alimentarya. <https://alimentosecuador.com/2020/03/31/el-mundo-de-las-stevias/>
- Stephens Camacho, N., Valdez Hurtado, S., Lastra Zavala, G., & Félix Ibarra, L. (2018). Consumo de alimentos ultraprocesados y su relación con la obesidad en adultos de Hermosillo, Sonora, México. *Nutritional Sciences Journal*, 13(3), 19–25.
- Torres Reyes, K. M., & Garzón Romero, R. C. (2021). *Guía técnica para la evaluación sensorial en alimentos y bebidas* (1a ed.). Universidad Central del Ecuador.
- Vasquez Franco, L. M. (2019). *Proceso de extracción del sabor de Monk Fruit mediante técnicas enzimáticas* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina]. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/4063>

ANEXOS

Anexos A. Imágenes de los procesos de la investigación

Fotografía 1. Proceso de elaboración
licor de cacao



Fotografía 2. Edulcorantes naturales



Fotografía 3. Identificación de insumos



Fotografía 4. Peso de insumos



Fotografía 5. Mezcla y refinamiento de
chocolate



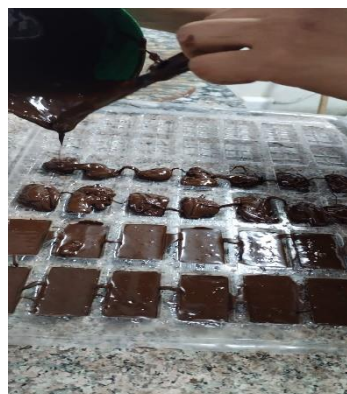
Fotografía 6. Control de proceso



Fotografía 7. Control de granulometría



Fotografía 8. Moldeado de chocolate



Fotografía 9. Análisis de ceniza



Fotografía 10. Medición de viscosidad



Fotografía 11. Análisis de grasa



Fotografía 12. Análisis de textura



Fotografía 13. Análisis de pH



Fotografía 14. Análisis de humedad



Fotografía 15. Preparación para análisis organoléptico



Fotografía 16. Análisis organoléptico



Anexos B. Análisis estadístico

- pH

Tabla 25.

Análisis de varianza pH

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Viscosidad	15	0,56	0,38	0,80

Tabla 26

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III) pH

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Modelo	0,02	4	0,01	3,14	0,0647
Tratamiento	0,02	4	0,01	3,14	0,0646
Error	0,02	10	1,8E-03		
Total	0,04	14			

Tabla 27.

Test Tukey pH

Tratamiento	Medias	n	E.E.
T1	5,29	3	0,02 A
T3	5,29	3	0,02 A
T4	5,31	3	0,02 A
T2	5,37	3	0,02 A
T0	5,38	3	0,02 A

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

Tabla 28.

Prueba de normalidad Shapiro-Wilks pH

Variable	n	Media	D.E.	W*	P (Unilateral D)
RDUO	15	0,00	0,04	0,91	0,2408

pH

Tabla 29.*Prueba de Levene pH*

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RABS pH	15	0,59	0,42	64,82

Tabla 30.*Prueba de Levene análisis de varianza (SC tipo III) pH*

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	4,3E-03	4	1,1E-03	3,54	0,0477
Tratamiento	1,1E-03	4	3,54	0,0477	
Error	3,1E-03	10	3,1E-04		
Total	0,01	14			

Viscosidad

Tabla 31.*Análisis de varianza viscosidad*

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Viscosidad	15	0,96	0,94	2,31

Tabla 32.*Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III) viscosidad*

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Modelo	8089333,33	4	2022333,33	58,62	<0,0001
Tratamiento	8089333,33	4	2022333,33	58,62	<0,0001
Error	345000,00	10	34500,00		
Total	8434333,33	14			

Tabla 33.*Test Tukey viscosidad*

Tratamiento	Medias	n	E.E.
-------------	--------	---	------

T1	7366,67	3	107,24	A	
T3	7500,00	3	107,24	A	
T4	7600,00	3	107,24	A	
T2	8333,33	3	107,24		B
T0	9333,33	3	107,24		C

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

Tabla 34.

Prueba de normalidad Shapiro-Wilks viscosidad

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
<u>RDUO</u>	15	0,00	156,98	0,98	0,9742
<u>Viscosidad</u>					

Tabla 35.

Prueba de Levene viscosidad

Variable	N	R²	R² Aj	CV
RABS	15	0,32	0,05	81,78
Viscosidad				

Tabla 36.

Prueba de Levene análisis de varianza (SC tipo III) viscosidad

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo	44148,15	4	11037,04	1,19	0,3731
Tratamiento	44148,15	4	11037,04	1,19	0,3731
Error	92777,78	10	9277,78		
Total	136925,93	14			

- **Grasa**

Tabla 37

Análisis de varianza de grasa

Variable	N	R ²	R ² Aj
CV			
Grasa	15	0,55	1,79

Tabla 38.

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III) grasa

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo	5,54	4	1,39	3,06	0,0687
Tratamiento	5,54	4	1,39	3,06	0,0687
Error	4,52	10	0,45		
Total	10,07	14			

Tabla 39.

Test Tukey grasa

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T4	37,05	3	0,39	A
T0	37,20	3	0,39	A
T2	37,23	3	0,39	A
T3	38,18	3	0,39	A
T1	38,56	3	0,39	A

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

Tabla 40.

Prueba de normalidad Shapiro-Wilks grasa

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO	15	0,00	0,57	0,90	0,2045
Grasa					

Tabla 41.*Prueba de Levene grasa*

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
RABS	15	0,11	0,00	69,81

Grasa

Tabla 42.*Prueba de Levene análisis de varianza (SC tipo III) grasa*

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Modelo	0,13	4	0,03	0,30	0,8716
Tratamiento	0,13	4	0,03	0,30	0,8716
Error	1,08	10	0,11		
Total	1,21	14			

- Humedad**Tabla 43.***Análisis de varianza de humedad*

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
Humedad	15	0,97	0,95	2,55

Tabla 44.*Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III) humedad*

F.V.	SC	GI	CM	F	p-valor
Modelo	0,02	4	0,01	73,90	<0,0001
Tratamiento	0,02	4	0,01	73,90	<0,0001
Error	7,5E-04	10	7,5E-05		
Total	0,02	14			

Tabla 45.*Test Tukey humedad*

Tratamiento	Medias	n	E.E.
-------------	--------	---	------

T0	0,31	3	0,01	A
T4	0,31	3	0,01	A
T3	0,31	3	0,01	A
T1	0,37	3	0,01	B
T2	0,40	3	0,01	C

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

Tabla 46.

Prueba de normalidad Shapiro-Wilks humedad

Variable	n	Medi a	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO Humedad	15	0,00	0,01	0,91	0,2553

Tabla 47.

Prueba de Levene humedad

Variable	N	R²	R² Aj	CV
RABS Humedad	15	0,17	0,00	75,95

Tabla 48.

Prueba de Levene análisis de varianza (SC tipo III) humedad

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo	4,0E-05	4	1,0E-05	0,50	0,7353
Tratamiento	4,0E-05	4	1,0E-05	0,50	0,7353
Error	2,0E-04	10	2,0E-05		
Total	2,4E-04	14			

- **Ceniza**

Tabla 49.

Análisis de varianza de ceniza

Variable	N	R²	R² Aj	CV
Ceniza	15	0,13	0,00	6,44

Tabla 50.*Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III) ceniza*

F.V.	SC	Gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,03	4	0,01	0,36	0,8317
Tratamiento	0,03	4	0,01	0,36	
Error	0,23	10	0,02		0,8317
Total	0,26	14			

Tabla 51.*Test Tukey ceniza*

Tratamiento	Medias	n	E.E.	
T1	2,25	3	0,09	A
T4	2,33	3	0,09	A
T0	2,35	3	0,09	A
T2	2,37	3	0,09	A
T3	2,38	3	0,09	A

*Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)***Tabla 52.***Prueba de normalidad Shapiro-Wilks Ceniza*

Variable	n	Media	D.E.	W*	p(Unilateral D)
RDUO	15	0,00	0,13	0,94	0,6416

Ceniza

Tabla 53.*Prueba de Levene Ceniza*

Variable	N	R²	R² Aj	CV
RABS Ceniza	15	0,36	0,11	62,60

Tabla 54.*Prueba de Levene análisis de varianza (SC tipo III) ceniza*

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,02	4	0,01	1,41	0,2982
Tratamiento	0,02	4	0,01	1,41	0,2982
Error	0,04	10	4,2E-03		
Total	0,07	14			

Anexos C. Análisis sensorial**Tabla 55.***Prueba de normalidad Kolmogorov Smirnov análisis sensorial*

Atributo	Tratamientos	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk			
		Estadístico	g	Sig.	Estadístico	gl	Sig.	
Color	Fruto del monje 2%	,221	6	,00	,884	6	,00	
			0	0		0	0	
	Muestra control	,207	6	,00	,896	6	,00	
			0	0		0	0	
	Fruto del monje 3%	,207	5	,00	,908	5	,00	
			9	0		9	0	
	Jarabe yacón 2%	,220	6	,00	,879	6	,00	
			0	0		0	0	
	Jarabe yacón 3%	,221	6	,00	,895	6	,00	
			0	0		0	0	
	Olor	Fruto del monje 2%	,225	6	,00	,903	6	,00
				0	0		0	0
Muestra control		,186	6	,00	,908	6	,00	
			0	0		0	0	
Fruto del monje 3%	,202	5	,00	,904	5	,00		
		9	0		9	0		

	Jarabe yacón 2´%	,159	6	,00	,919	6	,00
			0	1		0	1
	Jarabe yacón 3%	,169	6	,00	,938	6	,00
			0	0		0	4
Dulzor	Fruto del monje 2%	,145	6	,00	,935	6	,00
			0	3		0	3
	Muestra control	,190	6	,00	,898	6	,00
			0	0		0	0
	Fruto del monje 3%	,189	5	,00	,916	5	,00
			9	0		9	1
	Jarabe yacón 2´%	,229	6	,00	,905	6	,00
			0	0		0	0
	Jarabe yacón 3%	,176	6	,00	,926	6	,00
			0	0		0	1
Brillo	Fruto del monje 2%	,142	6	,00	,925	6	,00
			0	4		0	1
	Muestra control	,192	6	,00	,943	6	,00
			0	0		0	7
	Fruto del monje 3%	,205	5	,00	,906	5	,00
			9	0		9	0
	Jarabe yacón 2´%	,196	6	,00	,933	6	,00
			0	0		0	3
	Jarabe yacón 3%	,159	6	,00	,948	6	,01
			0	1		0	3
Dureza	Fruto del monje 2%	,203	6	,00	,904	6	,00
			0	0		0	0
	Muestra control	,182	6	,00	,912	6	,00
			0	0		0	0
	Fruto del monje 3%	,208	5	,00	,903	5	,00
			9	0		9	0
	Jarabe yacón 2´%	,180	6	,00	,926	6	,00
			0	0		0	1
	Jarabe yacón 3%	,243	6	,00	,909	6	,00
			0	0		0	0

Aceptabilidad	Fruto del monje 2%	,164	6	,00	,937	6	,00
			0	0		0	4
	Muestra control	,187	6	,00	,910	6	,00
			0	0		0	0
	Fruto del monje 3%	,239	5	,00	,888	5	,00
			9	0		9	0
	Jarabe yacón 2%	,178	6	,00	,928	6	,00
			0	0		0	2
	Jarabe yacón 3%	,196	6	,00	,935	6	,00
			0	0		0	3

a. Corrección de significación de Lilliefors

Tabla 56.*Resumen de prueba de hipótesis análisis sensorial*

Hipótesis nula	Prueba	Sig.	Decisión
1.- L a distribución de Color es la misma entre las categorías de tratamientos	Prueba de Kruskal -Wallis para muestras independientes	,638	Retener la hipótesis nula
2.- La distribución de Olor es la misma entre las categorías de tratamientos	Prueba de Kruskal -Wallis para muestras independientes	,084	Retener la hipótesis nula
3.- La distribución de Dulzor es la misma entre las categorías de tratamientos	Prueba de Kruskal -Wallis para muestras independientes	,000	Rechazar la hipótesis nula
4.- La distribución de Brillo es la misma entre las categorías de tratamientos	Prueba de Kruskal -Wallis para muestras independientes	,143	Retener la hipótesis nula
5.- La distribución de Dureza es la misma entre las categorías de tratamientos	Prueba de Kruskal -Wallis para muestras independientes	,003	Rechazar la hipótesis nula
6.- La distribución de Aceptabilidad es la misma entre las categorías de tratamientos	Prueba de Kruskal -Wallis para muestras independientes	,000	Rechazar la hipótesis nula

Tabla 57.*Comparación por parejas de aceptabilidad global*

Muestra1. Muestra 2	Estadístico de contraste	Error Error	Desv. Estadístic	Sig.	Sig. ajust.
----------------------------	---------------------------------	--------------------	-------------------------	-------------	--------------------

			o de contraste		
Jarabe de yacón 2%	-5,025	15,448	-,325	,745	1,000
Jarabe de yacón 3%					
Jarabe de yacón 2%	33,625	15,448	2,177	,030	,295
Fruto del monje 2%					
Jarabe de yacón 2%	77,433	15,448	5,013	,000	,000
Muestra Control					
Jarabe de yacón 2%	82,583	15,448	5,346	,000	,000
Fruto del monje 3%					
Jarabe de yacón 3%	28,600	15,448	1,851	,064	,641
Fruto del monje 2%					
Jarabe de yacón 3%	72,408	15,448	4,687	,000	,000
Muestra Control					
Jarabe de yacón 3% fruto del monje 3%	77,558	15,448	5,021	,000	,000
Fruto del monje 2%	-43,808	15,448	-2,836	,005	,046
Muestra Control					
Fruto del monje 2%	-48,958	15,448	-3,169	,002	,015
Fruto del monje 3%					
Muestra Control	-5,150	15,448	-,333	,739	1,000
Fruto del monje 3%					

Tabla 58.*Comparación por parejas dureza*

Muestra1. Muestra 2	Estadístico de contraste	Error Error	Desv. Estadístico de contraste	Sig.	Sig. ajust.
Jarabe de yacón 2%	-4,492	15,396	-,292	,770	1,000
Jarabe de yacón 3%					
Jarabe de yacón 2%	23,192	15,396	1,506	,132	1,000
Fruto del monje 2%					
Jarabe de yacón 2%	42,300	15,396	2,747	,006	,060
Muestra Control					
Jarabe de yacón 2%	49,017	15,396	3,184	,001	,015
Fruto del monje 3%					
Jarabe de yacón 3%	18,700	15,396	1,215	,225	1,000
Fruto del monje 2%					
Jarabe de yacón 3%	37,808	15,396	2,456	,014	,141
Muestra Control					
Jarabe de yacón 3%	44,525	15,396	2,892	,004	,038
Fruto del monje 3%					
Fruto del monje 2%	-19,108	15,396	-1,241	,215	1,000
Muestra Control					
Fruto del monje 2%	-25,825	15,396	-1,677	,093	,935
Fruto del monje 3%					
Muestra Control	-6,717	15,396	-,436	,663	1,000
Fruto del monje 3%					

Tabla 59.*Comparación por parejas dulzor*

Muestra1. Muestra 2	Estadístico de contraste	Error Error	Desv. Estadístico de contraste	Sig.	Sig. ajust.
Jarabe de yacón 2%	-11,575	15,573	-,743	,457	1,000
Jarabe de yacón 3%					
Jarabe de yacón 2%	73,342	15,573	4,709	,000	,000
Fruto del monje 2%					
Jarabe de yacón 2%	102,319	15,639	6,542	,000	,000
Fruto del monje 3%					
Jarabe de yacón 2%	112,017	15,573	7,193	,000	,000
Muestra Control					
Jarabe de yacón 3%	61,767	15,573	3,966	,000	,001
Fruto del monje 2%					
Jarabe de yacón 3%	90,744	15,639	5,802	,000	,000
Fruto del monje 3%					
Jarabe de yacón 3%	100,442	15,573	6,450	,000	,000
Muestra Control					
Fruto del monje 2%	-28,997	15,639	-1,853	,064	,639
Fruto del monje 3%					
Fruto del monje 2%	-38,675	15,573	-2,483	,013	,130
Muestra Control					
Fruto del monje 3%	9,698	15,639	,620	,535	1,000
Muestra Control					


Anexo D: Análisis externos



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA EN ALIMENTOS Y BIOTECNOLOGÍA
LABORATORIO DE CONTROL Y ANÁLISIS DE ALIMENTOS

01294

CERTIFICADO DE ANALISIS DE LABORATORIO

Certificado No: 24-016		R01-7.8.03				
Solicitud N°: 24-016		Pág.: 1 de 1				
Fecha recepción: 09 de febrero de 2024		Fecha de ejecución de ensayos: 16 de febrero de 2024				
Información del cliente:						
Empresa:	C.I./RUC:	1724938103				
Representante: Gina Sofia Amagua Gonzalez	Tif:	0991141764				
Dirección: Machachi	E mail:	gina.amagua8103@ute.edu.ec				
Ciudad: Machachi						
Descripción de las muestras:						
Producto: Chocolate	Peso:	9u 14g. 13u 14g				
Marca comercial: n/a	Tipo de envase:	Plástico				
Lote: n/a	No de muestras:	dos				
F. Elb.: n/a	F. Exp.: n/a					
Conservación: Ambiente: X Refrigeración: Congelación:	Almac. en Lab:	7 días				
Cierres seguridad: Ninguno: X Intactos: Rotos:	Muestreo por el cliente:	09 de febrero de 2024				
RESULTADOS OBTENIDOS						
Muestras	Código del laboratorio	Código cliente	Ensayos solicitados/Técnica	Métodos utilizados	Unidades	Resultados
Chocolate semiamargo Muestra Control	01624027	Ninguno	Textura (Texturómetro Brookfield)			
			Compresión			
			Ciclo 1 Dureza	Brookfield	g	9139
Fracturabilidad	g	9139				
Chocolate semiamargo fruto del Monje 3%	01624028	Ninguno	Textura (Texturómetro Brookfield)			
			Compresión			
			Ciclo 1 Dureza	Brookfield	g	8773
Fracturabilidad	g	8773				
Conds. Ambientales: 20,9°C; 57,0%HR Se Adjuntan 21 hojas						
 Ing. Gladys Risueño Directora de Calidad						
Autorización para transferencia electrónica de resultados: Si						
Fecha de emisión del certificado: 19 de febrero de 2024						
Nota: La muestra fue suministrada por el cliente y los resultados se aplican a la muestra en las condiciones recibidas. El Laboratorio se responsabiliza exclusivamente de los resultados obtenidos en base a la muestra entregada por el cliente. El Laboratorio no es responsable por el uso incorrecto de este certificado. No es un documento negociable. Solo se permite su reproducción sin fines de lucro y haciendo referencia a la fuente.						

Chocolate semi amargo muestra control (T0)

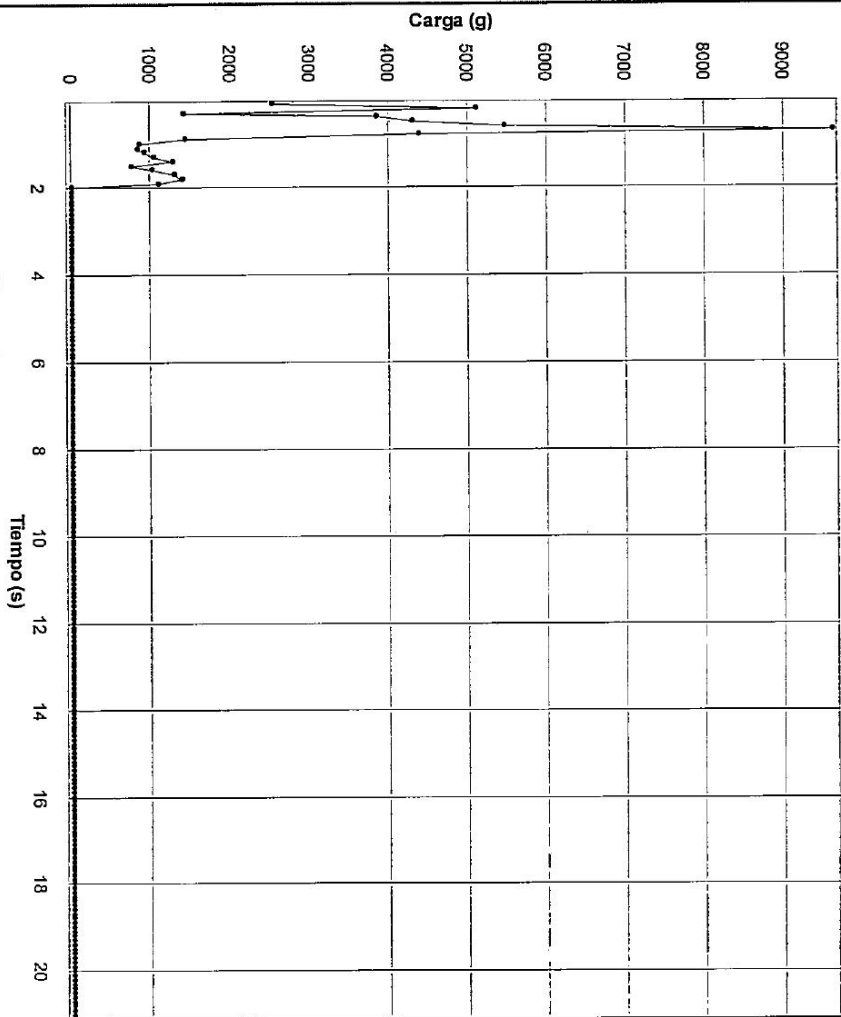
TexturePro CT V1.2 Build 9

INFORME ESTADISTICO

Brookfield Engineering Labs, Inc.

#	Descripción Muestra Nombre Producto	Nº lote	Nº muestra:	Resultados	
				Ciclo 1 Dureza	Fracturabilidad
1	Chocolate semiamargo	01624027	1	8478	8478
2	Chocolate semiamargo	01624027	2	10095	10095
3	Chocolate semiamargo	01624027	3	8752	8752
4	Chocolate semiamargo	01624027	5	8412	8412
5	Chocolate semiamargo	01624027	6	3764	3764
6	Chocolate semiamargo	01624027	7	11289	11289
7	Chocolate semiamargo	01624027	8	10934	10934
8	Chocolate semiamargo	01624027	9	10524	10524
9	Chocolate semiamargo	01624027	10	10001	10001
				Mínimo	3764
				Máximo	11289
				Promedio	9139
				Desviación Estándar	2276

Brookfield Engineering Labs



Archivo Datos
• Conj. n° 1 Datos Carga (g)

Producto / Lote n° / Muestra n°
Conj. n° 1 Datos: Chocolate semianarajo / 01624028 / 2

Chocolate semi amargo fruto del monje al 0,3 % (T4)

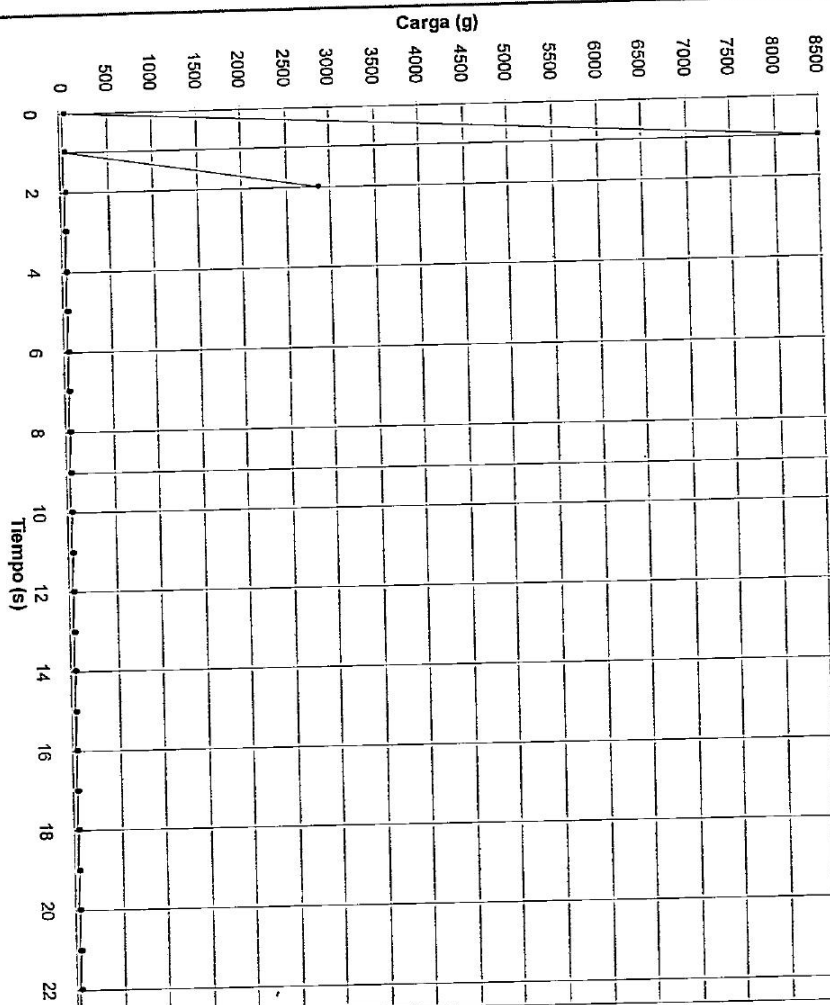
TexturePro CT V1.2 Build 9

INFORME ESTADISTICO

Brookfield Engineering Labs, Inc.

#	Descripción Muestra Nombre Producto	N° lote	N° muestra:	Resultados	
				Ciclo 1 Dureza	Facturabilidad
1	Chocolate semiamargo	01624028	1	7792	7792
2	Chocolate semiamargo	01624028	2	9620	9620
3	Chocolate semiamargo	01624028	3	8866	8866
4	Chocolate semiamargo	01624028	4	11016	11016
5	Chocolate semiamargo	01624028	5	8983	8983
6	Chocolate semiamargo	01624028	6	9793	9793
7	Chocolate semiamargo	01624028	7	5502	5502
8	Chocolate semiamargo	01624028	8	11551	11551
9	Chocolate semiamargo	01624028	9	9003	9003
10	Chocolate semiamargo	01624028	10	5608	5608
				Mínimo	5502
				Máximo	11551
				Promedio	8773
				Desviación Estandar	2008

Brookfield Engineering Labs



Archivo Datos
• Conf. nº 1 Datos Carga (g)

Producto / Lote nº / Muestra nº
Conf. nº 1 Datos: Chocolate semianrjo / 01624027 / 1

INFORME DE RESULTADOS

INF LASA-17-01-24 -0193
ORDEN DE TRABAJO No. 24-102

INFORMACIÓN SUMINISTRADA POR EL CLIENTE		
SOLICITADO POR: GINA SOFIA AMAGUA GONZÁLEZ	DIRECCIÓN: MACHACHI	
TELÉFONO: 0991141764	TIPO DE MUESTRA: ALIMENTO	PROCEDENCIA: Proyecto de investigación
IDENTIFICACIÓN: CHOCOLATE SEMI AMARGO CON EDULCORANTE NATURAL - FRUTO DEL MONJE 3% FE:19/11/2023 FV:19/11/2024 LOTE:19112023		

INFORMACIÓN DEL LABORATORIO			
MUESTREO POR:	SOLICITANTE	FECHA DE MUESTREO: -	INGRESO AL LABORATORIO: 08/01/2024
FECHA DE ANÁLISIS:	08-17/01/2024	FECHA DE ENTREGA:	17/01/2024
CÓDIGO DE MUESTRA:	24-260	REALIZACIÓN DE ENSAYOS: LABORATORIO	CÓDIGO INICIAL: MI

ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO

ITEM	PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	INCERTIDUMBRE U (k=2)	MÉTODO DE ENSAYO
1	FIBRA DIETARIA TOTAL ENZIMÁTICO-GRAVIMÉTRICO ^(a)	%	8,8	± 27,3 %	PEE LASA BR 29 AOAC 991.43, 985.29
2	GRASA (DÚPLICADO) ^(a)	%	36,3 37,0	± 1,7 %	PEE LASA FQ10-65; AOAC 963.15; NTE INEN 535. 2013
3	PODER ANTIOXIDANTE FRAP ^(b)	mg/kg EAA	61080	-	Espectrofotometría FRAP

EAA: Equivalentes de ácido ascórbico
El parámetro marcado con * NO está incluido en el alcance de acreditación del SAE.
El parámetro marcado con (a) ESTÁ incluido en el alcance de acreditación de A2LA.
El parámetro marcado con (b) NO está incluido en el alcance de acreditación de A2LA.

Q.A. VANESSA RENTERIA
JEFE DE DEPARTAMENTO

Elaborado por: Belén Sarvedin
Prohibida la reproducción parcial por cualquier medio sin permiso por escrito del laboratorio.
LASA se responsabiliza exclusivamente del resultado correspondiente a los ensayos en la muestra recibida en el laboratorio, por el contrario, no se responsabiliza de la información proporcionada por el cliente asociada a la muestra así como sus datos descriptivos.
El laboratorio se compromete con la Imparcialidad y Confidencialidad de la información y los resultados (la aceptación de este informe implica la aceptación de la política relativa al tema y declarada en www.laboratoriolasas.com).
Los criterios de conformidad serán emitidos solamente si el cliente lo solicita por escrito.

INFORME DE RESULTADOS

NF LASA-17-01-24 -0194
ORDEN DE TRABAJO No. 24-102

INFORMACIÓN SUMNISTRADA POR EL CLIENTE		
SOLICITADO POR: GINA SOFIA AMAGUA GONZÁLEZ	DIRECCIÓN: MACHACHI	
TELÉFONO: 0991141764	TIPO DE MUESTRA: ALIMENTO	PROCEDENCIA: Proyecto de investigación
IDENTIFICACIÓN: CHOCOLATE SEMI AMARGO CON EDULCORANTE NATURAL - FRUTO DEL MONJE 2% FE:19/11/2023 FV:19/11/2024 LOTE:19112023		

INFORMACIÓN DEL LABORATORIO			
MUESTREO POR:	SOLICITANTE	FECHA DE MUESTREO: -	INGRESO AL LABORATORIO: 08/01/2024
FECHA DE ANÁLISIS:	08-17/01/2024	FECHA DE ENTREGA:	17/01/2024
CÓDIGO DE MUESTRA:	24-261	REALIZACIÓN DE ENSAYOS: LABORATORIO	CÓDIGO INICIAL: M2

ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO

ITEM	PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	INCERTIDUMBRE U (k=2)	MÉTODO DE ENSAYO
1	GRASA ^(a)	%	38,7	± 2,8 %	PEE LASA FQ10-R5; AOAC 963.15; NTE INEN 535: 2013

El parámetro marcado con (a) ESTÁ incluido en el alcance de acreditación de A2LA.

Q.A. VANESSA RENTERIA
JEFE DE DEPARTAMENTO

Elaborado por: Belén Saavedra

Prohibida la reproducción parcial por cualquier medio sin permiso por escrito del laboratorio.

LASA se responsabiliza exclusivamente del resultado correspondiente a los ensayos en la muestra recibida en el laboratorio, por el contrario, no se responsabiliza de la información proporcionada por el cliente asociada a la muestra así como sus datos descriptivos.

El laboratorio se compromete con la Imparcialidad y Confidencialidad de la información y los resultados (la aceptación de este informe implica la aceptación de la política relativa al tema y declarada en www.laboratoriolasa.com).

Los criterios de conformidad serán emitidos solamente si el cliente lo solicita por escrito.

INFORME DE RESULTADOS

INF LASA-17-01-24 -0195
ORDEN DE TRABAJO No. 24-102

INFORMACIÓN SUMNISTRADA POR EL CLIENTE		
SOLICITADO POR: GINA SOFIA AMAGUA GONZÁLEZ	DIRECCIÓN: MACHACHI	
TELÉFONO: 0991141764	TIPO DE MUESTRA: ALIMENTO	PROCEDENCIA: Proyecto de investigación
IDENTIFICACIÓN: CHOCOLATE SEMI AMARGO CON EDULCORANTE NATURAL - JARABE DE YACON 3% FE:19/11/2023 FV:19/11/2024 LOTE:19112023		

INFORMACIÓN DEL LABORATORIO			
MUESTREO POR:	SOLICITANTE	FECHA DE MUESTREO: -	INGRESO AL LABORATORIO: 08/01/2024
FECHA DE ANÁLISIS:	08-17/01/2024	FECHA DE ENTREGA:	17/01/2024
CÓDIGO DE MUESTRA:	24-262	REALIZACIÓN DE ENSAYOS: LABORATORIO	CÓDIGO INICIAL: M3

ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO

ITEM	PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	INCERTIDUMBRE U (k=2)	MÉTODO DE ENSAYO
1	GRASA ^(a)	%	36,5	± 1,7 %	PEE LASA FQ10-R5; AOAC 963.15; NTE INEN 535: 2013

El parámetro marcado con (a) ESTÁ incluido en el alcance de acreditación de A2LA.

Q.A. VANESSA RENTERIA
JEFE DE DEPARTAMENTO

Elaborado por: Belén Saavedra

Prohibida la reproducción parcial por cualquier medio sin permiso por escrito del laboratorio.

LASA se responsabiliza exclusivamente del resultado correspondiente a los ensayos en la muestra recibida en el laboratorio, por el contrario, no se responsabiliza de la información proporcionada por el cliente asociada a la muestra así como sus datos descriptivos.

El laboratorio se compromete con la Imparcialidad y Confidencialidad de la información y los resultados (la aceptación de este informe implica la aceptación de la política relativa al tema y declarada en www.laboratoriolasas.com).

Los criterios de conformidad serán emitidos solamente si el cliente lo solicita por escrito.

INFORME DE RESULTADOS

INF LASA-17-01-24 -0196
ORDEN DE TRABAJO No. 24-102

INFORMACIÓN SUMNISTRADA POR EL CLIENTE		
SOLICITADO POR: GINA SOFIA AMAGUA GONZÁLEZ	DIRECCIÓN: MACHACHI	
TELÉFONO: 0991141764	TIPO DE MUESTRA: ALIMENTO	PROCEDENCIA: Proyecto de investigación
IDENTIFICACIÓN: CHOCOLATE SEMI AMARGO CON EDULCORANTE NATURAL - JARABE DE YACON 2% FE:19/11/2023 FV:19/11/2024 LOTE:19112023		

INFORMACIÓN DEL LABORATORIO			
MUESTREO POR:	SOLICITANTE	FECHA DE MUESTREO: -	INGRESO AL LABORATORIO: 08/01/2024
FECHA DE ANÁLISIS:	08-17/01/2024	FECHA DE ENTREGA:	17/01/2024
CÓDIGO DE MUESTRA:	24-263	REALIZACIÓN DE ENSAYOS: LABORATORIO	CÓDIGO INICIAL: M4

ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO

ITEM	PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	INCERTIDUMBRE U (k=2)	MÉTODO DE ENSAYO
1	GRASA ^(a)	%	39,1	± 2,8 %	PEE LASA FQ10-R5; AOAC 963.15; NTE INEN 535: 2013

El parámetro marcado con (a) ESTÁ incluido en el alcance de acreditación de A2LA.

Q.A. VANESSA RENTERIA
JEFE DE DEPARTAMENTO

Elaborado por: Belén Saavedra

Prohibida la reproducción parcial por cualquier medio sin permiso por escrito del laboratorio.

LASA se responsabiliza exclusivamente del resultado correspondiente a los ensayos en la muestra recibida en el laboratorio, por el contrario, no se responsabiliza de la información proporcionada por el cliente asociada a la muestra así como sus datos descriptivos.

El laboratorio se compromete con la Imparcialidad y Confidencialidad de la información y los resultados (la aceptación de este informe implica la aceptación de la política relativa al tema y declarada en www.laboratoriolasa.com).

Los criterios de conformidad serán emitidos solamente si el cliente lo solicita por escrito.

INFORME DE RESULTADOS

INF LASA-17-01-24 -0197
ORDEN DE TRABAJO No. 24-102

INFORMACIÓN SUMINISTRADA POR EL CLIENTE		
SOLICITADO POR: GINA SOFIA AMAGUA GONZÁLEZ	DIRECCIÓN: MACHACHI	
TELÉFONO: 0991141764	TIPO DE MUESTRA: ALIMENTO	PROCEDENCIA: Proyecto de investigación
IDENTIFICACIÓN: CHOCOLATE SEMI AMARGO CON EDULCORANTE NATURAL - MUESTRA CONTROL FE:19/11/2023 FV:19/11/2024 LOTE:19112023		

INFORMACIÓN DEL LABORATORIO			
MUESTREO POR:	SOLICITANTE	FECHA DE MUESTREO: -	INGRESO AL LABORATORIO: 08/01/2024
FECHA DE ANÁLISIS:	08-17/01/2024	FECHA DE ENTREGA:	17/01/2024
CÓDIGO DE MUESTRA:	24-264	REALIZACIÓN DE ENSAYOS: LABORATORIO	CÓDIGO INICIAL: M5

ANÁLISIS FÍSICO - QUÍMICO

ITEM	PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	INCERTIDUMBRE U (k=2)	MÉTODO DE ENSAYO
1	GRASA ^(a)	%	36,3	± 1,7 %	PEE LASA FQ1045; AOAC 963.15; NTE INEN 535:2013
2	PODER ANTIOXIDANTE FRAP ^(b)	mg/kg EAA	58900	-	Espectrofotometría FRAP

EAA: Equivalentes de ácido ascórbico
El parámetro marcado con (a) ESTÁ incluido en el alcance de acreditación de A2LA.

Q.A. VANESSA RENTERIA
JEFE DE DEPARTAMENTO

Elaborado por: Belén Saavedra

Prohibida la reproducción parcial por cualquier medio sin permiso por escrito del laboratorio.

LASA se responsabiliza exclusivamente del resultado correspondiente a los ensayos en la muestra recibida en el laboratorio, por el contrario, no se responsabiliza de la información proporcionada por el cliente asociada a la muestra así como sus datos descriptivos.

El laboratorio se compromete con la imparcialidad y Confidencialidad de la información y los resultados (la aceptación de este informe implica la aceptación de la política relativa al tema y declarada en www.laboratoriolasas.com).

Los criterios de conformidad serán emitidos solamente si el cliente lo solicita por escrito.

Anexo E: Ficha de análisis sensorial



UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI
Maestría en Ciencia y Tecnología de Alimentos
FICHA DE CATACIÓN



Fecha:

Género: Masculino..... Femenino

Tema: “Comparación del efecto de la sustitución de sacarosa por fruto del monje y jarabe de yacón en un chocolate semi amargo”

Instrucciones:

- Frente a usted se presenta cinco muestras de chocolate codificadas numéricamente. Por favor, observe y deguste cada una de ellas, de izquierda a derecha e indique el grado de gusto o disgusto para cada atributo en la tabla 2, de acuerdo con el puntaje o categoría observando la tabla 1.
- **RECUERDE** el enjuague bucal entre degustación y degustación con agua, misma que se encuentra a su derecha (Esquina superior).

Tabla 1

Escala hedónica de siete puntos

Puntaje	Categoría
1	Me disgusta extremadamente
2	Me disgusta mucho
3	Me disgusta moderadamente
4	No me gusta ni me disgusta
5	Me gusta moderadamente
6	Me gusta mucho
7	Me gusta extremadamente

Tabla 2

Calificación de los atributos para cada muestra de chocolate

Atributo	Código				
	607	424	583	357	684
Color					
Olor					
Dulzor					
Brillo					
Dureza					
Aceptabilidad global					

Comentarios.....
.....
.....
.....

GRACIAS POR SU COLABORACIÓN

Nota: Estos resultados evaluados serán utilizados únicamente para fines académicos

Anexo F: Validación de abstract

ABSTRACT- EVALUATION SHEET				
NAME: Gina Sofía Amagua González				
DATE: Lunes, 17 de febrero de 2025				
Topic: "Comparación del efecto de la sustitución de sacarosa por fruto del monje y jarabe de yacón en un chocolate semi amargo"				
MARKS AWARDED		QUANTITATIVE AND QUALITATIVE		
VOCABULARY AND WORD USE	Use new learnt vocabulary and precise words related to the topic	Use a little new vocabulary and some appropriate words related to the topic	Use basic vocabulary and simplistic words related to the topic	Limited vocabulary and inadequate words related to the topic
	EXCELLENT: 2 <input type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input checked="" type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
WRITING COHESION	Clear and logical progression of ideas and supporting paragraphs.	Adequate progression of ideas and supporting paragraphs.	Some progression of ideas and supporting paragraphs.	Inadequate ideas and supporting paragraphs.
	EXCELLENT: 2 <input type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input checked="" type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
ARGUMENT	The message has been communicated very well and identify the type of text	The message has been communicated appropriately and identify the type of text	Some of the message has been communicated and the type of text is little confusing	The message hasn't been communicated and the type of text is inadequate
	EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
CREATIVITY	Outstanding flow of ideas and events	Good flow of ideas and events	Average flow of ideas and events	Poor flow of ideas and events
	EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
SCIENTIFIC SUSTAINABILITY	Reasonable, specific and supportable opinion or thesis statement	Minor errors when supporting the thesis statement	Some errors when supporting the thesis statement	Lots of errors when supporting the thesis statement
	EXCELLENT: 2 <input checked="" type="checkbox"/>	GOOD: 1,5 <input type="checkbox"/>	AVERAGE: 1 <input type="checkbox"/>	LIMITED: 0,5 <input type="checkbox"/>
TOTAL/AVERAGE	9 - 10: EXCELLENT 7 - 8,9: GOOD 5 - 6,9: AVERAGE 0 - 4,9: LIMITED	TOTAL 9		



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA ESTATAL DEL CARCHI-
FOREIGN AND NATIVE LANGUAGES CENTER**

**Informe sobre el Abstract de Artículo Científico o
Investigación.**

Autor: Gina Sofía Amagua González

Fecha de recepción del abstract: 17 de febrero de 2025


Fecha de entrega del informe: 17 de febrero de 2025

El presente informe validará la traducción del idioma español al inglés si alcanza un porcentaje de: 9 – 10 Excelente.

Si la traducción no está dentro de los parámetros de 9 – 10, el autor deberá realizar las observaciones presentadas en el ABSTRACT, para su posterior presentación y aprobación.

Observaciones:

Después de realizar la revisión del presente abstract, éste presenta una apropiada traducción sobre el tema planteado en el idioma Inglés. Según la rúbrica de evaluación de la traducción en Inglés, ésta alcanza un valor de 9; por lo cual se valida dicho trabajo.

<p>Revisado por:</p> <p>Firmado digitalmente por JESSICA PAOLA YANDUN BECERRA Fecha: 2025.02.17 08:54:42 -05'00'</p>	<p>Aprobado por:</p>  <p>Firmado digitalmente por JUAN CARLOS LÓPEZ RUANO</p>
<p>Lcda. Jéssica Yandún Becerra Docente del CIDEN</p>	<p>MSc. Juan Carlos López Coordinador de Centros Académicos y de Formación Complementaria</p>