

**MINIPROYECTOS DE AULA COMO ESTRATEGIA EN EL APRENDIZAJE DE LA QUÍMICA A
TRAVÉS DE LA EXTRACCIÓN Y APLICACIÓN DE ANTOCIANINAS DE LA MORA DE
CASTILLA (*Rubus glaucus* Benth)**

FABIAN FRANCISCO FREYLE CORRO

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
MAESTRIA EN DOCENCIA DE LA QUÍMICA
BOGOTÁ D.C.
2023**

**MINIPROYECTOS DE AULA COMO ESTRATEGIA EN EL APRENDIZAJE DE LA QUÍMICA A
TRAVÉS DE LA EXTRACCIÓN Y APLICACIÓN DE ANTOCIANINAS DE LA MORA DE
CASTILLA (*Rubus glaucus* Benth)**

FABIAN FRANCISCO FREYLE CORRO

TESIS PARA OPTAR AL TITULO DE MAGISTER EN DOCENCIA DE LA QUÍMICA

**Directora:
DORA LUZ GÓMEZ AGUILAR
Doctora en Desarrollo Sostenible**

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
MAESTRIA EN DOCENCIA DE LA QUÍMICA
BOGOTÁ D.C.
2023**

TABAL DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	9
2. JUSTIFICACIÓN	11
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	13
3.1 Planteamiento de la propuesta de investigación.....	13
3.2 Problema de investigación.....	13
3.3 Formulación del problema.....	13
4. OBJETIVOS	14
4.1 Objetivo general.....	14
4.2 Objetivos específicos.....	14
5. ANTECEDENTES	15
5.1 Internacionales.....	15
5.2 Nacionales.....	15
5.3 Regional.....	16
6. MARCO TEÓRICO	18
6.1 Componente didáctico.....	18
6.2 Aprendizaje Basado en Proyecto (ABP).....	18
6.3 Los Miniproyectos.....	19
6.4 Enfoque STEAM.....	20
6.5 Gamificación.....	21
6.6 Competencias científicas.....	22
6.6.1 Competencia Científica de Indagación.....	24
6.7 La mora de Castilla.....	25
6.8 Las Antocianinas.....	26
6.8.1 Composición Química.....	27
6.8.2 Funciones en las plantas.....	28
6.8.3 Aplicaciones.....	29
6.8.4 Métodos de obtención.....	29
6.8.4.1 La maceración.....	30
6.8.4.2 El método de extracción soxleth.....	30
6.8.4.3 La percolación o lixiviación.....	31
6.8.4.4 La Hidrodestilación Asistida por Microondas (HAM).....	32
6.8.4.5 El método de extracción por Ultrasonido.....	32
6.8.5 Separación.....	33
6.8.5.1 Cromatografía en columna (CC).....	33
6.8.5.2 Cromatografía de capa fina.....	35
6.8.6 Caracterización.....	36
6.8.6.1 El ensayo de Shinoda.....	36
6.8.6.2 El ensayo de antocianidinas.....	36
6.8.6.3 Espectrofotometría.....	36

6.8.6.4 La espectroscopía FTIR.....	37
6.8.6.5 La cromatografía líquida de alta precisión (HPLC).....	38
7. METODOLOGÍA.....	40
7.1 Fase 1. Caracterización de la Competencia Científica de Indagación.....	41
7.1.1 Actividad 1: Prueba diagnóstica (Pretest).....	41
7.1.2 Actividad 2: Validación.....	43
7.1.3 Actividad 3: Selección del grupo objeto de la investigación.....	44
7.1.4 Actividad 4: Selección del Proyecto Formativo y del Programa de Formación.....	44
7.1.5 Actividad 5: Sesiones de trabajo.....	45
7.1.6 Actividad 6: Aplicación del pretest (Ver Anexo 1).....	46
7.2 Fase 2. Pretratamiento de la mora, extracción, caracterización, separación e identificación de las antocianinas.....	46
7.2.1 Procedimientos de Pretratamiento, extracción, separación e identificación de antocianinas.....	47
7.2.1.1 Actividad 1: Pretratamiento de la mora de Castilla.....	47
7.2.1.2 Actividad 2: Métodos de extracción de las antocianina.....	47
7.2.1.2.1 Método de maceración.....	49
7.2.1.2.2 Extracción por el método soxhlet.....	50
7.2.1.2.3 Extracción por Hidrodestilación Asistida por Microondas (HAM).....	49
7.2.1.2.4 Extracción por ultrasonido.....	49
7.2.1.3 Actividad 3: Concentración del extracto etanólico de antocianinas.....	50
7.2.1.4 Actividad 4: Separación por cromatografía en columna.....	50
7.2.1.5 Actividad 5: Identificación por Cromatografía de capa fina (TLC).....	50
7.2.2 Caracterización de antocianinas.....	51
7.2.2.1 Actividad 6: Caracterización cualitativa de antocianinas.....	51
7.2.2.1.1 Prueba de identificación para Flavonoides de Shinoda.....	51
7.2.2.1.2 Prueba de Zn + HCL.....	51
7.2.2.1.3 Caracterización por espectrofotometría UV-Vis.....	52
7.2.2.1.4 Caracterización por espectrofotometría de infrarrojo (FTIR-ATH).....	52
7.2.2.2 Actividad 7: Caracterización Cuantitativa por HPLC.....	52
7.3 Fase 3: Miniproyectos de aula.....	52
7.3.1 Actividad 1: Elaboración de helado rápido de mora con extracto de antocianinas como colorante.....	54
7.3.2 Actividad 2: Elaboración de crema hidratante con extracto de antocianinas.....	54
7.3.3 Actividad 3: Sensibilización de las celdas solares con antocianinas.....	54
7.4 Fase 4: Evaluación del modelo didáctico desarrollado (postest).....	55
8. RESULTADOS Y ANÁLISIS.....	56

8.1 Prueba diagnóstica (pretest) y postest.....	56
8.1.1 Resultados del pretest con relación a las subcategorías de la competencia científica de indagación.....	56
8.2 Resultados de la extracción de los extractos etanólicos.....	67
8.2.1 Preparación de la muestra de mora de Castilla.....	68
8.2.2 Métodos de extracción.....	69
8.2.2.1 Método de maceración.....	70
8.2.2.2 Método de percloración o lixiviación.....	70
8.2.2.3 Método soxhlet.....	71
8.2.2.4 Extracción por Hidrodestilación Asistida por Microondas (HAM).....	71
8.2.2.5 Extracción por ultrasonido.....	72
8.3 Concentración del extracto etanólico de antocianinas.....	73
8.4 Resultados de la separación de las sustancias por cromatografía de columna (TLC).....	74
8.5 Resultado de la identificación de antocianinas por cromatografía de Capa Fina.....	75
8.6 Resultado de la caracterización cualitativa.....	79
8.6.1 La prueba de identificación para Flavonoides de Shinoda.....	79
8.6.2 La prueba de Zn+HCL.....	80
8.6.3 Espectros FTIR - ATR de las antocianinas.....	81
8.6.4 Resultados de la caracterización por espectrofotometría UV-Vis.....	83
8.7 Resultados de la caracterización cuantitativa del HPLC.....	84
9. CONCLUSIONES.....	88
10. BIBLIOGRAFÍA.....	90
11. ANEXOS.....	91
Anexo 1. Pretest.....	99
Anexo 2. Proyecto Formativo.....	104
Anexo 3. Programa de Formación (Currículo).....	106
Anexo 4. Postest.....	108
Anexo 5. Guía de Aprendizaje Gamificada.....	114
Anexo 6. Narrativa y Reto STEAM.....	117
Anexo 7. Paso a paso de la elaboración de helado rápido de mora con colorante de antocianinas.....	121
Anexo 8. Materiales, equipos y reactivos (anexo),,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,,	122

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Categoría de indagación y las subcategorías.....	42
Tabla 2. Evaluación docente para el instrumento del pretest.....	43
Tabla 3. Sesiones de trabajo para implementación de la investigación.....	45
Tabla 4. Resultados de la pregunta 1 vs Subcategoría: Organizo información.....	57
Tabla 5. Resultados de la pregunta 2 vs Subcategoría: Acudo a los libros u otras fuentes de información para resolver situaciones científicas.....	58
Tabla 6. Resultados de la pregunta 3 vs Subcategoría Acudo a los libros u otras fuentes de información para resolver situaciones científicas.....	58
Tabla 7. Resultados de la pregunta 9 vs Subcategoría: Establezco relaciones entre la información contenida en tablas o gráficos con conceptos científicos.....	59
Tabla 8. Resultados de la pregunta 10 vs Subcategoría: Establezco relaciones entre la información contenida en tablas o gráficos con conceptos científicos.....	60
Tabla 9. Resultados de la pregunta 4 vs Subcategoría: Formulo preguntas sobre eventos o fenómenos.....	61
Tabla 10. Resultados de la pregunta 5 vs Subcategoría: Planteo y desarrollo procedimientos para abordar problemas científicos/estrategias de solución posibles.....	61
Tabla 11. Resultados de la pregunta 6 vs Subcategoría: Realizo experimentos y demostraciones.....	62
Tabla 12. Resultados de la pregunta 8 vs Subcategoría Realizo mediciones de diferentes magnitudes.....	63
Tabla 13. Porcentaje de pérdida de peso de la muestra de mora de Castilla secada en el horno de convección.....	69
Tabla 14. Medidas de la placa A (en cm).....	77
Tabla 15. Resultados de los Rf de la placa A: ultrasonido, Hidrodestilación Asistida por Microondas y maceración.....	77
Tabla 16. Medidas de la placa B (en cm).....	78
Tabla 17. Resultados de los Rf de la placa B: ultrasonido, Hidrodestilación Asistida por Microondas y maceración.....	78

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP).....	19
Figura 2. Miniproyecto de aula.....	20
Figura 3. Reto STEAM.....	20
Figura 4, Gamificación.....	21
Figura 5: Elementos de la Gamificación.....	22
Figura 6. Competencias científicas.....	23
Figura 7. Subcategorías de la competencia indagar.....	25
Figura 8. Fruto de la mora de Castilla, categoría extra.....	25
Figura 9. Estructura general de los flavonoides, proveniente de los productos de la ruta del ácido shikímico y el ácido malónico.....	27
Figura 10. Estructura química general de las antocianinas.....	28
Figura 11. Método de extracción por Maceración.....	30
Figura 12. Extracción por el método soxhlet.....	31
Figura 13. Método de extracción por Percloración.....	31
Figura 14. Extracción por Hidrodestilación Asistida por Microondas (HAM).....	32
Figura 15. Extracción por Tecnología de Ultrasonido.....	33
Figura 16. Cromatografía en columna (CC).....	34
Figura 17. Fracciones de la Cromatografía en columna (CC).....	35
Figura 18. Cromatografía de capa fina (TLC).....	35
Figura 19. Reacción de Shinoda.....	36
Figura 20. Esquema de un espectrofotómetro convencional.....	37
Figura 21. Componentes del FTIR-ATH.....	38
Figura 22. Diagrama interior de un espectrofotómetro FTIR con interferómetro de Michelson.....	38
Figura 23. Cromatógrafo líquido de alta presión (HPLC).....	39
Figura 24. Metodología de la investigación.....	40
Figura 25. Diagrama de la Fase 1 de la caracterización de la Competencia Científica de Indagación.....	41
Figura 26. Diagrama de la Fase 2: Pretratamiento de la mora, extracción, caracterización, separación e identificación de antocianinas.....	47
Figura 27. Escala de color de la mora de Castilla.....	48
Figura 28. Diagrama de la selección y pretratamiento de la mora de Castilla.....	48
Figura 29. Diagrama de la Fase 3: Aplicación de las antocianinas: Miniproyectos de aula.....	53
Figura 30. Diagrama de la Fase 4: Evaluación del modelo didáctico desarrollado (postest).....	55
Figura 31. Aprendices preparando las soluciones para los métodos de extracción.....	67.
Figura 32. Preparación de la mora de Castilla.....	68
Figura 33. Mora lavada, arreglada, tajada, pesajes de 50 g y colocada en el	

horno de convección a 60 °C/48 h.....	69
Figura 34. Métodos de extracción de antocianinas.....	70
Figura 35. Extracto de antocianinas por método de maceración.....	70
Figura 36. Extracto de antocianinas por método de percloración o lixiviación.....	71
Figura 37. Extracción de antocianinas por método soxhlet.....	71
Figura 38. Extracto de Hidrodestilación asistida por microondas.....	72
Figura 39. Extracción por ultrasonido.....	72
Figura 40. Métodos de rotavapor, baño de María y reflujo para la concentración de las antocianinas.....	73
Figura 41. Muestra de antocianina concentrada.....	74
Figura 42. Cromatografía de columna. a. Mezcla del extracto de antocianina y la silica gel antes de añadirla en la columna. b. Montaje de la Columna de cromatografía con la muestra y el primer solvente. c. Separación de los pigmentos con el Etanol.....	74
Figura 43. Cromatografía de columna: a. Solvente: Éter de petróleo (C ₆ H ₁₄), b. Solvente: Acetona (CH ₃ (CO)CH ₃), c. solvente: Acetona (CH ₃ (CO)CH ₃)....	75
Figura 44. Fracciones obtenidas en la cromatografía de columna.....	75
Figura 45. Cromatografía en capa fina, proceso de sembrado.....	76
Figura 46. Cromatografía en capa fina, placas A y B.....	76
Figura 47. Cromatografía en capa fina, placa B, longitud de onda: 225 nm.....	77
Figura 48. Cromatografía en capa fina, placa B, longitud de onda: 365 nm.....	78
Figura 49. Placa B a 225 nm.....	79
Figura 50. Placa B a 365 nm.....	79
Figura 51. Blanco sin tratar (Izquierda) Prueba con Zn (Medio) Prueba de Shinoda (Derecha).....	80
Figura 52. Ensayo Zn+HCL con extracto de Hidrodestilación Asistida por Microondas (HAM).....	81
Figura 53. La muestra de la izquierda corresponde al blanco, la muestra del centro es tratada con Zn y la muestra de la izquierda Reactivo de Shinoda.....	81
Figura 54. FTIR-ATH de antocianinas extraída por el método de ultrasonido.....	82
Figura 55. Elaboración de Helado rápido de mora.....	86
Figura 56. Elaboración de crema hidratante con adición de antocianinas.....	87
Figura 57. Elaboración de Helado rápido de mora.....	87

LISTA DE GRÁFICAS

Grafica 1. Comparación del pretest y el postest de las subcategorías de indagar...	66
Gráfica 2. Espectro IR Extracto de antocianinas.....	82
Gráfica 3. Espectro de absorción del extracto por método Maceración.....	83
Gráfica 4. Espectro de absorción del extracto por método Soxhlet.....	84
Gráfica 5. Cromatograma de referencia.....	84
Gráfica 6. Cromatograma Extracto de antocianinas.....	85

1. INTRODUCCIÓN

El presente estudio de investigación se llevó a cabo en las instalaciones de la Tecnoacademia Nodo Cazucá del Centro Industrial y de Desarrollo Empresarial de Soacha (CIDE) del Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA) y en los laboratorios de química del Departamento de Química de la Universidad Pedagógica Nacional (UPN), es bien conocido que, el proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias naturales y en particular de la química presenta muchas dificultades debido a la teorización, y la descontextualización de las misma, mostrándolas como un conjunto de conocimientos que están desligados de la realidad y que no presentan ningún nexo palpable con el contexto real, social y cotidiano del entorno de los estudiantes (Moraga et al., 2019; Parga & Piñeros, 2018).

En este sentido se manifiesta una falta de relación y aplicación de los conocimientos de la química con los fenómenos y situaciones cotidianas, por tal motivo, se hace necesario realizar un esfuerzo en utilizar modelos o prácticas de laboratorio que permitan generar la relación entre la teoría, la práctica de laboratorio y la realidad de los estudiantes que asisten al laboratorio de química de la Tecnoacademia (Moraga et al., 2019).

La Tecnoacademia es un programa especial del SENA que imparte Formación Profesional Integral Complementaria a los jóvenes que asisten a sus Programas de Formación, en contra jornada a su proceso de educación formal. En la Tecnoacademia Cazucá se cuenta con los ambientes de formación de diseño mecánico, electrónica y robótica, diseño multimedia, diseño 2D, diseño 3D, desarrollo de software, ciencias naturales en las áreas de física y química, biotecnología y nanotecnología. La Tecnoacademia es un escenario de aprendizaje, dotado de tecnologías emergentes para desarrollar competencias orientadas a la innovación, a través de la formación por proyectos, para optimizar el conocimiento útil que habilite el aprendiz para el mundo del trabajo con soluciones innovadoras para las empresas y los sectores productivos (SENA, 2010).

El docente ha de tener en cuenta que enseñar a realizar investigación es un proceso de acercamientos, de ensayos, de intentos, de triunfos y fracasos, de mucho análisis y reflexión, de curiosidad e innovación y sobre todo de disciplina académica (orden teórico – metodológico). Es decir, el docente ejercerá el rol de mediador, asesor, guía en situaciones significativas y relevantes para motivar a los alumnos en la

transformación de la información en conocimiento mediante el trabajo autónomo y en equipo (Rivadeneira, et al., 2017).

Es por ello, que con esta investigación se busca, a través de una estrategia metodológica, que implica el Aprendizaje Basado en Proyecto (ABP), por intermedio de la formación por miniproyectos de aula que permitan desarrollar y fortalecer este componente investigativo, con proyectos aplicados que planteen soluciones reales a problemáticas y/o necesidades cotidianas, como pueden ser soluciones ambientales, aplicaciones tecnológicas e industriales, mejoramiento de la salud, aportes culinarios, entre otros. Todo lo anterior, se enfoca en propiciar una educación de calidad que integre al individuo al siglo XXI con el desarrollo de la competencia científica de indagación en ciencia, tecnología, investigación e innovación con complicitad del enfoque STEAM y el uso de guías gamificadas.

El trabajo investigativo se centra en la extracción de pigmentos naturales de antocianinas a partir de la mora de Castilla (*Rubus glaucus*, Benth), por intermedio de varios métodos de extracción como son: maceración, soxhlet, percolación, Hidrodestilación Asistida por Microondas (HAM) y ultrasonido; posterior a la extracción se realizará la separación, purificación y caracterización de estas por métodos cualitativas como la de Shinoda, FTIR-ATH, UV-Vis y prueba cuantitativa de HPLC La aplicación de varios métodos permite un mayor aprendizaje, afianzamiento de conocimiento, analizar, reflexionar, contrastar y capacidad para poder seleccionar el método adecuado de extracción de pigmentos naturales. Las antocianinas extraídas se aplican en diferentes productos, tales como alimentos, productos cosmetológicos, en un prototipo de celda solar, entre otros.

2. JUSTIFICACIÓN

En la enseñanza de las ciencias naturales es indispensable abordar el análisis de fenómenos biológicos, físicos y químicos para el entendimiento de leyes y conceptos científicos. Hay dificultades que son manifiestas en el aprendizaje de la química, estas debidas a diferentes factores, como pueden ser desinterés, falta de motivación, animadversión a la asignatura; malas bases en ciencias naturales, entre otras. Aunque como sugiere Cárdenas (2017), es generalmente aceptado que muchos estudiantes encuentran difícil de aprender unos temas de química más que otros. Por lo menos en parte, estas dificultades pueden explicarse teniendo en cuenta factores internos a los estudiantes como su capacidad de procesamiento de información y factores externos como la naturaleza propia de la Química. Otra situación no menos importante, que las descritas anteriormente es la ruptura existente entre la teoría y el contexto real de los aprendices, por tanto, es necesario implementar estrategias pedagógicas y modelos didácticos que medien para lograr integrar el proceso educativo con lo cotidiano. Una estrategia metodológica útil en este proceso es el Aprendizaje Basado en Proyecto (ABP), en conjunto con la implementación de retos a través del enfoque STEAM, el uso de guías gamificadas y el modelo didáctico de miniproyectos de aula.

Los miniproyectos permiten que se desarrollen competencias científicas de identificación, indagación, explicación, comunicación y trabajo en equipo; todas estas planteadas en Colombia como competencias específicas de las ciencias naturales (ICFES, 2007). Los miniproyectos aplicados en las ciencias experimentales permiten una alternativa para mejorar la enseñanza de la química, estos proponen pequeñas tareas/proyectos novedosos basados en la resolución de problemáticas esencialmente prácticas de laboratorio, en el que se busca la autonomía como reflexión del estudiantado en búsqueda del aprendizaje. En este caso, el interés particular es el de abordar la competencia científica de indagación.

Este tipo de aprendizaje a través de los miniproyectos, en el cual el estudiante es el responsable de su propio proceso de aprendizaje al reconstruir saberes propios de la cultura e incluso puede llegar a estadios más avanzados, como son el descubrimiento o la invención (Erazo, 2014). El aprendizaje es la asimilación de la información que llega al estudiante incorporándola a su estructura cognitiva. En este tipo de aprendizaje se correlaciona la información o conocimientos con aspectos relevantes de la estructura cognitiva, haciendo que los conocimientos tomen mayor importancia y aplicabilidad (Salazar, 2012). En el aprendizaje de la química es útil la resolución de problemas

como una estrategia didáctica que propicia la comprensión de los contenidos y la promoción de la memoria a largo plazo, y, por tanto, un fortalecimiento en el aprendizaje.

El modelo didáctico por miniproyectos surge como una alternativa o estrategia de enseñanza - aprendizaje, utilizado como un vehículo para motivar a los alumnos, destacando la significancia de la experiencia en los estudiantes a partir de la aplicación de procedimientos contextualizados, los cuales parten de la cotidianidad haciendo el estudio de la ciencia más cercano y vivencial (Caicedo, 2015).

Utilizando la investigación en la “*Extracción de pigmentos naturales de antocianinas a partir de mora de Castilla (Rubus glaucus, Benth)*”, integrada con los miniproyectos de aula, se facilita como una estrategia que permite cautivar la atención de los estudiantes en el aprendizaje de conceptos de la química orgánica y hacer que logren un vínculo entre lo teórico y lo práctico en la aplicación de estos pigmentos en productos industriales bajo un contexto real (elaboración de alimentos, productos cosmetológicos, prototipo de fotoceldas, etc.).

Por lo tanto, se selecciona la mora de Castilla como fuente de antocianinas para el desarrollo de este trabajo de investigación, debido a que se produce en la zona rural del municipio de Soacha, su disponibilidad, bajo precio, fuente de diversos productos alimenticios como yogur, helado, postres, mermeladas, jugos, fermentos, entre otros. Además, es una fuente de antioxidantes, vitamina C, y otros compuestos químicos importantes para la nutrición. Adicionalmente, en el laboratorio de química de la TecnoAcademia Cazucá desde el 2015, se viene realizando diferentes prácticas que involucran la mora y se pretende mostrar a los aprendices las diferentes bondades de esta fruta que ha venido creciendo en producción y consumo en el país.

No obstante, la mora es uno de los frutos más consumidos por los colombianos (FAO, 2013). De igual forma, del total de la producción de la mora, el 80% se destina a consumo nacional, de lo cual el 60% es procesado para la elaboración de jugos, mermeladas y salsas. El 20% restante de la producción total es destinado a la exportación, la cual se dirige principalmente a la comunidad latina de Estados Unidos y Europa (FAO, 2013). Además, la producción de mora del país superó las 140.000 toneladas en 2020 y Cundinamarca es el segundo productor en el país (Minagricultura, 2021). Pero, Soacha que presenta condiciones agroambientales adecuadas para implementar este cultivo, sin embargo, no se ha desarrollado en plenitud; por esto, el presente trabajo pretende dar a conocer todas las bondades de la mora de Castilla para estimular la producción y consumo local.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

3.1 Planteamiento de la propuesta de investigación

El desarrollo de la presente investigación se basa en realizar la identificación, selección y desarrollo de la competencia científica de indagación para fortalecer las subcategorías de Organizo información relevante para responder una pregunta, Acudo a los libros u otras fuentes de información para resolver situaciones científicas, Establezco relaciones entre la información contenida en tablas o gráficos con conceptos científicos, Formulo preguntas sobre eventos o fenómenos, Planteo y desarrollo procedimientos para abordar problemas científicos/estrategias de solución posibles, Realizo experimentos y demostraciones, Realizo mediciones de diferentes magnitudes, entre otras, en los estudiantes del grado noveno de la Tecnoacademia Cazucá del CIDE de Soacha - SENA a partir de implementación de las metodologías de enseñanza de los miniproyectos de aula, lo cual permite realizar una transformación de la práctica docente que facilite mejorar el proceso de la enseñanza - aprendizaje y por tanto, motivar el aprendizaje de la química por intermedio de los miniproyectos de aula, para lograr integrar los aspectos teórico práctico de la química con el contexto real del aprendiz; además, facilitar el aprendizaje de la química, que por su misma naturaleza la hace ser compleja para las personas e incrementar los resultados de aprendizaje relacionados con la competencia del Programa de Formación a través de la selección de un Proyecto Formativo.

3.2 Problema de Investigación

Hoy en día, la sociedad exige ante los procesos de enseñanza – aprendizaje que, los aprendices desarrollan capacidades competentes para resolver problemas cotidianos, por lo tanto, es fundamental que aborden nuevas situaciones de su realidad, a partir de la competencia científica de indagación y puedan determinar la causalidad y los efectos de dicha situación. Es así como, los aprendices deben generar conciencia sobre la importancia del desarrollo de la competencia científica de indagación y su aplicación en contextos reales.

3.3 Formulación del problema

¿De qué manera la implementación de una estrategia metodológica basada en miniproyectos en el aula en la extracción, separación, caracterización, purificación y aplicación de antocianinas de la mora de Castilla (*Rubus glaucus* Benth) contribuirá al desarrollo y fortalecimiento de la competencia científica de indagación de los aprendices del laboratorio de química de la Tecnoacademia Cazucá?

4 OBJETIVOS

4.1 Objetivo general

Implementar los miniproyectos de aula como estrategia en el aprendizaje de la química a través de la extracción, separación, cuantificación y aplicación de antocianinas presentes en la mora de Castilla (*Rubus glaucus* Benth) para el desarrollo y fortalecimiento de la competencia científica de indagación en aprendices de la TecnoAcademia Cazucá del CIDE de Soacha – SENA

4.2 Objetivos específicos

- Diagnosticar la competencia científica de indagación en los estudiantes del grado noveno de la Tecnoacademia Cazucá en química.
- Realizar la extracción, separación, identificación y cuantificación de antocianinas en la mora de Castilla con aplicaciones industriales para la elaboración de miniproyectos.
- Evaluar la estrategia metodológica basada en miniproyectos de aula para el desarrollo y fortalecimiento de la competencia científica de indagación.

5 ANTECEDENTES

Dentro de los antecedentes encontrados en la revisión bibliográfica que presentan importancia para la elaboración del trabajo investigativo y que contribuyen en alguna forma para la elaboración del escrito teniendo en cuenta los siguientes elementos: extracción y caracterización de antocianinas y los miniproyectos de aula.

5.1 Internacionales

En este artículo Aguilera et al. (2018) muestra que en España no abundan autores con una excelsa producción referente a esta temática, pues esta línea de investigación es aún incipiente y abogan por un incremento de los estudios dirigidos a evaluar los beneficios de la enseñanza basada en la competencia científica de indagación en las diferentes etapas educativas.

En este trabajo Colín (2019) muestra la intervención docente mediante miniproyectos, como estrategia metodológica para la enseñanza de la ciencia. A partir de investigación acción, se presenta cómo se desarrolla la didáctica a través de miniproyectos, mientras que se fortalece la adquisición de competencias de pensamiento científico en los alumnos, conectando así los modelos teóricos con la realidad de los estudiantes.

El autor Sangoluisa et al. (2019) evalúa el efecto del método de extracción y purificación de los pigmentos de la flor de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa*) en la eficiencia energética de celdas solares electroquímicas.

5.2 Nacionales

En esta tesis Umbarila & Limas (2020) dan a conocer el proceso de diseño e implementación de los miniproyectos en el desarrollo de habilidades científicas, en estudiantes de grado décimo de la Institución Educativa Eduardo Santos, en el contexto de los ácidos y las bases, con relación a la vida diaria. Abordaron los conceptos propios de la química en contextos diferentes que facilitó el desarrollo de cada miniproyecto, se evidenció un avance por parte de los estudiantes y su progreso en cada una de las habilidades planteadas.

En esta investigación Cifuentes (2020) describe las transformaciones en las prácticas de aula a partir de la implementación del marco de la enseñanza para la comprensión,

en el desarrollo de las competencias de indagación y explicación de fenómenos en estudiantes de primero y quinto de educación básica primaria.

La autora Díaz-Rincon (2019) estandarizó el proceso de obtención de antocianinas a partir de *Rubus glaucus Benth*, mediante de la técnica de suspensiones celulares; y utilizó el método de pH diferencial para la cuantificación.

5.3 Regional

Las autoras Barreto & Ortiz (2020) en la ejecución de la estrategia didáctica basada en miniproyectos lograron la obtención de un aprendizaje de los conceptos de mezclas químicas propuesta para dicha investigación.

En el presente trabajo Oviedo (2019) evidenció que el trabajo con la metodología de indagación desde la dimensión cognitiva proporciona a los estudiantes evidencias científicas que les permiten generar preguntas. Desde la dimensión socioafectiva se observó como la metodología de la indagación fomentó el trabajo colaborativo, el cual es un motivador en los procesos de construcción significativa de aprendizajes.

En esta investigación Romo (2018) se lleva a cabo la extracción por maceración del material vegetal para obtener los pigmentos, después de obtenido el extracto se procede a filtrar y a realizar la identificación de antocianinas con la reacción de Shinoda se observa reacción positiva para antocianinas de coloración rojo escarlata.

6 MARCO TEORICO

Para el desarrollo de este trabajo de investigación se tuvieron en cuenta aspectos tanto de área de la didáctica, como del área disciplinar de la química para dar soporte teórico a esta investigación, a continuación, se abordan los principales temas de soporte o referentes.

6.1 Componente didáctico

En el campo didáctico se proporcionan estrategias aplicables en el aula de clase que van a permitir identificar problemas, replantear y consolidar procedimientos de enseñanza y aprendizaje de la química, por tal razón, se abordan los siguientes temas teóricos.

6.2 Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP)

El Aprendizaje Basado en Proyectos es considerado una metodología o estrategia de enseñanza - aprendizaje, donde los estudiantes protagonizan su propio aprendizaje, desarrollando un proyecto de aula que permita aplicar los saberes adquiridos sobre un producto o proceso específico, poniendo en práctica todo el sistema conceptual para resolver problemas reales (ver figura 1). Al abordar el proceso de enseñanza-aprendizaje desde una perspectiva interdisciplinar, se ha de incorporar una metodología innovadora que hace que la enseñanza se sitúe en una dimensión transformadora, con capacidad para dar respuesta a las diferentes demandas que actualmente se proponen desde los distintos campos profesionales, sociales y científicos. Las bondades de esta novedosa metodología se verán concretada en los resultados que se obtengan cuando alumnos y docentes, planteen un determinado proyecto, relacionado a una experiencia y un tema específico, lo cual requiere como medida imprescindible y necesaria, del trabajo colaborativo para la consecución de los objetivos proyectados (Milton & Tapia, 2017).

La aplicación del Aprendizaje Basado en Proyecto tiene sus ventajas como la presentación de trabajos innovadores e interdisciplinarios; por otra parte, es un reto. El ABP es un enfoque didáctico que permite hacer uso de estrategias de aprendizaje activo; para este caso en particular dicho enfoque se aplica a partir de los miniproyectos,

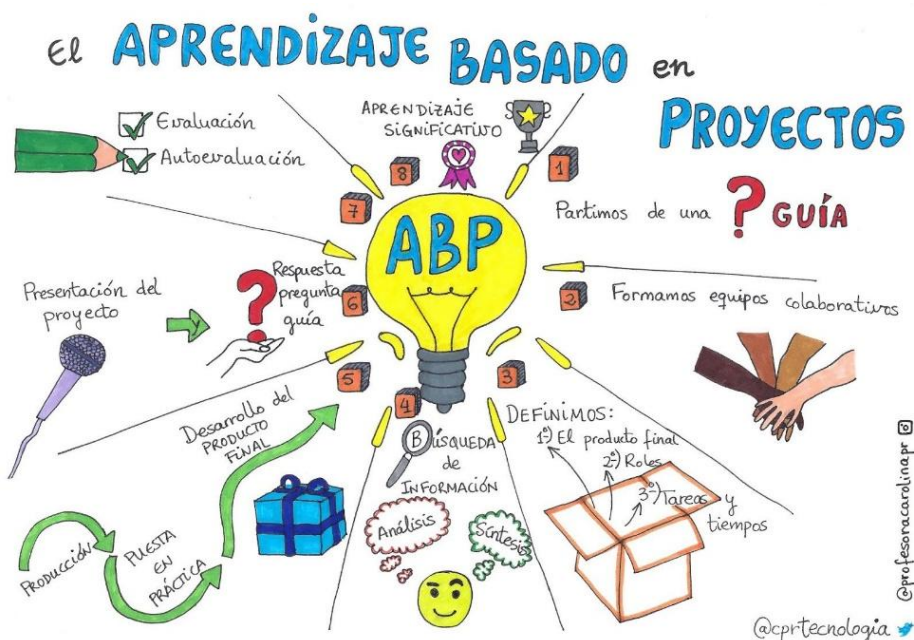


Figura 1. Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP).

Fuente: <https://view.genial.ly/5f20cb106882cb0da006df21/vertical-infographic-timeline-aprendizaje-basado-en-proyectos-abp-7-ventajas>

6.3 Los Miniproyectos

Los Miniproyectos se entienden como pequeñas tareas que representen situaciones novedosas para los alumnos, dentro de las cuales ellos deben obtener resultados prácticos por medio de la experimentación (Caicedo, 2015). Presentan características como el planteamiento de un problema que no posea solución inmediata, el desarrollo de un trabajo práctico, la aplicación de conceptos y otros aspectos que muestran cómo el trabajo de aula se desarrolla dentro de un ambiente de interacción entre estudiantes y docente basada en la discusión (Cárdenas et al., 1995; citados por Ruiz, 2007). Se entienden como todas aquellas herramientas que el docente utiliza en el aula con el objetivo de estimular la participación de los estudiantes en la construcción de su propio conocimiento. Los miniproyectos permiten desarrollar en el estudiante competencias que le permitan realizar una investigación creativa en el mundo del conocimiento. Su propósito es, vincular los programas académicos con la enseñanza en nuestro caso de la química (Torres, 2010).

Los miniproyectos, planteados inicialmente por Hadden y Johnstone (Cárdenas, et al., 1995). Las características que presenta este modelo, son una concepción de ciencia dinámica, influenciada por el contexto del sujeto que la construye, un educando activo y promotor de su propio aprendizaje, a quien se le valora y reconoce sus presaberes, motivaciones y expectativas frente a la ciencia y, a un docente que hace parte del proceso como promotor de un escenario dialógico, un ambiente de aula adecuado para configurar un proceso de enseñanza y aprendizaje de la ciencia significativo, permanente y dinámico (Ruiz, 2007).

Los miniproyectos son prácticas que reemplazan las guías o recetas de laboratorio por problemas abiertos diseñados para estimular el pensamiento y la creatividad individual, a ser solucionable por varios métodos y permitir más de una respuesta correcta, apoyados en el trabajo práctico de laboratorio, que surgen como una alternativa o estrategia de enseñanza - aprendizaje, como diferentes situaciones planteadas a manera de preguntas con múltiples posibles soluciones o cerrados a situaciones con una única vía de solución, a los cuales intentaron dar respuesta a las necesidades del momento, exigiendo una aplicabilidad a lo aprendido así como la posibilidad del planteamiento de diversas soluciones a problemas que se presentaban (Caicedo, 2015) (ver figura 2).



Figura 2. Miniproyecto de aula.

Fuente: <https://prezi.com/b94pfb96ep1w/los-miniproyectos/>

6.4 Enfoque STEAM

La aparición del movimiento maker y la filosofía DIY (Do It Yourself) está provocando el desarrollo de nuevas metodologías, enfoques y recursos educativos que se basan en principios como la creación, la colaboración y el aprender haciendo. Uno de estos nuevos enfoques es STEAM, que se fundamenta en la necesidad de apostar por las ciencias (S), la tecnología (T), la ingeniería (E), las artes (A) y las matemáticas (M) de manera transversal e interdisciplinar, para transformar los procesos de enseñanza aprendizaje, en procesos integrados y creativos (Yakman, 2008a) (ver figura 3).



Figura 3. Reto STEAM.

Fuente: <https://es.linkedin.com/pulse/retos-para-el-establecimiento-de-una-educaci%C3%B3n-en-lina-marcela>

El enfoque educativo STEAM nace en 2008, con la idea de convertir el proceso de enseñanza y aprendizaje en un proceso integrado y creativo (Yakman, 2008a) Si bien en sus comienzos, se le haya atribuido como un término de moda que utilizaban para llamar la atención u obtener financiación (García-Carmona, 2020; Toma y García-Carmona, 2021; Toma y Retana-Alvarado, 2021) poco a poco se ha convertido en el modelo perfecto que permite el desarrollo del pensamiento lógico, científico y matemático, al mismo tiempo que mejora la creatividad y la motivación, fomentando en los estudiantes las habilidades necesarias para el siglo XXI (Greca, 2018). Principalmente, porque la enseñanza de las ciencias se centra en alcanzar la competencia científica, enfocándose sobre todo en la actividad experimental.

6.5 Gamificación

La gamificación o ludificación es una propuesta pedagógica que utiliza los elementos del juego en un contexto no lúdico, colocando al estudiante en el centro de su proceso de aprendizaje (Fiestas & Founes, 2022). La efectividad de esta estrategia radica en que a través de actividades que involucren trabajos individuales y colaborativos, el estudiante aumente su motivación y compromiso, produciendo cambios significativos en su comportamiento orientados a desarrollar una actitud reflexiva en donde el estudiante se vuelva consciente de su aprendizaje dentro y fuera del aula (García & Fernández, 2022) (ver figura 4).



Figura 4, Gamificación.

Fuente: <http://elearningmasters.galileo.edu/2017/03/22/gamificacion-en-la-educacion-con-brainscape/>

La gamificación como se menciona anteriormente utiliza elementos básicos del juego como son: dinámicas (emociones, narración, límites, progresión), mecánicas (desafíos, recompensas, retroalimentación, competencia,) y componentes (logros, misiones, niveles, insignias), los cuales diversos autores coinciden en que para una experiencia gamificada en el contexto educativo tenga éxito, depende de la correcta implementación de estos (Rodríguez, et al. 2022; Navarro-Mateos et al.2021) (ver Figura 5).



Figura 5: Elementos de la Gamificación.

Fuente: <https://parapnte.educacion.navarra.es/2016/10/04/gamificacion-en-el-aula-mooc/>

La gamificación representa una herramienta poderosa para ayudar a motivar a los alumnos en clase y con ello facilitar el proceso de enseñanza aprendizaje y como recurso didáctico, es una metodología emergente, proporcionando en educación la motivación de los alumnos (Bastardo & Cortez, 2023).

La gamificación utiliza los principios del juego para generar un proceso activo donde nunca se pierde y todos sus participantes ganen, al lograr un aprendizaje auténtico. En la actualidad la gamificación educativa es una tendencia basada en la unión del concepto ludificación y aprendizaje al potenciar el proceso de enseñanza- aprendizaje para que este se vuelva efectivo mediante la motivación del estudiante por el contenido y potencia su creatividad (Marín, 2015)

A través de la gamificación, se valora y premia con insignias el esfuerzo, no sólo el logro, como en la metodología de enseñanza tradicional, implica un aumento significativo de tareas acabadas y aumenta el rendimiento por parte del usuario (Parra-González, 2019).

Dentro del ámbito educativo, en los últimos años, la gamificación se ha proyectado como una estrategia didáctica ligada a la innovación. Su gradual incorporación al aprendizaje se ha dado mediante distintas modalidades, entre las que se evidencia su uso en línea, semipresencial y presencia (Bastardo & Cortez, 2023).

6.6 Competencias científicas

Las competencias científicas son un conjunto de conocimientos, capacidades y actitudes que permiten actuar e interactuar significativamente en contextos en los que se necesita "producir, apropiar o aplicar comprensiva y responsablemente los conocimientos científicos (Hernández et al., 2010). Es importante contribuir al desarrollo

de competencias científicas para que el estudiante resuelva problemas reales, a partir de la búsqueda adecuada de información en fuentes confiables y su lectura, con el propósito de desarrollar habilidades analíticas, críticas y creativas (Rendón-Fernández, & Gómez, 2020).

El Ministerio de Educación Nacional, en el año 2004, desarrolló una guía sobre los estándares básicos de competencias en ciencias naturales y sociales, buscando rediseñar los planes de estudio institucionales y posibilitar el mejoramiento de estrategias didácticas utilizadas por el docente para desarrollar y evaluar desempeños de competencias en los estudiantes. En 2005, se lleva a cabo un foro nacional de competencias científicas, donde se resaltaron y socializaron experiencias significativas para desarrollar competencias científicas en los educandos (Coronado, 2015).

El ICFES (Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior) (2007) conceptúa sobre las competencias como capacidad de saber e interactuar en un contexto material y social.

Según este organismo, las competencias específicas que se ha considerado importante desarrollar en el aula de clase, son (ver figura 6):

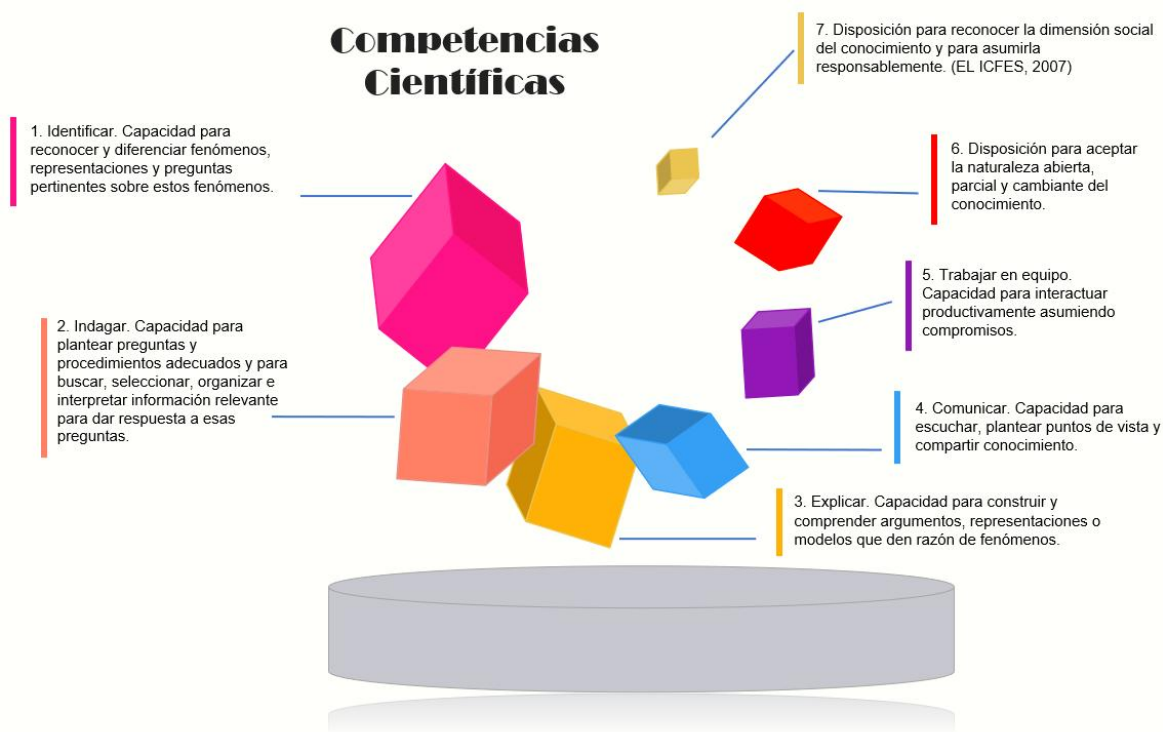


Figura 6. Competencias científicas.

Fuente: Autor

Según Adams et al. (2006), la competencia científica se define como "los conocimientos científicos de un individuo y el uso de ese conocimiento para identificar problemas, adquirir nuevos conocimientos, explicar fenómenos científicos y extraer conclusiones basadas en pruebas sobre cuestiones relacionadas con la ciencia".

6.6.1 Competencia científica de indagación.

Se entiende la indagación como conjunto de habilidades procedimentales que se deben desarrollar a nivel escolar, por otro lado, las acciones propias de los hombres y mujeres de ciencia, en contextos reales. Y finalmente, la indagación concebida como estrategia didáctica que desarrolla habilidades científicas. Quiere decir esto último que la enseñanza de las ciencias basada en la indagación "no es un contenido a enseñar y aprender sino una forma de enseñar y aprender, es decir, un enfoque didáctico y metodología de aula útil para aprender" (Lagarón, 2007).

La competencia de indagar (categoría) "incluye la acción planeada, orientada a la búsqueda de información que ayude a establecer la validez de una respuesta preliminar. Esta acción puede tener distintos grados de elaboración" (ICFES, 2007). Esto "implica la disposición, por parte del sujeto, de un conocimiento acerca del cual reflexionar para hacer consciencia de este y para relacionarlo con los procesos de indagación científica" (ICFES, 2007).

La competencia de indagación consiste, básicamente, en aplicar el método científico a la solución de problemas. En la metodología de investigación científica, el insumo de partida son las preguntas. Nuestro desarrollo científico y tecnológico actual se debe, en gran medida, a la curiosidad del ser humano o esa capacidad de preguntarse sobre los mecanismos invisibles que producen los fenómenos naturales. Las preguntas no son solo un asunto de científicos: cualquiera puede preguntarse acerca del mundo, la vida, el universo o de asuntos aparentemente triviales de nuestra cotidianidad. (Bustamante-Vergara, 2019).

Dentro de la categoría de indagar se tienen las siguientes subcategorías (ver figura 7):

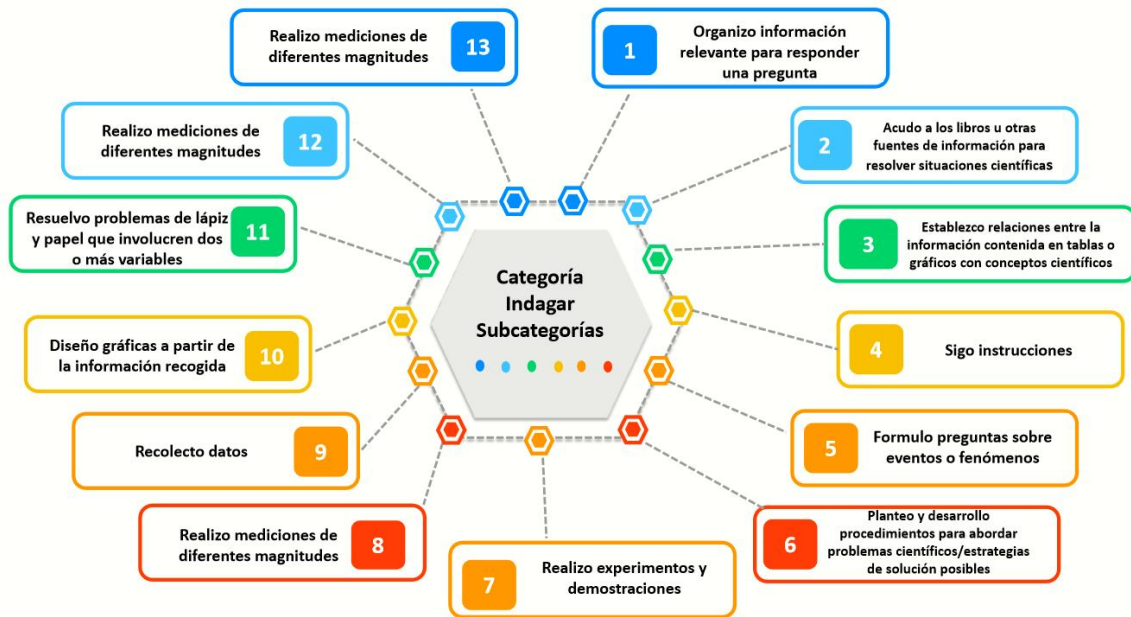


Figura 7. subcategorías de la competencia indagar.

Fuente: Coronado & Arteta, 2015

6.7 La Mora de Castilla

La mora de Castilla es una fruta originaria de la zona andina tropical alta de América. Pertenece a la familia de las rosáceas (Minagricultura & DANE, 2013). La mora de Castilla (*Rubus glaucus* Benth.) es la principal especie de mora cultivada en Colombia (Rincón et al., 2015). La mora es una planta perenne, arbustiva, de porte semirecto. Con tallos rastreros o semierguidos con espinas, que emergen de la base de la planta formando macollas; por lo general se presentan tallos machos, hembras y látigo. El fruto es un agregado de drupas pequeñas (ver figura 8), cada una con una semilla en su interior; puede ser de varios tamaños y colores que van desde el rojo hasta el púrpura cuando está maduro; la planta presenta floración y fructificación permanente, observándose picos de producción cada cinco o seis meses (Minagricultura & DANE, 2013).



Figura 8. Fruto de la mora de Castilla, categoría extra.

Fuente: NTC 4106, 2017

Por otra parte, la mora se adapta a diferentes alturas sobre el nivel del mar en un rango que va de 1.200 a 3.500 metros; pero el rango de altura más apropiado es de 1.800 a 2.400 metros, con temperatura de 16 a 18 °C, humedad del ambiente de 70 a 80% y precipitación de 1.200 a 1.700 milímetros anuales. Por encima de los 2.400 metros de altura, la producción es menor y se afecta la calidad y el tamaño de los frutos (Corpoica, 2008). En Colombia, la producción de mora se concentra en la región andina (Agronet, 2016), donde se destaca como mayor productor el departamento de Cundinamarca seguido de Santander; por su parte, Valle del Cauca (departamento de tradición frutícola) se encuentra en noveno lugar en la producción (Siembra, 2019).

De acuerdo con la plataforma Siembra (2019), Cundinamarca es el primer productor de mora, con 30.970 toneladas de mora reportadas para el año 2017, por encima del departamento de Santander que reporta 29.725 toneladas en producción. En Cundinamarca se destacan los municipios de San Bernardo, Silvania, Arbeláez, Pasca, Fusagasugá, Granada, Junín, El Colegio y Quipile. San Bernardo posee la mayor área sembrada y área cosechada del departamento (1.070 y 1.020 toneladas, respectivamente), y Quipile se caracteriza por el mayor rendimiento por hectárea (14 t ha-1) con menor área cosechada (82 ha) (Agronet, 2016).

El cultivo de mora se extiende en el territorio nacional y en la cordillera de los Andes desde el Putumayo hasta el Magdalena Medio. Entre 2015 y 2020 el área sembrada en el país aumentó en un 4 %, alcanzando para el último año las 15.800 hectáreas cultivadas. Por su parte, las áreas cosechadas registraron un aumento general del 9,3 %, y la producción un aumento del 28 %. La Mora se cultiva en 18 de los 32 departamentos del País, y se caracteriza por ser un cultivo en el que predominan pequeños productores de entre una (1) y tres (3) hectáreas. Los principales departamentos sembradores de mora son Cundinamarca (22%), Santander (20%), Nariño (9%) y el Huila, que representa el 8,8% de las áreas cultivadas del país. Durante el segundo semestre de 2020, la mora se comercializó en 27 centrales mayoristas del país, en las que se contabilizó ventas de 22.000 toneladas de mora en fresco (Minagricultura, 2021).

6.8 Las Antocianinas

Las antocianinas son pigmentos que se encuentran en gran variedad de frutos, hojas y diferentes partes de las plantas. También son considerados metabolitos secundarios, y son parte de los compuestos fenólicos y pertenecen a la familia de los flavonoides (ver figura 9), cuya estructura proviene de los productos de la ruta del ácido shikímico y el ácido malónico. (Peng, 2018; Taiz y Zeiger, 2002). La antocianina está presente en la mora de Castilla (*Rubus glaucus* Benth) que crece fácilmente en climas fríos como los característicos de varias regiones de Colombia, ha crecido un interés en su investigación, en su comercial debido a su cantidad de propiedades limitadas, en sus usos dentro de colorantes naturales y suplementos dietarios por su capacidad

antioxidante (De Pascual & Sánchez, 2008). Las antocianinas aisladas de la naturaleza son altamente susceptibles a la degradación, lo cual lleva a una pérdida de actividad biológica y pérdida del color. Como factores que afectan la degradación están incluidos la luz, temperatura, pH, oxígeno, enzimas y la presencia de copigmentos (Weber et al., 2017). Por lo tanto, su extracción debe realizarse bajo ciertos parámetros que garanticen la estabilidad de las antocianinas.

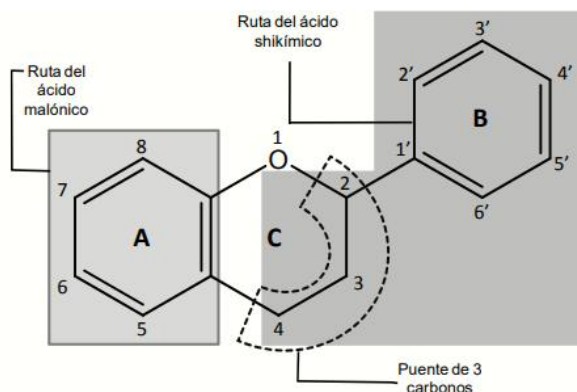


Figura 9. Estructura general de los flavonoides, proveniente de los productos de la ruta del ácido shikímico y el ácido malónico. La numeración es de acuerdo con la posición de los sustituyentes de cada flavonoide.

Fuente: Modificado de Taiz & Zeiger, 2002.

6.8.1 Composición Química

Las antocianinas están constituidas por una molécula de antocianidina (ver figura 10), que es la aglicona, a la que se le une un azúcar por medio de un enlace β -glucosídico. La estructura química básica de estas agliconas es el ion flavilio (Badui, 2006; Welch, Wu, & Simon, 2008), también llamado 2-fenilbenzopirilio que consta de dos grupos aromáticos: un anillo benzopirilio (A) y un anillo fenólico (B) separados por un oxígeno que está formando un anillo heterocíclico de seis miembros (C); el flavilio normalmente funciona como un catión (Badui, 2006; Rabanal & Medina, 2021; Zhao et al., 2017). Debido a su variabilidad de diferentes glucósidos, se permite identificar más de 150 tipos de antocianinas distribuidos en el reino vegetal. En la mora según literatura encontrada, es común encontrar antocianina tipo cianidina, lo mismo para la mayoría de las frutas rojas. Cuando se trata de las frutas de color azulado, color morado y violeta, es común la delfinina y la malvidina. Algunas frutas de color amarillo, como el maíz, tienen la antocianina tipo pelorgidina (Wang, et al., 1997).

ESTRUCTURA QUÍMICA DE LAS ANTOCIANINAS

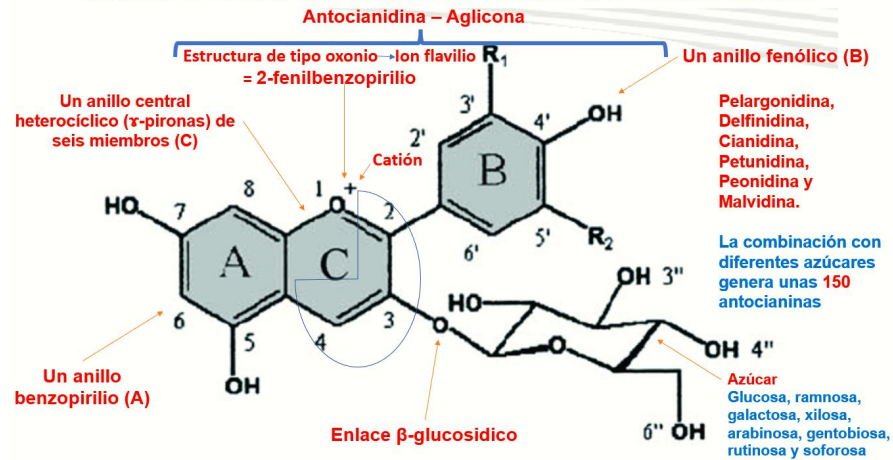


Figura 10. Estructura química general de las antocianinas.

Fuente: Chatham et al., 2019.

Químicamente las antocianinas son glucósidos de las antocianidinas, es decir, están constituidas por una molécula de antocianidina, que es la aglicona, a la que se le une un azúcar por medio de un enlace β -glucosídico. La estructura química básica de estas agliconas es el ión flavilio (Badui, 2006; Welch et al., 2008), también llamado 2-fenilbenzopirilio, que consta de dos grupos aromáticos: un benzopirilio (A) y un anillo fenólico (B), ambos unidos por una unidad de tres carbonos (Rabanal & Medina, 2021; Zhao et al., 2017)). El flavilio normalmente funciona como un catión (Badui, 2006; Welch, et al., 2008). De todas las antocianidinas que actualmente se conocen, las más importantes son la pelargonidina, delfinidina, cianidina, petunidina, peonidina y malvidina, la combinación de éstas con los diferentes azúcares genera aproximadamente 150 antocianinas. Los carbohidratos que comúnmente se encuentran son la glucosa y la ramnosa, seguidos de la galactosa, xilosa y la arabinosa, ocasionalmente, la gentobiosa, la rutinosa y la soforosa (Aguilera et al., 2011).

6.8.2 Funciones en las plantas

Son las sustancias químicas que le dan los colores a algunas estructuras vegetales que van desde el rojo hasta el azul oscuro en la mayoría de las plantas. Sus funciones en las plantas varían; desde protectoras de la luz UV, ayudante de la fotosíntesis junto a la clorofila, y a producir atractivos colores para que las plantas sean más fáciles polinizadas por insectos, entre otras. (Aguilera et al., 2011). Su presencia aporta beneficios a las plantas. La acumulación de antocianinas en órganos vegetativos varía dependiendo de la temporada de cosecha (Timmers et al., 2017) y ayuda a las plantas a resistir el estrés ambiental. Estos pigmentos comúnmente se encuentran en la solución vacuolar de las células epidérmicas, sin embargo, en ciertas especies las antocianinas están ubicadas en regiones discretas llamados antocianoplastos (Aguilera et al., 2011).

6.8.3 Aplicaciones

Las Antocianinas son compuestos polares que varían su coloración dependiendo de su pH (Pereira et al., 2015; Shahid et al., 2013). Ello permite emplearlas como indicadores de pH y utilizarlas como quimio-sensores o como colorantes en la fabricación de celdas Solares (Pereira et al., 2015; Yanxiao et al., 2015). Otra posible aplicación, es como sensores de nitrógeno en el suelo que permitan la expansión de la agricultura de precisión a las poblaciones con menos poder económico dentro del sector agrícola. En la actualidad existe una demanda considerable de colorantes naturales alternativos a los colorantes sintéticos, como el rojo No. 40, debido a su toxicidad en alimentos, cosméticos y productos farmacéuticos. Se buscan pigmentos alternativos y de fácil extracción. Las antocianinas son pigmentos vegetales con gran potencial para el reemplazo competitivo de colorantes sintéticos. (Espinosa, 2012).

Estos compuestos son interesantes por su impacto sobre las características sensoriales de los alimentos, ya que se pueden utilizar como colorantes alimentarios naturales. Además, debido a su elevada actividad antioxidante, presentan potenciales beneficios para la salud (Zapata, 2014).

6.8.4 Métodos de obtención

Se puede trabajar con diferentes métodos de extracción los cuales son relativamente sencillos debido a la característica de la molécula polar, que la hace manejable en solventes como acetona, etanol, metanol, etc. La extracción es una de las operaciones básicas del laboratorio. Se define como la acción de separar con un líquido una fracción específica de una muestra, dejando el resto lo más íntegro posible. Se pueden realizar desde los tres estados de la materia, y se llaman de la siguiente manera: 1) Extracción sólido – líquido; 2) extracción líquida – líquido y 3) extracción gas – líquido. (Saltos, & Vélez, 2019).

Estos tipos de extracciones consisten en poner en contacto el material vegetal que contiene a las antocianinas con un disolvente orgánico durante un periodo de tiempo. Esta operación se basa en las diferencias de solubilidad que hay entre los componentes de la mezcla que están en contacto Ávila (2019).

La extracción de antocianinas se lleva a cabo comúnmente en condiciones frías o probando diferentes variables en la temperatura con solventes como metanol o etanol, que contiene una pequeña cantidad de ácido con el objetivo de obtener la forma de catión flavylum, que es roja y estable en un medio altamente ácido y en alimentos, es preferible usar etanol, ya que es menos tóxico, aunque es menos eficiente en la extracción y más difícil de eliminar posteriormente (Saltos & Vélez, 2019).

Los primeros métodos fueron propuestos por Guisti y Wrolstad en 1996, que consistía en lavar la muestra, pesarla y macerarla por un tiempo indeterminado en presencia de un solvente polar y luego filtrarla. Se pueden realizar cambios en la metodología de extracción como la cantidad de la muestra, el volumen del solvente y los medios de concentración y purificación del extracto, entre otros. Para tener un mejor extracto se puede utilizar el rota vapor para eliminar el exceso de solvente (Ramírez & Domínguez, 2006).

6.8.4.1 La maceración

La maceración es una de las técnicas comúnmente más efectivas para las extracciones sólidos líquidos como es el caso de las antocianinas provenientes de la mora de Castilla (ver figura 11). Las antocianinas son sustancias polares por lo cual se puede realizar la extracción con gran variedad de solventes como acetona, etanol, metanol ((Rodríguez & Wrolstad, 2001).

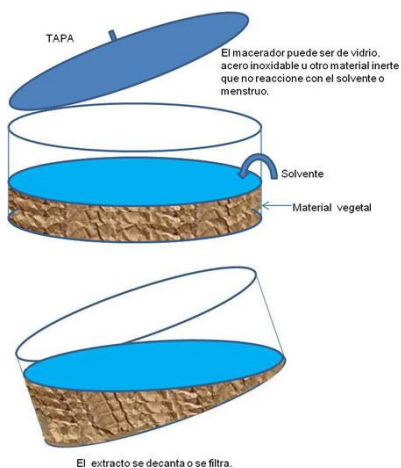


Figura 11. Método de extracción por Maceración.

Fuente: <https://www.plantas-medicinal-farmacognosia.com/temas/m%C3%A9todos-de-extracci%C3%B3n/maceraci%C3%B3n/>

6.8.4.2 El método de extracción soxleth

El método de extracción soxhlet es una técnica de separación sólido – líquido en continuo que emplea un disolvente (ver figura 12), al cual por medio de una inyección constante de calor se evapora hasta condensarse y caer sobre el material sólido que contiene el soluto de interés (Jensen, 2009).

Mayoritariamente el resultado de este tipo de extracción representa el contenido de sustancias extraíbles, que en su mayoría son grasas, aunque también existen otros tipos como las vitaminas liposolubles y pigmentos. Cabe aclarar que para este método es importante el uso del solvente acidificado al 1% ya que la materia a extraer es más estable a pH ácido (Garzón, 2008; Flores, 2017).

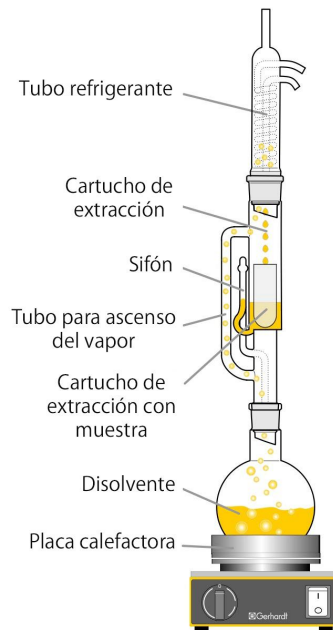


Figura 12. Extracción por el método soxhlet.

Fuente: https://www.gerhardt.de/fileadmin/Redaktion/know-how/Analytische_methoden/CG_webseite_methode_Extraktion_soxhlet_spanish-min.png

6.8.4.3 La percolación o lixiviación

En la percolación o lixiviación (ver figura 13), el material crudo previamente triturado se pone en contacto con una cantidad suficiente de solvente, y se lleva a cabo su renovación de forma continua (Álvarez et al., 2007). Al final de la extracción se realiza la concentración del extracto que contiene el principio activo (Gallo-Corredor y Sarria-Villa, 2009).

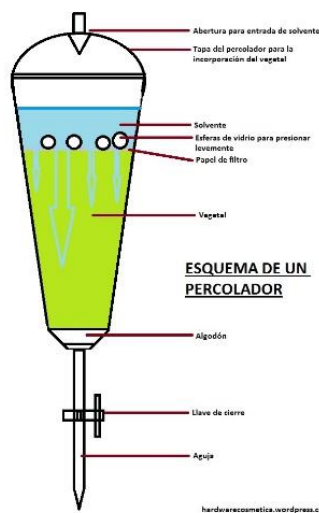


Figura 13. Método de extracción por Percolación.

Fuente: <https://www.institutodermocosmetica.com/extractos-de-plantas-para-cosmetica-natural/>

6.8.4.4 La Hidrodestilación Asistida por Microondas (HAM).

Esta tecnología de alta eficiencia se encuentra en los Procesos Asistidos por Microondas (MAP) (ver figura 14). En las aplicaciones desarrolladas hasta ahora han probado una disminución clara en los requisitos de energía hasta del 90% en comparación con los procesos convencionales. La extracción "MAP" es más eficiente que otros procesos de extracción como lo son los métodos de extracción convencionales (Soxhlet y Maceración en frío), ya que su mecanismo de calefacción localizada por dentro de los tejidos vegetales es más eficiente comparado a una calefacción general de todo el sistema de extracción que ocurre en los otros procesos (García et al., 2000).

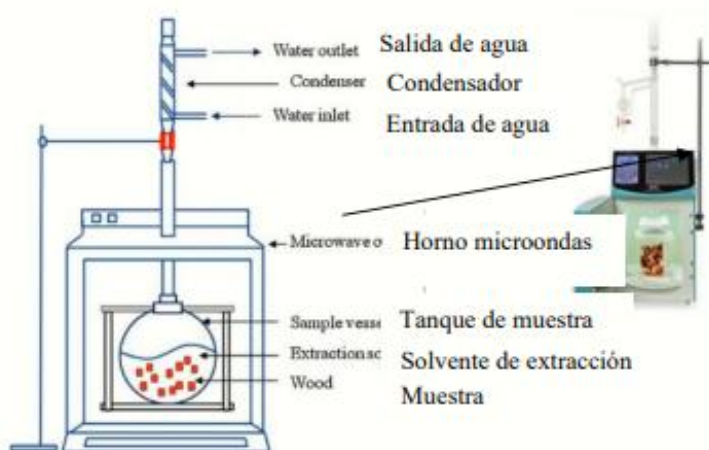


Figura 14. Extracción por Hidrodestilación Asistida por Microondas (HAM).

Fuente: Bouras et al., 2015

La extracción asistida por microondas es también aplicada en procesos de extracción de antocianinas provenientes de un material vegetal, las ondas electromagnéticas interactúan con las moléculas de agua en el alimento las cuales vibran o rotan por efecto de las microondas lo cual genera calor y pueden favorecer los procesos de difusión de diversos componentes a la fase líquida (Flores, 2017).

6.8.4.5 El método de extracción por Ultrasonido

Esta nueva tecnología del método de extracción por Tecnología de Ultrasonido vienen siendo aplicadas para obtener mayor rendimiento y eficiencia en los procesos de extracción de antocianinas como la homogeneización ultrasónica, esta se utiliza para aislar sustancias bioactivas de material vegetal, como en la extracción de antocianinas del ñame morado (Díaz et al., 2019), permitiendo alcanzar una reducción de partículas blandas y duras por intensas fuerzas de cavitación, ocasionando con esto la aceleración de los procesos de extracción y mejoran los procesos de transferencia de masas a bajas intensidades sónicas (ver figura 15) (Díaz et al., 2019; Flores, 2017).

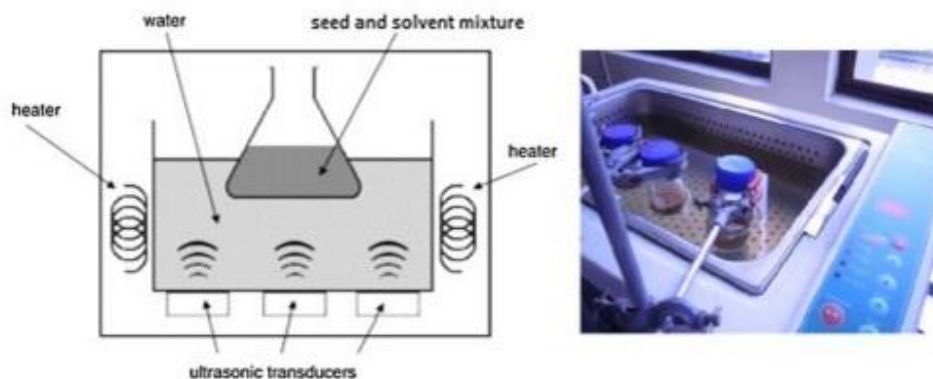


Figura 15. Extracción por Tecnología de Ultrasonido.

Fuente: <https://app.emaze.com/@ACITRQFO#1>

La extracción de antocianinas sólido-líquido asistida por ultrasonido se ha demostrado como un método de extracción eficaz y que ahorra tiempo. La potente fuerza ultrasónica proporciona la energía para la extracción, por lo que no es necesario tanto o incluso nada de solvente. La temperatura puede controlarse bien ya que el reactor de lote o de celda de flujo sometido a ultrasonidos puede enfriarse de manera eficiente (o calentarse si es necesario) (De la Cruz, 2015). La sonicación es una técnica ecológica y eficiente para producir industrialmente antocianinas de grado farmacéutico o alimentario (Hielsher, S. F.).

6.8.5 Separación

Una de las técnicas útiles para la separación de sustancias químicas es la cromatografía. La cromatografía comprende un diverso grupo de métodos de separación de gran importancia para el químico analítico, pues le permite separar, aislar e identificar los componentes de mezclas que de otro modo serían resueltas con dificultad o no podrían resolverse. El término cromatografía es difícil de definir rigurosamente, debido a la variedad de sistemas y técnicas a que ha sido aplicado. En su sentido más amplio la cromatografía designa procesos basados en diferencias en velocidades a que los componentes individuales de una mezcla emigran por un medio estacionario bajo la influencia de una fase móvil (Soto, 2020).

6.8.5.1 Cromatografía en columna (CC)

La cromatografía en columna es quizás el método más general, utilizado para la separación, a la vez que, para la purificación, de diferentes compuestos orgánicos que se encuentren en estado sólido o líquido (ver figura 16). En este tipo de cromatografía, la fase estacionaria utilizada, es decir, el **absorbente**, se coloca en el interior de una columna de vidrio, la cual finaliza con una llave para controlar el paso de sustancias al exterior de la columna. La fase estacionaria se impregna con el eluyente o fase móvil. Seguidamente la mezcla orgánica que nos interesa separar la depositamos por la parte superior de la fase estacionaria, y así la fase móvil podrá ir atravesando el sistema. Los

compuestos que se encuentran disueltos en la **fase móvil** poco a poco saldrán de la columna cromatográfica, y se recogen en fracciones. Las fracciones menos polares, que son por lo general las que se retienen poco o nada en el absorbente, serán las primeras en salir de la columna. En cambio, las sustancias más polares, quedan retenidas por más tiempo en el absorbente, y a menudo es necesario el uso de diferentes disolventes con la finalidad de incrementar su polaridad para que sean arrastradas por estos (Méndez, 2011).

De forma orientativa se puede establecer el siguiente orden de polaridades para los disolventes usados con mayor asiduidad: Éter de petróleo < tetracloruro de carbono < ciclohexano < éter etílico < acetona < benceno < acetato de etilo < cloroformo < etanol < metanol < agua < piridina < ácido acético. La cromatografía en columna se usa en la separación de grandes cantidades de material (por ejemplo >100 mg) (Soto, 2020).

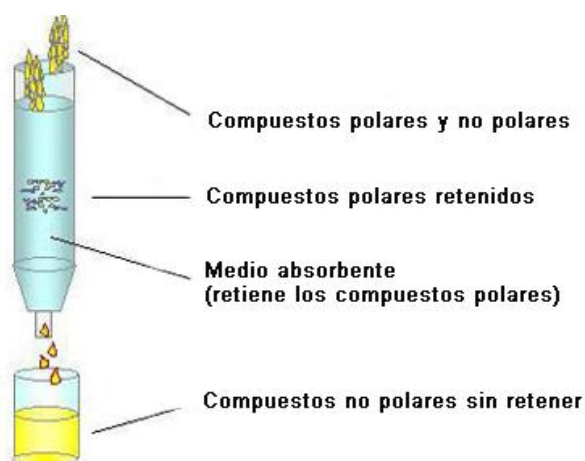


Figura 16. Cromatografía en columna (CC).

Fuente: <http://www.academiatesto.com.ar/cms/metodos-de-medicion-cromatografia-en-columna>

El tiempo que se necesita para hacer fluir un compuesto por la columna, se conoce con el nombre de tiempo de retención. Este tiempo varía, siendo característico de cada compuesto en unas condiciones cromatográficas determinadas, que varían según el absorbente usado, el disolvente, la presión, el diámetro que tenga la columna utilizada, etc. (ver figura 17). El absorbente mayormente utilizado para las cromatografías en columna, es el gel de sílice. A veces, en sustitución del gel de sílice, cuando éste es incompatible con la mezcla a cromatografiar, se utilizan la **alúmina** o el **florisil** (silicato magnésico). La cromatografía en columna puede realizarse por gravedad o a media presión. Cuando se realiza a media presión, se conecta la cabeza de la columna a un compresor o a una línea de aire comprimido (Méndez, 2011).

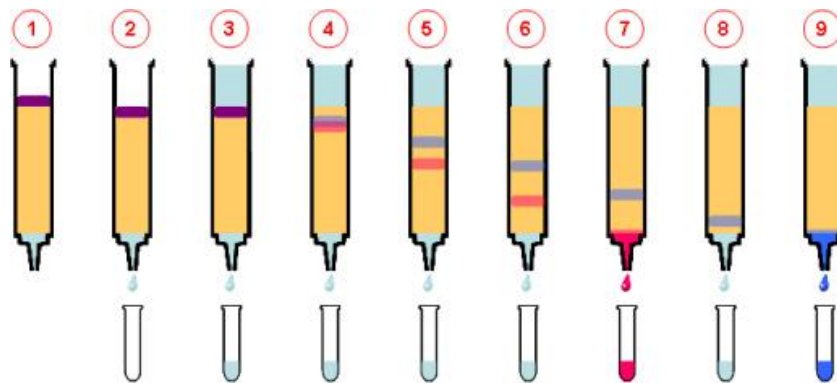


Figura 17. Fracciones de la Cromatografía en columna (CC).

Fuente: <https://biomodel.uah.es/tecnicas/crom/inicio.htm>

6.8.5.2 Cromatografía de capa fina

Existen diversos métodos que se pueden utilizar para la separación de las antocianinas dentro de estas encontramos: Cromatografía de capa fina (TLC) (ver figura 18). En esta medición se separan los compuestos del extracto, para este caso se debe usar una placa de sílice debido a que permite desglosar compuestos como fenoles, flavonoides y derivados de aminoácidos. La intensidad del color con la que resulte de la quercetina en la prueba significa que durante el proceso de extracción se está obteniendo gran cantidad de flavonoles en el producto, es decir, la intensidad del color es directamente proporcional al contenido de flavonoides en el extracto.

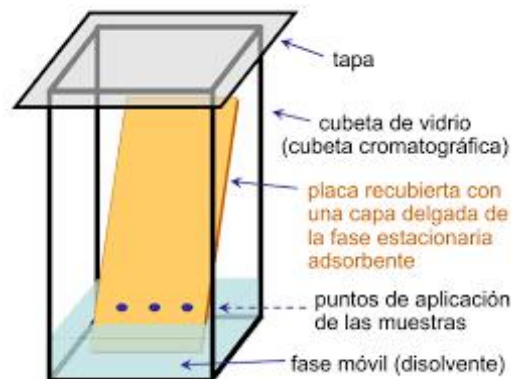


Figura 18. Cromatografía de capa fina (TLC).

Fuente: <https://biomodel.uah.es/tecnicas/crom/inicio.htm>

La cromatografía de capa fina es una técnica utilizada para la separación de compuestos en un extracto, permite la separación de fenoles, flavonoides y derivados de aminoácidos. Se usa principalmente una placa de capa fina de Sílica gel (Cubillos & Pava, 2021). Consiste en una fase estacionaria y una fase móvil, en la cual la sustancia de interés se va a adherir a la fase estacionaria o por el contrario se mueva con la fase móvil, viajando a una distancia inversamente proporcional a la afinidad por la fase estacionaria permite la identificación de analitos de interés. Diversos autores han

realizado la separación de antocianinas por las técnicas cromatográficas, de modo particular la cromatografía en capa fina (Camavilca & Leyla, 2015).

6.8.6 Caracterización

Existen diversas maneras para determinar antocianinas ya sea en forma total o en forma separada cada antocianina. Si se quiere establecer las antocianinas en forma general muchos autores de diversos estudios utilizan el método de pH diferencial. Pero si se desea determinar las antocianinas en forma separada se recomienda utilizar cromatografía. (Rebolledo, 2007).

6.8.6.1 El ensayo de Shinoda

Este ensayo de Shinoda permite reconocer la presencia de flavonoides en un extracto vegetal. El ensayo se considera positivo cuando el alcohol amílico se colorea de amarillo, naranja, carmelita o rojo, intensos en todos los casos (ver figura 19).

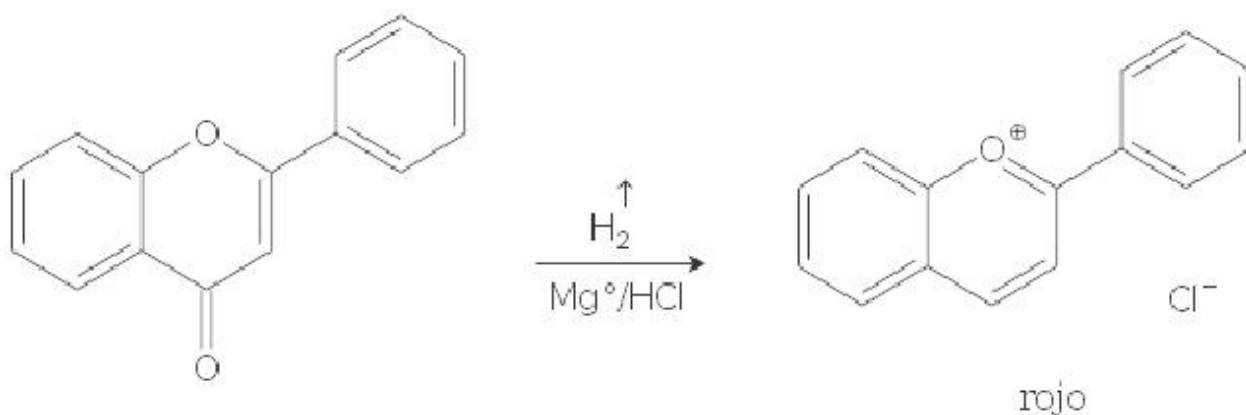


Figura 19. Reacción de Shinoda.

Fuente: https://www.researchgate.net/figure/Figura-3-Reaccion-de-Shinoda_fig3_312053466

6.8.6.2 El ensayo de antocianidinas

Es una prueba que permite identificar en los extractos la existencia en estas estructuras de secuencia C6-C3-C6 del grupo de los flavonoides. La aparición de un color rojo a marrón en la fase amíllica es indicativa de un ensayo positivo. La presencia de estructuras tipo polisacárido, que forma un coloide hidrófilo de alto índice de masa, que aumenta la densidad del agua donde se extrae, denota la presencia de mucílagos.

6.8.6.3 Espectrofotometría

La espectrofotometría se basa en la ley de Lambert-Beer, es una técnica que mide la interacción de moléculas con la radiación electromagnética. La luz que se encuentra en el rango visible y ultravioleta de los espectros electromagnéticos presenta una energía de 150- 400 kJmol⁻¹. La energía de la luz es usada para promover electrones de un

estado de excitación a otro. Un espectro es obtenido cuando la absorción de luz es medida en función de una frecuencia o longitud. Moléculas con electrones deslocalizados en sistemas aromáticos a menudo absorben la luz a 150-400 nm (ultravioleta) o en la región visible de 400-800 nm. (Arenas & López, 2004)

Un espectrofotómetro convencional de haz simple (ver figura 20). La luz policromática de la fuente se enfoca sobre la rendija de entrada de un monocromador, que transmite selectivamente una estrecha banda de luz. Esta luz, entonces, atraviesa el área de muestra hasta el detector. La absorbancia de la muestra se determina midiendo la intensidad de luz que alcanza el detector cuando no hay muestra (el blanco) y comparándola con la intensidad de la luz que alcanza el detector después de atravesar la muestra. Como se indica anteriormente, la mayoría de los espectrofotómetros contienen dos lámparas, de deuterio y de wolframio y utilizan tubos fotomultiplicadores o, más recientemente, fotodiodos, como detectores. El método de espectrofotometría UV-Vis donde las antocianinas se encuentran en una longitud de onda de 515 nm.

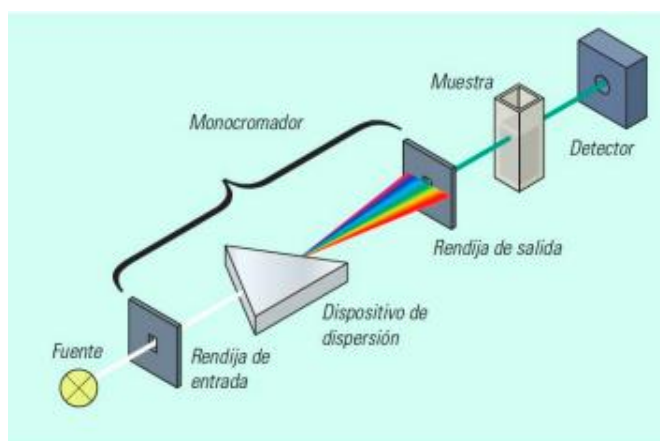


Figura 20. Esquema de un espectrofotómetro convencional
Fuente: Owen, 2000

6.8.6.4 La espectroscopía FTIR

La espectroscopía FTIR es siempre una opción para considerar porque requiere de equipos que son relativamente comunes tanto en los laboratorios de universidades como en los de la industria (ver figura 21), brinda una gran cantidad de información relacionada con la conformación molecular, estructura cristalina (polimorfismo) y la naturaleza de los puentes de hidrógeno en una molécula (que dan origen a su estructura supramolecular) (Michell & Higgins, 2002). Sin embargo, es común que en los espectros de macromoléculas las bandas se traslapen, con lo que se tornan bastante anchas y con una resolución muy pobre, lo que limita la caracterización.

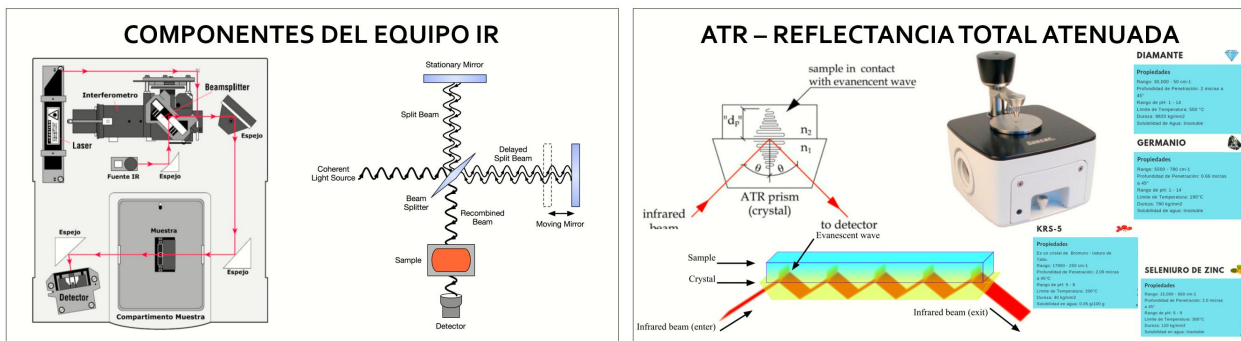


Figura 21. Componentes del FTIR-ATR.
Fuente: Sánchez-Mejía (s.f.)

La espectroscopía ATR-FTIR es simple, directa, flexible y especialmente adecuada para el estudio de la celulosa y sus derivados, pues permite el estudio de superficies in situ (Stenius & Vuorinen, 1999). La técnica consiste en el paso de un haz de radiación infrarroja (IR) a través de un cristal transparente al IR y de alto índice de refracción, sobre el que está colocada la muestra. En su paso a través del cristal, el haz IR incidente se refleja varias veces y la superficie de la muestra absorbe parte de la radiación a frecuencias características; por lo tanto, un requerimiento de vital importancia es que haya el contacto adecuado entre el cristal y la muestra (Pemble & Gardner, 2009) (ver figura 22).

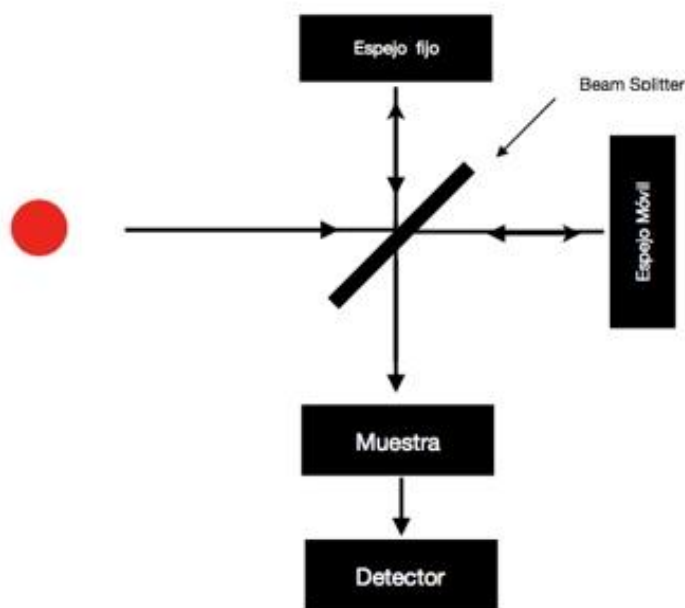


Figura 22. Diagrama interior de un espectrofotómetro FTIR con interferómetro de Michelson.
Fuente: <https://www.antaesinstrumentacion.com/espectroscopia-ftir/>

6.8.6.5 La cromatografía líquida de alta precisión (HPLC)

La cromatografía líquida de alta precisión (HPLC, high performance liquid chromatography) es otro método para identificación y cuantificación (ver figura 23). La

cromatografía líquida (LC, liquid chromatography) es el método analítico más utilizado es para la identificación y caracterización de antocianinas en extractos de frutas y vegetales (Karaaslan & Yaman, 2016).

La cromatografía líquida de alta resolución es una técnica que permite separar y cuantificar los componentes de una mezcla basándose en diferentes tipos de interacciones químicas entre las sustancias a analizar (contenidas en la fase móvil), y la columna cromatográfica (fase estacionaria), mediante el bombeo de la fase móvil a través de la columna. Por tanto, la cromatografía comprende procesos en los que los componentes de una mezcla, disueltos en una fase móvil, se van desplazando con diferente velocidad a través de una fase estacionaria, esto genera un tiempo de retención característico de cada sustancia a analizar (Sgariglia, et al. 2010).

Existen otros métodos que se emplean para la caracterización de las antocianinas extraídas, espectroscopia de masas (MS), espectroscopia de resonancia magnética y método de pH diferencial que fue aceptado en el 2007 (Lee et al., 2008).

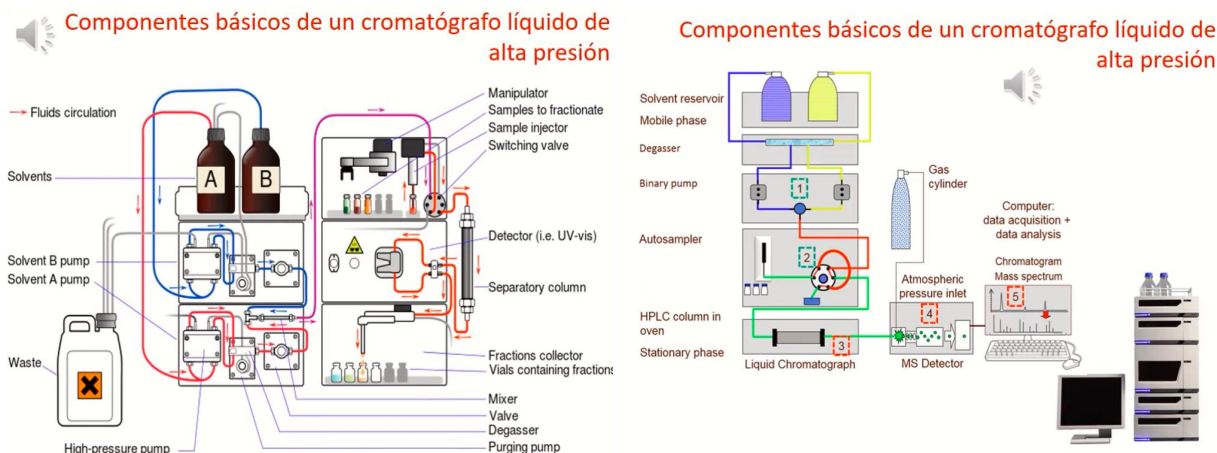


Figura 23. Cromatógrafo líquido de alta presión (HPLC)

Fuente: <https://www.youtube.com/watch?v=re0muds5zYk>

7 METODOLOGÍA

La investigación se caracteriza por tener un enfoque mixto, tanto para abarcar lo cualitativo (fortalecimiento de la competencia científica de indagación por intermedio de la estrategia de Miniproyectos de aula, el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), el enfoque STEAM y la estrategia de Gamificación; como lo cuantitativo (referente a la extracción, separación, identificación y cuantificación por HPLC de antocianinas), según Hernández-Sampieri et al., (2014).

Se establece esta metodología para poder implementar y aplicar los miniproyectos de aula como una forma de lograr mejorar en los aprendices la capacidad para plantear preguntas, establecer procedimientos, seleccionar organizar e interpretar información relevante que dé respuesta a esos interrogantes (ver figura 24).

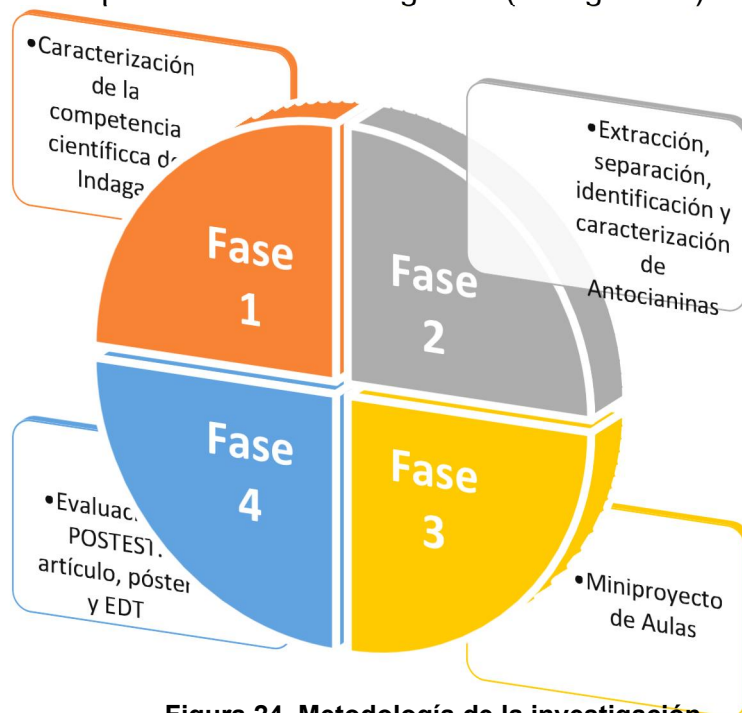


Figura 24. Metodología de la investigación.

Fuente: Autor

Y se plantea este diseño metodológico como una alternativa para lograr a través del componente disciplinar de la formación experiencial de las prácticas de laboratorio y así, evidenciar la mejora de las subcategorías de la competencia de indagación en las cuales se ha determinado algunas deficiencias de los aprendices, tal como, Organizo información relevante para responder una pregunta, Establezco relación entre la

información contenida en tablas o gráficos con conceptos científicos, Formulo preguntas sobre eventos o fenómenos, entre otras. A continuación, se muestra la metodología, donde se describen las fases de la investigación con sus correspondientes actividades:

7.1 Fase 1. Caracterización de la Competencia Científica de Indagación

Se realiza la caracterización de la competencia científica de indagación de los aprendices por intermedio de la aplicación de un pretest (ver Anexo 1), el cual es diseñado, validado por expertos en el área de ciencias de la educación y un estudio focal de tipo abierto con 20 aprendices de la TecnoAcademia. Las actividades de la fase 1 son las siguientes (ver figura 25):



Figura 25. Diagrama de la Fase 1 de la caracterización de la Competencia Científica de Indagación.

Fuente: Autor.

7.1.1 Actividad 1. Prueba diagnóstica (Pretest)

El diseño de la prueba diagnóstica consiste en un pretest con las siguientes características: Está compuesto de diez (10) preguntas abiertas y basados en conceptos sobre el objeto de estudio. Las preguntas se pueden consultar en el Anexo 1. Adicionalmente, estas preguntas están correlacionadas con siete (7) de las 13 subcategorías de la categoría de la competencia científica de Indagación, como se describe a continuación (ver tabla 1):

Tabla 1. Categoría de indagación y las subcategorías.

Subcategoría Desempeños	Conceptos, Métodos, Aplicaciones	Preguntas (ver Anexo 1)
1. Organizo información relevante para responder una pregunta	<i>DEFINICIÓN DE ANTOCIANINAS</i>	1. Según sus propias palabras a partir de la lectura anterior, ¿cómo puede definir las antocianinas?
2. Acudo a los libros u otras fuentes de información para resolver situaciones científicas	<i>ESTRUCTURAS QUÍMICA DE LAS ANTOCIANINAS</i>	2. Explique químicamente ¿Qué entendió por antocianinas? 3. ¿El ion flavilio es un catión o anión en la estructura de la antocianina? Explique su respuesta.
3. Establezco relaciones entre la información contenida en tablas o gráficos con conceptos científicos.	<i>ESPECTOFOTOMETRÍA UV.VIS PARA ANTOCIANINAS</i>	9. ¿Entonces, sí se tiene el siguiente espectro de absorción (ver la gráfica 1), se puede decir que probablemente la muestra analizada tiene antocianina? Justifique su respuesta. 10. Según la información consignada en la pregunta anterior (9), se marca un pico de absorción de 520 nm en el espectro visible. A partir de esta gráfica se podría afirmar: ¿Que el extracto analizado contiene la antocianina delfinina? Explique la respuesta.
4. Sigo instrucciones	-	-
5. Formulo preguntas sobre eventos o fenómenos	<i>MÉTODOS DE EXTRACCIÓN, SEPARACIÓN, PURIFICACIÓN E IDENTIFICACIÓN DE ANTOCIANINAS</i>	4. ¿Se pueden considerar las antocianinas moléculas polares o apolares? Explique su respuesta.
6. Planteo y desarrollo procedimientos para abordar problemas científicos/estrategias de solución posibles	<i>MÉTODOS DE EXTRACCIÓN, SEPARACIÓN, PURIFICACIÓN E IDENTIFICACIÓN DE ANTOCIANINAS</i>	5. Nombre algunas de las aplicaciones biológicas de las antocianinas y ¿Qué característica (s) en la molécula es (son) fundamental (es) para estas aplicaciones biológicas?
7. Realizo experimentos y demostraciones	<i>MÉTODOS DE EXTRACCIÓN, SEPARACIÓN, PURIFICACIÓN E IDENTIFICACIÓN DE ANTOCIANINAS</i>	6. ¿Puede indicar cuáles pruebas son utilizadas para identificar la presencia de antocianinas y/o su concentración? 7. ¿Cuáles de los siguientes procedimientos, cree usted que son importantes para el aislamiento de antocianinas? Puede marcar más de una respuesta Determinación de Punto de ebullición __ Filtración __ Purificación __ Destilación __ Determinación de Punto de Fusión __ Densidad __ Extracción __ Separación X
8. Realizo mediciones de diferentes magnitudes	<i>APLICACIONES BIOLÓGICAS DE LAS ANTOCIANINAS</i>	8. Nombra algunas de las aplicaciones biológicas de las antocianinas y ¿Qué característica (s) en la molécula es (son) fundamental (es) para estas aplicaciones biológicas?
9. Recolecto datos	-	-
10. Diseño gráficas a partir de la información recogida.	-	-
11. Resuelvo problemas de lápiz y papel que involucren dos o más variables.	-	-
12. Manipulo instrumentos de medida en el laboratorio	-	-
13. Utilizo recursos tecnológicos	-	-

(-) No aplican para este estudio, pero se abordan de manera transversal en el desarrollo de las clases.

7.1.2 Actividad 2. Validación.

La validación del instrumento de diagnóstico (pretest) se realiza con la participación de tres (3) docentes activos, dos docentes de la Universidad Pedagógica Nacional (UPN) y uno de la Universidad de la Sabana (ver tabla 2). Además, se realiza el estudio focal donde participaron todos los aprendices.

Tabla 2. Evaluación docente para el instrumento del pretest.

Característica	Docente 1*	Docente 2	Docente 3
Enseña claramente el propósito del instrumento	M	B	B
Muestra claridad, coherencia y cohesión.	M	B	E
Presenta una evaluación para establecer la competencia científica de indagación de los estudiantes.	M	B	B
Promueve el razonamiento, el análisis y el pensamiento crítico (interpretar).	–	B	B
Presenta los contenidos con claridad y utiliza gráficas para evidenciarlo.	–	B	E
Aborda algunas subcategorías que permiten la evidencia de la competencia científica de la indagación	–	E	E

*Evaluar con: Excelente (E), Bueno (B), Malo (M)

En el estudio focal, los aprendices expusieron de manera oral las observaciones al instrumento aplicado (ver Anexo 1), de la siguiente manera:

- *Pregunta 1:* Está bien redactada, es entendible, debería tener imágenes, le falta información.
- *Pregunta 2:* Esta bien formulada, pero hace falta más información. Se debería cambiar explique químicamente, por explique con sus propias palabras.
- *Pregunta 3:* Esta bien formulada.
- *Pregunta 4:* Está bien elaborada.
- *Pregunta 5:* Está bien redactada,
- *Pregunta 6:* Falta información y especificar.
- *Pregunta 7:* Es confuso el cuadro. No es específico, debería decir que seleccione un solo cuadro o respuesta.
- *Pregunta 8:* Es confusa porque la pregunta no tiene lectura o fundamentación.
- *Pregunta 9:* Está bien formulada, hay concordancia con la información. Es confusa, pero con la pregunta 10 se entiende mejor la pregunta.
- *Pregunta 10:* Está bien redactada. Confunden los números y las letras.

7.1.3 Actividad 3. Selección del grupo objeto de la investigación

El trabajo de investigación se implementa con los aprendices que asisten a la Tecnoacademia Nodo Cazucá del CIDE de Soacha (SENA) - Cundinamarca (Colombia)., ubicada en la Autopista Sur Carrera 4 # 53-54 Soacha. La Tecnoacademia es un programa especial del Sena, dirigidos a jóvenes principalmente de octavo y noveno grado para incentivarlos en el amor y gusto por la ciencia, la tecnología, la investigación y la innovación. La población del laboratorio de química está constituida por 21 aprendices en cada uno de los dos grupos (octavo y noveno grado), provenientes de colegios de Soacha, 70 por ciento y de colegios de Bogotá y otros municipios aledaños (Sibaté, etc.), el 30 por ciento. De estos jóvenes pertenecen a colegios públicos, el 70 por ciento, y de colegios privados el 30 por ciento. Son jóvenes en edades entre los 14 a 17 años. Estos jóvenes asisten a la Tecnoacademia en contra jornada a sus colegios, los martes y jueves de 2:00 pm a 5:00 pm.

7.1.4 Actividad 4. Selección del Proyecto Formativo y del Programa de Formación

Se selecciona el equipo de trabajo (dos instructores) y se presenta ante los pares de la TecnoAcademia el desarrollo del Proyecto Formativo denominado “ANTOCIANINAS DE LA MORA DE CASTILLA (*Rubus glaucus*, Benth) PARA DIFERENTES APLICACIONES FÍSICOQUÍMICAS Y BIOTECNOLÓGICAS” (ver Anexo 2), que se va a trabajar en forma transversal desde el ambiente de Ciencias Naturales (Matemática y Física), por el instructor de dicha área, en compañía del ambiente de Química que se desarrolla en el laboratorio de química de la TecnoAcademia Nodo Cazucá.

Se selecciona el programa de formación (ver Anexo 3) de 144 hora, denominado “CIENCIAS BASICAS ENFASIS EN QUIMICA”, con código 23120013, versión 2, que aborda la Competencia: 291201100 – “Valorar muestras de acuerdo con buenas prácticas de laboratorio y técnica de análisis químico instrumental” y contiene los siguientes Resultados de Aprendizajes:

- Reseleccionar los equipos, instrumentos y materiales para su uso y manejo en la caracterización de diferentes muestras y sustancias químicas de acuerdo con manuales.
- Ejecutar protocolos establecidos dentro del laboratorio para la preparación de muestras, productos químicos y materiales de acuerdo con manuales técnicos.
- Identificar el procedimiento en bioseguridad para el manejo de equipos y materiales en el laboratorio de acuerdo con protocolos.

Además, en el programa de formación, se pueden consultar los conocimientos, conocimiento de proceso y criterios de evaluación que corresponden a dicho programa, los cuales van a ser impartidos a los aprendices.

7.1.5 Actividad 5. Sesiones de trabajo

Se realiza la investigación en el primer semestre de 2023, se desarrolla en los meses de marzo, abril, mayo y principios de junio; con un total de seis horas semanales, repartidas en dos sesiones, la primera el martes y la segunda el jueves de 2:00 pm a 5:00 pm, para un total de 22 sesiones. Las sesiones de trabajo se planearon y se implementaron según lo descrito en la tabla 3.

La formación se realiza en forma transversal con la participación del instructor del ambiente de química (nueve sesiones iniciales), donde se imparten todos los conocimientos correspondientes al área y necesarios para desarrollar el proyecto formativo. Luego se rota con el instructor del ambiente de física, quien imparte los conocimientos de su área (diez sesiones). Después, regresan los aprendices tres sesiones para realizar los productos planteados en el miniproyecto de aula. Y, por último, se rotan otras tres sesiones para terminar los miniproyectos.

Se utilizan guías gamificadas (ver Anexo 4) para desarrollar los contenidos de Programa de Formación (ver Anexo 5), donde están consignados los conocimientos, conocimientos de procesos y los criterios de evaluación, Se crea una narrativa (Ver Anexo 6), donde se incluye el reto STEAM.

Tabla 3. Sesiones de trabajo para implementación de la investigación

No	Tiempo (horas)	Descripción de la actividad	Observación
1	3	Introducción al SENA, la TA y la presentación del Programa de Formación	
2	3	Normas de seguridad del laboratorio	
3	3	Materiales y equipos de laboratorio. Reto SETEAM	Manejo de material volumétrico, aforado, mortero pHmetro, multiparámetro de PASCO
4	3	Aplicación de pretest. Conceptos generales de química	Se aplica el pretest durante 30 min. Preparación de soluciones: HCl 2% y C ₂ H ₅ OH acidificado al 2% con HCL
5	3	Conceptos generales de química orgánica y fitoquímica – la mora de Castilla	Principios activos,
6	3	Pigmentos naturales, antocianinas, métodos de extracción de antocianinas	Se utiliza diapositivas, videos y apoyo de aprendices del semillero de investigación de la TA. Se realiza extracción por maceración, extracción Soxhlet, Hidrodestilación Asistida por Microondas y ultrasonido
7	3	Métodos de extracción de antocianinas	Se realiza la extracción por percloración
8	3	Separación, identificación y caracterización cualitativa por la prueba de Shinoda y de Zn de Antocianinas	Se realizó en forma teórica la separación, identificación y caracterización cualitativa de FTIR-ATH y en forma demostrativa la prueba de Shinoda

9	3	Caracterización cualitativa por espectrofotometría UV-VIS y HPLC. Aplicación de las antocianinas	Se realizó en forma teórica el HPLC
10 a 20	30	Pasan al ambiente de física y matemática. Prototipo de celda solar con adición de antocianina	La formación va dirigida a adquirir conocimientos sobre electromagnetismo, celda solar, entre otros
21	3	Elaboración de crema hidratante con adición de antocianinas con función de protección solar. Preparación de confitura para el yogur	
22	3	Elaboración de yogur de mora con adición de antocianinas sin conservantes. Evaluación del curso, Autoevaluación y coevaluación.	
23	3	Elaboración de producto de panificación. Postest (ver Anexo 4). Compartir	

Fuente: Autor

7.1.6 ACTIVIDAD 6. La aplicación del pretest

La caracterización de la competencia científica de indagación de los aprendices se lleva a cabo por intermedio de la aplicación de un pretest. Se propone la implementación de una prueba, que permita caracterizar el nivel de las subcompetencias científicas de la competencia indagar, que presentan los aprendices objeto de estudio. A través de este instrumento de diagnóstico, se pretende explorar el dominio de conocimientos teóricos, conocimientos prácticos (destrezas) y actitudes, pero de una manera integrada, no como suma de pequeñas subcompetencias de uno u otro tipo (Cañal, 2012). Se realiza la aplicación del pretest de diez preguntas (ver Anexo 1), en la jornada de la tarde (de tres horas), con un tiempo estipulado para su realización de 30 minutos (en promedio tres minutos por pregunta), a los aprendices, que asisten al programa formación complementaria del laboratorio de química de la TecnoAcademia Nodo Cazucá.

7.2 Fase 2. Pretratamiento de la mora, extracción, separación e identificación, cuantificación de las antocianinas.

La fruta de la mora de Castilla (*R. glaucus* Benth), se adquiere en un almacén en el municipio de Soacha (Cundinamarca). Se trata de conseguir una fruta fresca, libre de patógenos y enfermedades. Las actividades de la Fase 2, se describen en la figura 26:

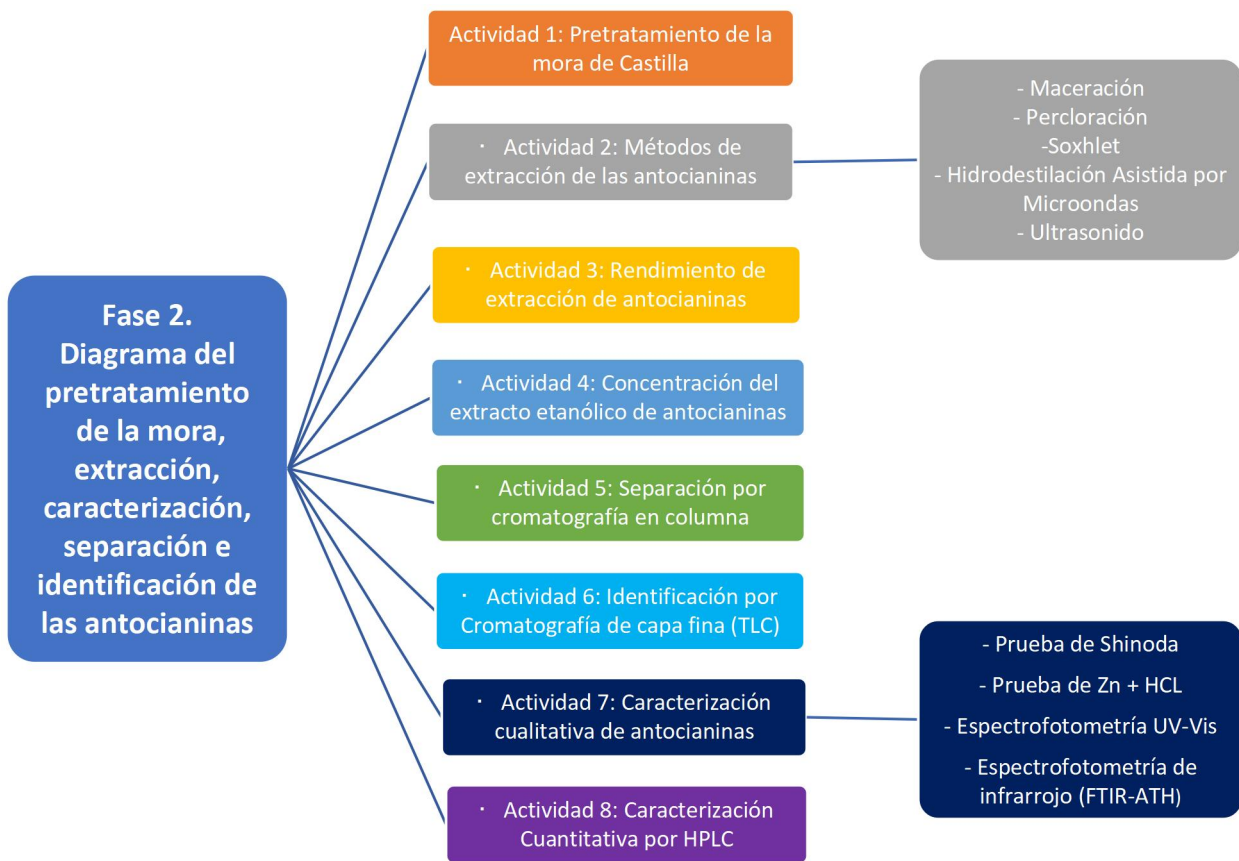


Figura 26. Diagrama de la Fase 2: Pretratamiento de la mora, extracción, caracterización, separación e identificación de las antocianinas.

Fuente: Autor

7.2.1 Procedimientos de Pretratamiento, extracción, separación e identificación de antocianinas

En este aparte se describen todas las actividades previas y correspondientes a la extracción de las antocianinas.

7.2.1.1 Actividad 1: Pretratamiento de la mora de Castilla

El trabajo de laboratorio comienza con un pretratamiento, donde inicialmente, se selecciona la mora de Castilla (*R. glaucus* Benth) de acuerdo con la norma NTC 4106 de grado de maduración siendo este de cinco (ver figura 27); a su vez, se tendrá la precaución que no presente ningún patógeno que alterare su calidad.



Figura 27. Escala de color de la mora de Castilla.

Fuente: NTC 4106, 2017

La mora se lava con agua desionizada, eliminando sépalo y pedúnculo. Se tomará una masa de 50 g de mora en una balanza digital (maraca OHAUS, modelo Adventurer Pro AV812c), se procede a tajar y se coloca a deshidratar en cajas de Petri sobre una maya metálica en un horno de convección (maraca DAIHAN Scientific, modelo ThermoStable OF-155) a 60 °C por 48 horas, luego se pesa nuevamente en la balanza digital, se registran los datos y se determina con fórmula el porcentaje de pérdida de humedad y finalmente se tritura en un mortero (ver figura 28).



Figura 28. Diagrama de la selección y pretratamiento de la mora de Castilla (*R. glaucus* Benth)

Fuente: Autor

El porcentaje de la pérdida de agua se calcula por la siguiente Ecuación 1:

$$2. \text{ Pérdida por secado} = \frac{\text{Peso final} - \text{Peso inicial}}{\text{Peso inicial}}$$

7.2.1.2 Actividad 2: Métodos de extracción de las antocianinas

Se propone realizar la aplicación diferentes métodos de extracción para la obtención de los pigmentos naturales de las antocianinas, dentro de estos métodos se seleccionaron: el de maceración, percloración, extracción soxhlet, Hidrodestilación Asistida por Microondas (HAM) y ultrasonido

7.2.1.2.1 Extracción por el método de maceración.

Para realizar la extracción por maceración se toma la mora previamente tratada y se agregaron 100 mL de una solución de etanol al 96 % acidificado al 2 % v/v con una solución de HCl al 2% v/v. Se procede, a dejar en maceración por un tiempo de 20 minutos. Pasados los 20 minutos se filtra la solución restante con papel filtro cualitativo con tamaño de poro de 8 a 12 μm . El residuo sólido se descarta. La solución filtrada se pasa a una botella ámbar y se coloca en refrigeración a 4 °C para su posterior caracterización.

7.2.1.2.2 Extracción por el método soxhlet.

Se toma de una masa de 50 g de mora, previamente tratada y se procede a cubrir la muestra con papel filtro para ser introducida en el tubo extractor soxhlet. Se prepara una solución de 100 mL de etanol al 96 % acidificado al 2 % v/v con HCl al 2 % v/v y se colocará en un matraz de fondo redondo, que se calienta en una manta de calefacción a 64 °C, por tres horas hasta que se realicen tres sifonadas, obteniendo el extracto del pigmento natural de antocianina de la mora. El extracto resultante se pasará a un frasco ámbar para su posterior caracterización.

7.2.1.2.3 Extracción por Hidrodestilación Asistida por Microondas (HAM).

Previa selección y pretratamiento de la mora se toma una muestra proveniente de 150 g de fruto, previamente deshidratado y triturado, se adicionan a 150 mL de etanol (96 %) acidificado al 2 % v/v con una solución de HCL al 2 % v/v y la mezcla resultante se somete a radiación de microondas usando un horno microondas Samsung convencional acoplado a un hidrodestilador, con una salida de frecuencia de 2450 MHz, a tiempos de exposición de la radiación de 2 minutos a potencia de 80 watts y un reposo de 10 minutos, esta operación se realiza tres veces (o sea, tres exposiciones a calentamiento de 2 minutos, espaciados por dos espacios de reposo de 10 minutos, para un tiempo total del proceso de 26 minutos) . El extracto obtenido se filtra y se guarda a 4 °C hasta los análisis posteriores.

7.2.1.2.4 Extracción por ultrasonido.

Previa selección y pretratamiento de 50 g de mora, se procede a colocar la mora en un Erlenmeyer de 250 mL. Posteriormente se siguen los siguientes pasos:

- Acidificación de la muestra: Se preparará una solución de ácido clorhídrico al 2 % v/v y se acidifica el etanol (96 %) al 2 % v/v.
- Extracción: Se lleva la muestra al ultrasonido (marca Branson, modelo N151OR-DTH) por 20 minutos a 20 °C. Luego se el extracto obtenido se filtra y se guarda a 4 °C hasta los análisis posteriores.

7.2.1.3 Actividad 3: Concentración del extracto etanólico de antocianinas

Posterior a los métodos de extracción se realiza la concentración de los extractos etanólicos, para poder retirar la mayor cantidad de solvente y realizar las posteriores pruebas de separación, identificación caracterización y aplicación de los pigmentos naturales de antocianinas. Para tal fin, se realiza la concentración de antocianinas por: rotavapor, baño de María y reflujo.

7.2.1.4 Actividad 4: Separación por cromatografía en columna

Este tipo de cromatografía se utiliza para separar y purificar el extracto. Se pesa el extracto de antocianina, tomando un (1) g por 30 g de silica gel para la columna. Se introduce la silica gel en la columna (golpeando suavemente para que se distribuya bien). Se adiciona un poco de la silica gel al extracto de antocianina, se agita y se adiciona a la columna. Seguidamente, se empiezan a adicionar los solventes en orden del menos polar al más polar (Éter de petróleo, Acetona y Etanol), teniendo cuidado que no quede el montaje sin solvente. Seguido, se recolectan las fracciones, se marcan, se guardan debidamente marcadas y envueltas (para evitar la luz).

7.2.1.5 Actividad 5: Identificación por cromatografía de capa fina (TLC)

Existen el método para la identificación de flavonoides, como la cromatografía de capa delgada (TLC) la cual consiste en separar moléculas relativamente pequeñas. Al igual que otras cromatografías, esta se basa en una fase estacionaria (comúnmente se utiliza sílica gel) y una fase móvil y el principio es el mismo: la sustancia de interés se adherirá a la fase estacionaria o se moverá con la fase móvil, viajando una distancia que es inversamente proporcional a la afinidad por la fase estacionaria. Para tal fin, se siguen los siguientes pasos:

1. La activación de las placas de silica gel se realiza a 100 °C durante una hora, en un horno de secado (marco, referencia). Transcurrido este tiempo, se procede a colocar las placas en el desecador.
2. Se preparan dos fases móviles: A y B. Fase móvil A Acetato de etilo: isopropanol (65:25). Fase móvil B: Cloroformo: acetato de etilo (60:40). Se coloca cada fase en la respectiva cámara de cromatografía.

3. Se toman los capilares, se calientan en el mechero Fisher hasta que se dilatan y se rompen por la mitad; se dejan enfriar y se les rompe la punta.
4. Se retirarán las placas del desecador y se les traza dos líneas en cada extremo de un centímetro y se colocan sobre la línea, se marcan tres puntos separados, donde posteriormente se colocan las muestras a correr.
5. Las muestras son colocadas en sus fases móviles en cámaras cromatografías respectivamente, hasta que el solvente se mueve a un centímetro antes del límite de la placa (ver tabla 5).
6. Se dejan secar por un tiempo de 20 minutos a temperatura ambiente.
7. Son revelados en la cámara de luz ultravioleta en dos longitudes de onda, 225 nm y 365 nm
8. Se marca y mide la distancia que recorre el solvente en la placa.
9. Son almacenadas en desecador.

7.2.2 Caracterización de antocianinas

A continuación, se describen todas las actividades que corresponden a la identificación y caracterización de las antocianinas de la mora de Castilla.

7.2.2.1 Actividad 6: Caracterización cualitativa de antocianinas

La evaluación cualitativa, permite identificar la presencia de los antioxidantes de interés. Se efectúa la caracterización por la prueba de Shinoda para identificación de flavonoides, y la prueba de Zinc más ácido clorhídrico (pruebas cualitativas), ambas pruebas dan positivas cuando viran a una coloración rojo violeta claro. Se realiza la caracterización por espectrometría UV-Vis y el FTIR-ATH.

7.2.2.1.1 Prueba de identificación para Flavonoides de Shinoda.

Se toma un alícuota de 2 mL del extracto obtenido y se coloca en tubos de ensayo. Se agrega, 1.0 mg de magnesio, posteriormente, el tubo se somete a una temperatura de 70 °C por un tiempo de 5 min en un baño María, una vez fuera del baño maría se adiciona lentamente por las paredes 3 gotas de HCl.

7.2.2.1.2 Prueba de Zn + HCL

En esta prueba el Zn reemplaza al magnesio y se comprueba la reproducibilidad de la prueba. Para está prueba, se toma una alícuota de 2mL del extracto obtenido y se coloca en tubos de ensayo. Se agrega, 1.0 mg de Zn, posteriormente, el tubo se somete a una temperatura de 70 °C por un tiempo de 5 min en un baño María, una vez fuera del baño María se adiciona lentamente por las paredes 3 gotas de HCl (Harborne, 1998).

7.2.2.1.3 Caracterización por espectrofotometría UV-Vis

Para la cuantificación de antocianinas y flavonoles es la espectrofotometría la técnica usada, para tal fin, se procede de la siguiente forma:

- Se toman tres celdas para el espectrofotómetro, la primera celda es el blanco por lo cual, está tiene 1 mL del etanol acidificado con HCL 2% pero sin el pigmento.
- Para la segunda y tercera se agrega 1mL de la extracción realizada previamente.
- Se realiza un barrido en el espectrofotómetro UV de 300 hasta 600 nm.
- Se toman tres celdas para el espectrofotómetro, la primera celda es para el blanco por lo cual, está tiene 1 mL del etanol acidificado con HCL 2% pero sin el pigmento.
- Para la segunda y tercera se agrega 1mL de la extracción por los diferentes métodos.
- Se realiza un barrido en el espectrofotómetro UV de 300 hasta 600 nm.
- Se registran los datos y se procede a realizar la gráfica.

7.2.2.1.4 Caracterización por espectrofotometría de infrarrojo (FTIR-ATH)

Se realiza la caracterización por FTIR-ATH, para tal fin se alista el equipo FTIR-ATH (marca Shimazu), se toma una pequeña muestra de antocianinas concentrada y se sube el pH original de 3,5 a neutro entre 6,5 a 7,0 unidades de pH, con NaOH al 0,1 M, debido a que la muestra ácida puede manchar el equipo. Se procede a realizar la lectura, se guarda la gráfica y se realiza la interpretación.

7.2.2.2 Actividad 7: Caracterización Cuantitativa por HPLC

La cromatografía líquida de alta resolución (HPLC, por sus siglas en inglés) también se utiliza para la cuantificación del perfil de antocianinas. La mayor parte de las separaciones por HPLC se ha realizado utilizando columnas llamadas de fase reversa RP, ya que la fase estacionaria es menos polar que la fase móvil, de esta forma los solutos más polares poseen tiempos de retención más cortos que los solutos menos polares; así, en la separación de mezclas complejas de flavonoides, los glicósidos eluirán primero, seguido por las agliconas generalmente en orden de polaridad decreciente. Los sistemas más usados son mezclas de CH₃CN:H₂O ó MeOH:H₂O conteniendo pequeñas cantidades de HOAc. Algunas columnas RP usuales son Lichrosorb RP-18 ó RP-8, μ -Bondapak C18, Zorbax C8 (Lock de Ugaz, 1994).

7.3 Fase 3: Aplicación de las antocianinas: Miniproyectos de aula.

En esta fase se pretende motivar al aprendiz, a través de la formulación de un problema mediado por un reto a solucionar del enfoque STEAM, que pueda desarrollar en el ambiente de formación del laboratorio de química e interrelacionar con su contexto real, donde se le facilite indagar y proponer la posible solución al reto establecido. Es así,

que por medio de la planeación, búsqueda, organización y relación de información; la formulación de preguntas sobre fenómenos; planteamiento, desarrollo de procedimientos y estrategias para solución de problemas; la realización de experimentos; pueda dar solución a uno de los tres miniproyectos planteados: Elaboración de un producto alimenticio, uno cosmetológico y una aplicación tecnológica, que impliquen la aplicación de los pigmentos de antocianinas previamente obtenidos en el laboratorio.

Se procede a utilizar las antocianinas obtenidas a través de los diferentes métodos de extracción en la elaboración de algunos productos, tales como, helado rápido de mora, crema hidratante con pigmento natural de antocianinas para darle color y/o, como protector solar y la aplicación de antocianinas en la elaboración de un prototipo de celda solar para aumenta su efectividad (Guía gamificada y paso a pasos en el laboratorio de química de la Tecnoacademia Cazucá, 2023).

A continuación, se describen los procedimientos a seguir (ver figura 29):

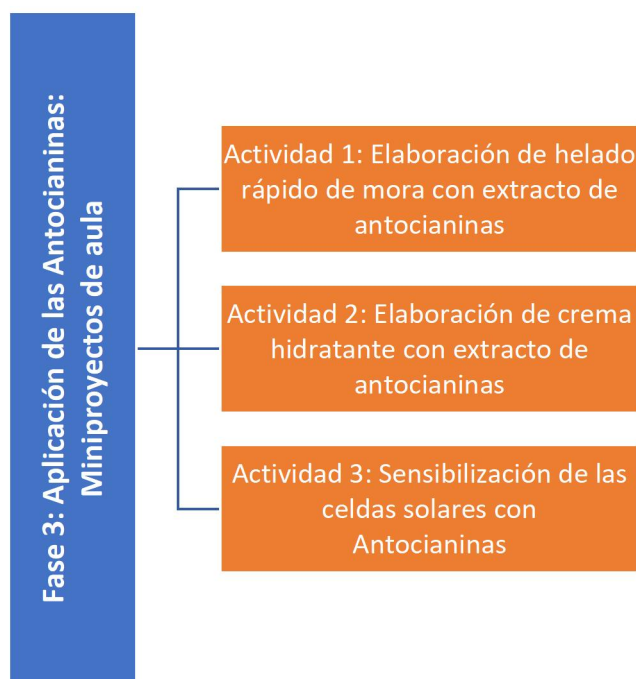


Figura 29. Diagrama de la Fase 3: Aplicación de las antocianinas: Miniproyectos de aula.

Fuente: Autor.

7.3.1 Actividad 1: Elaboración de helado rápido de mora con colorante de antocianinas

Con esta preparación se obtiene un helado fácil de preparar, de mucha aceptación por los consumidores, en este se utiliza mora de Castilla, azúcar, crema de leche, huevos y se adiciona extracto de antocianinas. Inicialmente se prepara la confitura de mora y posteriormente se mezcla la crema de leche, los huevos, el azúcar y se bate con la batidora. Cuando esté lista la crema se mezcla con la confitura, se adiciona el extracto de antocianina y se coloca en el congelador en un recipiente tapado por 24 horas para su posterior consumo (ver Anexo 7).

7.3.2 Actividad 2: Elaboración de crema hidratante con extracto de antocianinas

En la elaboración de esta crema hidratante de uso corporal y manos (no se recomienda para la cara), su preparación se realiza en tres grandes pasos, los reactivos que se utilizan para la Parte A: alcohol cetílico, ácido esteárico, glicerina, aceite mineral. Para la Parte B: agua. Y para la Parte C: trietanolamina, benzoato de sodio, extracto de antocianina y fragancia (ver Anexo 8).

Para la elaboración de la crema, realizar los siguientes pasos:

1. Pesar los reactivos de la Parte A.
2. Calentar los ingredientes de la Parte A, a fuego medio (hasta 80 °C), en un beaker de 250 mL, sin dejar que se quemen (No hay necesidad de revolver).
3. Pasar toda la mezcla disuelta de la Parte A, a un recipiente de plástico.
4. Parte B: Calentar el agua (hasta 80 °C), en otro recipiente y dejar reposar un poquito, luego agregarla con mucho cuidado (desde lejos porque chispea) en la mezcla A.
5. Agitar la nueva mezcla en un tazón hasta enfriar a temperatura ambiente; enseguida aplicar la Parte C, en su orden: Trietanolamina y revolver constantemente hasta enfriar.
6. Disolver el Benzoato de sodio en agua tibia y aplicarlo a la crema agitando para que se mezcle muy bien.
7. Aplicar el aroma y si se desea colorante (al gusto), mezclando muy bien.
8. Se realiza la lectura del pH, con el papel indicador.
9. Si el pH no está en 6 (o valor cercano), cuadra el pH, adicionando Ácido cítrico o TEA (gota a gota).
10. Se envasa y marca el producto (Nombre, fecha, quien lo preparó).

7.3.3 Actividad 3: Sensibilización de las celdas solares con antocianinas

Para la construcción del prototipo, previamente se ejecuta el lavado de las placas conductoras con agua destilada y etanol al 96% y con un multimetro se mide la conductividad de la placa. Se realiza una solución de 6 g de TiO_2 con 1 mL de ácido acético al 1% y una gota de jabón líquido lavalozza, la cual se agita por 3 minutos. Teniendo en cuenta que la parte que se utiliza es conductora, se fija la placa con cinta a

una superficie plana y se aplica la solución de TiO_2 uniformemente con ayuda de un agitador de vidrio, posteriormente se deja secar por 10 minutos, se calienta la parte de abajo con el mechero por 10 minutos, se sumerge por 15 minutos en una caja Petri la cual contiene el extracto de antocianina previamente obtenido por el método de ultrasonido. Se extrae el electrodo, y se lava con agua destilada, etanol al 96% y se elimina la humedad con toalla de papel secante.

Para realizar el contra electrodo de carbono, se toma otra platina de vidrio conductora, se sujeta con unas pinzas en la parte inferior y se calentó con un mechero hasta que la platina estuvo cubierta por hollín a excepción de la parte cubierta por las pinzas. Para efectuar el ensamblaje de la celda DSSC se sitúa el contra electrodo en la parte superior y el electrolito en la parte inferior, de manera en que las partes previamente cubiertas con cinta estén alineadas con las pinzas del contra electrodo y se sujetan con dos clips. Luego se aplican 2 gotas de yodo y se limpia la celda estructurada con un palillo limpiador y etanol. Para realizar la medición de salida eléctrica se lleva la celda al exterior donde tiene exposición al sol y se mide la conductividad con el multímetro (ver Anexo 9).

7.4 Fase 4: Evaluación del modelo didáctico desarrollado (postest)

La evaluación final del modelo didáctico desarrollado se realiza aplicando un postest, donde se va a evaluar el fortalecimiento de la competencia científica de indagar. Al terminar las actividades de la formación en el ambiente del laboratorio de química, se aplica el postest para comparar el alcance de los desempeños logrados por competencia tal como lo sugiere López-Bautista (2018).

Los desarrollos obtenidos en las prácticas de laboratorio, bajo miniproyectos de aula serán socializados con la comunidad interna y externa a través de elaboración de un póster científico, realización de un Evento de Divulgación Tecnológica (EDT) o participación en algún evento científico-técnico (ver figura 30).



Figura 30. Diagrama de la Fase 4: Evaluación del modelo didáctico desarrollado (postest).

Fuente: Autor

8 RESULTADOS Y ANÁLISIS

8.1 Prueba diagnóstica (pretest) y postest

Fase 1: La caracterización de la competencia científicas de indagación de los aprendices se realizó por intermedio de la aplicación de un pretest. A continuación, se describen las preguntas abiertas de la prueba y las respuestas de cada uno de los aprendices, de las siete subcategorías seleccionadas: Cada pregunta tiene un valor arbitrario de uno (1) y un valor total de diez, sí todas las respuestas son correctas.

8.1.1 Resultados del pretest con relación a las subcategorías de la competencia científica de indagación

La población objeto de estudio corresponde a nueve (9) mujeres (42,86%) y doce (12) hombre (57/14%); los cuales tienen un rango de edad entre los 14 y 17 años; pertenecen a una institución educativa pública 12 personas, que equivaless al (57,14%) y a privado 9 personas (42,86%).

A continuación, se presentarán los resultados de los datos recolectados a través de la aplicación del pretest, donde se analizan las subcategorías de la competencia científica de indagación con relación a las preguntas formuladas en el presente trabajo:

1. Subcategoría: Organizo información relevante para responder una pregunta

1. El primer concepto que se aborda es: *DEFINICIÓN DE ANTOCIANINAS*. Por intermedio del siguiente enunciado, conteste la pregunta 1:

Enunciado de la pregunta: Las antocianinas son pigmentos naturales polifenólicos hidrosolubles, que pertenecen a la familia de los flavonoides, que se encuentran en las vacuolas de las células y son responsables de los colores azul a violeta y de rojo a naranja en varias frutas, vegetales y cereales (Navas et al., 2012).

Pregunta 1. Según sus propias palabras a partir de la lectura anterior, ¿cómo puede definir las antocianinas? Ver los resultados en la tabla 4.

Tabla 4. Resultados de la pregunta 1 vs Subcategoría: Organizo información

Pregunta 1					
Pretest				Postest	
No	Respuesta	Personas		Personas	
		Cantidad	%	Cantidad	%
1	No contestaron	0	0	0	0
2	Contestaron incorrectamente	5	23,81	1	4,76
3	Contestaron parcialmente	16	76,19	12	57,14
4	Contestaron correctamente	0	0	8	38,10
Total		21		21	
Porcentaje		100%		100	

Fuente: Autor

Resultado de la Subcategoría 1: **Organizo información relevante para responder una pregunta.** Al realizar el pretest en esta subcategoría ningún (0) aprendiz dejó de contestar (0 %), contestaron incorrectamente cinco (5) aprendices (23,81 %), contestaron en forma parcial 16 (76,19 %) y ninguno (0) correctamente (0 %). Al realizar la intervención a través de la formación, ninguno (0) dejó de contestar (0 %), contestó incorrectamente un (1) aprendiz (4,76 %), contestaron parcialmente 16 (76,19 %) y ninguno contestó en forma correcta. Al realizar el postest, se comprueba que se incrementó el resultado favorable de la prueba, así: No contestaron cero (0) aprendices (0 %), contestó de manera incorrecta un (1) aprendiz (4,76 %), contestaron parcialmente la prueba 12 (57,14 %) y contestaron en forma correcta ocho (8) aprendices (38,1 %), lo que ratifica el logro alcanzado para esta subcategoría en la actividad.

2. Subcategoría: Acudo a los libros u otras fuentes de información para resolver situaciones científicas

2. El segundo concepto que se aborda es: *ESTRUCTURAS QUÍMICA DE LAS ANTOCIANINAS*. A partir del siguiente texto, conteste las preguntas 2 y 3. Ver los resultados en la tabla 5.

Enunciado: Químicamente las antocianinas son glucósidos de las antocianidinas, es decir, están constituidas por una molécula de antocianidina, que es la aglicona, a la que se le une un azúcar por medio de un enlace β -glucosídico. La estructura química básica de estas agliconas es el ión flavilio (Badui, 2006; Welch et al., 2008), también llamado 2-fenil-benzopirilio (Wong, 1995), que consta de dos grupos aromáticos: un benzopirilio (A) y un anillo fenólico (B), ambos unidos por una unidad de tres carbonos (Rabanal & Medina, 2021; Zhao et al., 2017)). El flavilio normalmente funciona como un catión (Badui, 2006; Welch, et al., 2008). De todas las antocianidinas que actualmente se conocen, las más importantes son la pelargonidina, delphinidina, cianidina, petunidina, peonidina y malvidina, la combinación de éstas con los diferentes azúcares genera aproximadamente 150 antocianinas. Los carbohidratos que comúnmente se encuentran

son la glucosa y la ramnosa, seguidos de la galactosa, xilosa y la arabinosa, ocasionalmente, la gentobiosa, la rutinosa y la soforosa (Aguilera et al., 2011).

Pregunta 2. Explique químicamente ¿Qué entendió por antocianinas? Ver la tabla 5.

Tabla 5. Resultados de la pregunta 2 vs Subcategoría Acudo a los libros u otras fuentes de información para resolver situaciones científicas

Pregunta 2					
Pretest				Postest	
No	Respuesta	Personas		Personas	
		Can	%	Can	%
1	No contestaron	0	0	0	0
2	Contestaron incorrectamente	6	28,57	1	4,76
3	Contestaron parcialmente	15	71,43	12	57,14
4	Contestaron correctamente	0	0	8	38,1
Total		21		21	
Porcentaje		100%		100%	

Fuente: Autor

Resultado de la Subcategoría 2a: **Acudo a los libros u otras fuentes de información para resolver situaciones científicas.** En el pretest en esta subcategoría ningún aprendiz dejó de contestar (0 %), contestaron incorrectamente seis (6) aprendices (28,57 %), contestaron parcialmente 15 aprendices (71,43 %) y ninguno (0) contestó correctamente (0 %). Al realizar la intervención a través de la formación, en la respuesta del postest, ningún aprendiz (0 %) dejó de contestar la pregunta (0 %), se evidenció que se redujo el número de respuestas incorrectas a un (1) aprendiz (4,76 %), contestaron parcialmente 12 (57,14 %) y contestaron de manera correcta ocho (8) aprendices (38,1 %).

Pregunta 3. ¿El ion flavilio es un catión o anión en la estructura de la antocianina? Ver los resultados en la tabla 6.

Tabla 6. Resultados de la pregunta 3 vs Subcategoría Acudo a los libros u otras fuentes de información para resolver situaciones científicas

Pregunta 3					
Pretest				Postest	
No	Respuesta	Personas		Personas	
		Can	%	Can	%
1	No contestaron	2	9,52	1	4,76
2	Contestaron incorrectamente	1	4,76	1	4,76
3	Contestaron parcialmente	18	85,71	0	0
4	Contestaron correctamente	0	0	19	90,48
Total		21		21	
Porcentaje		100%		100%	

Fuente: Autor

Resultado de la Subcategoría 2b: **Acudo a los libros u otras fuentes de información para resolver situaciones científicas.** El pretest en esta subcategoría dio como resultado, que no contestaron dos (2) aprendices y uno (1) contestó incorrectamente (4,76 %), contestaron parcialmente 18 (85,71 %) y ninguno (0) contestó en forma correcta (0 %). Después de realizar el postest se evidenció, que no contestó un (1) aprendiz (4,76 %), contestó incorrectamente un (1) aprendiz (4,76 %), ninguno (0) en forma parcial (0 %) y contestaron en forma correcta 19 (90,48%). En esta subcategoría se evidenció que la intervención realizada fue exitosa.

3. Subcategoría: Establezco relaciones entre la información contenida en tablas o gráficos con conceptos científicos.

3. *ESPECTOFOTOMETRÍA UV.VIS PARA ANTOCIANINAS.* Por intermedio del siguiente aparte, conteste la pregunta 9 y 10. Ver los resultados en las tablas 7 y 8.

Pregunta 9. ¿Entonces, sí se tiene el siguiente espectro de absorción (ver la gráfica 1), se puede decir que probablemente la muestra analizada tiene antocianina? Justifique su respuesta.

Tabla 7. Resultados de la pregunta 9 vs Subcategoría: Establezco relaciones entre la información contenida en tablas o gráficos con conceptos científicos.

Pregunta 9					
Pretest				Postest	
No	Respuesta	Personas		Personas	
		Can	%	Can	%
1	No contestaron	14	66,66	0	0
2	Contestaron incorrectamente	2	9,52	0	0
3	Contestaron parcialmente	3	14,29	1	4,76
4	Contestaron correctamente	2	9,52	20	95,23
Total		21		21	
Porcentaje		100%		100%	

Fuente: Autor

Resultado de la Subcategoría 3a: **Establezco relaciones entre la información contenida en tablas o gráficos con conceptos científicos.** En esta subcategoría, al aplicar el pretest, se evidenció que no contestaron la pregunta 14 (66,66 %), en forma correcta dos (2) aprendices (9,52 %), contestaron en forma parcial tres (3) aprendices (14,29 %), correctamente dos (2) aprendices (9,52 %). Después de la intervención a través de la formación, se obtuvo que ninguno (0) dejó de contestar la pregunta (0 %), ninguno aprendiz contestó incorrectamente (0 %), tres (3) aprendices (14,29 %) contestaron en forma parcial y dos (2) aprendices (9,52 %) contestaron en forma

correcta. La revisión del postest arroja como resultado, que ningún (0) aprendiz dejó de contestar las preguntas (0 %), ninguno (0) contestó en forma incorrecta, un (1) aprendiz contestó en forma parcial (4,76 %) y 20 (95,23) contestaron en forma correcta.

Pregunta 10. Según la información consignada en la pregunta anterior (9), se marca un pico de absorción de 520 nm en el espectro visible. A partir de esta gráfica se podría afirmar: ¿Que el extracto analizado contiene la antocianina delfinina? Explique la respuesta.

Tabla 8. Resultados de la pregunta 10 vs Subcategoría: Establezco relaciones entre la información contenida en tablas o gráficos con conceptos científicos.

Pregunta 10					
Pretest				Postest	
No	Respuesta	Personas		Personas	
		Can	%	Can	%
1	No contestaron	13	61,9	1	4,76
2	Contestaron incorrectamente	5	23,80	0	0
3	Contestaron parcialmente	1	4,76	1	4,76
4	Contestaron correctamente	2	9,52	19	90,47
Total		21		21	
Porcentaje		100%		100%	

Fuente: Autor

Resultado de la Subcategoría 3b: **Establezco relaciones entre la información contenida en tablas o gráficos con conceptos científicos.** En esta subcategoría al realizar el pretest, no contestaron 13 aprendices (61,9 %), contestaron incorrectamente cinco (5) aprendices (23,80 %), contestó en forma parcial un (1) aprendiz (4,76 %), y en forma correcta dos (2) aprendices (9,52 %). Pasada la intervención, al aplicar el postest No contestó un (1) aprendiz (4,76 %), ninguno (0) contestó en forma incorrecta (0 %), un (1) aprendiz contestó en forma parcial (4,76 %) y 19 (90,47 %) contestaron correctamente.

5. Subcategoría: Formulo preguntas sobre eventos o fenómenos

4. MÉTODOS DE EXTRACCIÓN, SEPARACIÓN, PURIFICACIÓN E IDENTIFICACIÓN DE ANTOCIANINAS

Pregunta 4. ¿Se pueden considerar las antocianinas moléculas polares o apolares? Explique su respuesta. Ver los resultados en la tabla 9.

Tabla 9. Resultados de la pregunta 4 vs Subcategoría:
Formulo preguntas sobre eventos o fenómenos

Pregunta 4					
Pretest				Postest	
No	Respuesta	Personas		Personas	
		Can	%	Can	%
1	No contestaron	1	4,76	0	0
2	Contestaron incorrectamente	1	4,76	1	4,76
3	Contestaron parcialmente	19	90,48	6	28,57
4	Contestaron correctamente	0	0	14	66,66
Total		21		21	
Porcentaje		100%		100%	

Fuente: Autor

Resultado de la Subcategoría 5: **Formulo preguntas sobre eventos o fenómenos**. Al realizar el pretest en esta subcategoría no contestó un (1) aprendiz (4,76 %), contestó incorrectamente un (1) aprendiz (4,76 %), contestaron en forma parcial 19 (90,48 %) y ningún (0) aprendiz (0 %) contestó en forma correcta. Posterior al desarrollo de la investigación, al aplicar el postest se evidenció, que ningún (0) aprendiz dejo de contestar la prueba, un (1) aprendiz (4,76 %) contestó incorrectamente, seis (6) aprendices (28,57 %) contestaron parcialmente y 14 (66,66 %) contestaron en forma correcta.

6. Subcategoría: Planteo y desarrollo procedimientos para abordar problemas científicos/estrategias de solución posibles

5. MÉTODOS DE EXTRACCIÓN, SEPARACIÓN, PURIFICACIÓN E IDENTIFICACIÓN DE ANTOCIANINAS

Pregunta 5. Nombra algunas de las aplicaciones biológicas de las antocianinas y ¿Qué característica (s) en la molécula es (son) fundamental (es) para estas aplicaciones biológicas? Ver los resultados en la tabla 10.

Tabla 10. Resultados de la pregunta 5 vs Subcategoría:
Planteo y desarrollo procedimientos para abordar problemas científicos/estrategias de solución posibles

Pregunta 5					
Pretest				Postest	
No	Respuesta	Personas		Personas	
		Can	%	Can	%
1	No contestaron	9	42,85	0	0
2	Contestaron incorrectamente	2	9,52	3	14,28
3	Contestaron	10	47,62	7	33,33

	parcialmente				
4	Contestaron correctamente	0	0	11	52,38
	Total	21		21	
	Porcentaje	100%		100%	

Fuente: Autor

Resultado de la Subcategoría 6: **Planteo y desarrollo procedimientos para abordar problemas científicos/estrategias de solución posibles.** En esta subcategoría al aplicar el pretest no contestaron nueve (9) aprendices (42,85 %), contestaron incorrectamente dos (2) aprendices (9,52 %), contestaron parcialmente 10 (47,62 %) y ningún (0) aprendiz (0 %) contestó correctamente. Después de la intervención, ningún (0) aprendiz (0 %) dejó de contestar, tres (3) aprendices (14,28 %) contestaron en forma incorrecta, siete (7) aprendices (33,33 %) contestaron en forma parcial y 11 (52,38 %) contestaron correctamente.

7. Subcategoría: Realizo experimentos y demostraciones

6. MÉTODOS DE EXTRACCIÓN, SEPARACIÓN, PURIFICACIÓN E IDENTIFICACIÓN DE ANTOCIANINAS

Pregunta 6. ¿Puede indicar cuáles pruebas son utilizadas para identificar la presencia de antocianinas y/o su concentración? Ver los resultados en la tabla 11.

Tabla 11. Resultados de la pregunta 6 vs Subcategoría:
Realizo experimentos y demostraciones

Pregunta 6					
Pretest				Postest	
No	Respuesta	Personas		Personas	
		Can	%	Can	%
1	No contestaron	7	33,33	0	0
2	Contestaron incorrectamente	14	66,66	1	4,76
3	Contestaron parcialmente	0	0	0	0
12	Contestaron correctamente	0	0	20	95,23
	Total	21		21	
	Porcentaje	100%		100%	

Fuente: Autor

Resultado de la Subcategoría 7: **Realizo experimentos y demostraciones.** En esta subcategoría al realizar el pretest se evidenció, que siete (7) aprendices no contestaron la prueba (33,33), 14 (66,66 %) contestaron incorrectamente, ningún (0) aprendiz (0 %) contestó en forma parcial y ninguno (0) en forma correcta (0 %). Después de la intervención, al aplicar el postest, ningún (0) aprendiz (0 %) dejó de contestar esta pregunta, un (1) aprendiz (4,76 %) contestó en forma incorrecta, ningún (0) aprendiz (0 %) contestó en forma parcial y 20 (95,23 %) contestaron de manera correcta.

8. Subcategoría: Realizo mediciones de diferentes magnitudes

7. APLICACIONES BIOLÓGICAS DE LAS ANTOCIANINAS. Por intermedio de la siguiente lectura responda las preguntas 8.

Enunciado: Las antocianinas en las plantas atraen polinizadores, protegen contra la radiación ultravioleta, contra la contaminación viral y microbiana (Garzón, 2008; Menzies et al., 2016). Además, se usan como colorantes en alimentos y en cosmetología; en aplicaciones biológicas para prevenir enfermedades cardiovasculares, neurodegenerativas, cancerígenas, hipertensión, inflamación, colesterol, buena visión, mejora la cognición; en la industria en la elaboración de celdas solares, etc. (Wang et al., 2018; Cervantes, Barragán, & Chaquilla, 2019; Bontempo et al., 2015; Xie, et. al., 2018; Cassidy, 2018; Nardini & Garaguso, 2020).

Pregunta 7. Nombra algunas de las aplicaciones biológicas de las antocianinas y ¿Qué característica (s) en la molécula es (son) fundamental (es) para estas aplicaciones biológicas? Ver los resultados en la tabla 13.

Tabla 12. Resultados de la pregunta 8 vs Subcategoría Realizo mediciones de diferentes magnitudes

Pregunta 8					
Pretest				Postest	
No	Respuesta	Personas		Personas	
		Can	%	Can	%
1	No contestaron	3	14,28	0	0
2	Contestaron incorrectamente	0	0	2	9,52
3	Contestaron parcialmente	18	85,71	5	23,81
4	Contestaron correctamente	0	0	14	66,66
Total		21		21	
Porcentaje		100%		100%	

Fuente: Autor

Resultado de la Subcategoría 8: **Realizo mediciones de diferentes magnitudes.** En esta subcategoría al implementar el pretest, tres (3) aprendices (14,28 %) no contestaron la pregunta, ninguno (0) contestó incorrectamente (0%), 18 (85,71 %) contestaron en forma parcial y ningún (0) aprendiz (0 %) contestó en forma correcta. Después de realizar la investigación y aplicar el postest, se tuvo como resultado, que ningún (0) aprendiz dejó de contestar (0 %), dos (2) aprendices (9,52 %) contestaron de manera incorrecta, cinco (5) aprendices (23,81 %) contestaron de forma parcial, y finalmente, 14 (66,66 %) aprendices contestaron de manera correcta la evaluación.

A continuación, se describen los resultados del pretest y del postest aplicado a los aprendices del laboratorio de química de la TecnoAcademia, que permitió evidenciar

que las subcategorías de la competencia científica de indagación a través de los datos consignados se correlacionen de la siguiente forma (ver gráfica 1):

En la subcategoría 1: **Organizo información relevante para responder una pregunta**, que se evaluó por intermedio de la pregunta número 1 del pretest, dio como resultado que contestaron incorrectamente cinco (5) aprendices (23,81 %) y en el postest contestaron correctamente ocho (8) aprendices (38,1 %), lo que evidencia que la intervención realizada a través de la investigación fue positiva. Esto se repitió en todas las otras subcategorías trabajadas.

Para la subcategoría 2: **Acudo a los libros u otras fuentes de información para resolver situaciones científicas**. Para esta subcategoría abordada por dos preguntas, la primera (número 2), en el pretest de seis (6) aprendices (28,57 %) que contestaron de manera incorrecta a ocho (8) aprendices (38,1 %) que contestaron correctamente en el postest.

La segunda pregunta (número 3) para la subcategoría 2, en el pretest de un (1) aprendices (4,76 %) que contestaron de manera incorrecta a 19 (90,48 %) que contestaron correctamente en el postest.

En la subcategoría 3: **Establezco relaciones entre la información contenida en tablas o gráficos con conceptos científicos**. Esta subcategoría también es abordada por dos preguntas, para la primera pregunta (número 9), en el pretest de dos (2) aprendices (9,52 %) que contestaron incorrectamente, se pasó a 20 (95,23 %) aprendices que contestaron correctamente en el postest.

Para el caso de la segunda pregunta (número 10) de esta subcategoría, de cinco (5) aprendices (23,8 %) que contestaron incorrectamente en el pretest, se pasó a 19 (90,47 %) que contestaron correctamente.

La subcategoría 5: **Formulo preguntas sobre eventos o fenómenos**. Para esta subcategoría se formuló la pregunta número 4 del pretest, en la cual contestó un (1) aprendiz (4,76 %) de forma incorrecta y en el postest contestaron de forma correcta 14 (66,66 %) aprendices.

La subcategoría 6: **Planteo y desarrollo procedimientos para abordar problemas científicos/estrategias de solución posibles**. En esta subcategoría se formuló la

pregunta número 5 del pretest, en la cual dos (2) aprendices (9,52 %) contestaron incorrectamente y en el postest, contestaron correctamente 11 (52,38%).

La subcategoría 7: **Realizo experimentos y demostraciones**. Esta subcategoría se abordó con dos preguntas, la primera (número 6), en el pretest no contestaron correctamente 14 (66,66 %) aprendices y en el postest contestaron correctamente 20 (95,23 %) aprendices.

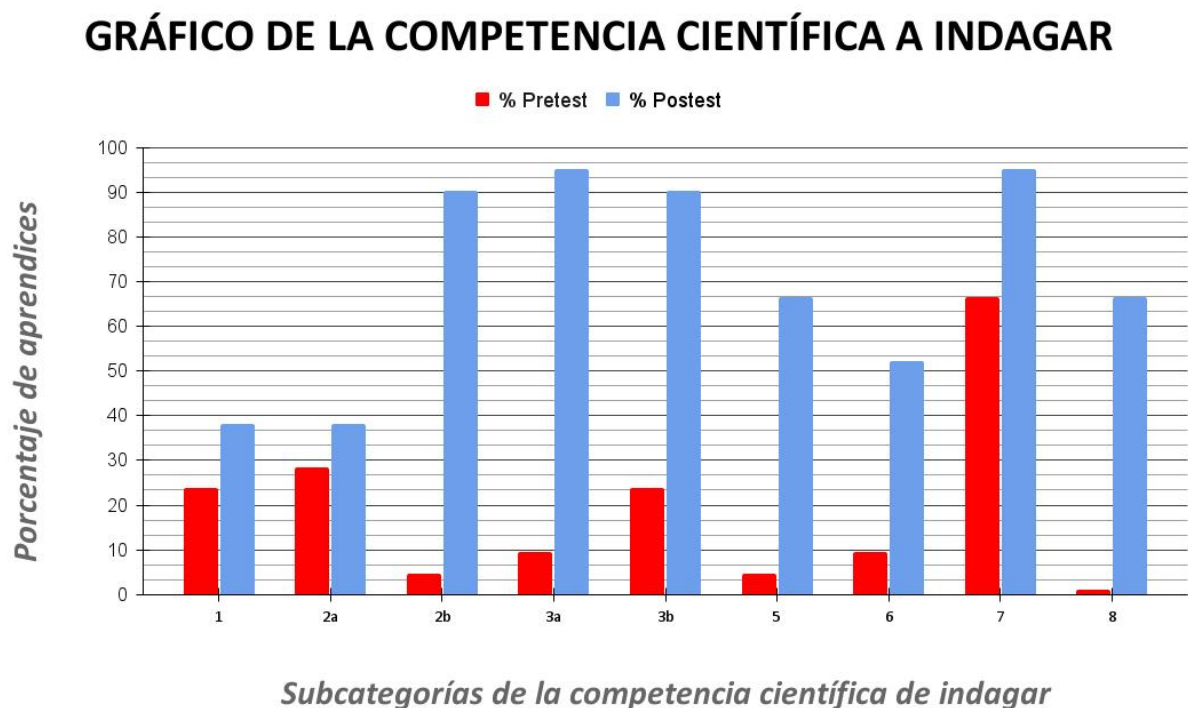
La subcategoría 8: **Realizo mediciones de diferentes magnitudes**, fue abordada por la pregunta número 8. En el pretest ningún (0) aprendiz (0 %) contestó incorrectamente esta pregunta y 14 (66,66 %) aprendices contestaron correctamente la pregunta en el postest.

En general, se obtuvo como resultado para el pretest que en la subcategoría número 8: **Realizo mediciones de diferentes magnitudes**, ningún aprendiz contestó incorrectamente el pretest, mientras que el mayor número de aprendices que contestaron incorrectamente se encontró en la primera pregunta de la subcategoría 7: **Realizo experimentos y demostraciones**.

En el postest, el menor número de aprendices que contestaron correctamente se encontraron en la subcategoría 1: **Organizo información relevante para responder una pregunta**, y la subcategoría 2: **Acudo a los libros u otras fuentes de información para resolver situaciones científicas**, donde, fueron ocho (8) aprendices (38,1 %), el mismo valor para las dos subcategorías. El mayor número de aprendices que respondieron correctamente fueron de 20 (95,23 %) para la segunda pregunta propuesta para la subcategoría 3: **Establezco relaciones entre la información contenida en tablas o gráficos con conceptos científicos**, y el mismo valor para la primera pregunta de la subcategoría 7: **Realizo experimentos y demostraciones**.

Se debe realizar la observación, que había dos preguntas que abordaban la subcategoría 2 (Acudo a los libros u otras fuentes de información para resolver situaciones científicas), la 3 y la 7 anteriormente mencionadas.

Grafica 1. Comparación de la aplicación del pretest y el postest de las subcategorías de indagar



Fuente: Autor

Fuera del postest, se hace la evaluación de las actividades de los aprendices durante la formación a través de la observación, preguntas orales, quiz, etc.

8.2 Resultados de la extracción de los extractos etanólicos

La obtención de los extractos etanólicos de antocianinas se llevaron a cabo en el laboratorio de química de la TecnoAcademia Cazucá (ver figura 31), con la participación de los aprendices del grado noveno, donde se pudo fortalecer, a través de las operaciones y procedimientos de laboratorio las subcategorías de la competencia científica de indagación: 1. Sigo instrucciones, 12. Manipulo instrumentos de medida en el laboratorio, entre otras.

La subcategoría de Sigo instrucciones, se ve fortalecida al momento de indicar a los aprendices, que antes de realizar los procedimientos o prácticas de laboratorio se debe hacer uso adecuado de los elementos de protección individual (EPI), tal como: bata, gafas de protección, guantes, etc.



Figura 31. Aprendices preparando las soluciones para los métodos de extracción.

Fuente: TecnoAcademia Nodo Cazucá, 2023

La subcategoría, Manipulo instrumentos de medida en el laboratorio, se implementa en el laboratorio, cuando se pesa en la balanza digital la muestra, se miden con las pipetas, probetas los reactivos líquidos como el etanol, se realizan control de los extractos de la temperatura y la medición del pH con los sensores y multiparámetros de la marca PASCO, etc.

Y en los diferentes métodos de extracción, donde se utilizan aparatos de calentamiento, como las planchas de calentamiento, mallas de calentamiento, microondas, el ultrasonido, etc., se utilizaron en los diferentes métodos de extracción: maceración, percloración, Hidrodestilación Asistida por Microondas (HAM) y ultrasonido.

Fase 2: La extracción, separación, caracterización y aplicación de las antocianinas.

Para el trabajo de la extracción de antocianinas se hizo necesario realizar unas operaciones previas que no se habían tenido en cuenta en ensayos preliminares como es el de determinar el grado de madurez, el lavado y la deshidratación de la fruta. Por lo tanto, a continuación, se describe esta operación (ver figura 32).

ALISTAMIENTO DE LA MORA DE CASTILLA



Subcategoría: 9. Recolecto datos. 10. Diseño gráficas a partir de la información recogida.
13. Utilizo recursos tecnológicos.

Fuente: TecnoAcademia Nodo Cazucá, 2023

Figura 32. Preparación de la mora de Castilla.

Fuente: TecnoAcademia Nodo Cazucá, 2023

8.2.1 Preparación de la muestra de mora de Castilla

Se compró 500 g de mora de Castilla en una tienda en el municipio de Soacha (Cundinamarca), fue seleccionado bajo la norma NTC 4106 de grado de maduración de cinco; evitando que no presentara ningún patógeno que alterara su calidad. La mora se lavó con agua destilada, eliminando sépalo y pedúnculo. Se cortó en rodajas delgadas y se pesaron 50 g de mora en una balanza analítica y se colocó sobre una maya metálica y esta sobre una tapa de una caja de Petri a deshidratar en un horno de convección a 50 °C durante 48 horas (ver figura 33). Luego se trituró en un mortero, y se dispusieron a ser utilizadas con los diferentes métodos de extracción (las que no se utilizaron se llevaron a condición de nevera a 4 °C).



Figura 33. Mora lavada, arreglada, tajada, pesajes de 50 g y colocada en el horno de convección a 60 °C/48 h.

Fuente: TecnoAcademia Nodo Cazucá, 2023

El porcentaje de la pérdida de agua se da por la siguiente ecuación 2:

$$\% \text{ Pérdida por secado} = \frac{\text{Peso final} - \text{Peso inicial}}{\text{Peso inicial}}$$

El promedio de la pérdida del porcentaje de peso fue de 86,24 %, esta información se consigna en la siguiente tabla 14:

Tabla 13. Porcentaje de pérdida de peso de la muestra de mora de Castilla secada en el horno de convección.

N° muestra	Masa inicial (g)	Masa final (g)	Pérdida (%)
1	60,04	6,94	86,13
2	50,18	7,37	85,31
3	50,41	7,10	85,91
4	50,25	6,98	86,10
5	50,05	6,71	86,59
6	50,12	7,02	85,99
7	50,24	6,84	86,11
8	50,84	5,28	87,74
			X= 86,24 %

Fuente: Autor

8.2.2 Métodos de extracción

Se realizaron las extracciones de las antocianinas de mora de Castilla por los métodos de: maceración, extracción soxleth, Hidrodestilación Asistida por Microondas (HAM) y ultrasonido. Estos procedimientos fueron realizados con los aprendices de la TecnoAcademia (ver figura 34).

MÉTODOS DE EXTRACCIÓN

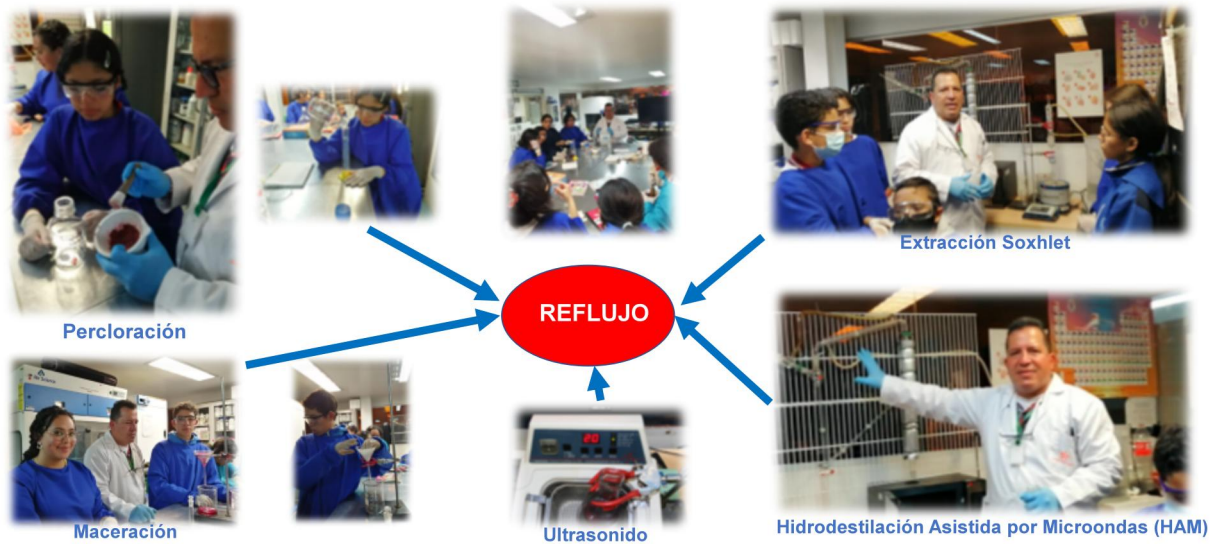


Figura 34. Métodos de extracción de antocianinas.

Fuente: TecnoAcademia Nodo Cazucá, 2023

8.2.2.1 Método de maceración. Por este método, fueron obtenidos 93 mL de extracto de color rojo claro con un pH 2,35 unidades de pH (ver figura 35).

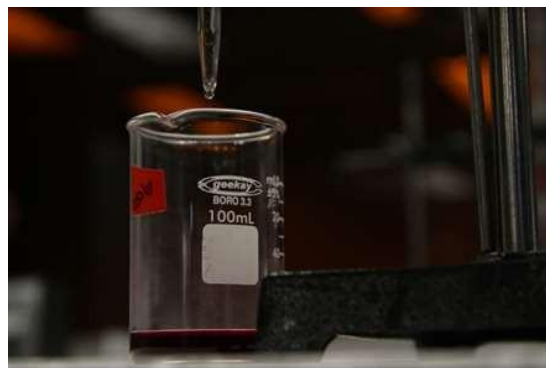


Figura 35. Extracto de antocianinas por método de maceración.

Fuente: TecnoAcademia Cazucá, 2023.

8.2.2.2 Método de percloración o lixiviación.

Por este método, se obtuvo a las 48 horas, 90 mL de extracto de color rojo oscuro con un pH 3,5 unidades de pH (ver figura 36).

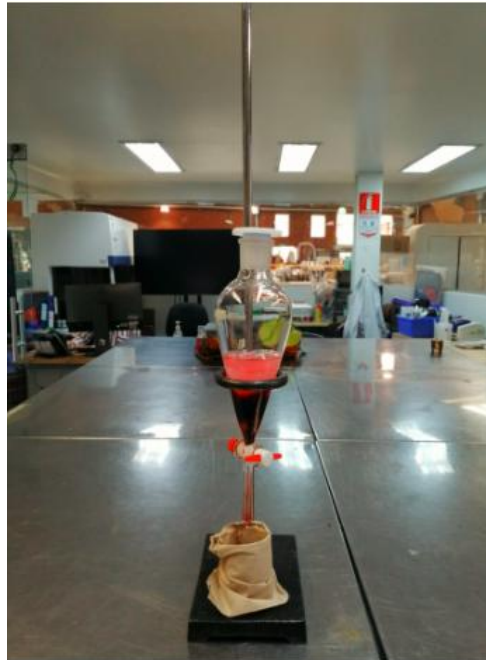


Figura 36. Extracto de antocianinas por método de percloración o lixivación
Fuente: TecnoAcademia Nodo Cazucá, 2023

8.2.2.3 Método soxhlet. Se obtuvo 85 mL del extracto por el método soxhlet, de una coloración rojo oscuro con un pH de 2,16 unidades de pH (ver figura 37).

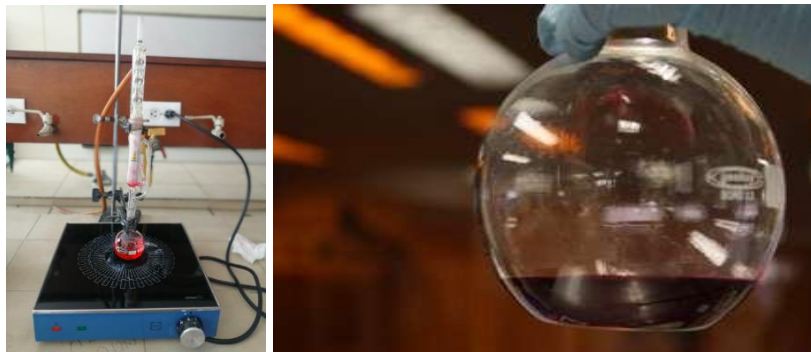


Figura 37. Extracción de antocianinas por método soxhlet.
Fuente: TecnoAcademia Nodo Cazucá, 2023.

8.2.2.4 Extracción por Hidrodestilación Asistida por Microondas (HAM). Se realizó la extracción de estos pigmentos naturales, por el método de Hidrodestilación asistida por microondas, dando como resultado 90 ml del extracto con un pH de 2,91 unidades de pH. Posterior a realizar la metodología de extracción para las antocianinas se verificó el color rojo oscuro (Ver figura 38).



Figura 38. Extracto de Hidrodestilación asistida por microondas. Fuente: Tecnoacademia Nodo Cazucá, 2023.

8.2.2.5 Extracción por ultrasonido. Se obtuvo 95 mL del extracto por el método de ultrasonido, de una coloración rojo oscuro con un pH de 2,25 unidades de pH (ver figura 39).

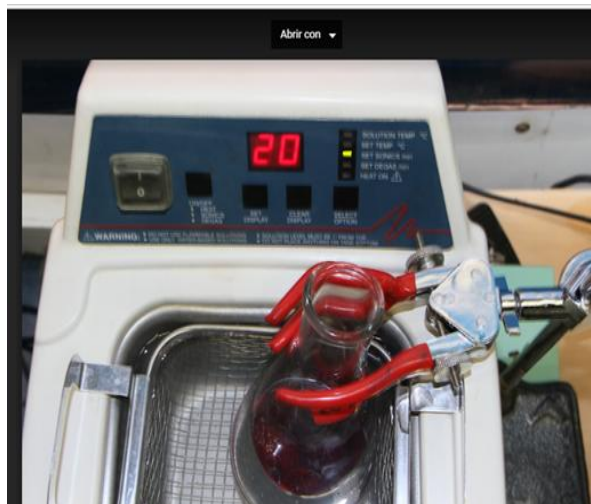


Figura 39. Extracción por ultrasonido. Fuente: TecnoAcademia Nodo Cazucá, 2023.

En conjunto con los aprendices de la TecnoAcademia, a lo largo del desarrollo de las diferentes metodologías de extracción en esta investigación, se pudo analizar y determinar que, el mejor método de extracción por efecto de gasto de energía, rapidez, tiempo de extracción, temperatura de exposición de la muestra y facilidad fue el de ultrasonido; por lo tanto, para efectos de ahorro de tiempo, recursos, se inclina esta investigación al método de extracción de ultrasonido, tal como, lo sugiere Becerra et al. (2019), donde la extracción con etanol al 96% genera la mayor concentración de antocianinas reportadas en cantidad de cianidin-3-glucósido, (661,944 mg/mL de antocianinas totales respecto al 465,342 mg/L producido por el método soxhlet), siendo mayoritaria por el método de ultrasonido, aunque se realizó en menor tiempo, lo que implicaría una mayor eficiencia del proceso.

8.3 Concentración del extracto etanólico de antocianinas

Posterior a los métodos de extracción se realiza la concentración de los extractos etanólicos, para poder retirar la mayor cantidad de solvente y realizar las posteriores pruebas de separación, identificación caracterización y aplicación de los pigmentos naturales de antocianinas. Para tal fin, se realizó la concentración de antocianinas por: rotavapor, baño de María y reflujo (ver figura 40). De estos tres métodos el rotavapor se demoró más de ocho horas, el baño de María alrededor de cinco horas y el reflujo alrededor de tres horas; por lo tanto, este último método fue el más eficiente para concentrar la muestra (ver figura 41).



Figura 40. Métodos de rotavapor, baño de María y reflujo para la concentración de las antocianinas
Fuente: Autor

Para la concentración de la muestra de antocianina se contó con el apoyo de los aprendices de la TecnoAcademia, debido al tiempo que demoraron dichos procedimientos.

MUESTRAS DE ANTOCIANINAS CONCENTRADAS



Figura 41. Muestra de antocianina concentrada
Fuente: Autor

8.4 Resultados de la separación de las sustancias por cromatografía de columna (TLC)

Este procedimiento se realizó con ayuda de aprendices del semillero de investigación BIBA, de la TecnoAcademia Nodo Cazucá (los aprendices no participaron de estos procedimientos), para el montaje de la TLC en el laboratorio de química de la Universidad Pedagógica Nacional, después de montar la columna con la silica gel, se adicionó un poco de la silica gel al extracto de antocianina, se agitó y se adicionó a la columna. Seguidamente, se empezaron a adicionar los solventes en orden del menos polar al más polar (Éter de petróleo, Acetona y Etanol), teniendo cuidado que no quedara el montaje sin solvente (ver figura 42).

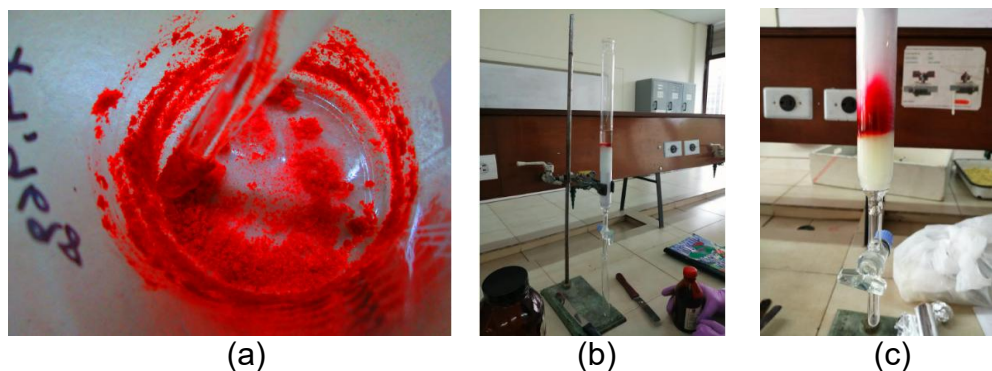


Figura 42. Cromatografía de columna: a. Mezcla del extracto de antocianina y la silica gel antes de adicionarla en la columna. b. Montaje de la Columna de cromatografía con la muestra y el primer solvente. c. Separación de los pigmentos con el Etanol.

Fuente: TecnoAcademia Nodo Cazucá, 2022

Al recolectar la primera fracción correspondiente al Éter de petróleo, no se apreció un cambio de color del solvente. Al recolectar la fracción del segundo solvente (Acetona)

se apreció un cambio de color, ligeramente amarillo. Por último, se recolectó la fracción correspondiente al Etanol, la que si evidencia una coloración roja (ver figura 43 y 44).

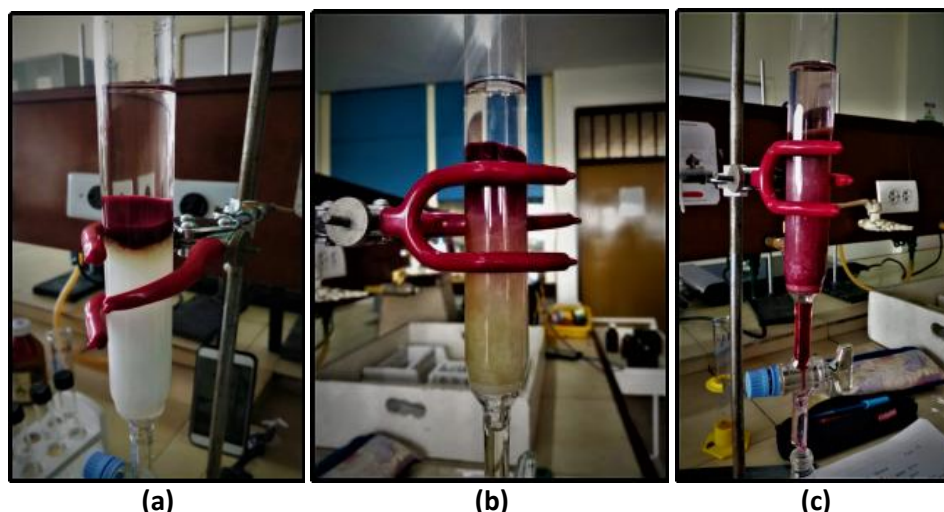


Figura 43. Cromatografía de columna: a. Solvente: Éter de petróleo (C_6H_{14}), b. Solvente: Acetona ($CH_3(CO)CH_3$), c. solvente: Acetona ($CH_3(CO)CH_3$).
Fuente: Universidad Pedagógica Nacional, 2023



Figura 44. Fracciones obtenidas en la Cromatografía de columna.
Fuente: Laboratorio de Química de la Universidad Pedagógica, 2022

8.5 Resultado de la identificación de antocianinas por Cromatografía de Capa Fina

Estas pruebas se realizaron en el laboratorio de química de la Universidad Pedagógica Nacional, debido a que no se disponía de muchos materiales y reactivos en la TecnoAcademia, por lo tanto, los aprendices no realizaron estas pruebas, pero se les mostró el procedimiento. En esta fase, se llevó a cabo la separación de las sustancias de las muestras, que habían sido obtenidas de los extractos de antocianinas a partir de la extracción por ultrasonido, Hidrodestilación Asistida por Microondas (HAM) y maceración. Además, se identificó su perfil de antocianinas mediante la siembra en

cromatografía de capa fina (ver figura 45). A continuación, se muestran los resultados obtenidos:



Figura 45. Cromatografía en capa fina, proceso de sembrado.
Fuente: Universidad Pedagógica Nacional, 2023.

Diversos autores han reportado valores característicos de R_f para la cianidina de 0,30 (± 0.10) principalmente con el solvente BAW (n-butano!, ácido acético glacial, agua 4:1 :5) (Ochoa,2022).

Los resultados de la corrida de las placas cromatográficas A sembradas, corrida con la fase móvil A (Acetato de etilo: isopropanol: 65:25) evidencio diferentes desplazamientos de sustancias de los extractos sembrados en la placa. La placa cromatográfica se reveló en una cámara UV, primero a una longitud de onda de 265 nm (ver figura 46) y posteriormente a 365 nm.



Figura 46. Cromatografía en capa fina, placas A y B.
Fuente: Universidad Pedagógica Nacional. 2023.

Se realizaron medidas de la placa por cada desplazamiento de pigmentos (tabla 15) y posteriormente se realizaron los R_f de estas medidas (tabla 16) con base en la siguiente fórmula (ecuación 3):

$$R_f = \frac{\text{distancia recorrida por el compuesto}}{\text{distancia recorrida por el disolvente}}$$

Tabla 14. Medidas de la placa A (en cm)

Pigmento	Ultrasonido (cm)	HAM (cm)	Maceración (cm)
Pigmento 1	2,50	No se detectó	No se detectó
Pigmento 2	3,80	3,40	3,20
Pigmento 3	5,50	6,50	6,60
Pigmento 4	7,50	7,30	7,40

Fuente: TecnoAcademia Nodo Cazucá, 2023.

Tabla 15. Resultados de los Rf de la placa A: ultrasonido, Hidrodestilación Asistida por Microondas y maceración

Pigmento	Ultrasonido (rf)	HAM (rf)	Maceración (rf)
Pigmento 1	0,31	No se detectó	No se detectó
Pigmento 2	0,48	0,43	0,40
Pigmento 3	0,69	0,81	0,83
Pigmento 4	0,94	0,91	0,93

Fuente: TecnoAcademia Nodo Cazucá, 2023.

El revelado de las placas se realizó por medio físico y no químico, al colocar las placas en la cámara de luz ultravioleta a 225 nm y 365 nm respectivamente, como lo indican las figuras arriba (ver figura 47 y 48).



Figura 47. Cromatografía en capa fina, placa B, longitud de onda: 225 nm.

Fuente: Universidad Pedagógica Nacional, 2023.

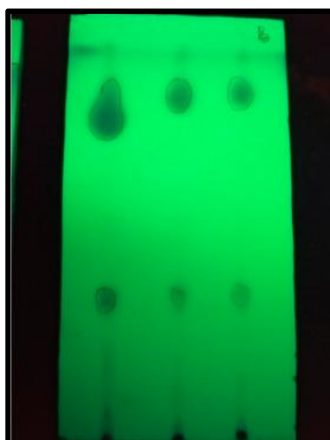


Figura 48. Cromatografía en capa fina, placa B, longitud de onda: 365 nm.
Fuente: Universidad Pedagógica Nacional, 2023.

Se realizaron medidas de la placa B por cada desplazamiento de sustancia (tabla 17) y posteriormente se realizaron los Rf de estas medidas (tabla 18) (ver figuras 49 y 50):

Tabla 16. Medidas de la placa B (en cm)

Pigmento	Ultrasonido (cm)	HAM (cm)	Maceración (cm)
Pigmento 1	3,10	3,00	3,00
Pigmento 2	7,70	7,60	7,60

Fuente: Tecnoacademia, Nodo Cazucá, 2023.

Tabla 17. Resultados de los Rf de la placa B: ultrasonido, Hidrodestilación Asistida por Microondas y maceración

Largo de la placa	Ultrasonido	HAM	Maceración
8,00 cm			
Pigmento 1	0,39	0,38	0,38
Pigmento 2	0,96	0,95	0,95

Fuente: Autor



Figura 49. Placa B a 225 nm.

Fuente: Laboratorio de química de la Universidad Pedagógica Nacional, 2023

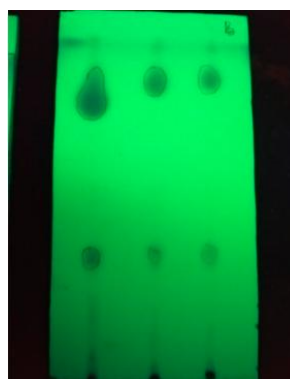


Figura 50. Placa B a 365 nm.

Fuente: Laboratorio de química de la Universidad Pedagógica Nacional.

Se realizó la identificación de las placas, teniendo en cuenta que el valor R_f , es diferente para cada sustancia. Se determinó el R_f en los extractos de ultrasonido, Hidrodestilación Asistida por Microondas (HM) y maceración, dando como resultado los mostrados en las Tabla 16 y 18. Debido a que no se tiene un patrón de cianidina, el R_f obtenido se relaciona con el reportado por Bonilla, $R_f = 0.54$ que corresponde al pigmento antociano cianidina (Harborne 1967). En este caso el más cercano es de 0.48, hay que tener en cuenta que el valor del R_f varía debido a que la fase móvil cambia.

8.6 Resultado de la caracterización cualitativa

Se efectuó la caracterización por la prueba de Shinoda para identificación de flavonoides, y la prueba de Zinc más ácido clorhídrico, ambas pruebas dieron positivas al mostrar una coloración rojo violeta claro. Y debido a la falta de estándar no hubo la posibilidad de comparar algunas pruebas, tal como, espectrofotometría UV-Vis y el FTIR-ATH; por lo que se tomó como una prueba cualitativa.

8.6.1 La prueba de identificación para Flavonoides de Shinoda

En esta prueba se tomó un alícuota de 2 mL del extracto obtenido y se colocaron en tubos de ensayo. Se agregó, 1.0 mg de magnesio (Mg), posteriormente, el tubo se somete a una temperatura de 70 °C por un tiempo de 5 min en un baño maría, una vez fuera del baño maría se adiciona lentamente por las paredes 3 gotas de HCl. Al realizar este último paso, mostró una coloración rojo violeta claro; que indican la presencia de flavonoides, en comparación con el blanco que muestra una coloración mucho más clara. (Ver figura 51).



Figura 51. Blanco sin tratar (Izquierda) Prueba con Zn (Medio) Prueba de Shinoda (Derecha)
Fuente: Tecnoacademia Nodo Cazucá, 2023

En la reacción de Shinoda, el magnesio metálico es oxidado por el HCl concentrado, dando como productos al H_2 , que es eliminado en forma de gas y el $MgCl_2$, que es el que forma complejos con los flavonoides dando coloraciones características. El magnesio divalente intensifica la coloración por estar doblemente coordinado. Donde el magnesio metálico es oxidado por el HCl concentrado, dando como producto al H_2 , que es eliminado en forma de gas y el $MgCl_2$, que es el que forma complejos con los flavonoides dando coloraciones características (Fajardo, et al., 2016).

8.6.2 La prueba de Zn+HCL

En esta prueba el zinc (Zn) reemplaza al magnesio (Mg), de la prueba de Shinoda. Al realizar todos los pasos, que inician al tomar una alícuota de 2mL del extracto obtenido y se colocó en tubos de ensayo. Se agregó, 1.0 mg de Zn, posteriormente, el tubo se somete a una temperatura de 70 °C por un tiempo de 5 min en un baño maría (ver figura 5) una vez fuera del baño maría se adiciona lentamente por las paredes 3 gotas de HCl. Esta prueba también mostró una coloración rojo violeta claro, al igual que la muestra tratada con Mg (prueba de Shinoda), siendo positiva para flavonoides (ver figura 52).



Figura 52. Ensayo Zn+HCL con extracto de Hidrodestilación Asistida por Microondas (HAM).
Fuente: TecnoAcademia Cazucá, 2023

Se realizó el ensayo con la prueba de Shinoda, también con Zn+HCL, en comparación con un blanco del extracto sin tratar. La muestra tratada con Zn+HCL muestra una coloración rojo violeta clara, al igual que la muestra tratada con Mg (prueba de Shinoda) que indican la presencia de flavonoides, en comparación con el blanco que muestra una coloración mucho más oscura (Ver figura 53).

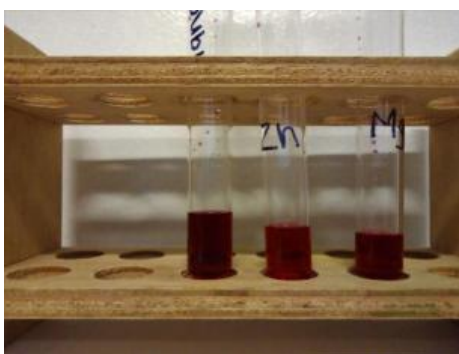


Figura 53. La muestra de la izquierda corresponde al blanco, la muestra del centro es tratada con Zn y la muestra de la derecha Reactivo de Shinoda.
Fuente: TecnoAcademia Nodo Cazucá, 2023.

8.6.3 Espectros FTIR - ATR de las antocianinas

Esta actividad no la realizaron los aprendices, por no poseer en el laboratorio de la TecnoAcademia el equipo. Para el desarrollo de esta parte de la investigación se hizo uso de los laboratorios de química de la Universidad Pedagógica Nacional (UPN), que posee el equipo. La espectroscopía Infrarroja por Transformada de Fourier (FTIR) es una técnica empleada para obtener la huella dactilar molecular de una muestra biológica que absorbe la onda infrarroja de acuerdo con los enlaces químicos y estructurales de la molécula (Mata-Miranda, et al. 2017). Esta técnica se ha venido realizando para la identificación cualitativa de Antocianinas, se realizó en un equipo (referencia del equipo) con un barrido de 4000 a 400 cm^{-1} . (Ver figura 54).

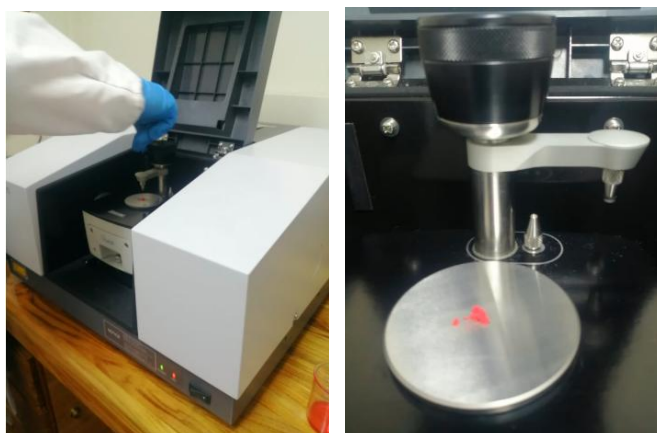
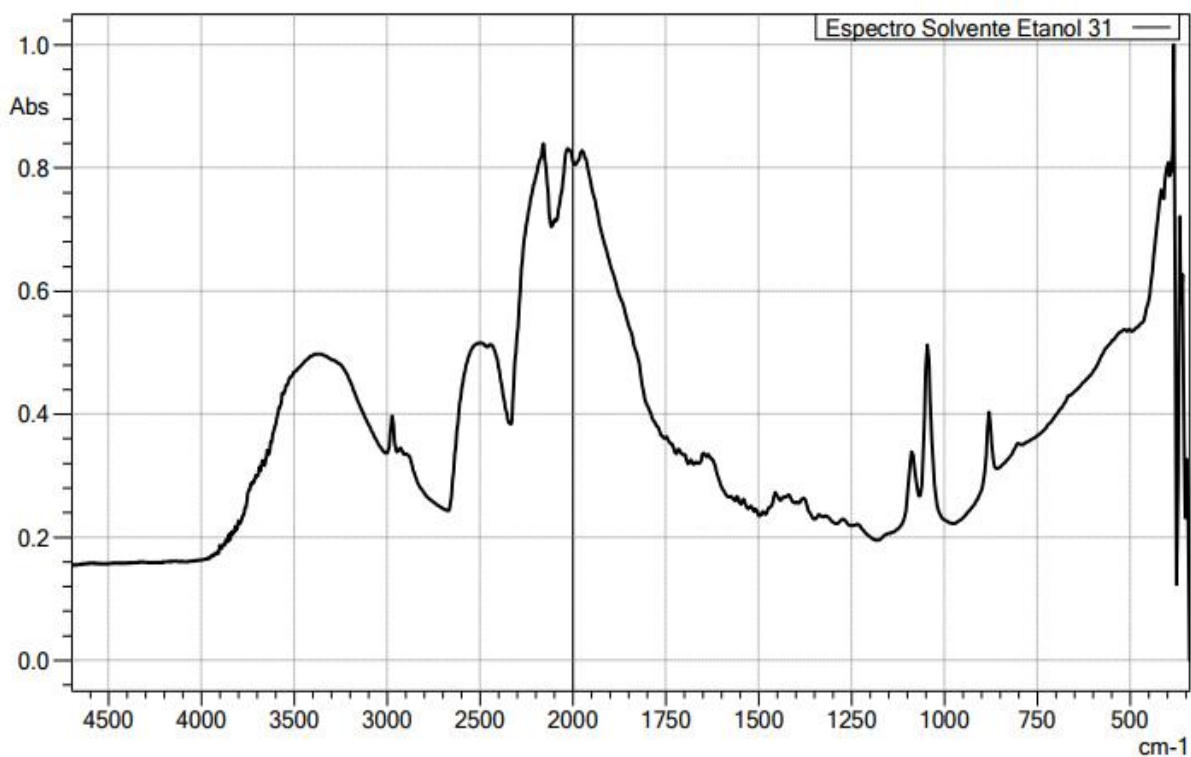


Figura 54. FTIR-ATH de antocianinas extraída por el método de ultrasonido

Fuente: Laboratorio de química de la Universidad Pedagógica Nacional.

La gráfica del FTIR (ver gráfica 2) presenta grupos funcionales de absorción C=O en 1660 cm^{-1} , aromáticos entre 1200 y 1380 y la de -OH quelatado (o-hidroxiketona) entre 3200 y 3600 y combinaciones C-H a 2940 cm^{-1} que indican la presencia de estos grupos funcionales propias de una posible estructura de antocianina, estos resultados fueron los mismos descritos por (Pavia, et al. 2014).

Gráfica 2. Espectro IR Extracto de antocianinas.



Fuente: Laboratorios de Química de la Universidad Pedagógica Nacional, 2023.

Se determinó los espectros FTIR en extractos semisólidos de frutos de mora de castilla aplicados en el accesorio ATR, siendo el espectro resultante la figura

8.6.4 Resultados de la caracterización por espectrofotometría UV-Vis

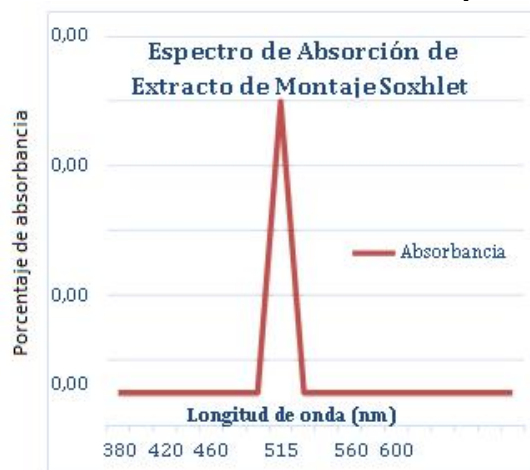
Por no poseer un patrón o estándar de antocianidinas (antocianinas), se utiliza esta prueba como cualitativa. Luego al realizar la caracterización por espectrofotometría se registraron las gráficas 1 y 2 para las extracciones por el método maceración y soxhlet. En estas, se observan el pico característico de la cianidina en 515 nm, (Williams Brad 1994), ver estructura químicas gráficas 3 y 4; lo cual, permite inferir que los dos métodos empleados en la extracción de antocianinas son adecuados para la obtención de estos pigmentos naturales.

Gráfica 3. Espectro de absorción del extracto por método Maceración.



Fuente: Tecnoacademia Nodo Cazucá, 2022.

Gráfica 4. Espectro de absorción del extracto por método Soxhlet.



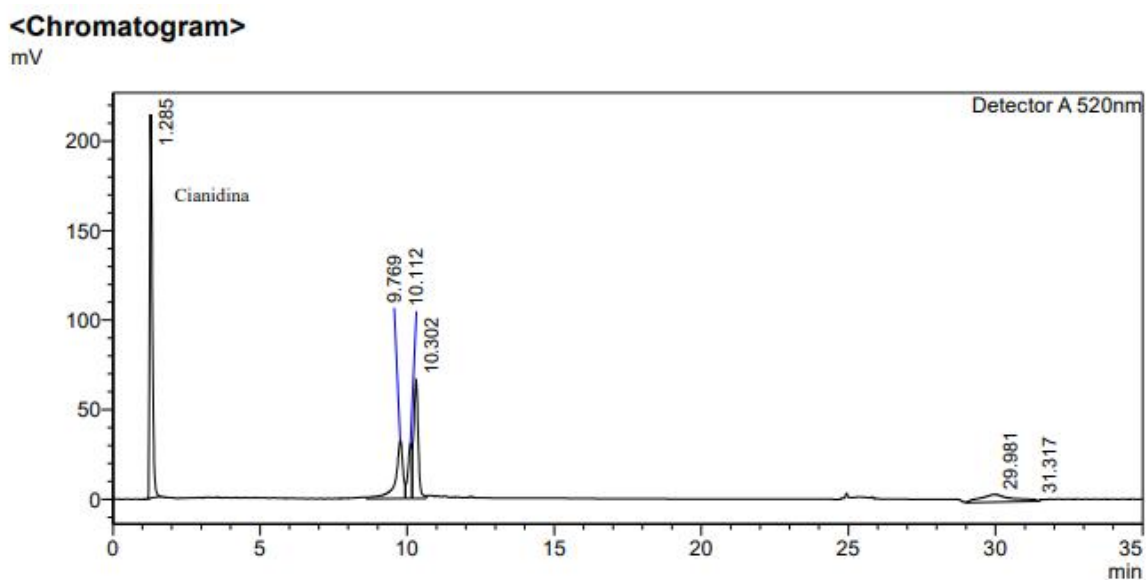
Fuente: Tecnoacademia Nodo Cazucá, 2022

8.7 Resultados de la caracterización cuantitativa del HPLC

Esta prueba se mandó a realizar en la Universidad Javeriana y se pagó en forma privada. No fue realizada por los aprendices. Simplemente se les explicó en forma general la técnica. La cromatografía líquida de alta resolución es una técnica que permite separar y cuantificar los componentes de una mezcla basándose en diferentes tipos de interacciones químicas entre las sustancias a analizar (contenidas en la fase móvil), y la columna cromatográfica (fase estacionaria), mediante el bombeo de la fase móvil a través de la columna. Por tanto, la cromatografía comprende procesos en los que los componentes de una mezcla, disueltos en una fase móvil, se van desplazando con diferente velocidad a través de una fase estacionaria, esto genera un tiempo de retención característico de cada sustancia a analizar (Sgariglia et al., 2010).

Esta técnica se ha venido empleado para la identificación y caracterización de antocianinas se realizó en un equipo Shimatzu siguiendo las condiciones establecidas por (He et al., 2016). En la primera gráfica (gráfica 5) se muestra el tiempo de retención del estándar Cyanidin chloride; 95% en un tiempo de 1,28 minutos de iniciar el proceso.

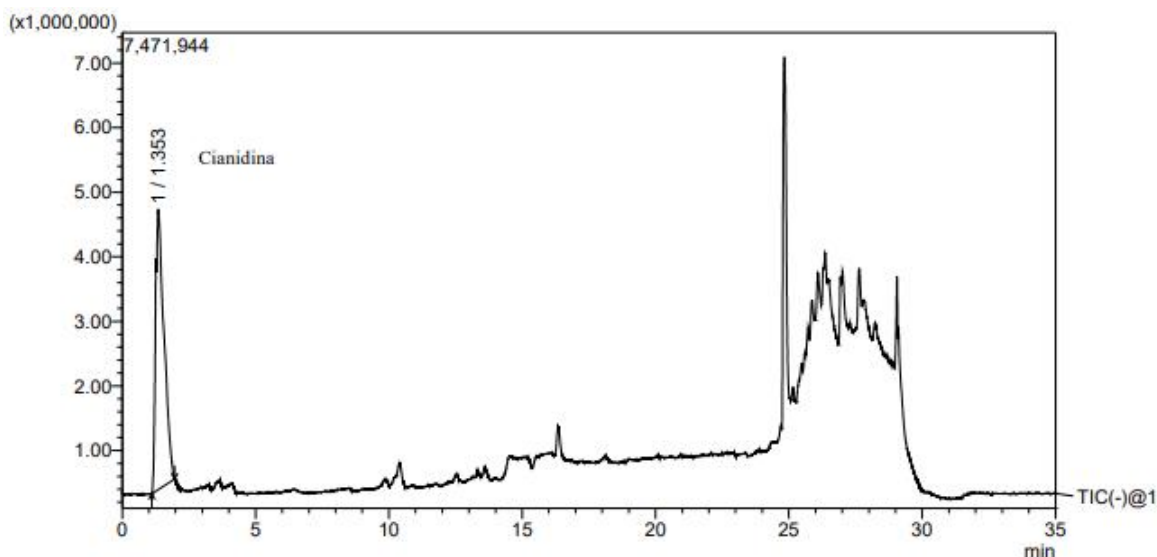
Gráfica 5. Cromatograma de referencia.



Fuente: Universidad Pontificia Javeriana

En la segunda gráfica (ver gráfica 6) se puede evidenciar el tiempo de retención de la muestra proveniente de la extracción de antocianinas de la mora de Castilla. El tiempo fue de 1,35 minutos.

Gráfica 6. Cromatograma Extracto de antocianinas



Fuente: Universidad Pontificia Javeriana, 2023.

El tiempo de retención del estándar de Cianidina y la muestra proveniente del extracto de Antocianinas, es similar lo cual evidencia que el método de extracción propuesto es efectivo para la obtención de Cianidina dando un resultado cuantitativo de 11,8 μg /L.

Resultados del HPLC: Se parte de 50 g de mora, después se seca en el horno a 60 °C durante 48 horas, por tanto, pierde humedad y registra un promedio en masa de 14,5 g. Se realiza la extracción en 100 mL de solución etanólica acidificada al 2 %. Se realiza la concentración con rotavapor, baño María o reflujo.

Hay 47 mg de cianidina por cada 100 g de mora en base húmeda; por lo tanto, se argumenta, que 1,65 g del extracto etanólico puede contener otras antocianinas diferentes a la cianidina. En este cromatograma los picos aparecen con mezclas de 25 y 30 minutos como se pueden ver en el cromatograma. Esos 47 mg de cianidina aparecen en un tiempo de retención de 1,353 min en el cromatograma. El extracto etanólico puede contener otras antocianinas diferentes a la cianidina

FASE 3. Aplicación de las antocianinas: Miniproyectos de aula

Los aprendices se organizaron en grupos de cinco personas, donde se asumieron diferentes roles para abordar el problema propuesto en el reto STEAM, en forma

colaborativa y cooperativa; fortaleciendo las subcategorías de la competencia científica de indagación para la elaboración de varios productos para aplicar las antocianinas:

Los productos seleccionados se elaboraron siguiendo las guías modificadas de laboratorio del instructor. Los aprendices realizaron búsqueda de información (fortaleciendo la subcategoría de la competencia científica de indagación, Acudo a los libros u otras fuentes de información para resolver situaciones científicas).

La preparación del Helado Rápido de mora (ver figura 55):

El helado rápido de mora se preparó por los aprendices en compañía del instructor en dos sesiones, primero se preparó la confitura, se dejó en refrigeración por 48 horas, luego se preparó el merengue y se mezcló, se guardó el helado por 24 horas en condiciones de congelación. Finalmente, se observó sus características organolépticas y se procedió a consumir. Su sabor, textura, color, hizo agradable su consumo. Los aprendices quedaron motivados para preparar en casa este producto.

Con la realización de esta práctica, se pudo fortalecer la subcategoría de la competencia científica de indagación, como seguir instrucción, consultar bibliografía, realizar mediciones, realizar pregunta, etc.

PROPUESTA CON LOS APRENDICES PARA LA APLICACIÓN DE LOS EXTRACTOS DE ANTOCIANINAS



Figura 55. Elaboración de Helado rápido de mora.
Fuente: Tecnoacademia Nodo Cazucá, 2023

Elaboración de crema hidratante con extracto de antocianinas:

Se preparó un litro de crema hidratante, con un pH 6,5 unidades de pH, con humectación, una coloración rosado pastel, agradable al contacto con la piel, de fácil preparación, que permite que los aprendices, a través del desarrollo de este proceso lo puedan replicar en casa (Ver figura 56)



Figura 56. Elaboración de crema hidratante con adición de antocianinas
Fuente: Tecnoacademia Nodo Cazucá, 2023

Sensibilización de la celda solar con antocianinas (ver figura 57):

Respecto al prototipo realizado de la celda solar se pudo evidenciar que el vidrio conductor registró al realizar la medición de la conductividad eléctrica (con un multímetro), un valor de 200 Ohm/cm, lo cual permitió comprobar su efectividad. En cuanto al pigmento natural (colorante), se observó una ligera degradación de las antocianinas como efecto de estar expuestas por mucho tiempo a la luz, esto generó que la conductividad de la celda disminuyera de 200 a 195 Ohm.



Figura 57. Elaboración de celda solar.
Fuente: CAR, 2022

9 CONCLUSIONES

Al realizar el diagnóstico de la competencia científica de indagación, utilizando el pretest se determinó 13 de los 21 aprendices, estos no dominaban las subcategorías de la competencia; como la de organizar información relevante para responder a una pregunta; acudir a los libros u otras fuentes de información para resolver situaciones científicas; establecer relaciones entre la información contenida en tablas o gráficos con conceptos científicos; formular preguntas sobre eventos o fenómenos; plantear y desarrollar procedimientos para abordar problemas científicos/estrategias de solución posibles; realizar experimentos y demostraciones; realizar mediciones de diferentes magnitudes; recolectar datos; diseñar gráficas a partir de la información recogida y por último, la realización de mediciones de diferentes magnitudes

Se realizó la extracción de las antocianinas utilizando la mora de castilla, por intermedio de cinco métodos (maceración, percolación, extracción soxhlet, hidrodestilación asistida por microondas (HAM) y ultrasonido). A su vez, se realizó la separación de éstas, utilizando una columna en fase normal (Silica gel y como fases móviles éter, acetona y etanol); con relación a la identificación, se empleó la cromatografía de capa fina, utilizando como fase estacionaria silica gel y como fase móvil cloroformo, isopropanol, acetona y acetato de etilo, en diferentes proporciones, se empleó un revelador físico, como la luz UV, a 225 y 365 nm. Las pruebas cualitativas, como la de Shinoda, Zn+HCL y espectrofotometría UV-Vis, en longitudes de onda de 520 nm y FTIR-ATH

Se implementó la estrategia pedagógica de Aprendizaje Basado en Proyecto (ABP), a través de la formulación y ejecución de un proyecto formativo, implementado con un reto bajo el enfoque STEAM y el uso de guías gamificadas y la aplicación de miniproyectos de aula aplicando las antocianinas en diferentes productos alimenticios, cosmetológicos y energéticos (celda solare). Lo anterior, se desarrolló en forma transversal con instructores del área de ciencias naturales (física y matemáticas), química diseño 2D.

10 BIBLIOGRAFÍA

- Aguilera-Morales, D., Martín-Páez, T., Valdivia-Rodríguez, V., Ruiz-Delgado, A., Williams-Pinto, L., Vílchez-González, J. M. & Perales-Palacios, F. J. (2018). La enseñanza de las ciencias basada en indagación. Una revisión sistemática de la producción española. *Revista de Educación*, (381), 259-284. DOI 10.4438/1988-592X-RE-2017-381-388
- Aguilera-Ortiz, M., Reza-Vargas, M., Chew, R. G. & Meza-Velázquez, J. A. (2011). Propiedades funcionales de las antocianinas. *Biotecnia*. 13(2):16-22. DOI: <http://doi.org/10.18633/bt.v13i2.81>
- Álvarez, A., González, J. A., Urquiola, A., García, M. & Monteagudo, R. (2007). Influencia del método de secado y el tiempo de almacenamiento en estante de las hojas de *E. minutifolium* Griseb sobre la actividad citotóxica y antiherpética tipo 1. *Re. Cub. De Química*, 19(1). Pharmacopea. 565 Botanical extracts. USP 30.
- Arena, I., López, J. (2004). Espectrofotometría de absorción. (en línea). Cuernavaca, México. Universidad Nacional Autónoma de México. Consultado 10 de febr 2010. Disponible en: http://www.ibt.unam.mx/computo/pdfs/met/espectrometria_de_absorcion.pdf
- Ávila-Hernández, M. A. (2019). *Extracción y caracterización de antocianinas de la fresa mediante fluidos supercríticos asistida por campos eléctricos pulsados*. [Tesis de maestría, Universidad Autónoma del Estado de México]. <https://ri.uaemex.mx/handle/20.500.11799/105118>
- Bastardo-Contreras, X. J. & Cortez-Merchán, A. S. (2023). La gamificación y el rendimiento académico durante la pandemia de COVID 19 en escolares. *Revista Científica Ciencia y Tecnología*, 23(38), 74-85. ISSN online: 2661 – 6734.
- Badui, D. S. (2006). *Química de los Alimentos*. Editorial Pearson.
- Barreto-Gómez, G. M. & Ortiz-Sierra, A. O. (2020). *Miniproyectos con aula inversa: una estrategia didáctica para la enseñanza de mezclas*. [Tesis de pregrado]. Universidad Pedagógica Nacional.
- Becerra-Ospina, N. L., Muñoz-Betancourt, A. P. & Lucero-Bustos, A. L. (2019). obtención de un extracto antociánico a partir del residuo de mora de Castilla (*Rubus glaucus* Benth). *Revista de Investigación*, 12(2), 99-112. DOI: <https://doi.org/10.29097/2011-639X.298>
- Bonilla, A. (2002). *Caracterización de los pigmentos antocianos en los primordios florales de Miconia biappendiculata y Clusia muliflora de un bosque andino*. [Tesis de pregrado, Universidad Pontificia Javeriana]. <https://repository.javeriana.edu.co/bitstream/handle/10554/8538/tesis49.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- Bouras, M., Chadni, M., Barba, F. J., Grimi, N., Bals, O., & Vorobiev, E. (2015). Optimization of microwave-assisted extraction of polyphenols from *Quercus* 205

- bark. *Industrial Crops and Products*, 77, 590–601. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2015.09.018>
- Caicedo, L. L. & Acuña-Agudelo, M. P. (2015). *Miniproyectos: una estrategia metodológica didáctica basada en la enseñanza para la comprensión en las Ciencias Naturales experimentales de escolares*. [Tesis de maestría, Universidad Autónoma de Bucaramanga-UNAB]. https://repository.unab.edu.co/bitstream/handle/20.500.12749/2285/2015_Tesis_Caicedo_Rodriguez_Leidy_Liseth.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Camavilca, M., Leyla, J. (2015). *Identificación de antocianinas y carotenoides en flores de Mastuerzo (Tropaeolum majus) por cromatografía en capa fina*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Central Perú]. Repositorio UNCP.
- Cañal, P. (2012). ¿Cómo evaluar la competencia científica? *Investigación en la escuela*, 5-17. DOI: <https://doi.org/10.12795/IE.2012.i78.01>
- Cárdenas S. F. A. (2017). Evaluación y Dificultades de Aprendizaje: dos campos de investigación en educación en ciencias. *Ciência & Educação*, 12(3), 333-346.
- Cifuentes-Garzón, J. E., Cortés-Beltrán, L. M. Garzón-Mora, N. Y. & González-Pulido, D. P. (2020). Desarrollo de las competencias de indagación y explicación a través de prácticas de aula basadas en la enseñanza para la comprensión. *Cultura Educación y Sociedad*, 11(2), 87-109. DOI: <https://doi.org/10.17981/cultedusoc.11.2.2020.06>
- Coronado-Borja, M. E. & Arteta-Vargas, J. (2015). Competencias científicas que propician docentes de Ciencias naturales. *Zona Próxima*, (23), 131-144. <https://doi.org/10.14482/zp.22.5832>
- Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, Corpoica (2008). Tecnología para la producción de frutales de clima frío moderado, manual técnico. www.corpomail.corpoica.org.co/BACFILES/BACDIGITAL/55401/55402.pdf
- Coutinho, M. R., Quadri, M. B., Moreira, R. F. P. M., & Quadri, M. G. N. (2004). Partial purification of anthocyanins from Brassica oleracea (red cabbage). *Separation Science and Technology*, 39(16), 3769–3782.
- Chatham, L. A., M. Paulsmeyer, & Juvic., J. A. (2019). Prospects for economical natural colorants: Insights from maize. *Theor. Appl. Genet.*, 132: 2927-2946. doi: <https://doi.org/10.1007/s00122-019-03414-0>.
- Colín-Huerta, L. M. (2019). Los miniproyectos en la enseñanza de las ciencias en primero de primaria. *XV Congreso Nacional de Investigación Educativa COMIE – 2019*. Acapulco, Guerrero. <https://www.comie.org.mx/congreso/memoriaelectronica/v15/doc/1049.pdf>
- Cubillos-Castañeda, L. N. & Pava-Mora, L. Y. (2021) Evaluación de la extracción de pigmentos vegetales como la antocianina a partir de diferentes frutos silvestres para uso alimenticio. [Trabajo de grado, Fundación Universidad de América] Repositorio Institucional Lumieres. <https://hdl.handle.net/20.500.11839/8305>
- da Costa, C. T., Horton, D., & Margolis, S. A. (2000). Analysis of anthocyanins in foods by liquid chromatography, liquid chromatography–mass spectrometry and capillary electrophoresis. *Journal of Chromatography A*, 881(1–2), 403–410.
- De la Cruz, N. (2015). *Extracción asistida por ultrasonido de compuestos fenólicos de la pulpa de café (Coffea arabica L.) variedad castillo*. [Tesis de magister,

- Corporación Universitaria Lasallista, Caldas, Antioquia].
[http://repository.unilasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/1800/1/Extraccion_a
 sistida_ultrasonido_compuestos_fenolicos_pulpa_c.pdf](http://repository.unilasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/1800/1/Extraccion_asistida_ultrasonido_compuestos_fenolicos_pulpa_c.pdf)
- De Pascual, S. & Sánchez-Ballesta, M. T. (2008). Anthocyanins: From plant to health. *Phytochemistry reviews*, 7, 281-299.
- Díaz, G., Osorio, F. & Ochoa, S. (2019). Efecto De La Extracción Asistida Con Ultrasonido En La Concentración Y Rendimiento De Antocianinas a Partir De Ñame Morado." Universidad Nacional de Colombia. [En línea]. Disponible: <https://www.colmayor.edu.co/wp-content/uploads/2019/11/3.1.-Efecto-de-laextracción-asistida-con-ultrasonido-en-la-concentración-y-rendimiento-deantocianinas-a-partir-de-ñame-morado.pdf>
- Díaz-Rincón, K. J. (2019). *Estandarización del proceso de obtención de antocianinas a partir de callos de mora (Rubus glaucus Benth) mediante la técnica de suspensiones celulares*. [Tesis de pregrado, Universidad de Santander]. <https://repositorio.udes.edu.co/bitstream/001/3753/3/Estandarizaci%C3%B3n%20del%20proceso%20de%20obtenci%C3%B3n%20de%20antocianinas%20a%20partir%20de%20callos%20de%20mora%20%28Rubus%20glaucus%20Benth%29%20mediante%20la%20t%C3%A9cnica%20de%20suspensiones%20celulares..pdf>
- Espinosa-Trujillo, E. y Vázquez, A. (2012). *Bioquímica y Genética de las Antocianinas del Grano de Maíz*. ISBN: 978-607-425-859-2
- Fajardo-Romero, A., Arroyo-Rivera, A. & Ramírez-Navas, J. S. (2016). Extracción de flavonoides totales de la envoltura externa de cebolla roja (*Allium cepa*). *U G Ciencia* 22(1):119-126. DOI: [10.18634/ugcj.22v.1i.599](https://doi.org/10.18634/ugcj.22v.1i.599)
- FAO. (2013). *Agronoticias: Agriculture News from Latin America and the Caribbean | Food and Agriculture Organization of the United Nations*. <http://www.fao.org/agronoticias/agro-noticias/detail/en/c/181198/>
- Fiestas-Mejía, G. De Los M. & Founes-Méndez, N. F. (2022). Fortalecimiento de la gamificación: estrategia para mejorar el rendimiento académico en escolares de educación básica. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(1), 5539-5561. DOI: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i1.4845
- Flores, E. (2017). Extracción de Antioxidantes de las Bayas del Sauco (*Sambucus nigra* L. subsp. peruviana) con Ultrasonido, Microondas, Enzimas y Maceración para la obtención de Zumos Funcionales. *Información tecnológica*, 28(1), DOI: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642017000100012>
- Gallo-Corredor, J. A. y Sarria-Villa, R. A. (2009). Condiciones de extracción de taninos a partir de la corteza de *Pinus patula* y estandarización del método cromatográfico (CLAR: Cromatografía líquida de alta resolución) para la determinación de catequina. *Journal de Ciencia e Ingeniería*, 1(1), 7-9.
- García-Carmona, A. (2020). STEAM, ¿una nueva distracción para la enseñanza de la ciencia? *Ápice. Revista de Educación Científica*, 4(2), 35-50. [https://doi.org/10.17979/arec.2020.4.2.6533SEGUNDAS_RevistaComplutenseDeEducación34\(1\)2023.indd](https://doi.org/10.17979/arec.2020.4.2.6533SEGUNDAS_RevistaComplutenseDeEducación34(1)2023.indd)
 200SEGUNDAS_RevistaComplutenseDeEducación34(1)2023.indd 20016/12/22 16:5516/12/22 16:55

- García, E., & Fernández, G. (2022). Intervención educativa mediante una propuesta de gamificación para mejorar la adhesión a la dieta mediterránea en estudiantes gallegos de primaria. *Retos*, 44, 128-135.
- García-Núñez, J. A., Paré, J. y Belanger, J. (2000). El Proceso Asistido por Microondas (MAP™) aplicaciones para la extracción de aceite de palma. *Palmas.*, 21(2), 2000. [En línea]. Disponible: <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/854>.
- Garzón, G. (2008). Las antocianinas como colorantes naturales y compuestos bioactivos: revisión. *Acta Biol. Colomb.*, 13(3), 27-36.
- Greca, I. (2018). La enseñanza STEAM en la educación primaria. En: I.M. Greca y J.A. Meneses (Coords.), *Proyectos STEAM para la educación primaria. Fundamentos y aplicaciones prácticas*. 19-39. Dextra Ediciones
- Guerra, M. & Ortega, G. (2006). Separación, caracterización estructural y cuantificación de antocianinas mediante métodos químico-físicos. Parte I ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar, XL (2), 35-44.
- Harborne J. B. (1998). *Phytochemical methods a guide to modern techniques of plant analysis*. 3a ed. London: Chapman & Hall. 1-32.
- He, B; Zhang, L-L; Yue, X-Y; Liang, J; Jiang, J; Gao, X-L; et al. (2016). Optimization of Ultrasound Assisted Extraction of phenolic compounds and anthocyanins from blueberry (*Vaccinium ashei*) wine pomace. *Food Chem.*, 204, 70–6. ISSN: 0308-8146.
- Hielscher Ultrasound Technology. (S. F.). Extracción ultrasónica de la cafeína. [En línea]. <https://www.hielscher.com/es/ultrasonic-extraction-of-caffeine-and-other-activecompounds.htm#:~:text=El%20uso%20de%20ultrasonidos%20es,reduce%20el%20tiempo%20de%20procesamiento>
- Hernández, R., Fernández, C. & Baptista, P. (2010). *Metodología de la Investigación*. México: Editorial McGraw Hill.
- Hernández-Sampieri, R., Fernández-Collado, C. & Baptista-Lucio, P. (2014). ICFES. (2007). *Fundamentación conceptual área de Ciencias Naturales*. Bogotá: Secretaría General, Grupo Editorial, ICFES.
- Jensen, W. B. (2007). The Origin of the Soxhlet Extractor. *J. Chem. Educ.*, 84(12), 1913-1914.
- Karaaslan, N. M., & Yaman, M. (2016). Determination of anthocyanins in cherry cranberry by high-performance liquid chromatography-electrospray ionization-mass spectrometry. *European Food Research and Technology*, 242, 127–135.
- Lagarón, D. (2007). De la moda de “aprender indagando” a la indagación para modelizar: una reflexión crítica
- Lee, J., Rennaker, C & Wrolstad, R. E. (2008). Correlation of two anthocyanin quantification methods: HPLC and spectrophotometric methods. 110, 782–786. doi: 10.1016/j.foodchem.2008.03.010.
- Lock de Ugaz, O. (1994). *Investigación fitoquímica: Métodos en el estudio de productos naturales*. 2da edición. Pontificia Universidad Católica del Perú. Fondo Editorial
- López-Bautista, N. Y. (2018). *Desarrollo de competencias científicas en estudiantes de grado quinto del colegio Chuniza a partir del diseño e implementación de un*

- ambiente de aprendizaje en contexto, desde el enfoque CTSA bajo el concepto cambio químico*. [Tesis de maestría, Universidad Pedagógica Nacional]. <http://repository.pedagogica.edu.co/bitstream/handle/20.500.12209/11076/TO-23005.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Marín, V. (2015). La Gamificación educativa. Una alternativa para la enseñanza Creativa. *Digital Education Review*, 27. 1-4. <https://revistes.ub.edu/index.php/der/article/view/13433/pdf>
- Mata-Miranda, M.M., Guerrero-Robles, C.I., Rojas-López, M., Delgado-Macuil, R.J., González-Díaz, C.A., Sánchez-Monroy, V., Pérez-Ishiwara, D. G., & Vázquez-Zapién, G.J. (2017). Componentes Principales mediante Espectroscopia FTIR como Técnica de Caracterización Innovadora durante la Diferenciación de Células Madre Pluripotentes a Células Pancreáticas. *Revista mexicana de ingeniería biomédica*, 38(1), 225-234. <https://doi.org/10.17488/rmib.38.1.17>
- Méndez, A. (18 de julio de 2011). Cromatografía en columna. La guía. <https://quimica.laguia2000.com/general/cromatografia-en-columna>
- Michell A.J., & Higgins H.G. (2002). Infrared Spectroscopy in Australian Forest Products Research, CSIRO Forestry and Forest Products, Australia. En: Contreras Q., H. J., Trujillo P., H. A., Arias O., G., Pérez C., J. L., Delgado F., E. (2010). Espectroscopia ATR-FTIR de celulosa: aspecto instrumental y tratamiento matemático de espectros. *E-Gnosis*, 8, 1-13. E-ISSN: 1665-5745
- Ministerio de Educación Nacional, (2006). Estándares Básicos de Competencias en ciencias sociales y ciencias naturales. Primera edición. Bogotá. https://www.mineducacion.gov.co/1780/articles-81033_archivo_pdf.pdf
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. DANE. (2013). El cultivo de la mora de Castilla (*Rubus glucus* Benth) frutal de clima frío moderado, con propiedades curativas para la salud humana. Boletín mensual insumos y factores asociados a la producción agropecuaria. [https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/sipsa/insumos_factor es_de_produccion_nov_2013.pdf](https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/agropecuario/sipsa/insumos_factor_es_de_produccion_nov_2013.pdf).
- Morega-Toledo, S., Espinet-Blanch, M. & Merino-Rubilar, C. (2019). El contexto en la enseñanza de la química: Análisis de secuencias de enseñanza y aprendizaje diseñadas por profesores de ciencias de secundaria en formación inicial. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 16(1), 1604-1604-14.
- Nova, A. L. (2021), *Uso del método científico en estudiantes de séptimo grado, mediante miniproyectos en salidas de campo*. [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia]. <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/80049/10324710972021.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- Navarro-Mateos, C., Pérez-López, I. J. & Femia, P. (2021). La gamificación en el ámbito educativo español: revisión sistemática. *Retos*, 42, 507-516. <https://doi.org/10.47197/retos.v42i0.8738>
- NTC 4106. (1997). Norma técnica colombiana NTC 4106:1997. COLOMBIA: NTC.
- Ochoa, Z. (2022). *Fitoquímica y actividades biológicas de frutos de muérdago (Psittacanthus calyculatus)*. [Tesis de pregrado, Instituto Politécnico Nacional]. Repositorio Dspace.

- Oviedo, D. V. (2019). *Exploración del Desarrollo de habilidades de indagación en niños de 3° de primaria en un ambiente de aprendizaje para las ciencias naturales mediado por juego de roles*. [Trabajo de grado para optar título de Magíster, Pontificia Universidad Javeriana]. <https://repository.javeriana.edu.co/handle/10554/45976>
- Parga-Lozano, D. L. & Piñeros-Carranza, G. Y. (2018). Enseñanza de la química desde contenidos contextualizados. *Educ. Quím.*, 29(1), 55-64. <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2018.1.63683>
- Parra-González, M. (2019). Producción científica sobre gamificación en educación: un análisis cuantitativo. *Revista de Educación*, 386, 113-135. <https://www.educacion>
- Pavia, D., Lampaman, G., Kriz, G., Vyvyan, J. (2014). *Introduction to Spectroscopy*. Edición #5. ISBN- 13: 978-1585-46012-3
- Pemble M.E., Gardner P. (2009). *Vibrational Spectroscopy from Surfaces. Surface Analysis – The Principal Techniques*. Vickerman J.C., Gilmore I.S. (Eds.), 2nd Edition, 333-390. John Wiley & Sons Ltd., U.K. En: Contreras Q., H. J., Trujillo P., H. A., Arias O., G., Pérez C., J. L., Delgado F., E. (2010). Espectroscopia ATR-FTIR de celulosa: aspecto instrumental y tratamiento matemático de espectros. *E-Gnosis*, 8, 1-13. E-ISSN: 1665-5745
- Peng, G., Dingyu, Y., Xinghua, Z., Hui, S. y Jitao, L. (2018). Fabrication and characterization of dye-sensitized solar cells based on natural plants. *Chemical Physics Letters*. 693. 16-22. <https://doi.org/10.1016/j.cplett.2018.01.008>.
- Pereira, V. A., de Arruda, I. N. Q., & Stefani, R. (2015). Active chitosan/PVA films with anthocyanins from Brassica oleraceae (Red Cabbage) as Time-Temperature Indicators for application in intelligent food packaging. *Food Hydrocolloids*, 43, 180–188. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2014.05.014>
- Rabanal-Atalaya, M. y Medina-Hoyos, A. (2021). Análisis de antocianinas en el maíz morado (*Zea mays L.*) del Perú y sus propiedades antioxidantes. *Terra Latinoam* [online], 39, (e808). ISSN 2395-8030. <https://doi.org/10.28940/terra.v39i0.808>.
- Ramírez. (2006). Obtención de un colorante natural alimentario de mora de Castilla (*Rubus glaucus benth*). *Revista virtual Ciencias en Desarrollo* 2(2). Recuperado de http://uptc.metarevistas.org/index.php/ciencia_en_desarrollo/article/view/260/264
- Rebolledo- Osses, F. P. (2007). *Determinación del Potencial de Coloración en Alimentos de un Concentrado de Jugo de Cranberry (Vaccinium macrocarpon) Obtenido por Nanofiltración*. (en línea). [Tesis de pregrado, Universidad Austral de Chile]. <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2007/far292d/doc/far292d.pdf>
- Red de información y comunicación del sector agropecuario (Agronet). (2016). *Mora. Evaluaciones Agropecuarias Municipales*. <http://www.agronet.gov.co/Documents/MORA2016.pdf>
- Rendón-Fernández, M., & Gómez, V. (2020). Desarrollo de competencias científicas en cursos de Química. Encuentro de Ciencias Básicas (4): Las ciencias básicas y los nuevos retos. Experiencias significativas en el aula y I Congreso internacional

- de Red de Departamentos de Ciencias Básicas: ciencia y tecnología, 4(1), 46-57.
- Rincón-Bonilla, C., Moreno-Medina, B., & Deaquiz-Oyola, Y. (2015). Parámetros poscosecha en dos materiales de mora (*Rubus glaucus* Benth. y *Rubus alpinus* Macfad). *Cultura Científica*, 13, 16-25.
- Rivadeneira-Rodríguez, E. M., Silva-Bustillos, R. J. (2017). Aprendizaje basado en la investigación en el trabajo autónomo y en equipo. *Negotium*, 13(38), 5-16. E-ISSN: 1856-1810.
- Rodríguez, B., Flores, G., & Fernández, J. (2022). Ansiedad ante el fracaso en educación física ¿puede la gamificación promover cambios en las alumnas de primaria? *Retos*, 44, 739-748. <https://doi.org/10.47197/retos.v43i0.908>
- Rodríguez-Saona, L. E. & Wrolstad, R. E. (2001). *Extraction, isolation, and purification of anthocyanins*. Current Protocols in Food Analytical Chemistry. <https://doi.org/10.1002/0471142913.fa.f0101s00>
- Romo-Carlosama, J. C. (2018). *Fortalecimiento de las habilidades del pensamiento crítico: una secuencia de actividades para la enseñanza de la fitoquímica a partir de pigmentos naturales*. [Tesis de pregrado, Universidad Pedagógica Nacional]. <http://repository.pedagogica.edu.co/bitstream/handle/20.500.12209/11290/TE-22701.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ruiz-Ortega, F. J. (2007). Modelos didácticos para la enseñanza de las ciencias naturales. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos (Colombia)*, 3(2), 41-60.
- Saltos-Bravo, M., & Vélez-Álava, P. (2019). Caracterización fisicoquímica, microbiológica y funcional de los extractos de la especie albahaca morada (*Ocimum sanctum*): Artículo de investigación. *Revista Científica INGENIAR: Ingeniería, Tecnología E Investigación*. 2(4), 2-11. ISSN: 2737- 6249. <https://doi.org/10.46296/ig.v2i4.0008>.
- Sangoluisa, M., Santacruz, C. & Salvador, M. (2019). Efecto del método de extracción de antocianinas de la flor de Jamaica (*Hibiscus sabdariffa*) en la eficiencia de celdas solares sensibilizadas. *Avances en ciencias e ingeniería*, 11(17), 352-369. doi: <http://dx.doi.org/10.18272/aci.v11i2.888>
- SENA. (9 de noviembre de 2010). Acuerdo 09 de 2010. Acuerdo 09 de 2010. Bogotá, Colombia: Normograma SENA.
- Siembra. (2019). *Gráficas de contexto agropecuario*. <http://www.siembra.gov.co/Regional/ContextoAgro/Reporte>.
- Sgariglia, M. A., Soberón, J. R. Sampietro, D. A. & Marta Amelia Vattuone, M. A. (2010). Cromatografía: conceptos y aplicaciones. *Revista Arakuku*, 2(1), 1-6. ISSN 1853-3337
- Soto-Fernández, A. (2020). Cromatografía en capa fina y columna. [Anteproyecto]. Universidad Nacional Autónoma de México. DOI:[10.13140/RG.2.2.34174.61767](https://doi.org/10.13140/RG.2.2.34174.61767)
- Stenius P., Vuorinen T. (1999). Direct Characterization of Chemical Properties of Fibers. *Analytical Methods in Wood Chemistry, Pulping and Papermaking*. Sjöström E., Alén R. (Eds.), 149-231. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, Germany. En: Contreras Q., H. J., Trujillo P., H. A., Arias O., G., Pérez C., J. L., Delgado F., E. (2010). Espectroscopia ATR-FTIR de celulosa: aspecto instrumental y tratamiento matemático de espectros. *E-Gnosis*, 8, 1-13. E-ISSN: 1665-5745

- Taiz, L. y E. Zeiger. 2002. *Plant Physiology*. Plant cells Ed. Sinauer Associates. Estados Unidos. 3.
- Timmers, M. A., Grace, M. H., Yousef, G. G., & Lila, M. A. (2017). Inter- and intra-seasonal changes in anthocyanin accumulation and global metabolite profiling of six blueberry genotypes. *Journal of Food Composition and Analysis*, 59, 105–110.
- Toma, R. B. y García-Carmona, A. (2021). De STEM nos gusta todo menos STEM: análisis crítico de una tendencia educativa de moda. *Enseñanza de las Ciencias*, 39(1), 65-80. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3093>
- Toma, R. B., & Retana-Alvarado, D. A. (2021). Mejora de las concepciones de maestros en formación de la educación STEM. *Revista Iberoamericana de Educación*, 87(1), 15-33. <https://doi.org/10.35362/rie8714538>
- Torres, A. (2010). Aprendizaje Basado En La Investigación. Técnicas Didácticas. http://www.itesca.edu.mx/Documentos/Desarrollo_Academico/Metodo_Aprendizaje_Basado_En_Investigacion.Pdf
- Umbarila-Castiblanco, X. & Limas-Castellanos, L. D. (2020). *Los miniproyectos como estrategia didáctica para el desarrollo de habilidades científicas*. [Tesis de pregrado, Universidad Pedagógica Nacional]. <http://repository.pedagogica.edu.co/handle/20.500.12209/12760?show=full>
- Vélez-Molina, M. T. (2021). *La Uve Heurística, como Estrategia Metodológica para el Despliegue de Habilidades Científicas*. [Tesis de magister, Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales]. <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/80444/1084897583.2021.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- Vivar-Quintana, A. M., Santos-Buelga, C., & Rivas-Gonzalo, J. C. (2002). Anthocyanin-derived pigments and colour of red wines. *Analytica Chimica Acta*, 458(1), 147–155
- Yakman, G. (2008a). STEAM Education: an overview of creating a model of integrative education. En: M.J. DE Vries (Ed.). *PATT-17 and PATT-19 Proceedings* 335-358. Reston, V.A: ITTEA. <https://cutt.ly/Lgj7edP>
- Wang, H., Cao, G., & Prior, R.L., (1997). Oxygen radical absorbing capacity of anthocyanins. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 45, 304–309. <https://doi.org/10.1021/jf960421t>
- Weber, F., Boch, K., & Schieber, A. (2017). Influence of copigmentation on the stability of spray dried anthocyanins from blackberry. *LWT-Food Science and Technology*, 75, 72–77.
- Welch, C. R., Wu, Q., & Simon, J. E. (2008). Recent advances in anthocyanin analysis and characterization. *Current analytical chemistry*, 4(2), 75-101. doi: <https://doi.org/10.2174/157341108784587795>.
- Zapata, L. M. (2014). *Obtención de extracto de antocianinas a partir de arándanos para ser utilizado como antioxidante y colorante en la industria alimentaria*. [Tesis doctoral, Universidad Politécnica de Valencia]. <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/39105/Versi%C3%B3n%20%20Tesis%20Luz%20Marina%20Zapata.pdf%20%281%29.PDF?sequence=21>

Zhao, C.-L., Yu, Y.-Q., Chen, Z.-J., Wen, G.-S., Wei, F.-G., Zheng, Q., . . . Xiao, X.-L. (2017). Stability-increasing effects of anthocyanin glycosyl acylation. *Food chemistry*, 214, 119-128. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.07.073>

ANEXO 1

PRETEST

INSTRUMENTO No 1

CARACTERIZACIÓN DE IDEAS PREVIAS

LABORATORIO DE QUÍMICA DE LA TECNOACADEMIA CAZUCÁ DEL CIDE DE SOACHA - SENA

FABIAN FRANCISCO FREYLE CORRO

Prueba diagnóstica: ANTOCIANINAS EN LA MORA DE CASTILLA (*Rubus glaucus*, Benth)

EDAD: ____ SEXO: _____ JORNADA: _____ FECHA: _____ COLEGIO:
_____ PÚBLICO: ____ PRIVADO: ____

Introducción: El presente instrumento tiene el objetivo de indagar sobre las ideas previas que tienen los aprendices sobre antocianinas, métodos de extracción, separación, purificación, identificación, caracterización y aplicación de estas. Es una prueba anónima. Este trabajo hace parte de una investigación para adelantar la tesis de Maestría en Docencia de la Química en la Universidad Pedagógica Nacional – UPN.

Instrucciones: Estimado aprendiz, lea cuidadosamente las lecturas que se presentan y conteste las siguientes preguntas de manera individual y sin consultar en internet:

DEFINICIÓN DE ANTOCIANINAS. Por intermedio de esta lectura conteste la pregunta 1:

Las antocianinas son pigmentos naturales polifenólicos hidrosolubles, que pertenecen a la familia de los flavonoides, que se encuentran en las vacuolas de las células y son responsables de los colores azul a violeta y de rojo a naranja en varias frutas, vegetales y cereales (Navas et al., 2012).

Pregunta 1. Según sus propias palabras a partir de la lectura anterior, ¿cómo puede definir las antocianinas?

ESTRUCTURAS QUÍMICA DE LAS ANTOCIANINAS. A partir del siguiente texto, conteste las preguntas 2 y 3.

Químicamente las antocianinas son glucósidos de las antocianidinas, es decir, están constituidas por una molécula de antocianidina, que es la aglicona, a la que se le une un azúcar por medio de un enlace β -glucosídico. La estructura química básica de estas agliconas es el ión flavilio (Badui, 2006; Welch et al., 2008), también llamado 2-fenil-benzopirilio (Wong, 1995), que consta de dos grupos aromáticos: un benzopirilio (A) y un anillo fenólico (B), ambos unidos por una unidad de tres carbonos (Rabanal & Medina, 2021; Zhao et al., 2017)). El flavilio normalmente funciona como un catión (Badui, 2006; Welch, et al., 2008). De todas las

antocianidinas que actualmente se conocen, las más importantes son la pelargonidina, delphinidina, cianidina, petunidina, peonidina y malvidina, la combinación de éstas con los diferentes azúcares genera aproximadamente 150 antocianinas. Los carbohidratos que comúnmente se encuentran son la glucosa y la ramnosa, seguidos de la galactosa, xilosa y la arabinosa, ocasionalmente, la gentobiosa, la rutinosa y la soforosa (Aguilera et al., 2011).

Pregunta 2. Explique químicamente ¿Qué entendió por antocianinas?

Pregunta 3. ¿El ion flavilio es un catión o anión en la estructura de la antocianina?

MÉTODOS DE EXTRACCIÓN, SEPARACIÓN, PURIFICACIÓN E IDENTIFICACIÓN DE ANTOCIANINAS. Con la siguiente lectura conteste las preguntas 4 a 7.

Enunciado: Las antocianinas pueden ser extraídas con diferentes métodos debido a la polaridad de la molécula, que la hace soluble en solventes polares como acetona, etanol, metanol, entre otros. La antocianina está presente en muchas frutas como la mora de Castilla (*Rubus glaucus* Benth) que crece en climas fríos. Esta puede ser extraída en el laboratorio por los métodos de: maceración, soxhlet, percolación, hidrodestilación asistida por microondas (HAM) y por ultrasonido (Rodríguez y Wrolstad, 2001; Jensen, 2007; Miranda & Cuéllar, 2001; Castillo et al., 2010), (Barragán et al., 2018).

Pregunta 4. ¿Se pueden considerar las antocianinas moléculas polares o apolares? Explique su respuesta.

Pregunta 5. ¿Cuál método cree usted que es el mejor para la extracción de las antocianinas? Explique su respuesta.

Pregunta 6. ¿Puede indicar cuáles pruebas son utilizadas para identificar la presencia de antocianinas y/o su concentración?

Enunciado: Las antocianinas en las plantas atraen polinizadores, protegen contra la radiación ultravioleta, contra la contaminación viral y microbiana (Garzón, 2008; Menzies et al., 2016). Además, se usan como colorantes en alimentos y en cosmetología; en aplicaciones biológicas para prevenir enfermedades cardiovasculares, neurodegenerativas, cancerígenas, hipertensión, inflamación, colesterol, buena visión, mejora la cognición; en la industria en la elaboración de celdas solares, etc. (Wang et al., 2018; Cervantes, Barragán, & Chaquilla, 2019; Bontempo et al., 2015; Xie, et. al., 2018; Cassidy, 2018; Nardini & Garaguso, 2020).

Pregunta 7. Nombra algunas de las aplicaciones biológicas de las antocianinas y ¿Qué característica (s) en la molécula es (son) fundamental (es) para estas aplicaciones biológicas?

ESPECTOFOTOMETRÍA UV.VIS PARA ANTOCIANINAS. Por intermedio del siguiente aparte, conteste la pregunta 9 y 10.

Enunciado: En la literatura se encuentra que varios autores han puesto en común diferentes rangos de picos de absorción para la caracterización de antocianinas, uno en el espectro UV, que usualmente representa algún pico de absorbancia entre 260 - 280 nm de longitud de onda, otro pico de absorción en el espectro visible entre 490 - 550 nm (comúnmente se reconoce a la cianidina a 515 nm, pelargodina 520 nm y delfinina 546 nm), aunque pueden variar por la glicosidación (Harbone, 1967; Barragán et al., 2018).

Pregunta 8. ¿Entonces, si se tiene el siguiente espectro de absorción (ver la gráfica 1), se puede decir que probablemente la muestra analizada tiene antocianina? Justifique su respuesta.



Gráfica 1. Espectro de absorción del extracto por método Soxhlet. Fuente: Tecnocademia Casaca, 2022.

Pregunta 9. Según la información consignada en la pregunta anterior (9), se marca un pico de absorción de 520 nm en el espectro visible. A partir de

esta gráfica se podría afirmar: ¿Que el extracto analizado contiene la antocianina delfinina? Explique la respuesta.

REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Aguilera-Ortiz, M., Reza-Vargas, M., Chew, R. G. & Meza-Velázquez, J. A. (2011). Propiedades funcionales de las antocianinas. *Biocencia*, 13(2):16-22. DOI: <http://doi.org/10.18633/bt.v13i2.81>
- Barragán Condori, M., Aro Aro, J. M., Meléndez, H., Justiniano, V., & Cartagena Cutipa, R. (2018). Antocianinas, compuestos fenólicos y capacidad antioxidante del mionio (*Coriaria ruscifolia* L). *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 20(4), 419-428. doi: <https://doi.org/10.18271/ria.2018.419>.
- Bontempo, P., De Masi, L., Carafa, V., Rigano, D., Scisciola, L., Iside, C., . . . Nebbioso, A. (2015). Anticancer activities of anthocyanin extract from genotyped *Solanum tuberosum* L. "Vitelotte". *Journal of Functional Foods*, 19, 584-593. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jff.2015.09.063>
- Cassidy, A. (2018). Berry anthocyanin intake and cardiovascular health. *Molecular aspects of medicine*, 61, 76-82. doi: <https://doi.org/10.1016/j.mam.2017.05.002>
- Castillo, G., Michelena, G., Nogueiras, C., Ortega, G., Bello, D., Guerra, M., . . . Mieres, G. (2010). Caracterización cromatográfica y espectroscópica de un pigmento rojo obtenido a partir de *Bothryodiplodia theobromae*. <https://www.redalyc.org/pdf/2231/223120684003.pdf>
- Cervantes-Sierra, R., Barragán-Condori, M., & Chaquilla-Quilca, G. (2019). Evaluación de antioxidantes en el té de hojas de camote morado (*Ipomoea batatas* L.). *Revista Tecnología en Marcha*, ág. 51-59. doi: <https://doi.org/10.18845/tm.v32i4.4790>
- Menzies, I. J., Youard, L. W., Lord, J. M., Carpenter, K. L., van Klink, J. W., Perry, N. B., . . . Gould, K. S. (2016). Leaf colour polymorphisms: a balance between plant defence and photosynthesis. *Journal of Ecology*, 104(1), 104-113. doi: <https://doi.org/10.1111/1365-2745.12494>
- Nardini, M., & Garaguso, I. (2020). Characterization of bioactive compounds and antioxidant activity of fruit beers. *Food chemistry*, 305, 125437. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125437>
- Navas, M. J., Jiménez-Moreno, A. M., Bueno, J. M., Saez-Plaza, P., & Asuero, A. G. (2012). Analysis and antioxidant capacity of anthocyanin pigments. Part IV: Extraction of anthocyanins. *Critical Reviews in Analytical Chemistry*, 42(4), 313-342. doi: <https://doi.org/10.1080/10408347.2012.680343>
- Rabanal-Atalaya, M. y Medina-Hoyos, A. (2021). Análisis de antocianinas en el maíz morado (*Zea mays* L.) del Perú y sus propiedades antioxidantes. *Terra*

- Latinoam [online], 39, (e808). ISSN 2395-8030. <https://doi.org/10.28940/terra.v39i0.808>.
- Wang, Y., Luan, G., Zhou, W., Meng, J., Wang, H., Hu, N., & Suo, Y. (2018). Subcritical water extraction, UPLC-Triple-TOF/MS analysis and antioxidant activity of anthocyanins from *Lycium ruthenicum* Murr. *Food chemistry*, 249, 119-126. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.12.078>
- Welch, C. R., Wu, Q., & Simon, J. E. (2008). Recent advances in anthocyanin analysis and characterization. *Current analytical chemistry*, 4(2), 75-101. doi: <https://doi.org/10.2174/157341108784587795>.
- Xie, L., Su, H., Sun, C., Zheng, X., & Chen, W. (2018). Recent advances in understanding the anti-obesity activity of anthocyanins and their biosynthesis in microorganisms. *Trends in Food Science & Technology*, 72, 13-24. doi: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2017.12.002>
- Zhao, C.-L., Yu, Y.-Q., Chen, Z.-J., Wen, G.-S., Wei, F.-G., Zheng, Q., . . . Xiao, X.-L. (2017). Stability-increasing effects of anthocyanin glycosyl acylation. *Food chemistry*, 214, 119-128. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.07.073>

ANEXO 2

PROYECTO FORMATIVO ANTOCIANINAS DE LA MORA DE CASTILLA (*Rubus glaucus*, Benth) PARA DIFERENTES APLICACIONES FÍSICOQUÍMICAS Y BIOTECNOLÓGICAS



Título: ANTOCIANINAS DE LA MORA DE CASTILLA (<i>Rubus glaucus</i> , Benth) PARA DIFERENTES APLICACIONES FÍSICOQUÍMICAS Y BIOTECNOLÓGICAS
Investigadores - Facilitadores: FABIAN FRANCISCO FREYLE CORR - JUAN PABLO NIETO ESPINOSA - SILVIA MARCELA AYALA RODRÍGUEZ
Lugar de Ejecución del Proyecto: Ciudad: SOACHA Departamento: CUNDINAMARCA
Duración del Proyecto (en meses): 4 mese
Tipo de Proyecto: Investigación Básica: Investigación Aplicada: X Investigación-Acción:
Descriptor / Palabras claves: Mora de Castilla, pigmento natural, antocianinas, aplicaciones fisicoquímicas y biotecnológicas,



Título: ANTOCIANINAS DE LA MORA DE CASTILLA (<i>Rubus glaucus</i> , Benth) PARA DIFERENTES APLICACIONES FÍSICOQUÍMICAS Y BIOTECNOLÓGICAS
Investigadores - Facilitadores: FABIAN FRANCISCO FREYLE CORR - JUAN PABLO NIETO ESPINOSA - SILVIA MARCELA AYALA RODRÍGUEZ
Lugar de Ejecución del Proyecto: Ciudad: SOACHA Departamento: CUNDINAMARCA
Duración del Proyecto (en meses): 4 mese
Tipo de Proyecto: Investigación Básica: Investigación Aplicada: X Investigación-Acción:
Descriptor / Palabras claves:

2 RESUMEN DEL PROYECTO:

La mora es una de las frutas más representativas en cuanto a cobertura geográfica sembrada en Colombia, y contiene compuestos fenólicos entre ellos las antocianinas. El objetivo de esta investigación aplicada es comparar cuatro métodos de extracción de antocianinas a partir de la mora de Castilla (*Rubus glaucus* Benth), se realizará su caracterización a través de las pruebas de Shinoda entre otras, y de pruebas cuantitativas como la metodología de espectrofotometría, y por último su aplicación en diferentes productos. Muchas industrias han recurrido al uso de colorantes sintéticos y tóxicos debido a su alta demanda en el mercado en los diferentes procesos industriales. Sin embargo, a través de los años se ha visto la importancia y la creciente demanda del uso de los pigmentos naturales en diversas áreas de las industrias, tal como, alimentos, cosmología, medicamentos, industria energética, entre otras. En esta investigación, se resalta la relevancia de los pigmentos naturales entre ellos las antocianinas, las cuales, se encuentran de manera libre en gran variedad de frutas y vegetales, como la mora de Castilla. Además, las antocianinas tienen gran variedad de efectos antioxidantes y antimutacionales. Se efectuará la extracción del pigmento de antocianina por cuatro metodologías: maceración, percolación, soplét y ultrasonido, esperando como resultado que se pueda seleccionar el mejor método de extracción que funcione según las condiciones de laboratorio para la obtención del extracto de antocianinas derivadas de la mora de Castilla. Posteriormente, se caracterizarán los extractos por la prueba de Shinoda y la metodología de espectrofotometría UV-Vis a una longitud de onda de 515 nm, dando como resultado el pico de absorción característico de la cianidina. Finalmente, se pretende aplicar los extractos en diferentes productos alimenticios, cosmológicos e industriales, como la elaboración de un prototipo de celda solar DSSC, entre otros. Se realizará la socialización a través de póster y un paper en un evento científico-técnico local, regional o de orden nacional, en el cual puedan participar los aprendices de la Tecnocademia Nodo Cauca del CIPE de Soacha - SENA.

3 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO:

3.1 Planteamiento de la pregunta o problema de investigación y su justificación en términos de necesidad y pertinencia; marco teórico y estado del arte (máximo 3000 palabras - Mínimo 2000 palabras):

¿De qué manera la extracción, separación, caracterización, purificación y aplicación nanotecnológica de antocianinas a partir de la mora de Castilla (*Rubus glaucus*, Benth) contribuirá al desarrollo de competencias científicas de los aprendices de los ambientes de química y física de la Tecnocademia Cauca?

Colombia es uno de los mayores productores de cultivos frutales (Sigarra-Rieche & García-



Delgado, 2011), entre ellos se encuentra la mora de Castilla (*Rubus glaucus* Benth). Este tiene gran auge en Colombia, la mayor parte de su producción se encuentra especialmente en los departamentos de Cundinamarca, Santander, Antioquia, Nariño y Boyacá (DANE, 2012). En el departamento de Santander se tiene un rendimiento de 10,7 Ton/ha, siendo el segundo departamento con mayor producción a nivel nacional (informe del ministro de agricultura y desarrollo rural en marzo del 2015), debido a que genera grandes ingresos, empleo rural, oferta alimentaria e insumos para la agroindustria. En el municipio de Soacha se presentan todas las características agroambientales para su cultivo, sin embargo, no se explota su cultivo a gran escala, si no que se reduce a pequeños cultivos (ochocultivos en 2015 según comentario de un funcionario de la alcaldía de Soacha). Por tanto, se debe impulsar

La utilización de estos pigmentos naturales hoy en día está teniendo un gran auge debido a los problemas generados por los colorantes sintéticos, tal como: toxicidad y cáncer del rojo No 40. El rojo No 40 es un colorante azo que se utiliza en la elaboración de alimentos procesados, sin embargo, se encuentra asociado con hiperactividad y déficit de atención infantil, puede causar reacciones alérgicas (por ejemplo, urticaria, asma), especialmente cuando se administra en merzas con otros aditivos sintéticos de color (EFSA, 2009; Fallico et al., 2011; Feng et al., 2012). Los colorantes azo cuando son degradados pueden generar subproductos secundarios como las aminas aromáticas potencialmente carcinogénicas. La principal preocupación que a menudo limita su uso es la carcinogenicidad potencial que ocurre después de su azoreducción a metabolitos cancerígenos por el microbiota intestinal (Feng et al., 2012). Se sabe que estos metabolitos se producen en el cuerpo humano, sin embargo, la importancia clínica de este fenómeno depende de la cantidad ingerida del colorante (Golla et al., 2004).

Además, la enseñanza de las ciencias naturales es indispensable abordar el análisis de fenómenos biológicos, físicos y químicos para el entendimiento de leyes y conceptos científicos. Una estrategia metodológica útil en este proceso es el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), que se implementan en la Tecnocademia Nodo Cauca a través de los Proyectos Formativos en investigación aplicada, que se desarrollan en forma transversal desde diferentes áreas del conocimiento (en este caso la física y la química) como estrategia metodológica, con la unión de varios instructores como una forma de trabajo colaborativo que se enmarca desde los principios de la institución.

3.2 Los objetivos (máximo 500 palabras):

Objetivo general


EXTRAER PIGMENTOS NATURALES DE ANTOCIANINAS A PARTIR DE LA MORA DE CASTILLA (*Rubus glaucus* Benth) PARA DIFERENTES APLICACIONES FÍSICOQUÍMICAS EN LA TECNOACADEMIA CAZUCA - SENA.

Objetivos específicos

- Determinar el método de extracción de pigmentos naturales de antocianinas.
- Caracterizar de los pigmentos naturales de antocianinas.
- Aplicar a la química de los pigmentos naturales de antocianinas.
- Aplicar los pigmentos de antocianinas a la industria energética.
- Diseñar un prototipo de celda solar sensibilizada con antocianinas.
- Elaborar de un artículo y póster científico.
- Socializar el proyecto de investigación aplicada.

ANEXO 3

PROGRAMA DE FORMACIÓN (CURRÍCULO) CIENCIAS BÁSICAS ENFASIS EN QUÍMICA. CÓDIGO 23120013 - VERSIÓN 2

 SENA Modelo de Mejora Continua	LINEA TECNOLÓGICA DEL PROGRAMA PRODUCCIÓN Y TRANSFORMACIÓN RED TECNOLÓGICA TECNOLOGÍAS DE PRODUCCIÓN INDUSTRIAL
DISEÑO DE ACCIONES DE FORMACIÓN COMPLEMENTARIA	
CÓDIGO:	DENOMINACIÓN DEL PROGRAMA
23120013	CIENCIAS BÁSICAS ENFASIS EN QUÍMICA
VERSIÓN:	SECTOR DEL PROGRAMA:
2	INDUSTRIA
Vigencia del Programa	Fecha Inicio Programa: 03/03/2022 Fecha Fin Programa: El programa aún se encuentra vigente
DURACIÓN MÁXIMA	144 horas
JUSTIFICACIÓN	<p>El programa de Ciencias Básicas Énfasis en Química se creó dentro de la propuesta Tecnocademia SENNOVA del SENA, para servir como un escenario de aprendizaje, a estudiantes de la educación básica y media de instituciones educativas públicas y privadas, esto como parte complementaria de su educación formal y como actividades afines para el desarrollo de habilidades en ciencia, tecnología e innovación.</p> <p>Los espacios en el cual se desarrolla el programa de Tecnocademia se encuentra dotado de tecnologías emergentes para desarrollar competencias orientadas a la innovación, a través de la formación por proyectos, lo que le permite promover el desarrollo de la investigación aplicada a temprana edad con aplicación de nuevas tecnologías como polo de desarrollo local y regional.</p> <p>La formación en las ciencias básicas químicas le permite a los aprendices adquirir habilidades, técnicas y destrezas en el laboratorio de química para su aplicación en las áreas de investigación con sistemas teórico-prácticos aplicadas para resolver problemas concretos de carácter básico o aplicado, además de afianzar y ampliar los conceptos teóricos, indispensables para el desarrollo tecnológico, permitiendo que uno de los mayores impactos en los aprendices es la creación de un puente de acercamiento al distrito de la química desde la cotidianidad que ellos viven.</p>
REQUISITOS DE INGRESO:	<ul style="list-style-type: none"> *Documento de Identidad *Estar cursando la educación básica y/o media secundaria *Conocimientos básicos en el manejo del computador y herramientas ofimáticas *Responsabilidad, con intención de aprender y utilizar la tecnología y las ciencias básicas. *Superar prueba de aptitud, motivación, interés y competencias mínimas de ingreso
ESTRATEGIA METODOLÓGICA:	<p>Básica al aprendiz en un lugar central que conlleva a un aprendizaje de construcción paulatina y significativa. Tecnocademies adopta metodologías afines a las tendencias educativas, caracterizándose por una enseñanza que conlleva la relación y los procesos facilitador-aprendiz, aprendo-aprendiz, aprendo-material dialéctico y aprendo-contexto.</p> <p>De tal forma, la estrategia metodológica cumple con tres cualidades esenciales: actividad, participación y autoevaluación. Es lo permite que el rol protagonista esté centrado en el aprendiz, ya que es él quien construye, asimila y acomoda su conocimiento. El aprendizaje del facilitador es contextualizado y ajustado a situaciones y desafíos que obedecen al mundo real, planteados en problemáticas, proyectos, retos y preguntas que permitan movilizar el interés y motivación de aprendices en su proceso de aprendizaje.</p> <p><u>Igualmente, la estrategia metodológica tiene como direcciones en el quehacer</u></p>
220223 10:17	Página 1 de 6

 SENA Modelo de Mejora Continua	LINEA TECNOLÓGICA DEL PROGRAMA PRODUCCIÓN Y TRANSFORMACIÓN RED TECNOLÓGICA TECNOLOGÍAS DE PRODUCCIÓN INDUSTRIAL
pedagogía del facilitador tres componentes: la ciencia, la tecnología y la innovación; estos se complementan y armonizan con el desarrollo de habilidades del siglo XXI, habilidades comunicativas, mentalidad de emprendimiento y contribuyendo también a los objetivos de desarrollo sostenible.	
COMPETENCIA	
CÓDIGO:	DENOMINACIÓN
291201100	Valorar muestras de acuerdo con buenas prácticas de laboratorio y técnica de análisis químico instrumental
ELEMENTO(S) DE LA COMPETENCIA	
DENOMINACIÓN	
Configurar equipo	
Desarrollar técnica de análisis	
2. RESULTADOS DE APRENDIZAJE	
DESCRIPCIÓN	
SELECCIONAR LOS EQUIPOS, INSTRUMENTOS Y MATERIALES PARA SU USO Y MANEJO EN LA CARACTERIZACIÓN DE DIFERENTES MUESTRAS Y SUSTANCIAS QUÍMICAS DE ACUERDO CON MANUALES	
EJECUTAR PROTOCOLOS ESTABLECIDOS DENTRO DEL LABORATORIO PARA LA PREPARACIÓN DE MUESTRAS, PRODUCTOS QUÍMICOS Y MATERIALES DE ACUERDO CON MANUALES TÉCNICOS.	
IDENTIFICAR EL PROCEDIMIENTO EN BIOSSEGURIDAD PARA EL MANEJO DE EQUIPOS Y MATERIALES EN EL LABORATORIO DE ACUERDO CON PROTOCOLOS.	
3. CONOCIMIENTOS	
3.1. CONOCIMIENTOS DE CONCEPTOS Y PRINCIPIOS	
BIOSSEGURIDAD: DEFINICIÓN, APLICACIONES, TIPOS DE RIESGOS, CONSECUENCIAS Y RESPUESTA ANTE UNA EMERGENCIA, RIESGOS.	
VARIABLES BÁSICAS: DEFINICIÓN, APLICACIÓN, TIPOS, USOS, UNIDADES DE MEDIDAS DEL SISTEMA INTERNACIONAL, CONVERSIÓN DE UNIDADES, INSTRUMENTOS DE MEDICIÓN, ESTADOS DE LA MATERIA, TEMPERATURA, VOLUMEN, MASA, PESO, DENSIDAD, VISCOSIDAD, HUMEDAD, PRINCIPIO DE ARQUIMIDES, MÉTODO DE PÍCNOMETRO, PH, SOLUCIONES QUÍMICAS, DISOLUCIONES, CONCENTRACIONES QUÍMICAS, REACCIONES QUÍMICAS, SOLUBILIDAD, CRISTALIZACIÓN, ALCOHOLIMETRÍA, FERMENTACIÓN, MÉTODOS DE EXTRACCIÓN DE SUSTANCIAS ORGÁNICAS, MICROSCOPIA, TÉCNICAS DE CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICAS DEL AGUA Y DIFERENTES SUSTANCIAS Y VALORACIÓN ÁCIDO BASE.	
EQUIPOS MATERIALES Y REACTIVOS: TIPOS, PROTOCOLO PARA SU USO Y APLICACIÓN, MANEJO DE EQUIPOS E INSTRUMENTOS Y APLICACIONES.	
EL MEDIO AMBIENTE Y LA SOCIEDAD EN LA QUÍMICA.	
PRODUCTOS Y MUESTRAS: PREPARACIÓN DE GEL ANTIBACTERIAL, GEL PARA EL CABELLO, JABONES, SPLASH, COLBÓN NATURAL, CRISTALES A PARTIR DE SALES MINERALES.	
CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA DEL AGUA Y OTRAS SUSTANCIAS: DEFINICIÓN, MEDICIÓN DE CONDUCTIVIDAD, SALINIDAD, TOTAL DE SÓLIDOS DISUELTOS, OXÍGENO DISUELTOS, MEDICIÓN DE	
220223 10:17	Página 2 de 6

PH, DENSIDAD, PROPIEDADES ORGANOLÉPTICAS, DUREZA, MINERALES DISUELTOS Y CLORO RESIDUAL; USO DE EQUIPOS Y MATERIALES PARA ANÁLISIS. METODOLOGÍA DE ANÁLISIS DEL CICLO DE VIDA Y GESTIÓN AMBIENTAL CON APLICACIONES EN LA QUÍMICA. HUELLA ECOLÓGICA, HUELLA DE CARBONO Y HUELLA HÍDRICA

3.2. CONOCIMIENTOS DE PROCESO

APLICAR EL PROTOCOLO BÁSICO DE INGRESO AL LABORATORIO Y DE USO DE REACTIVOS. USAR LOS IMPLEMENTOS Y EQUIPOS DE SEGURIDAD Y PROTECCIÓN PERSONAL. IDENTIFICAR RIESGOS Y PELIGROS ASOCIADOS CON EL MANEJO DE REACTIVOS Y SUSTANCIAS. APLICAR LOS CONCEPTOS BÁSICOS RELACIONADOS CON LAS VARIABLES QUÍMICA, FÍSICA Y MATEMÁTICA. REALIZAR MEDICIONES DE LAS VARIABLES QUÍMICAS CON LOS INSTRUMENTOS APROPIADOS. REALIZAR CONVERSIONES DE UNIDADES DE MEDIDA. APLICAR EL CONCEPTO DE SOLUCIÓN QUÍMICA, REACCIONES QUÍMICAS, REACCIONES QUÍMICAS DE COMBUSTIÓN, TRANSFORMACIONES ENERGÉTICAS, CONCENTRACION, DISOLUCIÓN, PREPARAR SOLUCIONES CONCENTRADAS Y DILUIDAS. CLASIFICAR UN FENÓMENO QUÍMICO A PARTIR DE UNA REACCIÓN QUÍMICA. UTILIZAR LA TITULACIÓN DE FORMA ADECUADA. APLICAR LOS CONCEPTOS BÁSICOS SOBRE LAS PROPIEDADES FÍSICOQUÍMICAS DE LA CALIDAD DEL AGUA. ESCOGER ADECUADAMENTE LOS INSTRUMENTOS DEL LABORATORIO EN LA MEDICIÓN DE VARIABLES. REALIZAR LA PREPARACIÓN Y AJUSTAMIENTO DE LOS MATERIALES, MUESTRAS Y REACTIVOS. UTILIZAR DE FORMA ADECUADA LOS EQUIPOS Y MATERIALES. APLICAR LOS CONCEPTOS BÁSICOS DE QUÍMICA, FÍSICA Y MATEMÁTICA EN LA ELABORACIÓN DE PRODUCTOS. AJUSTAR INSTRUMENTOS PARA LA ELABORACIÓN DEL PRODUCTO. DESARROLLAR EL PROCEDIMIENTO DE ELABORACIÓN DEL PRODUCTO.

4. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

APLICAR LOS PROTOCOLOS Y EL BUEN USO DE LOS ELEMENTOS DE BIOSEGURIDAD EN EL LABORATORIO DE CIENCIAS BÁSICAS SEGÚN LOS PROCEDIMIENTOS ESTABLECIDOS. USAR LAS UNIDADES DE MEDIDA DEL SISTEMA INTERNACIONAL Y DE LAS CONVERSIONES DE ESTAS DE FORMA ADECUADA, DE ACUERDO A LAS VARIABLES ESTUDIADAS Y MEDIDAS. SELECCIONAR DE FORMA ADECUADA LOS INSTRUMENTOS, EQUIPOS Y MATERIALES DE LABORATORIO SEGÚN LA NECESIDAD DE USO Y LOS PROCEDIMIENTOS ESTABLECIDOS. APLICAR LOS CONCEPTOS BÁSICOS RELACIONADOS CON QUÍMICA, FÍSICA Y MATEMÁTICAS EN DIFERENTES CASOS DE ESTUDIO SEGÚN EL PLAN DE TRABAJO EN EL LABORATORIO. DESARROLLAR PROCEDIMIENTOS RELACIONADOS CON REACCIONES Y SOLUCIONES QUÍMICAS, DE ACUERDO A LA NATURALEZA DE LOS REACTIVOS. APLICAR PROTOCOLOS PARA LA PREPARACIÓN Y OBTIENE PRODUCTOS QUÍMICOS SEGÚN LO ESTABLECIDO EN EL LABORATORIO. DESARROLLAR LAS PRUEBAS SEGÚN EL PROTOCOLO PARA MEDIR LA CALIDAD DEL AGUA DE ACUERDO CON LA NORMATIVIDAD VIGENTE.

5. PERFIL TÉCNICO DEL INSTRUCTOR

Requisitos Académicos
ALTERNATIVA 1:
INGENIERO QUÍMICO, INGENIERO DE MATERIALES, INGENIERO BIOLÓGICO, BIÓLOGO, FÍSICO, QUÍMICO, INGENIERO AGROINDUSTRIAL, QUÍMICO DE ALIMENTOS, QUÍMICO INDUSTRIAL, QUÍMICO FARMACÉUTICO.
ALTERNATIVA 2:

INGENIERO QUÍMICO, INGENIERO DE MATERIALES, INGENIERO BIOLÓGICO, BIÓLOGO, FÍSICO, QUÍMICO, INGENIERO AGROINDUSTRIAL, QUÍMICO DE ALIMENTOS, QUÍMICO INDUSTRIAL, QUÍMICO FARMACÉUTICO, CON MAESTRÍA EN INGENIERÍA, FÍSICA, QUÍMICA, BIOLOGÍA, MATERIALES, BIOTECNOLOGÍA, BIOQUÍMICA O AFINES.

Competencias mínimas
FORMULACIÓN, EJECUCIÓN Y EVALUACIÓN DE PROYECTOS. TRABAJO EN EQUIPO. ESTABLECER PROCESOS COMUNICATIVOS ASERTIVOS. MANEJO DE HERRAMIENTAS INFORMÁTICAS ASOCIADAS AL ÁREA OBJETO DE LA FORMACIÓN. ORIENTAR PROCESOS FORMATIVOS. ASESORÍA PARA EL USO DE LAS TIC EN FORMACIÓN. FORMACIÓN TÉCNICO PEDAGÓGICA EN AMBIENTES VIRTUALES DE APRENDIZAJE. MANEJO DE BLACKBOARD. HERRAMIENTAS METODOLÓGICAS EN INVESTIGACIÓN APLICADA.

Experiencia laboral y especialización
ALTERNATIVA 1 (SIN MAESTRÍA): TREINTA Y SEIS (36) MESES DE EXPERIENCIA PROFESIONAL: DE LOS CUALES VEINTICUATRO (24) MESES DEBEN ESTAR RELACIONADOS CON EL EJERCICIO DE LA PROFESIÓN Y DOCE (12) MESES CON ACTIVIDADES RELACIONADAS CON LAS LÍNEAS DE LA TECNOCARRERA.
ALTERNATIVA 2 (CON MAESTRÍA): VEINTICUATRO (24) MESES DE EXPERIENCIA PROFESIONAL: DE LOS CUALES DOCE (12)

CONTROL DEL DOCUMENTO

	NOMBRE	CARGO	DEPENDENCIA / RED	FECHA
Responsable del diseño	LAMIA CECILIA REDONDO MENDOZA	EQUIPO DE DISEÑO CURRICULAR	CENTRO DE DESARROLLO AGROEMPRESARIAL REGIONAL CUNDINAMARCA	11080200
Responsable del diseño	ELIZABETH CRISTINA ORTIZ BETANCUR	APROBAR ANALISIS	CENTRO TEXTIL Y DE GESTION INDUSTRIAL REGIONAL ANTIOQUIA	12080200
Responsable del diseño	ELIZABETH ALVAREZ	EQUIPO DE DISEÑO CURRICULAR	CENTRO PARA EL DESARROLLO DEL HABITAT Y LA CONSTRUCCION REGIONAL ANTIOQUIA	09090200

Responsable del diseño	JORGE ARMANDO CASTRO	EQUIPO DE DISEÑO CURRICULAR	CENTRO PARA EL DESARROLLO DEL HABITAT Y LA CONSTRUCCION REGIONAL ANTIOQUIA	09090200
Responsable del diseño	ELIZABETH CRISTINA ORTIZ BETANCUR	ACTIVAR PROGRAMA	CENTRO TEXTIL Y DE GESTION INDUSTRIAL REGIONAL ANTIOQUIA	07090200
Responsable del diseño	JULIAN ANDRES TARAZONA BARAJAS	EQUIPO DE DISEÑO CURRICULAR	CENTRO AGROEMPRESARIAL Y TURISTICO DE LOS ANDES REGIONAL	19030201
Responsable del diseño	LILY JHOHANA GIL VASQUEZ	EQUIPO DE DISEÑO CURRICULAR	CENTRO PARA EL DESARROLLO DEL HABITAT Y LA CONSTRUCCION REGIONAL ANTIOQUIA	28010202
Responsable del diseño	DAVID ALEXANDER FIGUEROA Pardo	APROBAR ANALISIS	CENTRO TEXTIL Y DE GESTION INDUSTRIAL REGIONAL ANTIOQUIA	28020202
Responsable del diseño	JUAN CAMILO OBISA	FACILITADOR TECNOCACADEMIA	CENTRO TEXTIL Y DE GESTION INDUSTRIAL REGIONAL ANTIOQUIA	02030202
Responsable del diseño	ALEXANDRA CECILIA HOYOS	ASESORA METODOLÓGICA	CENTRO PARA EL DESARROLLO DEL HABITAT Y LA CONSTRUCCION REGIONAL ANTIOQUIA	02030202
Responsable del diseño	CINTHIA VIVIANA ROJAS	FACILITADORA TECNOCACADEMIA	CENTRO PARA EL DESARROLLO DEL HABITAT Y LA CONSTRUCCION REGIONAL ANTIOQUIA	02030202
Responsable del diseño	JAIRO SALAZAR RIVAS	EQUIPO DE DISEÑO CURRICULAR	CENTRO DE RECURSOS NATURALES, INDUSTRIA Y BIODIVERSIDAD REGIONAL CHOCÓ	02030202

Responsable del diseño	DAVID ALEXANDER FIGUEROA Pardo	ACTIVAR PROGRAMA	CENTRO TEXTIL Y DE GESTION INDUSTRIAL REGIONAL ANTIOQUIA	03030202
Aprobación	ELIZABETH CRISTINA ORTIZ BETANCUR		CENTRO TEXTIL Y DE GESTION INDUSTRIAL REGIONAL ANTIOQUIA	07090200
Aprobación	DAVID ALEXANDER FIGUEROA Pardo		CENTRO TEXTIL Y DE GESTION INDUSTRIAL REGIONAL ANTIOQUIA	03030202

ANEXO 4

POSTEST

INSTRUMENTO No 2

CARACTERIZACIÓN DE LOS CONOCIMIENTOS

LABORATORIO DE QUÍMICA DE LA TECNOACADEMIA CAZUCÁ DEL CIDE DE SOACHA - SENA

Prueba de conocimiento: Caracterización de la habilidad de la competencia científica de indagación de los aprendices del laboratorio de química de la TecnoAcademia Nodo Cazucá del CIDE de Soacha – SENA, mediada por los aspectos químicos de la formación en contexto relacionado con la **EXTRACCIÓN Y APLICACIÓN DE ANTOCIANINAS DE LA MORA DE CASTILLA (*Rubus glaucus* Benth)**

MONBRE: _____
EDAD: ____ **SEXO:** _____ **JORNADA:** _____ **FECHA:** _____ **COLEGIO:** _____
_____ **PÚBLICO:** ____ **PRIVADO:** ____

PREGUNTA PROBLEMA DEL RETO STEAM

¿De qué manera la extracción, separación, caracterización, purificación y aplicación de antocianinas a partir de la mora de Castilla (*Rubus glaucus*, Benth) contribuirán a la solución del problema de reemplazar los colorantes sintéticos como el Rojo 40 por parte de los aprendices de los ambientes de química y física de la Tecnoacademia Nodo Cazucá del CIDE de Soacha - SENA?

Instrucciones: Estimado aprendiz, lea cuidadosamente las lecturas que se presentan y conteste las siguientes preguntas de manera individual y sin consultar medios electrónicos:

PREGUNTAS

DEFINICIÓN DE ANTOCIANINAS. Por intermedio de esta lectura conteste la pregunta 1:

Enunciado: Las antocianinas son pigmentos naturales, polifenólicos e hidrosolubles, que pertenecen a la familia de los flavonoides, que se encuentran en las vacuolas de las células y son responsables de los colores azul a violeta y de rojo a naranja en varias frutas, vegetales y cereales (Navas et al., 2012).

1. Según sus propias palabras a partir de la lectura anterior, ¿cómo puede definir las antocianinas?

ESTRUCTURAS QUÍMICA DE LAS ANTOCIANINAS. A partir del siguiente texto, conteste las preguntas 2 y 3.

Enunciado: Químicamente las antocianinas son glucósidos de las antocianidinas, es decir, están constituidas por una molécula de antocianidina, que es la aglicona, a la que se le une un azúcar por medio de un enlace β -glucosídico. La estructura química básica de estas agliconas es el ión flavilio (Badui, 2006; Welch et al., 2008), también llamado 2-fenil-benzopirilio, que consta de dos grupos aromáticos: un benzopirilio (A) y un anillo fenólico (B), ambos unidos por una unidad de tres carbonos (Rabanal & Medina, 2021; Zhao et al., 2017)). El flavilio normalmente funciona como un catión (Badui, 2006; Welch, et al., 2008). De todas las antocianidinas que actualmente se conocen, las más importantes son la pelargonidina, delphinidina, cianidina, petunidina, peonidina y malvidina, la combinación de éstas con los diferentes azúcares genera aproximadamente 150 antocianinas. Los carbohidratos que comúnmente se encuentran son la glucosa y la ramnosa, seguidos de la galactosa, xilosa y la arabinosa, ocasionalmente, la gentobiosa, la rutinosa y la soforosa (Aguilera et al., 2011).

2. Explique químicamente ¿Qué entendió por antocianinas?

3. ¿El ion flavilio es un catión o anión en la estructura de la antocianina? Explique su respuesta.

MÉTODOS DE EXTRACCIÓN, SEPARACIÓN, PURIFICACIÓN E IDENTIFICACIÓN DE ANTOCIANINAS. Con la siguiente lectura conteste las preguntas 4 a 7.

Enunciado: Las antocianinas pueden ser extraídas con diferentes métodos debido a la polaridad de la molécula, que la hace soluble en solventes polares como acetona, etanol, metanol, entre otros. La antocianina está presente en muchas frutas como la mora de Castilla (*Rubus glaucus* Benth) que crece en climas fríos. Esta puede ser extraída en el laboratorio por los métodos de: maceración, soxhlet, percolación, hidrodestilación asistida por microondas (HAM) y por ultrasonido (Rodríguez & Wrolstad, 2001; Jensen, 2007; Castillo et al., 2010; Barragán et al., 2018).

4. ¿Se pueden considerar las antocianinas moléculas polares o apolares? Explique su respuesta.

5. ¿Cuál método cree usted que es el mejor para la extracción de las antocianinas? Explique su respuesta.

-
-
6. ¿Puede indicar cuáles pruebas son utilizadas para identificar la presencia de antocianinas y/o su concentración?

Enunciado: Las antocianinas en las plantas atraen polinizadores, protegen contra la radiación ultravioleta, contra la contaminación viral y microbiana (Garzón, 2008; Menzies et al., 2016). Además, se usan como colorantes en alimentos y en cosmetología; en aplicaciones biológicas para prevenir enfermedades cardiovasculares, neurodegenerativas, cancerígenas, hipertensión, inflamación, colesterol, buena visión, mejora la cognición; en la industria en la elaboración de celdas solares, etc. (Wang et al., 2018; Cervantes, Barragán, & Chaquilla, 2019; Bontempo et al., 2015; Xie, et. al., 2018; Cassidy, 2018; Nardini & Garaguso, 2020).

7. Nombra algunas de las aplicaciones biológicas de las antocianinas y ¿Qué característica (s) en la molécula es (son) fundamental (es) para estas aplicaciones biológicas?

ESPECTOFOTOMETRÍA UV.VIS PARA ANTOCIANINAS. Por intermedio del siguiente aparte, conteste la pregunta 9 y 10.

Enunciado: En la literatura se encuentra que varios autores han puesto en común diferentes rangos de picos de absorción para la caracterización de antocianinas, uno en el espectro UV, que usualmente representa algún pico de absorbancia entre 260 - 280 nm de longitud de onda, otro pico de absorción en el espectro visible entre 490 - 550 nm (comúnmente se reconoce a la cianidina a 515 nm, pelargodina 520 nm y delfinina 546 nm), aunque pueden variar por la glicosidación (Barragán et al., 2018).

8. ¿Entonces, sí se tiene el siguiente espectro de absorción (ver la gráfica 1), se puede decir que probablemente la muestra analizada tiene antocianina? Justifique su respuesta.



Gráfica 1. Espectro de absorción del extracto por método Soxhlet. Fuente: Tecnocademia Casaca, 2022.

9. Según la información consignada en la pregunta anterior (9), se marca un pico de absorción de 520 nm en el espectro visible. A partir de esta gráfica se podría afirmar: ¿Que el extracto analizado contiene la antocianina delfinina? Explique la respuesta.


REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

- Aguilera-Ortiz, M., Reza-Vargas, M., Chew, R. G. & Meza-Velázquez, J. A. (2011). Propiedades funcionales de las antocianinas. *Biocetia*. 13(2):16-22. DOI: <http://doi.org/10.18633/bt.v13i2.81>
- Badui, D. S. (2006). *Química de los Alimentos*. Editorial Pearson.
- Barragán Condori, M., Aro Aro, J. M., Meléndez, H., Justiniano, V., & Cartagena Cutipa, R. (2018). Antocianinas, compuestos fenólicos y capacidad antioxidante del mío-mío (*Coriaria ruscifolia* L). *Revista de Investigaciones Altoandinas*, 20(4), 419-428. doi: <https://doi.org/10.18271/ria.2018.419>.
- Bontempo, P., De Masi, L., Carafa, V., Rigano, D., Scisciola, L., Iside, C., . . . Nebbioso, A. (2015). Anticancer activities of anthocyanin extract from genotyped *Solanum tuberosum* L. "Vitelotte". *Journal of Functional Foods*, 19, 584-593. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jff.2015.09.063>
- Cassidy, A. (2018). Berry anthocyanin intake and cardiovascular health. *Molecular aspects of medicine*, 61, 76-82. doi: <https://doi.org/10.1016/j.mam.2017.05.002>
- Castillo, G., Michelena, G., Nogueiras, C., Ortega, G., Bello, D., Guerra, M., Armenteros, S., Reádigos, R., Crespo, D. & Mieres, G. (2010). Caracterización cromatográfica y espectroscópica de un pigmento rojo obtenido a partir de *Bothryodiplodia theobromae*. <https://www.redalyc.org/pdf/2231/223120684003.pdf>
- Cervantes-Sierra, R., Barragán-Condori, M., & Chaquilla-Quilca, G. (2019). Evaluación de antioxidantes en el té de hojas de camote morado (*Ipomoea batatas* L.). *Revista Tecnología en Marcha*, ág. 51-59. doi: <https://doi.org/10.18845/tm.v32i4.4790>

- Garzón, G. (2008). Las antocianinas como colorantes naturales y compuestos bioactivos: revisión. *Acta Biol. Colomb.*, 13(3), 27-36.
- Jensen, W. B. (2007). The Origin of the Soxhlet Extractor. *J. Chem. Educ.*, 84(12), 1913-1914.
- Menzies, I. J., Youard, L. W., Lord, J. M., Carpenter, K. L., van Klink, J. W., Perry, N. B., . . . Gould, K. S. (2016). Leaf colour polymorphisms: a balance between plant defence and photosynthesis. *Journal of Ecology*, 104(1), 104-113. doi: <https://doi.org/10.1111/1365-2745.12494>
- Nardini, M., & Garaguso, I. (2020). Characterization of bioactive compounds and antioxidant activity of fruit beers. *Food chemistry*, 305, 125437. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125437>
- Navas, M. J., Jiménez-Moreno, A. M., Bueno, J. M., Saez-Plaza, P., & Asuero, A. G. (2012). Analysis and antioxidant capacity of anthocyanin pigments. Part IV: Extraction of anthocyanins. *Critical Reviews in Analytical Chemistry*, 42(4), 313-342. doi: <https://doi.org/10.1080/10408347.2012.680343>
- Rabanal-Atalaya, M. y Medina-Hoyos, A. (2021). Análisis de antocianinas en el maíz morado (*Zea mays* L.) del Perú y sus propiedades antioxidantes. *Terra Latinoam* [online], 39, (e808). ISSN 2395-8030. <https://doi.org/10.28940/terra.v39i0.808>.
- Rodríguez-Saona, L. E. & Wrolstad, R. E. (2001). *Extraction, isolation, and purification of anthocyanins*. Current Protocols in Food Analytical Chemistry. <https://doi.org/10.1002/0471142913.fa.f0101s00>
- Wang, Y., Luan, G., Zhou, W., Meng, J., Wang, H., Hu, N., & Suo, Y. (2018). Subcritical water extraction, UPLC-Triple-TOF/MS analysis and antioxidant activity of anthocyanins from *Lycium ruthenicum* Murr. *Food chemistry*, 249, 119-126. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.12.078>
- Welch, C. R., Wu, Q., & Simon, J. E. (2008). Recent advances in anthocyanin analysis and characterization. *Current analytical chemistry*, 4(2), 75-101. doi: <https://doi.org/10.2174/157341108784587795>.
- Xie, L., Su, H., Sun, C., Zheng, X., & Chen, W. (2018). Recent advances in understanding the anti-obesity activity of anthocyanins and their biosynthesis in microorganisms. *Trends in Food Science & Technology*, 72, 13-24. doi: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2017.12.002>
- Zhao, C.-L., Yu, Y.-Q., Chen, Z.-J., Wen, G.-S., Wei, F.-G., Zheng, Q., . . . Xiao, X.-L. (2017). Stability-increasing effects of anthocyanin glycosyl acylation. *Food chemistry*, 214, 119-128. doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.07.073>

ANEXO 5

GUÍA DE APRENDIZAJE GAMIFICADA




PROCESO DIRECCIÓN DE FORMACIÓN PROFESIONAL INTEGRAL
FORMATO GUÍA DE APRENDIZAJE

IDENTIFICACIÓN DE LA GUÍA DE APRENDIZAJE

- Denominación del Programa de Formación: OIENCIAS BÁSICAS ENFASIS EN QUÍMICA
- Código del Programa de Formación: 23120013 V2
- Nombre del Proyecto: ANTOCIANINAS DE LA MORA DE CASTILLA (*Rubus glaucus*, Bentli) PARA DIFERENTES APLICACIONES FISIOLÓGICAS Y BIOTECNOLÓGICAS
- Fase del Proyecto (si es formación Titulada)
- Actividad de Proyecto (si es formación Titulada)
- Competencia: 291201100 - Valorar muestras de acuerdo con buenas prácticas de laboratorio y técnica de análisis químico instrumental
- Resultados de Aprendizaje Alcanzarse:
- RESELECCIONAR LOS EQUIPOS, INSTRUMENTOS Y MATERIALES PARA SU USO Y MANEJO EN LA CARACTERIZACIÓN DE DIFERENTES MUESTRAS Y SUSTANCIAS QUÍMICAS DE ACUERDO CON MANUALES.
- EJECUTAR PROTOCOLOS ESTABLECIDOS DENTRO DEL LABORATORIO PARA LA PREPARACIÓN DE MUESTRAS, PRODUCTOS QUÍMICOS Y MATERIALES DE ACUERDO CON MANUALES TÉCNICOS.
- IDENTIFICAR EL PROCEDIMIENTO EN BIOSEGURIDAD PARA EL MANEJO DE EQUIPOS Y MATERIALES EN EL LABORATORIO DE ACUERDO CON PROTOCOLOS.
- Duración de la Guía: 144 horas

2. PRESENTACIÓN




La naturaleza es la creadora de una paleta de colores sin igual, que recorre todo el espectro visible, desde el verde de los árboles al azul del cielo. Los pigmentos han sido usados por los humanos desde milenios en diversas actividades tales como teñir textiles, realizar pinturas sobre paredes de roca o en madera, como tinta para escribir sobre cuernos, papeles y papiros, colorear alimentos o el propio cuerpo, etc. Hasta hace poco tiempo estos han sido de exclusiva derivación natural, ya sea de tipo mineral, vegetal o animal.

La mayoría de los pigmentos se conocen como colorantes secos, usualmente en forma de polvo fino. En la prehistoria se obtenía color de la caliza (carbonato de calcio), el yeso (sulfato de calcio) o la orita (depósitos de fosfatos marinos), se podían generar pigmentos de color blanco, a partir del carbon, del hollín del humo se obtenía el pigmento para el color negro. Los colorantes se presentan de formas naturales que, dependiendo de la composición de diferentes minerales (entre ellos, los óxidos de hierro, generaban distintos tonos desde el amarillo al rojo. De todas las fuentes posibles de color, ya sean minerales u orgánicas, las plantas han sido las más aprovechadas en las prácticas de tinte hasta hace relativamente poco tiempo, desde que se desarrolló la industria de pigmentos sintéticos a mediados del siglo XIX. Ver el siguiente vídeo: <https://www.youtube.com/watch?v=3Z0B400X718>

Por lo anterior, es importante contar los alimentos que consumimos, revisar su composición química y asegurar que cumple la normatividad legal vigente colombiana y mirar las restricciones de otros países como la FDA (Administración de Alimentos y Medicamentos de los Estados Unidos) de USA.

www.sena.edu.co
SENAComunica



3. FORMULACIÓN DE LAS ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE

3.1. Actividad de Reflexión Inicial (30 minutos)

Las **Habilidades Blandas** son aquellas que permiten a una persona relacionarse en su entorno. Entre estas habilidades se encuentra la capacidad de trabajar en equipo, de comunicarse, así como de interactuar con las personas. La moral es relacionada con los valores y comportamientos más adecuados dentro de la sociedad determinada. La ética define los comportamientos correctos o no basándose en principios generales. La moral se refiere al conjunto de normas y principios que se basan en la cultura y las costumbres de determinado grupo social. Por otro lado, la ética es el estudio y reflexión sobre la moral, lo que permite que un individuo pueda discernir entre lo que está bien o mal.


Los principios norman que orientan la acción de un ser humano cambiando las facultades espirituales racionales. Se trata de normas de carácter general y universal, como, no mentir, respetar la vida de los demás especies, etc.

Los valores son los principios y virtudes que caracterizan a una persona que se considera típicamente positivos o de gran importancia para un grupo social. Los valores motivan a las personas a actuar de una o otra manera porque forman parte de su sistema de creencias, determinan sus conductas y expresan sus intereses y sentimientos. Los valores definen los pensamientos de los individuos y la manera cómo estos desean vivir y compartir sus experiencias con quienes los rodean. Existe una serie de valores que son compartidos por la sociedad y establecen cómo deben ser los comportamientos y actitudes de las personas, con el objetivo de alcanzar el bienestar colectivo.

¿Quién soy yo?
¿Qué es el SENAT?
¿Qué son principios? ¿Y cuáles son los principios del SENAT?
¿Cuáles son valores? ¿Y cuáles son los valores del SENAT?


Actividad 1.1 Memes ¿QUÉ SON YO? (30 minutos)

El Servicio Nacional de Aprendizaje – SENA es la entidad más querida por todos los colombianos, les invito a recordarlo para que lo reconozcan. Consulte la página www.sena.edu.co podrá conocer la historia, principios, valores, simbología, estructura, etc. Ve el siguiente vídeo: Documente El SENA es Colombia, 60 años construyendo paz: <https://drive.google.com/file/d/37XZ2Vp3CK9WAOVAT7N0Bk9560mkf/view> y contesta las anteriores preguntas.



Realice cuatro memes (4U), para responder las preguntas anteriores, puede utilizar cualquier herramienta digital disponible, tal como: GATM Meme Generator, 9GAG, Memeadroid, Simple Meme Generator, Mematit, Meme Factory, Memes Generator + Meme Creator, Meme Generator, Generador de Memes + Editor, Memesit, Vokeo and GIF memes, entre otros. Estos memes se deben subir en un Jamboard (esta herramienta digital), que es una pizarra interactiva, cuyo enlace se comparte en clase. (Ganarán 5 puntos)

www.sena.edu.co
SENAComunica



Actividad 1.2. Reflexión sobre los colorantes que consumimos (30 minutos)

¿Qué es un colorante artificial?

Son aquellos que se agregan al producto alimentario durante su manufacturación, desde sus características, entre ellas: incorporación al tipo de alimento.

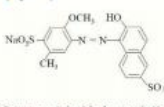
El colorante rojo 40 es un colorante sintético que se presenta como un polvo rojo intenso, muy soluble en agua. Se conoce de igual forma como Rojo Allura AC y Rojo 40, entre otros.

Colorante rojo 40. Es la versión aprobada por la FDA del rojo allura que fue producido por primera vez por Allied Chemical Corp. en el año de 1960. Este colorante aniónico, es ampliamente utilizado en la industria alimentaria: en bebidas, productos de panadería, cápsulas, polvos de postre, dulces, cereales, medicamentos, cosméticos, y en tintas de tatuajes. Es reconocido FD&C rojo No. 40 por la FDA. También es llamado: rojo allura, rojo alimenticio 17, posee el número E-129 en la lista de aditivos alimentarios en la Unión Europea. Es un colorante ácido de la clase de las monoazos, con fórmula química C₁₈H₁₄N₂O₆S₂Na. Tiene propiedades ácidas y una estructura aromática constituida por tres anillos benzoícos Fig. 1 (Dey, 2018).


Este colorante fue emitido por la FDA (Food and Drug Administration) para su uso en la industria alimentaria de los Estados Unidos a mediados de la década de los 60s para reemplazar el colorante amarillo (E-123, C.I. 19185), ya que este fue prohibido por mostrar efectos nocivos en la salud (Wilson y Bhatia, 2005; Abulhasn et al., 2008). El rojo 40 tiene una IDA (Ingesta Diaria Admisable) de 7 mg/kg por peso, señala la FDA (Federal Drug Agents Foundation), que se traduce en 210 mg para un niño de 30 kg. Se estima que las empresas producen diariamente alrededor de 25 mg de rojo 40 por persona, pero debido al uso en gran medida, este valor podría incrementarse inclusive varias veces. Este colorante ha sido restringido por algunos países de la Unión Europea como: Dinamarca, Bélgica, Francia, Alemania, Suiza, Suecia, Austria y Noruega, debido a que se encuentra implicado en la salud infantil como la hiperactividad, déficit de atención e Inhibidor de histamina intensificando los síntomas de asma (Gupta & Sagar, 2009). Allura ha sido evaluado previamente por el Comité Micro FAO / OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios (JECFA), debido a la exposición en la población, la EFSA estimó la exposición crónica para los siguientes grupos de población: niños, adolescentes, adultos y ancianos (Dey, 2018).

Efectos en la salud por el consumo de alimentos con rojo 40. Actualmente, hay una creciente preocupación de que los colorantes alimentarios pueden contribuir al desarrollo del trastorno de hiperactividad y déficit de atención (TDAH) en niños 11 (Vijani & Voglani, 2015). El daño al ADN por alimentos con Rojo 40 en ratones ha encontrado un aumento significativo en la migración del ADN nuclear en varios órganos probablemente no se deba a la dióxido de general (Tsuai et al., 2001).

EFSA informó que rojo 40 puede causar reacciones alérgicas (por ejemplo, urticaria, asma), especialmente cuando se administra en medidas con otros aditivos sintéticos de color (EFSA, 2009; Fallico et al., 2011).



www.sena.edu.co
SENAComunica



Actividad 1.3. La Narrativa. (30 minutos)

Se presentará el cuento: "LA MORBITA", a través de esta narrativa se introducirá la situación problemática postpandémica, a partir de la cual se desarrollarán todas las actividades. Ahora le corresponde a usted aprendiz aprender realizar un cuento (de 2 a 6 imágenes), que le permita dar continuidad y fin al cuento que se presentó para la realización del cuento, puede utilizar aplicaciones online como: PUMPER, HISTORY JUMPER, CANVA, STORYBOARD, ETC. Si tiene problemas de conectividad o dispositivo electrónico (computador, table, celular, etc.), realice la actividad en papel con imágenes coloreadas. (Ganarán 8 puntos)

1.2. Actividades de contextualización e identificación de conocimientos necesarios para el aprendizaje

La principal preocupación que a menudo limita su uso es la carcinogenicidad potencial que ocurre después de su producción a metabolitos cancerígenos por la microbiota intestinal (Feng et al., 2021). Se sabe que estos metabolitos se producen en el cuerpo humano; sin embargo, la importancia clínica de este fenómeno depende de la cantidad ingerida del colorante (Datta et al., 2004).

Sin embargo, estudios han demostrado que algunas bacterias de la microbiota intestinal y de la piel pueden degradar ciertos colorantes azules azoicos azoicos blicos o cardinopépticos (Feng et al., 2021). El papel de los microorganismos en la reducción de colorantes azoicos no solo se registró en trias alimenticias, varios grupos de investigación han demostrado recientemente la posibilidad de utilizar comunidades microbianas para la degradación de colorantes azoicos de los textiles (Fu, 1994).

Ver los siguientes vídeos:


- Datta, J. R. de enero de 2003. [Cálculo con los colorantes. \(7x 7x\) arif@iitb.ac.in/~/media/Files/2003/01/1879-00015159003](https://www.youtube.com/watch?v=1879-00015159003) (E-38 min)
- Torres, A. (10 de mayo de 2016). [Aditivos Colorantes "rojo No.40". \(Vide\) https://www.youtube.com/watch?v=1879-00015159003](https://www.youtube.com/watch?v=1879-00015159003)
- El reino del azul. (s.f.). [COLORANTES - Aditivos Alimentarios Tema 4. \(Vide\) https://www.youtube.com/watch?v=1879-00015159003](https://www.youtube.com/watch?v=1879-00015159003)
- de enero de 2020. [ROJO 40 y ROJO ALLURA \(E-129\), un colorante azul. \(Vide\) https://www.youtube.com/watch?v=1879-00015159003](https://www.youtube.com/watch?v=1879-00015159003)
- Editor. [MÉTODO DE ALICHOLOLO 2020. Determinación de los colorantes artificiales blicos, azoicos azoicos en el ADN. \(Vide\) https://www.youtube.com/watch?v=1879-00015159003](https://www.youtube.com/watch?v=1879-00015159003)
- Editor. [MÉTODOS DE ALICHOLOLO 2020. Determinación de los colorantes artificiales blicos, azoicos azoicos en el ADN. \(Vide\) https://www.youtube.com/watch?v=1879-00015159003](https://www.youtube.com/watch?v=1879-00015159003)

Preguntas. Estimado aprendiz, resuelva en grupo de tres personas y entregue las respuestas al instructor de las siguientes preguntas:

- ¿Cuáles son los alimentos que contienen el colorante rojo 40?
- ¿Cuáles alimentos son los de mayor frecuencia de consumo en niños y adolescentes?
- ¿Las enterobacterias de la microbiota intestinal de infantes serían capaces de remover el colorante rojo 40?

Actividad 1.3. La Narrativa. (30 minutos)

Se presentará el cuento: "LA MORBITA", a través de esta narrativa se introducirá la situación problemática postpandémica, a partir de la cual se desarrollarán todas las actividades. Ahora le corresponde a usted aprendiz aprender realizar un cuento (de 2 a 6 imágenes), que le permita dar continuidad y fin al cuento que se presentó para la realización del cuento, puede utilizar aplicaciones online como: PUMPER, HISTORY JUMPER, CANVA, STORYBOARD, ETC. Si tiene problemas de conectividad o dispositivo electrónico (computador, table, celular, etc.), realice la actividad en papel con imágenes coloreadas. (Ganarán 8 puntos)



www.sena.edu.co
SENAComunica



Actividad 2. ¿Qué son los pigmentos naturales? (30 minutos)
 Estimado aprendiz en estos momentos realizaremos una prueba diagnóstica para evaluar las ideas previas, preconcepciones o conocimientos previos. Es una prueba individual, sin el uso de ningún recurso (celular, computador, libro, etc.). Son 13 preguntas. No es calificable.



Actividad 3. ¿Qué son los pigmentos naturales? (30 minutos)

Los pigmentos naturales se encuentran presente en los seres vivos; su estructura molecular está clasificada en: carotenoides, flavonoides, antocianinas y betalainas; quinonoides, los diformilinos curcumina y curcumenoides; indoles y derivados del indol, pirimidinas y ATP; porfirinas. (Gibaja, 1998). En la actualidad existe una demanda considerable de colorantes naturales alternativos a los colorantes sintéticos, como el rojo No. 40, debido a su toxicidad en alimentos, cosméticos y productos farmacéuticos. Se buscan pigmentos alternativos y de fácil extracción. Las antocianinas son pigmentos vegetales (ver figura 1), con gran potencial para reemplazar competitivamente a los colorantes sintéticos (Espinosa & Vázquez, 2012).

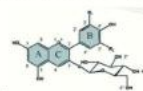


Figura 1. Estructura química de una molécula de flavonoides. Fuente: Espinosa, 2012.

¿Qué son las antocianinas?

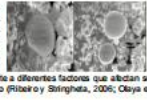
Las antocianinas son pigmentos hidrosolubles responsables de los colores rojo, anaranjado, azul y púrpura de las uvas, manzanas y fresas. Las antocianinas tienen múltiples funciones en las plantas, como lo es protección de la radiación solar y atraer insectos polinizadores. La estabilidad de estos pigmentos está asociada a una serie de factores como el potencial redox, la temperatura, el pH del medio, la interacción con otros radicales y moléculas, entre otros. La extracción de antocianinas se puede realizar por maceración, percolación, método de extracción Soxhlet, hidrotaxis asistida por microondas, ultrasónica, entre otros.

Extracción de antocianinas por el método de maceración

La extracción por maceración es una de las técnicas comúnmente más efectivas para las extracciones sólido-líquido como es el caso de las antocianinas provenientes de la mora de Castilla (Rodríguez y Valdés, 2021). Las antocianinas son sustancias polares por lo cual se puede realizar la extracción con gran variedad de solventes como acetona, etanol, metanol (Rodríguez & Valdés, 2021). Para un mayor aprovechamiento de la extracción se recomienda el uso de etanol acidificado 1%.

Encapsulación de las antocianinas

Los antocianos tienen baja estabilidad, debido a la sensibilidad, cambios de pH, temperatura, luz, oxígeno, entre otros factores, los cuales se convierten en la principal limitación de estos pigmentos para ser aplicados como susfitos potenciales de los colorantes artificiales en alimentos (Ovusu, 2005; Poo, 2005; Castañeda et al., 2009; Olaya et al., 2009). Las antocianinas de fuentes de microcapsulación han ido incrementándose en la industria de los alimentos, debido a la protección de los materiales encapsulados frente a diferentes factores que afectan su vida útil, persistencia, mantener su estabilidad y vitalidad en el tiempo (Ribeiro y Sirogheta, 2006; Olaya et al., 2009).



www.sena.edu.co
 SENAComunica



al, 2009). Muchos autores han trabajado con diferentes técnicas de microencapsulación de antocianinas con la finalidad de ofrecer la protección y estabilidad de estos pigmentos, mejorando de esta forma su utilización como ingredientes alimentarios (Provencí et al., 2006; Ribeiro y Sirogheta, 2006; Erusa y Yurtoglu, 2007; Valdega et al., 2008; Olaya et al., 2009; Torres et al., 2010). En comparación con otros métodos, el secado por aspersión proporciona una eficiencia de encapsulación relativamente alta. En un proceso de secado por aspersión se deben tener en cuenta algunos parámetros como: temperatura de entrada y salida del aire de secado, el flujo de alimentación del producto a secar, la concentración de agente encapsulante y el acondicionamiento de la materia prima, entre otros (García et al., 2004).

Actividad 3. La mora de Castilla (Rubeus gossypifolius) (30 minutos)

Es importante conocer y tener predicción exacta sobre la mora de Castilla, sus generalidades, botánica, clasificación taxonómica, cultivo, producción y productos derivados. Para tal fin, se ha preparado una serie de diapositivas y videos que nos ayudaran a resolver estas interrogantes.



Después de ver estas presentaciones resolver la actividad 3, que consiste en resolver un QUIZZ (La mora de Castilla), que es otra herramienta digital, las personas que no pueden realizarlo deben realizar una presentación donde se desarrollen estos conceptos (Actividad 3.1). 5 puntos



3.1.1. Nueva situación actual.

Ustedes serán encargados de investigar y apoyar a nuestros personajes a producir bioplásticos biodegradables que permitan sustituir los plásticos sintéticos que han empezado a tener restricciones de tipo ambiental para su consumo. Y, además, se nos ha pedido realizar la extracción de antocianinas a partir de la mora de Castilla y realizar la encapsulación de estas antocianinas, para evitar su degradación, tener mayor disponibilidad, entre otros.

Han reunido a los líderes aprendices de la TecnoAcademia Caruzal del CIDE de Soacha –SENA, para que ante estas diferentes situaciones propongan soluciones. Por tanto, en grupos de dos a tres aprendices deben producir el bioplástico, realizar la extracción de antocianinas y realizar la encapsulación de estas pigmentos...



Aquel equipo que los supera, demostrando mayor agilidad, destreza y conocimiento, tendrá su insignia de "supero en proponer soluciones". Por cada prueba superada ustedes van acumulando puntos, si fallan pierden puntos. Se pueden ayudar (trabajo colaborativo), entre ustedes, porque el fin último, es asegurar la seguridad alimentaria.

3.1.2. Bienvenido al Laboratorio de Química de la TecnoAcademia Caruzal.



Todo el personal de la TecnoAcademia Caruzal se reunirá para conocer la alerta de riesgo en cuanto a la problemática de la contaminación derivada de los plásticos, la necesidad de realizar la extracción de antocianinas, la encapsulación de estas

www.sena.edu.co
 SENAComunica



pigmentos naturales y las estrategias que se implementarán para solucionar estas necesidades trabajando en equipo.

3.3. Actividades de apropiación del conocimiento (Contextualización y Teorización)

Actividad 4. Búsqueda de información. (3 horas)

Estimados aprendices deben organizarse en grupos de trabajo y en forma colaborativa deben buscar información sobre los procedimientos a realizar para la extracción de las antocianinas, encapsulación de las antocianinas y elaboración de bioplásticos. (10 puntos)



3.4. Actividades de Transmisión de conocimiento

Actividad 5. Extracción de antocianinas por el método de maceración. (3 horas)

La mora de Castilla se selecciona bajo la norma NTC 4106 de grado de maduración cinco; a su vez, se tiene la precaución que no presente ningún patógeno que afecte su calidad. La mora se lava con agua destilada, eliminando sépalos y pedúnculo. Se toma una masa de 50 g de mora en una balanza digital, se corta en rodajas y se coloca en el horno a 60 °C durante 48 horas, luego se filtra en un mortero, posteriormente se agrega 100 ml de una solución de etanol al 96 % acidificado al 1 % con HCl. Se procede, a dejar en maceración por un tiempo de 20 minutos. Pasados los 20 minutos se filtra la solución restante con papel filtro cualitativo con tamaño de poro de 8 a 12 µm. El residuo sólido se desecha. La solución filtrada se centrifuga a una velocidad de 400 RPM por 2 minutos y se pasa a una botella ámbar para su posterior caracterización según protocolos establecidos (cualitativa y cuantitativa). (15 puntos)

Actividad 6. Encapsulación de pigmento de antocianinas. (3 horas)

Para la obtención de las micropartículas vacías de Nacaa (MPV-Naa) se preparan soluciones de Nacaa 1.7% (w/v) y de Hialdina (Hia) 0.18% (v/v) en agua tipo 1. Luego se adiciona CaCl₂·2H₂O al 0.8% (w/v) bajo agitación magnética. Para las micropartículas vacías de Zia (MPV-Zia) se preparan soluciones de Zia 2.5% (w/v) y de Hialdina (Hia) 0.18% (v/v) en etanol 60%. Luego se adiciona agua tipo 1 bajo agitación magnética. Si las soluciones de Hialdina e Hia se prepara utilizando como disolvente el extracto de Antocianina (Alto) (Alto), con pH ajustado a 5.3 con NaHCO₃ y con adición de CaCl₂·2H₂O, se obtienen las micropartículas con Antocianina en capsulas (MPA-Naa). En el caso de las micropartículas de Zia con Antocianina encapsuladas (MPA-Zia), las soluciones de Zia y Hia se preparan utilizando como disolvente el extracto de Antocianina. (15 puntos)

Actividad 7. Elaboración de biopolímeros biodegradables a partir de colágeno. (3 horas)

Para la elaboración del biopolímero se siguen los siguientes pasos:

1. Alistar los materiales.
2. Pesar los reactivos (ver el manual).
3. Disolver los reactivos en un balser y colocarlo en baño de María con agitación suave y constante.
4. Después de 50 minutos de agitación (cuando no haya grumos) pasar y extender la mezcla en una bandeja de kopon (polietileno expandido).
5. Dejar secar durante tres días al ambiente (bajo condiciones del laboratorio).
6. Cuando esté seca la lámina utilizarla para elaborar el producto (Ladino et al., 2019).

www.sena.edu.co
 SENAComunica



3.4.1 Autoevaluación

En forma autorreflexiva, teniendo en cuenta su asistencia, puntualidad, esfuerzo, participación y aprovechamiento, realizará una evaluación del desempeño de su trabajo durante el curso, en una escala que va de 1 a 5 puntos.



3.4. Coevaluación

De manera objetiva realizará la evaluación de los compañeros, teniendo en cuenta la participación durante el curso, dominio del tema y demás aspectos que expresen su compromiso, esfuerzo para llevar a feliz término la formación. Calificará de 1 a 10 puntos.

4. ACTIVIDADES DE EVALUACIÓN

Tomar como referencia la técnica e instrumentos de evaluación citados en la guía de Desarrollo Curricular

Evidencias de Aprendizaje	Criterios de Evaluación	Técnicas e Instrumentos de Evaluación
<p>Evidencias de Conocimiento: -Citar las técnicas de extracción, filtrado y posterior proceso de deshidratación, contenido de temperatura, volumen, masa, peso y densidad, -Identificación de moléculas y estructuras químicas para el estudio de las variables fundamentales de las ciencias básicas en diferentes escalas y niveles de complejidad en los laboratorios. -Discutir conceptos, características, usos, ventajas que ofrecen la sostenibilidad, propiedades. -Citar de los agua: potabilizada, embotellada, destilada, mineralizada, normalidad. -Integrar procesos de encapsulación: método de sistemas coloidales, métodos de extracción, tipos de agitación y elementos de protección personal.</p> <p>Evidencias de Desempeño: -Comprender la importancia de seguir el orden adecuado de medida a una cantidad. -Reconocer información cualitativa. -Ejecutar mediciones entre variables. -Identificar relaciones entre variables de medida. -Comprender el concepto de masa. -Realizar conversiones de unidades de medida. -Identificar instrumentos de medida. -Citar elementos de protección personal. -Citar normas de seguridad industrial. -Mencionar las normas de seguridad industrial. -Identificar riesgos biológicos, físicos, químicos, mecánicos, eléctricos. -Citar normas de seguridad industrial y conversiones de longitud. -Citar las variables fundamentales de las ciencias básicas, sólidos de acuerdo con los diferentes procesos y prácticas del laboratorio. -Laborar experimentalmente las aplicaciones y procedimientos del laboratorio. -Citar apropiadamente las normas e instrumentos del laboratorio.</p>	<ul style="list-style-type: none"> -Identificar y explicar la escala métrica de acuerdo con las necesidades del proyecto. -Opera los equipos y materiales de laboratorio de acuerdo con las normas de seguridad y hace una adecuada disposición de los residuos. -Utiliza equipos para la medición de temperatura, volumen, masa, peso y densidad según especificaciones de laboratorio. -Utiliza en concordancia el concepto, las variables fundamentales de las ciencias básicas, sólidos de acuerdo con los diferentes procesos y prácticas del laboratorio. -Relaciona las magnitudes físicas e las unidades de medida correspondientes de acuerdo con sistemas internacionales de medidas aplico las técnicas y normas para la medición de acuerdo con el tipo de dato. 	<p>Técnicas: Formación de preguntas, Instrumento: Preguntas orales o Cuadrante</p> <p>Técnicas: Observación, Instrumento: Lista de chequeo</p> <p>Técnicas: Valoración de producto, Instrumento: Lista de chequeo.</p>

5. GLOSARIO DE TÉRMINOS

www.sena.edu.co
 SENAComunica





ANTOCIANINAS: son pigmentos hidrosolubles que se hallan en las vacuolas de las células vegetales y que otorgan el color rojo, púrpura o azul a las hojas, flores y frutos.
BIOPOLÍMERO BIODEGRADABLE: Son un tipo específico de polímero que se descompone después de cumplir su propósito para resultar en subproductos naturales como gases (CO₂, N₂), agua, biomasa, y sales inorgánicas. Estos polímeros se encuentran tanto naturalmente como fabricados sintéticamente, y en gran parte consisten de grupos funcionales de éster, amida, y éter.
ENCAPSULACIÓN: Es el proceso de colocar un pequeño ingrediente, sólido o líquido, en una cubierta o recubrimiento.

6. REFERENTES BIBLIOGRÁFICOS

Castañeda, A., Pacheco, M., Páez, M., Rodríguez, J. y C. Galán, C. (2009). Chemical studies of anthocyanins: A review. *Journal Food Chemistry* 113: 859-871.

Ersus S. y Yurdugül, U. (2007). Microencapsulation of anthocyanin pigments of black carrot (*Daucus carota* L.) by spray dried. *Journal Food Engineering*, 80, 805-812.

Espinosa-Trujillo, E. y Vázquez, A. (2012). Bioquímica y Genética de las Antocianinas del Grano de Maíz. ISBN: 978-87-42-859-9-2.

García, E., Hernández, E., De Paula, C. y Aramendy, H. (2003). Caracterización biomolecular de la berberina (*Solanum melongena* L.) en el departamento de Córdoba. *Revista Temás Agrarios* 8 (1), 27-32 (2003).

Gibaja, S. (1998). Pigmentos naturales quínicos. Fondo Editorial Universidad Nacional Mayor de San Marcos. <https://books.google.com/books?hl=es&id=7mF0dGpms0w&pg=PA16&v=onepage&q=antocianinas+encapsulacion+biodegradable&f=false>

Ladino, V., Arcos, L., Rangil, J. & Freyle, F. (2019). Biopolímero a partir de gelatina. En Memorias Tercer Simposio de Investigación, Innovación y Tecnología INVITEC 2019 COMPLEJO CADUCA, pp. 32 a 36. ISBN: 9819-2594 (En línea).

Lancho-Cabra, L. V., Arendano, J. D., Dorá Luz Gómez-Aguilar, D. L. & Freyle-Corti, F. F. (2022). Evaluación y caracterización de dos métodos de extracción de antocianinas a partir de mora de castilla (*Rubus glaucus* Benth). *Memorias de Experiencias Ibagué* - 2022.

Mendoza-Juárez, E. V., Curi-Barrón, C. R., Rojas-Mercado, V. J., Alvarado-Ortega, J. A. (2016). Encapsulation, characterization and thermal stability of anthocyanins from zea mays L. (*Purple corn*). *Revista Boliviana de Química*, vol. 33, núm. 5, 2016, pp. 183-189 Universidad Mayor de San Andrés La Paz, Bolivia

Olaya, C., Castaño, M. y Garzón, G. (2009). Stability of anthocyanins from *Rubus glaucus* Benth and *Solanum tuberosum* Cav. dried strain as affected by temperature, storage time and water activity. *Acta Biológica Colombiana* 14 (3): 141-156.

Owusu, A. (2005). *Chemistry of Foodstuffs*. En: *Introduction to Food Chemistry*, Primera Edición. Editorial CRC Press, United States of America, P. 219.

Para-Huertos, R. A. (2010). Revisión: Microencapsulación de Alimentos. *Rev. Fac. Nat. Agr. Medellín* 63(2):569-584. <http://www.scielo.org.co/pdf/rnfm/v63n2/v63n2a30.pdf>

Poo, B. (2005). Concentración de Antocianinas en Jugo de Cranberries (*Vaccinium macrocarpon* Ait.) mediante Nanofiltración. Tesis de Licenciado en Ciencias de los Alimentos, Universidad Austral de Chile, Chile.

Provenza, G., Falco, L. y Fel, R. (2008). Estabilidad de Antocianinas de Uvas Cabernet Sauvignon con p-e y C-oxidaciones. *Brazil Journal Food Technology*, 9(3), 165-170.

Ribeiro, F. y Simpfendorfer, P. (2006). Microencapsulamiento de antocianinas. *Biocología Científica y Desarrollo* 36.

Rodríguez-Galán, L. E. & Morad, R. E. (2009). Extraction, isolation, and purification of anthocyanins. *Current Protocols in Food Analytical Chemistry*. <https://doi.org/10.1002/0471142913.ch10101000>

7. CONTROL DEL DOCUMENTO

Autor (es)	Nombre	Cargo	Dependencia	Fecha
	Fabian Francisco Freyle Corto	Instructor	Tecnocademiá Nodo Cuzcutá	5/02/2023

ANEXO 6

PRESENTACIÓN POWER POINT LA NARRATIVA (GAMIFICACIÓN) Y RETO STEAM (ENFOQUE STEAM)

"LA MORITA" LA NARRATIVA

Fabian Fráncisco Frayle Corro
Maestrante en Docencia de la Química
Universidad Pedagógica Nacional

ANTOCYANINAS DE LA MORITA DE CASTILLA (Rubus glaucus Mill.) Y SUS DIFERENTES APLICACIONES FISIOLÓGICAS Y BIOTECNOLÓGICAS

Departamento de Investigación - BSA, Regional Coordinadora
Centro Industrial y de Desarrollo Tecnológico de Bogotá - CIDB
Tecnología de Alimentos
Laboratorio de Química
Ciencias Básicas Énfasis en Química

17/02/2024 - 10:00 AM (EST)

"LA MORITA"

Yohana Mora ("La Morita") se despidió de la Tercera Academia Nodo Cauca, ella era nuestro apoyo administrativo hasta el 2022, pero se ganó un concurso por méritos y se fue de instructora para la titulada en el CIDB de Soacha.

Antes de irse, nos dejó varias recomendaciones, dentro de estas, ya que muchos sufrimos del colon irritable, nos dio sus buenos consejos: *No consuman comida con conservantes químicos ni con colorantes sintéticos, porque estos causan muchos problemas a la salud y sobre todo afectan el colon*

Colon o intestino irritable

Es un trastorno funcional digestivo que se origina por alteraciones en el hábito digestivo en un caso orgánico asociado.

Síntomas

- Flatulencia
- Diarrea o estreñimiento
- Una sola o varias heces blandas
- Sigilo con molestias
- Consumo de muy poca comida
- Trastorno de ansiedad
- Trastorno de depresión
- Trastorno de estrés
- Trastorno de ansiedad
- Trastorno de depresión
- Trastorno de estrés

ESTADÍSTICA

Alrededor del 20% de los colombianos sufre de síndrome de colon irritable... ¿Y tú o alguno de tus familiares?

Efectos en la Salud

Problemas de conducta en niños

Daño al ADN

Cáncer

OTROS PROBLEMAS DE LA SALUD POR CONSUMO DE COLORANTES SINTÉTICOS COMO EL ROJO 40

"LA MORITA"

Chicas estos son algunos productos que el médico me prohibió:

FOODS WITH ARTIFICIAL DYES

- Quilites
- Sodas
- Snacks
- Fruit Punch

"LA MORITA"

"La Morita", nos aconsejó que no consumiéramos productos tales como: Snacks, bebidas gaseosas, entre otros, porque contienen conservantes, aditivos y principalmente colorantes sintéticos, que se ha comprobado, que son dañinos para la salud, tal como, el Rojo 40.

Este causa: alergias, es mutagénico, irritación del colon y al ser descompuesto en nuestro organismo por algunas bacterias, genera unos subproductos nocivos.

LA MORITA

Por tanto: ¿Los invito a que piensen ¿Qué alimentos podrían consumir para reemplazar estos productos dañinos para la salud?'

¿QUÉ PASA?

LES PROPONGO MI IDEA: UTILICEMOS EL RETO STEAM

Pregúntele al profe Triple F
¿Qué es el enfoque STEAM?
Para que puedan a través de este enfoque responder la pregunta...




OH SÍ

TRIPLE F

Con gusto les invito a realizar un recorrido a través del enfoque STEAM, de los Miniproyectos de Aula, la Gamificación y de la Estrategia Pedagógica de ABP, para lograr solucionar el problema planteado Sigame...



ENFOQUE STEAM


Ver el siguiente video:
Compartir Palabra Maestra (30 de enero de 2019) STEAM: ¿Qué es y Qué Significa
<https://aulica.com.ar/educacion-modelo-steam/>
(1:21 min)





¿Qué es STEAM?

STEAM es un enfoque de aprendizaje y desarrollo que integra las áreas de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas más el arte y el diseño




Habilidades que desarrollan

- Resolución de problemas
- Trabajo en equipo
- Alfabetización digital
- Creatividad
- Iniciativa
- Innovación
- Análisis crítico
- Pensamiento independiente
- Comunicación



¿Cómo aplicamos STEAM en el aula?

- Aprendizaje Basado en Proyectos
- Aprendizaje Basado en problemas.
- Método Científico - Proyectos Científicos
- Proceso de diseño de ingeniería.
- Inteligencias múltiples.
- Gamificación



STEAM es un modelo de enseñanza que integra a las disciplinas de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas, con el arte y el diseño para desarrollar habilidades que permitan a los estudiantes resolver problemas de la vida cotidiana.

El enfoque por proyectos es un modelo educativo en el que los estudiantes ven aprendizaje de su propia experiencia.

El arte es una herramienta para mejorar la comprensión de los conceptos científicos y tecnológicos.

El arte es una herramienta para mejorar la comprensión de los conceptos científicos y tecnológicos.

El arte es una herramienta para mejorar la comprensión de los conceptos científicos y tecnológicos.



OBJETIVO DE DESARROLLO SOSTENIBLE



LA ASAMBLEA GENERAL DE LA ONU ADOPTÓ LA AGENDA 2030 PARA EL DESARROLLO SOSTENIBLE, UN PLAN DE ACCIÓN A FAVOR DE LAS PERSONAS, EL PLANETA Y LA PROSPERIDAD, QUE TAMBIÉN TIENE LA INTENCIÓN DE FORTALECER LA PAZ UNIVERSAL Y EL ACCESO A LA JUSTICIA. SON 169 METAS.

Objetivo 3. Garantizar una vida sana y promover el bienestar para todos en todas las edades

Garantizar una vida sana y promover el bienestar para todos en todas las edades es esencial para el desarrollo sostenible.

¿QUÉ PUEDO HACER YO?

- No fumar. Llevar una dieta saludable y beber mucha agua.
- Dormir lo suficiente.
- Tómate un tiempo para ti y tus amigos.
- Los enfermedades de transmisión sexual no han desaparecido. Protégete en tus relaciones sexuales.

WUOLAHera #AventuraG03030_07Pam002

7. ENERGÍAS ASEQUIBLES Y NO CONTAMINANTES

Garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna para todos

El 13% de la población mundial aún no tiene acceso a servicios modernos de electricidad.

3000 millones de personas dependen de los maderos, el carbón, el carbón vegetal o los desechos de origen animal para cocinar y calentar la comida.

La energía es el factor que contribuye principalmente al cambio climático y representa alrededor del 60% de todas las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero.

La contaminación del aire en locales cerrados debido al uso de combustibles para la energía doméstica causó 4,3 millones de muertes en 2012, 4 de cada 10 de estas fueron mujeres y niños.

En 2015, el 17,5% del consumo final de energía fue de energías renovables.

ORGANÍZENSE EN GRUPOS PARA REALIZAR EL RETO STEAM

¿CÓMO ELEGIR EL EQUIPO?

Tipos de roles de un grupo

Roll de emergente: "Puede ser la verbalización de una o varias ideas, según actúan el movimiento físico el grupo, la reacción primaria ante algún acontecimiento a una alguna interacción interna o externa al grupo".

Roll de observador: "Es el miembro que es un mero espectador al acontecer grupo, las funciones que lo muestra, las opiniones y necesidades de la totalidad del grupo. Puede ser el más activo por su forma, en el de conseguir la que finalmente el resultado del grupo".

Roll de líder: "Tiene la finalidad de reunir y motivar a la organización de los aspectos que integran la tarea, convirtiéndose en el líder del grupo, orientando el funcionamiento del grupo que opera en un momento dado".

Chivo expiatorio: Es un miembro del grupo que "se hace depositario de los aspectos negativos o atemorizantes del grupo o de la tarea. Aparecen entonces las necesidades de reorganización, como el grupo, evita los aspectos positivos, pero debe superar la depositación exteriorizada".

Intelectual: Es la tarea del liderazgo de la reorientación al cambio, es decir, el individuo asume el liderazgo de la tarea por las ideas buenas.

Coordinador: Es la función que desarrollamos en el momento oportuno, consiste en "ordenar" a los miembros a pensar, aprobarlos al objetivo establecido y controlarlo por las necesidades básicas".

Observador: Es el individuo "por lo general no participante, cuya función consiste en registrar todo el material que sucede, verbal y físicamente en el grupo, para el objeto de suministrar al coordinador, en un momento de las tareas de ejecución".

Realizador: Es la persona que, en un momento del proceso, se encarga de la participación activa y creativa, a través del grupo, de los miembros del grupo.

Secretario: Es un papel asumido, en forma rotatoria, por individuos con capacidad de escribir, no de escritura verbal, cuyo función es registrar información.

LLUVIA DE IDEAS

Ahora pensemos: ¿Cuál podría ser la solución?

¿CUÁL FUE EL RESULTADO?

COLOR MORADO
UNA FUENTE DE BIENESTAR EN EL MUNDO VEGETAL

¿Sabías que los alimentos de COLOR MORADO...?

COMBATEN las células de colesterol

PREVIENEN las infecciones urinarias

PROTEGEN al sistema cardiovascular

POTENCIAN la actividad cerebral

REDUCEN la inflamación

PROPIEDAD: USAR EL PIGMENTO NATURAL DE ANTOCIANINA A PARTIR DE LA MORA DE CASTILLA (*RUBUS GLAUCUS* BENTH)

MANOS A LA OBRA A TRABAJAR EN GRUPO

ESTRATEGIA, PLANEACIÓN, ORGANIZACIÓN, TRABAJO COLABORATIVO, ENTUSIASMO, PASIÓN, ORDEN, DISCIPLINA, ENTREGA, SACRIFICIO, INVESTIGACIÓN, LECTURA, TRABAJO.

A trabajar, que nacimos ricos pero no millonarios.

MANOS a la obra


POR DÓNDE EMPEZAMOS?

ANEXO 7

PASO A PASO DE LA ELABORACIÓN DE HELADO RÁPIDO DE MORA CON COLORANTE DE ANTOCIANINAS

ACTIVIDAD PREPARACIÓN DE HELADO RÁPIDO DE MORA DE CASTILLA



ACTIVIDAD 15. PASO A PASO DE LA PREPARACIÓN DEL HELADO RÁPIDO DE MORA DE CASTILLA Y HIERBABUENA	
  <p>MATERIALES</p> <ul style="list-style-type: none"> Batidora (en tamaño a un globo de repostería) Balanza ANALÍTICA o cucheros medidores Cuchillos Separador de claras y yemas de huevo 100 g de claras de huevo (3 a 4 huevos AA) 200 g de azúcar 500 g de crema de leche 200 g de mora de Castilla 20 g de hierbabuena Recipientes de uso en la cocina Vinipel 	<p>PASO A PASO</p> <p>Cofre de Mora</p> <p>Para el helado de mora se elabora una confitura y para el helado de hierbabuena una infusión.</p> <p>Passar y lavar muy bien la fruta y la hierbabuena por separado y conservarla en recipientes aparte.</p>
 <p>Para la confitura de mora, se lleva la fruta en 50 g de agua y se cocina a cocerán.</p> <p>Se incorporan 70 g de azúcar agitando constantemente, la preparación debe hervir y su consistencia debe ser espesa, al alcanzar el punto indicado retirar del fuego y dejar enfriar.</p>	<p>Infusión de Hierbabuena</p> <p>Para realizar la infusión de hierbabuena, se pone a hervir 400 ml de agua, cuando ya está hirviendo, retirar del fuego y agregar 20 g de hierbabuena y tapar.</p> <p>Dejar enfriar y la guardamos en el refrigerador.</p>
 <p>Meringue Italiano</p> <p>Para preparar el meringue italiano se necesitan 100 g de azúcar y los 100 g de claras de huevo.</p> <p>Retirar las claras de los yemas, en total se necesitan 100 g.</p>	<p>Beatir las claras en un recipiente (batidora, con el batidor a grado de repostería, las claras deben batirse bastante hasta que se vean esponjasas y se va incorporando poco a poco el azúcar para que se disuelva bien.</p> <p>La textura del meringue debe ser cremosa y espesa.</p> <p>Al alcanzar la consistencia, reservar para utilizar después.</p>
 <p>Beatir la crema de leche</p> <p>Passar 500 g de crema de leche fría (para estar en refrigeración), beatir durante 5 minutos.</p> <p>Una vez batida la crema de leche se la incorpora el meringue italiano (anteriormente preparado y reservado), de manera envolvente.</p>	<p>Tapar en un recipiente un poco de la preparación anterior y se le añaden poco a poco la confitura de mora, logrando que se incorpore bien y se le añade a la preparación anterior (meringue italiano y crema de leche).</p> <p>Masear bien hasta que el color quede uniforme.</p> <p>Tapar con vinipel y congelar por 12 a 24 horas.</p>

ANEXO 8

MATERIALES, EQUIPOS Y REACTIVOS (ANEXO)

Materiales

- Agitador de vidrio (1)
- Termómetro -10 a 300 °C (1)
- Columna para cromatografía
- Montaje soxhlet para reflujo (3)
- Soportes universales (5)
- Nueces (7)
- Pinzas circulares medianas de extensión (7)
- Frascos Ámbar de 500 ml (5)
- Frascos transparentes 250 y 500 ml (2 de c/u)
- Vasos de precipitado de 100 ml (3)
- Papel vinilpel, (1)
- Marcador sharpi (1)
- Espátulas (3)
- Microespátulas (2)
- Pipetas Pasteur (5)
- Pipeta aforada de 10 ml (2)
- Tubos de ensayo con taparrosca 16 x 100 mm (10)
- Tubos de ensayo con taparrosca 16 x 160 mm Marca geekay BORO 3.3 (50)
- Placas de silica gel (5)
- Cámara para cromatografía
- Martillo (agitador más tapón de caucho)
- Mangueras de látex (dos cuartas y un jeme)
- Probeta de 50 ml (3)
- Mortero con mango (3)
- Cuchillo (2)
- Tabla de cocina (2)
- Espectrofotómetro (Espectro VH 11)
- pH-metro (Mettler Toledo)
- Mechero
- Capilares (10)

Equipos

- Planchas de calentamiento marca SHOOTTT-GERATE GmbH (CERAN. Referencia CK11)

- Baño de María Marca J.P. SELECTA, s.a. Código 3000916
- Baño de ultrasonido (Ultrasonic 1510R-DTH)
- Balanza Analítica (Adventure Pro AV210C)

Reactivos

- Mora de Castilla (*Rubus glaucus* Benth)
- Etanol al 96%
- Extracto de antocianina
- Acetato de etilo 93 ml
- Isopropanol 7 ml
- Ácido acético glacial 9 ml
- Cloroformo 15 ml
- Vainillina (Vainillin) cancerígena 5% acetona en agua. 0.1g/100ml
- Silica gel para cromatografía en columna
- Éter de petróleo
- Acetona