

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

**OBTENCION DE PIGMENTO DE CASCARA DE BERENJENA (*Solanum melongena*, L.)
Y SU INCOPORACION EN YOGURT.**

POR:

ENYEL NOE REYES CARRANZA

ANTEPROYECTO DE TESIS



CATACAMAS

OLANCHO

JUNIO, 2024

OBTENCION DE PIGMENTO DE CASCARA DE BERENJENA (*Solanum melongena*, *L.*)
Y SU INCOPORACIO YOGURT.

POR:

ENYEL NOE REYES CARRANZA

M S.C LIDIA MAGDALENA DÍAZ PINEDA

ASESOR PRINCIPAL

ANTEPROYECTO DE TESIS

**PRESENTADO A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA COMO
REQUISITO PREVIO DE PRACTICA PROFESIONAL SUPERVISADA**

CATACAMAS

OLANCHO

JUNIO, 2024

CONTENIDO

	Pag
I. INTRODUCCION	1
II. OBJETIVOS	2
2.1 Objetivo General:	2
III. HIPOTESIS.....	3
3.1 Pregunta Problema	3
IV. REVISION DE LITERATURA	4
4.1 Pigmentos Alimentarios.....	4
4.2 Cultivo de Berenjena (<i>Solanum Melongena</i> , L).....	5
4.3 Composición Nutricional de Berenjena.....	7
4.4 Pigmentos de la berenjena.....	9
4.6 Métodos de extracción de Pigmento	11
4.6.2 Método de Soxhlet.....	13
4.7 Caracterización de pigmentos	13
4.7.1 Espectrofotometría.....	13
4.7.2 PH.....	14
V. MATERIALES Y METODOS	16
5.1 Lugar de investigación	16
5.2 Materiales Y Equipo.....	16
5.3 Metodología de Investigación	16
5.4 Recolectar Materia Prima.....	17
5.5 Caracterización de la Berenjena.....	19
5.6 Deshidratación de la cáscara de berenjena:.....	21
5.9 Extracción del Pigmento	22
5.10 Análisis Fisicoquímicos del Pigmento	23
5.11 Aplicar pigmento a Yogur.....	24
5.12 Aceptabilidad del Yogur con pigmento	24
5.13 Análisis estadístico para pigmento.....	25
5.14 Variables.....	25
VI. CRONOGRAMA.....	15
VII. PRESUPUESTO	15
VIII.BIBLIOGRAFIA	25

Lista de Tablas e Ilustraciones

Tabla 1: Composición nutricional	8
Tabla2 Diseño factorial 2x3 para pigmento	25
Tabla 4: Presupuesto	15
Ilustración 1 Diagrama de obtención de Pigmentos de berenjena	11
Imagen #1: Ficha de evaluación sensorial.....	27
Tabla #5 Estadística Descriptiva de Berenjena	28

I. INTRODUCCION

La berenjena (*Solanum melongena* L.) es una hortaliza ampliamente cultivada y valorada en la industria alimentaria debido a su distintivo sabor, textura y propiedades nutricionales. Originaria de la India y perteneciente a la familia de las solanáceas, ha ganado reconocimiento en diversas partes del mundo por sus múltiples beneficios para la salud, según señalan estudios como el de González-Lavaut et al. (2007). Destacada por ser una excelente fuente de antioxidantes, especialmente de antocianinas, los pigmentos vegetales que le confieren su característico color morado oscuro, como indica (Isabel, s.f.) en su investigación. Estos antioxidantes desempeñan un papel fundamental en la reducción del riesgo de enfermedades crónicas, incluyendo enfermedades cardíacas, cáncer y enfermedades neurodegenerativas, al proteger las células del daño causado por los radicales libres.

Sin embargo, la sobreproducción de berenjena en la zona de Comayagua ha llevado a un alto índice de desperdicio debido al descarte de frutos que no cumplen los estándares de calidad. Este desperdicio no solo representa una pérdida económica significativa, sino también un uso ineficiente de recursos naturales. (Alvarado Andrés 2019) reducir la pérdida y el desperdicio de alimentos es una acción responsable que trae consigo una serie de beneficios tangibles para la economía, la seguridad alimentaria y el medio ambiente (FAO, s.f.).

Incorporar el pigmento de la berenjena en productos alimenticios, como el yogur, puede ser una solución innovadora y beneficiosa. No solo se aprovecharían los frutos descartados, sino que también se proporcionaría un beneficio adicional para la salud gracias a los antioxidantes presentes en la cáscara de berenjena. La extracción del pigmento de la berenjena es un proceso esencial que permite obtener los compuestos colorantes naturales de la cáscara. Este pigmento puede luego integrarse en diversos productos alimenticios, mejorando su atractivo visual de manera saludable.

El objetivo de este trabajo es obtener pigmento a partir de la cáscara de berenjena (*Solanum melongena* L.) para posteriormente adicionarlo en yogur.

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo General:

- Obtener el pigmento de cascara de berenjena (*Solanum melongena*, L.) para ser aplicado en yogurt.

Objetivos Específicos

- Extraer el pigmento de la cáscara de berenjena (*Solanum melongena*, L.) utilizando dos métodos diferentes y evaluar sus propiedades físico-químicas.
- Evaluar la aceptabilidad del pigmento en yogurt mediante evaluación sensorial

III. HIPOTESIS

3.1 Pregunta Problema

Es posible utilizar el pigmento extraído de la cáscara de berenjena (*Solanum melongena*, L.) como un aditivo natural en yogurt, manteniendo tanto su aceptación sensorial como su calidad nutricional

•**Hipótesis Nula (H0):** No hay diferencias significativas en el rendimiento de pigmento debido a las variaciones en la Cantidad de Muestra / Solvente, Dilución y Tiempo.

•**Hipótesis Alternativa (H1):** Existen diferencias significativas en el rendimiento de pigmento de cascara de berenjena debido a las variaciones en la Cantidad de Muestra / Solvente, Dilución y Tiempo.

IV. REVISION DE LITERATURA

4.1 Pigmentos Alimentarios

Un pigmento es una sustancia colorante que se distingue por proporcionar un tono específico, como verde, amarillo o rojo, y que es insoluble en la mayoría de los líquidos comunes. Esta característica de insolubilidad permite que los pigmentos sean dispersados, pero no disueltos, en líquidos. La razón por la cual un pigmento exhibe un color particular es porque absorbe todas las longitudes de onda de la luz excepto una, la cual refleja hacia el observador.(Castillo Silva 2023)

Los pigmentos han sido utilizados desde tiempos prehistóricos y han jugado un papel fundamental en las artes visuales a lo largo de la historia. Los principales pigmentos naturales provienen de fuentes minerales o biológicas. La creación de pigmentos sintéticos surgió como respuesta a la necesidad de obtener opciones menos costosas y debido a la escasez de algunos colores, como el azul.(Marcano s. f.)

A lo largo de la historia, los pigmentos han desempeñado diversas funciones y han tenido una importancia significativa, en la industria alimentaria siendo indiscutibles en su relevancia para diversas aplicaciones, los pigmentos se pueden clasificarse en:

- Naturales: Dentro de los pigmentos inorgánicos coloreados encontramos los naturales, estos son: ocre, hematita, magnetita, etc. Esta clase de pigmentos se encuentran en los

minerales en estado nativo y son extraídos y purificados, pero sin modificar su estructura

- Sintéticos: Los pigmentos de este grupo no se encuentran en la naturaleza, sino que se fabrican a partir de reacciones químicas sobre metales. Dentro de este grupo se encuentran los complejos inorgánicos (rutilo, fosfato, espinel), óxidos metálicos (Óxidos de hierro y Óxidos de cromo) y Sales Metálicas (Pigmentos de Cadmio).(Juan 2013)

4.2 Cultivo de Berenjena (*Solanum Melongena*, L)

Según (Pino 2015), la berenjena es un cultivo de la familia de las Solanáceas a la cual pertenecen también la papa, el tomate. Es originaria de India y China; en India fue descrita en literatura antigua desde el año 300 A.C. y migró a Europa recién en la Edad Media llevada por comerciantes árabes. Es un cultivo muy difundido en los países asiáticos y árabes.

La berenjena es una planta herbácea anual. Mide de 0,7 a 1,0 m de altura, con varias ramificaciones erectas, pilosas-espinosas. Hojas enteras, ovaladas, grandes (15 a 25 cm de largo) y muy pilosas en la cara abacial. (González-Lavaut et al. 2007)

4.2.1 La berenjena en el mercado hondureño

La berenjena (*Solanum melongena* L.) se ha convertido en un producto agrícola de creciente importancia en Honduras, no solo por su valor nutricional y versatilidad culinaria, sino también por su potencial comercial tanto a nivel nacional como internacional.

Las principales zonas de cultivo de berenjena en Honduras se encuentran en el Valle de Comayagua, específicamente en los municipios de Comayagua, La Libertad y Villa de San Antonio. Esta región reúne condiciones climáticas y edáficas favorables para el desarrollo óptimo del cultivo, lo que la convierte en un polo de producción agrícola de gran relevancia.(Avelar y Antonio s. f.)

Honduras ha logrado posicionarse como un exportador de berenjena en el mercado internacional. Los principales destinos de exportación son Estados Unidos, Canadá y Europa..

Varias empresas hondureñas se dedican a la producción y exportación de berenjena, Entre las más reconocidas se encuentran Honduproduce, Agroinversiones, Exveco (Exportadora de Vegetales Comayagua). Estas empresas trabajan con agricultores locales para garantizar la calidad y el abastecimiento del producto, además de cumplir con los requisitos exigentes de los mercados internacionales.(Rodríguez 2008)

El desperdicio de berenjenas en la zona de Comayagua, Honduras, es un problema de gran magnitud que genera pérdidas económicas y ambientales considerables. Si bien la producción de berenjenas en esta región ha aumentado significativamente en los últimos años, también lo ha hecho el porcentaje de frutos que se descarta debido a diversos factores como ser:

Sobreproducción: La producción de berenjenas en Comayagua ha superado la demanda del mercado local e internacional, lo que genera un excedente de frutos que no encuentran compradores. Este excedente se traduce en pérdidas económicas para los productores y un aumento en el desperdicio de alimentos.

Estándares de calidad Altos: Los mercados internacionales demandan berenjenas que cumplan con estándares de calidad específicos en cuanto a tamaño, forma, color y ausencia de defectos. Una gran cantidad de frutos no cumple con estos estándares, lo que los convierte en no comercializables y contribuye al desperdicio.

Falta de diversificación en el uso de la berenjena: La berenjena se utiliza principalmente en su estado fresco para consumo humano. La falta de alternativas para su procesamiento o transformación en otros productos limita las opciones de comercialización y contribuye al desperdicio(Avelar y Antonio s. f.)

4.3 Composición Nutricional de Berenjena

La berenjena es una hortaliza baja en calorías y rica en fibra, lo que la hace ideal para dietas de control de peso y para promover la salud digestiva. Es una excelente fuente de vitaminas y minerales, como la vitamina C, que actúa como antioxidante y fortalece el sistema inmunológico, y la vitamina K, importante para la coagulación sanguínea y la salud ósea. Además, contiene una buena cantidad de potasio, que ayuda a regular la presión arterial y la función muscular y nerviosa. En términos de macronutrientes, la berenjena es muy baja en grasa y contiene una cantidad mínima de proteínas. Su contenido de carbohidratos es principalmente fibra, lo que la convierte en una opción saludable para mantener niveles estables de azúcar en la sangre y promover la saciedad, la berenjena es una hortaliza versátil y nutritiva que puede incorporarse fácilmente en una dieta equilibrada para obtener una variedad de nutrientes esenciales y beneficios para la salud.

La base de datos compilada por el Dr. Duke identifica un total de 115 compuestos presentes en la *Solanum melongena* L., más comúnmente conocida como berenjena. Esta exhaustiva recopilación revela la diversidad química de este fruto, destacando la presencia de aminoácidos como alanina, 5-hidroxitriptamina, arginina, glicina, leucina y serina; ácidos carboxílicos como alfa-linolénico, araquidónico, ascórbico, aspártico, glutámico, oxálico y palmítico; aminas como fenilalanina y triptamina; flavonoides como delphinidin-3-rutinósido-3-(4'-coumaroilrutinósido)-5-glucósido; y una variedad de oligoelementos esenciales, entre los que se incluyen aluminio, bario, boro, cadmio, calcio, cobre, hierro, magnesio, potasio, selenio y sodio. Esta información, recopilada por el Dr. Duke en el año 2007, representa un valioso recurso para la investigación en el campo de la nutrición y la salud.

Según el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA), la berenjena contiene 93 gramos de agua por cada 100 gramos del alimento. La tabla a continuación presenta la información nutricional detallada de la berenjena, destacando su contenido de hidratos de carbono. Cada fila de la tabla corresponde a un nutriente diferente y su cantidad específica por cada 100 gramos del producto:

Tabla 1: Composición nutricional

Nutriente	Por 100 g	
Energía (Kcal)	27	
Proteínas (g)	1,2	
Lípidos totales (g)	0,2	
AG saturados (g)	0,05	
AG monoinsaturados (g)	Tr	
AG poliinsaturados (g)	0,1	
ω-3 (g)	—	
C18:2 Linoleico (ω-6) (g)	—	
Colesterol (mg/1000 kcal)	0	
Hidratos de carbono (g)	4,4	
Fibra (g)	1,2	
Agua (g)	93	
Calcio (mg)	11	
Hierro (mg)	0,7	
Yodo (μg)	2	
Magnesio (mg)	12	
Zinc (mg)	0,28	
Sodio (mg)	2	
Potasio (mg)	214	
Fósforo (mg)	21,4	
Selenio (μg)	1	
Tiamina (mg)	0,04	
Riboflavina (mg)	0,05	
Equivalentes niacina (mg)	0,6	
Vitamina B6 (mg)	0,08	
Folatos (μg)	18	
Vitamina B12 (μg)	0	
Vitamina C (mg)	6	
Vitamina A: Eq. Retinol (μg)	3	
Vitamina D (μg)	0	
Vitamina E (mg)	0,03	

Fuente:(USDA s. f.)

4.4 Pigmentos de la berenjena

Las antocianinas representan el grupo más importante de pigmentos hidrosolubles detectables en la región visible por el ojo humano, Estos pigmentos son responsables de la gama de colores que abarcan desde el rojo hasta el azul en varias frutas, vegetales y cereales, acumulados en las vacuolas de la célula. Las antocianinas poseen diferentes funciones en la planta como son la atracción de polinizadores para la posterior dispersión de semillas y la protección de la planta contra los efectos de la radiación ultravioleta y contra la contaminación viral y microbiana.(Garzón 2008)

El interés por los pigmentos antociánicos e investigación científica se han incrementado en los últimos años, debido no solamente al color que confieren a los productos que las contienen sino a su probable papel en la reducción de las enfermedades coronarias, cáncer, diabetes; a sus efectos antiinflamatorios y mejoramiento de la agudeza visual y comportamiento cognitivo. Por lo tanto, además de su papel funcional como colorantes, las antocianinas son agentes potenciales en la obtención de productos con valor agregado para el consumo humano. A pesar de las ventajas que ofrecen las antocianinas como sustitutos potenciales de los colorantes artificiales, factores como su baja estabilidad y la falta de disponibilidad de material vegetal limitan su aplicación comercial(Juan 2013)

Las antocianinas son interesantes por dos razones principales. En primer lugar, su impacto en las características sensoriales de los alimentos puede influir en su comportamiento tecnológico durante el procesamiento. En segundo lugar, tienen implicaciones significativas para la salud humana a través de diversas vías (Romero et al. 2008).

Estos pigmentos son de particular interés para la industria de colorantes alimenticios debido a su capacidad para impartir colores atractivos(Juan 2013). Recientemente, diversos materiales que contienen antocianinas están siendo incorporados a productos alimenticios. Estos productos requieren investigación futura para demostrar sus efectos fisiológicos. Actualmente, las antocianinas extraídas de maíz morado y azul se utilizan en la producción de tortillas azules coloreadas de manera natural. La incorporación de antocianinas como colorantes alimenticios no solo mejora la apariencia de los productos, sino que también aporta beneficios significativos para la salud.

Diversos estudios presentan evidencia científica de que los extractos ricos en antocianinas pueden mejorar la agudeza visual, mostrar actividad antioxidante, atrapar radicales libres y actuar como agentes quimio protectores. Además, las antocianinas juegan un papel importante en las propiedades antidiabéticas, como el control de lípidos, la secreción de insulina y los efectos vaso protectores (Shipp y Abdel-Aal, 2010).

Las propiedades funcionales de las antocianinas abren nuevas perspectivas para la creación de productos coloreados con valor agregado para el consumo humano. El objetivo de esta revisión es ofrecer un panorama actualizado de las propiedades funcionales de las antocianinas, su potencial como ingredientes alimenticios y su impacto en la salud

4.5 Beneficios para la salud

Como se ha demostrado en diversos estudios, la berenjena es un alimento particularmente beneficioso para mejorar la circulación sanguínea, gracias a su capacidad para reducir los niveles de colesterol y prevenir la arteriosclerosis. Este efecto se logra facilitando la eliminación del colesterol a través de los intestinos, impidiendo que los ácidos grasos saturados se acumulen en las arterias. Además, la berenjena favorece el correcto funcionamiento hepático al estimular la secreción de bilis. (Natalie Butler, R.D., L.D 2021)

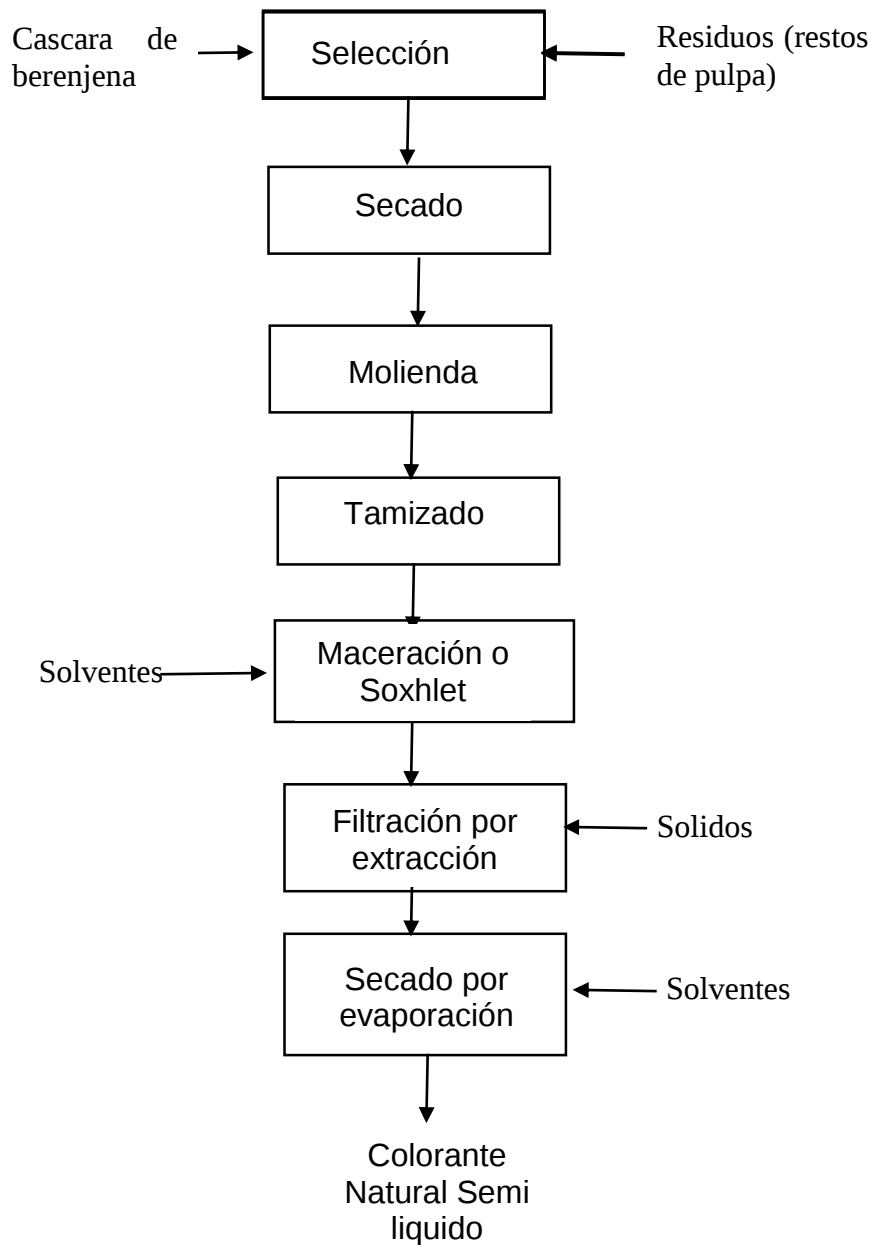
Las propiedades antiinflamatorias de la berenjena también juegan un papel importante en su uso terapéutico, ya que su aplicación en áreas doloridas del cuerpo puede producir un efecto relajante y aliviar el dolor.

En términos nutricionales, la berenjena es ideal para dietas de adelgazamiento debido a su bajo aporte calórico. Predominantemente compuesta por agua, también aporta minerales esenciales y una cantidad moderada de fibra. Los beneficios dietéticos de la berenjena no solo se atribuyen a sus propiedades nutricionales básicas, sino también a sus componentes antioxidantes, que son responsables tanto de sus beneficios para la salud como de su característico sabor ligeramente amargo.(Natalie Butler, R.D., L.D 2021)

4.6 Métodos de extracción de Pigmento

Se detalla a continuación el flujo de proceso para la extracción de pigmento de la cáscara de berenjena:

Ilustración 1 Diagrama de obtención de Pigmentos de berenjena



4.6.1 Maceración con Etanol

Las antocianinas son ampliamente extraídas con técnicas convencionales o clásicas como las extracciones sólido-líquido (maceración). Cabe señalar el enfoque es la extracción de las antocianinas de las cascaras de berenjena provenientes de los diferentes cultivos del valle de Comayagua.

En el ámbito de la investigación científica, el proceso de maceración emerge como una técnica fundamental en la extracción de compuestos bioactivos de diversos materiales. Este proceso implica la inmersión controlada de dicho material en un solvente específico, llevada a cabo en un recipiente adecuado(Beacker 100 ml) durante un periodo de tiempo que oscila entre 4 días, a una temperatura ambiente óptima que varía en función de la metodología empleada.(Azmir et al. 2013). La duración y las condiciones de la maceración son determinantes en la eficiencia y la calidad del proceso, influyendo directamente en la cantidad y la biodisponibilidad de los compuestos extraídos

La extracción más empleada es la de sólido-líquido, la cual usa solventes como el etanol, agua o mezclas de ellos y a veces acidulado en diferentes concentraciones, proporciones, temperaturas y tiempos de agitación constante. Las extracciones de las antocianinas son llevadas a cabo con solventes como etanol, metanol, agua, pudiendo ser acidulada con ácido cítrico al 1% o HCl 0.1 M. Se suele elegir al etanol por su toxicidad baja y por el uso en ensayos alimenticios o clínicos. Si la concentración del ácido es elevada puede causar la hidrólisis de los grupos acilo, especialmente en presencia de ácidos dicarboxílicos como en el ácido malónico, por lo que se sugiere utilizar ácidos débiles a bajas concentraciones.

Previamente al proceso de maceración, es imprescindible someter el material a un proceso de molienda hasta alcanzar partículas de tamaño reducido, generalmente en el rango de los micrómetros (μm). Este paso es crucial ya que permite la ruptura de la pared celular del material, facilitando así la liberación de los compuestos bioactivos presentes. Al aumentar la superficie de contacto del material con el solvente, se agiliza el proceso de extracción, reduciendo tanto el tiempo de análisis como las posibilidades de oxidación de los compuestos bioactivos.(Cristianini y Guillén Sánchez 2020)

4.6.2 Método de Soxhlet

El método Soxhlet es la técnica de separación sólido-líquido comúnmente usada en la industria alimentaria y no alimentaria para la determinación del contenido graso en muestras de diferente naturaleza. De igual modo, puede ser usada como técnica preparativa de muestra como paso previo al análisis mediante otra técnica instrumental, el extractor Soxhlet constituye una herramienta fundamental en el ámbito de la química analítica y la investigación científica, especialmente para la extracción de sustancias con baja solubilidad en el disolvente de extracción. Este Equipo de laboratorio opera bajo un principio de extracción por reflujo, donde la muestra se sumerge en un disolvente caliente que se extrae periódicamente, destilándose y retornándose a la muestra. (Mario Rodríguez 2020)

Durante cada ciclo de extracción, una fracción del compuesto no volátil se disuelve en el disolvente. Tras múltiples ciclos, el compuesto de interés se concentra en el matraz de destilación. Posteriormente, el disolvente del matraz se evapora y se determina la masa del residuo, que corresponde al compuesto deseado. Este método ofrece una eficiente extracción y concentración de compuestos, siendo especialmente útil en el análisis de lípidos y otras sustancias con baja solubilidad en solventes convencionales. (Mario Rodríguez 2020)

4.7 Caracterización de pigmentos

4.7.1 Espectrofotometría

Según (Castillo Silva 2023) La espectrofotometría es el método de análisis óptico más usado en las investigaciones biológicas. El espectrofotómetro es un instrumento que permite comparar la radiación absorbida o transmitida por una solución que contiene una cantidad desconocida de soluto, y una que contiene una cantidad conocida de la misma sustancia.

Todas las sustancias pueden absorber energía radiante, aun el vidrio que parece ser completamente transparente absorbe longitud de ondas que pertenecen al espectro visible; el agua absorbe fuertemente en la región del infrarrojo. La absorción de las radiaciones ultravioleta, visibles e infrarrojas depende de la estructura de las moléculas, y es característica

para cada sustancia química, Cuando la luz atraviesa una sustancia, parte de la energía es absorbida; la energía radiante no puede producir ningún efecto sin ser absorbida. (Castillo Silva 2023)

El color de las sustancias se debe a que éstas absorben ciertas longitudes de onda de la luz blanca que incide sobre ellas y solo dejan pasar a nuestros ojos aquellas longitudes de onda no absorbida.(Juan 2013)

4.7.2 PH

En un entorno ácido, típicamente con un pH menor a 4, las antocianinas adoptan una estructura de tipo oxonio (catión flavilio), lo que les confiere colores vibrantes en tonos rojos intensos. Este fenómeno se debe a la presencia de una conjugación extendida entre los dos fragmentos aromáticos de la molécula, permitiendo la absorción de luz visible en una longitud de onda variable (480 - 550 nm.), la cual depende de los sustituyentes presentes en los anillos.

A un pH cercano a 4-5, estas moléculas experimentan un proceso de ataque nucleofílico sobre el carbono C2 por parte de una molécula de agua. Este proceso conduce a la adopción de una configuración de tipo carbinol pseudobase, la cual carece de color debido a la ausencia de conjugación entre el fragmento monocíclico y el resto de la molécula, impidiendo así la absorción de luz visible.

Sin embargo, cuando el pH se sitúa por encima de 5, las antocianinas vuelven a exhibir colores intensos en la gama de los azules, verdes y amarillos. Esto se debe al predominio de conformaciones neutras o aniónicas, las cuales presentan una fuerte conjugación, permitiendo nuevamente la absorción de luz visible y generando una variedad de colores en la molécula.(López y Torres 2018)

V. MATERIALES Y METODOS

5.1 Lugar de investigación

El estudio se realizará en Planta de Procesamientos Hortofrutícolas de la Facultad de Ciencias Tecnológicas, ubicada en la Universidad Nacional de Agricultura. Este campus se ubica en el departamento de Olancho en la carretera hacia Dulce Nombre de Culmi, La materia prima (berenjena) será obtenida en la Exportadora de Vegetales Comayagua, SA (EXVECO), ubicada en la ciudad de Comayagua.

5.2 Materiales Y Equipo

Balanza Digital, deshidratador para frutas y vegetales (6PARRILLAS) (ST-03) 500W/110V/60HZ, Molino de Mano, Espectrofotómetro, Refractómetro digital (Fsherbrand), Ph metro (Medidor de PH), Placa Calefactora, Bureta (50ml), Soporte Universal, Vaso Precipitado, Matraz Erlenmeyer (250ml), Frascos Vidrio color ámbar, Embudo de plástico, Soporte de madera para embudo, Balón de vidrio (500ml), Condensador, Varilla de vidrio, Mortero con pilón, Piseta de Plástico, Probeta, Papel Filtro #40 11cm, Papel Filtro #41 11cm, Pipeta de plástico 1ml, Termómetro, Bolsas Ziploc, Agua destilada, Calculadora, Papel Bond, Equipo Soxhlet.

Reactivos

Ácido Cítrico, Etanol al 70-90%, Fenolftaleína, Hidróxido de sodio

5.3 Metodología de Investigación

La obtención del pigmento de berenjena (*Solanum melongena* L.) se realizará siguiendo una metodología detallada que abarca desde la recolección de la materia prima hasta la incorporación del pigmento en yogur. La recolección es una etapa crucial, ya que la calidad del producto final depende en gran medida de la selección inicial de las berenjenas. La extracción del pigmento se llevará a cabo mediante dos métodos: Soxhlet y maceración. Para lograr esta obtención, se realizarán diversas actividades, entre las cuales se incluyen:

5.4 Recolectar Materia Prima

La recolección de la materia prima es una etapa crucial en el proceso de obtención de pigmento de berenjena, ya que la calidad del producto final depende en gran medida de la selección inicial de las berenjenas.

• Selección de Berenjenas

Criterios de Selección: Elegir berenjenas que presenten una piel lisa, brillante y sin defectos. Asegurarse de que las berenjenas estén maduras, pero no demasiado maduras, para optimizar la concentración de pigmentos.

Estado Sanitario: Las berenjenas seleccionadas deben estar libres de plagas y enfermedades. Inspeccionar visualmente cada berenjena para detectar cualquier signo de infestación por insectos, hongos o bacterias. Utilizar herramientas de inspección como lupas para una revisión detallada.

• Transporte de las Berenjenas

Condiciones de Transporte: Transportar las berenjenas recolectadas a un lugar fresco y seco inmediatamente después de la recolección. Esto es esencial para evitar la deshidratación y el deterioro del producto. Utilizar cajas de transporte con ventilación adecuada para mantener la frescura.

Manejo Cuidadoso: Manejar las berenjenas con cuidado durante el transporte para prevenir magulladuras y daños físicos. Asegurarse de que las cajas no estén apiladas de manera que puedan aplastar las berenjenas inferiores.

La recolección y el transporte adecuados de las berenjenas garantizan que la materia prima llegue en óptimas condiciones a la planta Hortofrutícola, preservando sus propiedades físicas y químicas esenciales para la extracción de pigmentos.

- **Lavado de las berenjenas seleccionadas:**

Una vez seleccionadas las berenjenas adecuadas, se procedera a lavarlas con agua potable. Este proceso elimina cualquier suciedad, residuo de tierra u otros contaminantes superficiales que puedan estar presentes en la piel de las berenjenas.

- **Desinfección**

Después del lavado inicial, se utilizara un desinfectante (Hipoclorito de Sodio) , aplicado a una concentración de 20-30 ppm. Esto ayuda a reducir la carga microbiana en la superficie de las berenjenas, mejorando la seguridad alimentaria y prolongando su vida útil.

- **Pelado:**

Se utilizará un pelador de papas para retirar la cáscara exterior de las berenjenas, en pequeñas tiras de aproximadamente 1 mm de espesor.

Pretratamiento de la cáscara de berenjena:

- **Inactivación enzimática:**

Para prevenir la oxidación de la cáscara de berenjena pelada, se sumerge en una solución de ácido cítrico al 0.1% durante 3 minutos. El ácido cítrico actúa como un agente antioxidante que ayuda a mantener el color y la calidad de la cáscara, evitando cambios no deseados en su apariencia y sabor.

- **Lavado final:**

Después de los 3 minutos de inmersión en ácido cítrico, se enjuagará la cáscara de berenjena con agua, para eliminar cualquier residuo de ácido cítrico en exceso.

5.5 Caracterización de la Berenjena

La caracterización de la berenjena de la Variedad "Meilin" es una fase fundamental para evaluar las propiedades físicas y la calidad inicial de las berenjenas antes de su procesamiento. Este proceso incluye la medición y registro de diversos parámetros físicos, los cuales son fundamentales para garantizar la uniformidad y la calidad del producto final.

• Parámetros Físicos Medidos:

Peso:

Medir el peso de cada berenjena utilizando una balanza de precisión. Registrar el peso en gramos para asegurar precisión en los datos. El peso es un indicador general de la masa y tamaño del vegetal, y es crucial para la normalización de los siguientes procesos.

Diámetro:

Medir el diámetro de cada berenjena en su punto más ancho utilizando un pie de rey y, Registrar los valores en milímetros, El diámetro ayuda a clasificar las berenjenas por tamaño y garantiza uniformidad en el procesamiento.

Grosor de Pulpa:

Cortar la berenjena en secciones representativas y medir el grosor de la pulpa con un vernier (Pie de Rey). Registrar los valores promedio de varias mediciones en milímetros, el grosor de la pulpa es un indicador de la pulpa del vegetal, influye en la textura y la cantidad de material útil disponible para extracción.

Color:

Utilizar un colorímetro para determinar el color de la piel y la pulpa de cada berenjena. Registrar los valores de color utilizando un sistema de color estándar como CIELAB. El color es un indicador visual de la calidad y madurez del vegetal, y es relevante para la aceptación del producto final.

Peso de la Cáscara:

Separar la cáscara de la pulpa, y medir el peso de la cáscara utilizando una balanza de precisión. Registrar el peso en gramos, El peso de la cáscara es esencial para calcular el rendimiento y la proporción de cáscara respecto al peso total del vegetal.

Porcentaje de Daño (% Daño)

Evaluar visualmente cada berenjena para identificar daños causados por plagas, como áfidos, Alternaría y bacterias. Estimar el porcentaje de área afectada en relación con el área total de la berenjena y registrar el % de daño, Evaluar el daño es crucial para asegurar que solo las berenjenas en buen estado sean utilizadas, garantizando la calidad del producto final.

Se encontrará la en la sección de anexos la tabla #5 de estadística descriptiva

Procedimiento para Determinar Parámetros Químicos de la Pulpa de Berenjenas

Acidez por medio de Titulación con NaOH:

Para determinar la acidez de la pulpa de las berenjenas, se utilizará titulación con NaOH.

Tomar una muestra representativa de la pulpa de berenjenas y homogeneizarla adecuadamente.

Pipetear 25 mL de una solución de muestra de la pulpa de berenjenas en un matraz Erlenmeyer, Añadir 2-3 gotas de indicador fenolftaleína a la muestra, Titular con una solución estándar de NaOH (0.1 M) hasta que cambie de color rosado.

Calcular la acidez en % de ácido Clorogénico u otro ácido conocido, utilizando la siguiente formula

$$Acidez \% = \left(\frac{Gasto\ de\ NaOH * N * meq\ Acido}{V} \right) * 100$$

Grados Brix

Para medir los grados Brix de la pulpa de las berenjenas, se utilizará un refractómetro. Obtener una muestra representativa de la pulpa de berenjenas y exprimirla para obtener el jugo, Colocar una gota del jugo de berenjena en el prisma del refractómetro, Observar y registrar el valor en grados Brix que indica el refractómetro.

pH

Para determinar el pH de la pulpa de las berenjenas, se utilizará un pHmetro. Preparar una suspensión de pulpa de berenjena en agua destilada en una proporción adecuada para la medición, sumergir adecuadamente el electrodo del pHmetro en la suspensión de pulpa de berenjena, Esperar a que la lectura del pH se estabilice y registrar el valor indicado por el pHmetro.

5.6 Deshidratación de la cáscara de berenjena:

El proceso de deshidratación tiene como objetivo principal eliminar la humedad de la cáscara de berenjena para prolongar su vida útil, facilitar su almacenamiento y preparación para usos culinarios posteriores.

• Temperatura y tiempo:

La cáscara de berenjena se deshidratará a una temperatura de 40 °C durante 5 horas en un deshidratador. Esta temperatura relativamente baja ayuda a conservar los nutrientes y el color de la cáscara mientras elimina el contenido de agua de manera gradual.

Molienda de la cáscara de berenjena deshidratada:

5.7 Proceso de molienda:

Una vez que la cáscara de berenjena está completamente deshidratada, se procede a molerla hasta obtener un polvo fino utilizando un molino de mano. Este proceso transforma la cáscara deshidratada en partículas muy pequeñas, lo que facilita la extracción de Pigmentos

Envasado de la harina de cáscara de berenjena:

5.8 Método de envasado:

Una vez molida, la cáscara de berenjena se envasa inmediatamente en recipientes herméticos al vacío. Este método de envasado ayuda a prolongar la vida útil del polvo de cáscara de berenjena al evitar la exposición al aire y a la humedad, lo cual puede contribuir a la oxidación y pérdida de calidad del producto.

5.9 Extracción del Pigmento

Para la extracción se implementarán dos métodos de extracción sólido-líquido: uno de los métodos es la maceración, el segundo es el método de Soxhlet.

• Método por Maceración

Este método consiste en colocar una muestra de 50 gramos en un vaso de precipitado previamente esterilizado, al cual se añadirán 100 ml de solvente (mezcla de agua y etanol al 70%) en una proporción 70:30 (v/v). Además, se agregará 1 ml de ácido cítrico al 1% para mejorar la extracción. La muestra se mantendrá en maceración durante 8 horas. Transcurrido este tiempo, se procederá a filtrar la muestra y luego se concentrará a baño María durante 15 minutos, evitando el contacto directo con el pigmento extraído, para obtener el pigmento en estado semilíquido.

• Método de Soxhlet

Para extraer el pigmento de la cáscara de berenjena utilizando este método, se ensambla el extractor Soxhlet conectándolo a un balón de vidrio y un condensador, y se llena el balón con etanol al 90%. Las cáscaras trituradas de berenjena se colocan en un cartucho de papel de filtro o un dedal de extracción, que se introduce en el extractor Soxhlet.

El proceso comienza calentando el balón para evaporar el solvente (Alcohol al 90%), que luego se condensará y goteará sobre las cáscaras, extrayendo los pigmentos. Este ciclo continúa durante 6-8 horas, hasta que el solvente en el matraz adquiera un color significativo o la parte del extractor donde se encuentra el cartucho con la muestra esté incolora, indicando una extracción completa.

Una vez finalizada la extracción, se realiza la evaporación en baño María, sumergiéndola muestra extraída por 10 minutos, para obtener una muestra semilíquida.

5.10 Análisis Fisicoquímicos del Pigmento

Obtenido el pigmento de la cáscara de berenjena se realizarán análisis fisicoquímicos En el laboratorio CDE-MIPYME región Lempa de la Esperanza, Intibucá. El pigmento de la cáscara de berenjena se caracterizará con los siguientes Análisis:

- **PH:** Se realizará con un pH-metro ATC, colocando una muestra del pigmento para poder ser analizada con los electrodos de medición.
- **Acidez Titulable:** Este análisis se realiza mediante titulación. Para ello, se toma una muestra del pigmento y se titula utilizando una solución de NaOH a 0.1 N, con fenolftaleína como indicador. Para calcular el porcentaje de acidez, se emplea la siguiente fórmula:

$$Acidez \% = \left(\frac{Gasto\ de\ NaOH * N * meq\ Acido}{V} \right) * 100$$

donde:

Gasto de NaOH: Es el volumen de la solución de hidróxido de sodio (NaOH) que se ha utilizado en la titulación.

N: Es la normalidad de la solución de NaOH.

meq ácido: Es el peso equivalente en miliequivalentes (meq) del ácido que se está titulando. Este valor depende del ácido específico que se está midiendo.

V: Es el volumen de la muestra que se está analizando, normalmente expresado en mililitros (mL).

100: Es un factor de conversión para expresar la acidez en porcentaje.

- **Espectrofometria:**

Para evaluar la eficiencia de los procesos de extracción utilizados y la calidad del pigmento, se utilizará un espectrofotómetro. Este instrumento permitirá medir la absorbancia de la muestra a diferentes longitudes de onda, proporcionando información precisa sobre la concentración del pigmento y sus características cromáticas.

Para poder calcular la concentración del pigmento se utilizará la siguiente formula

Concentración del Pigmento (Ley de Lambert-Beer):

$$A = \varepsilon \cdot c \cdot l$$

donde:

A: es la absorbancia medida por el espectrofotómetro.

ε: es el coeficiente de absorción molar del pigmento (L/mol·cm).

c: es la concentración del pigmento en la solución (mol/L).

l: es la longitud del camino de la luz a través de la muestra (cm)

Para calcular la concentración (C) de pigmento.

$$c = \frac{A}{\varepsilon \cdot l}$$

• **°Brix:**

Para poder efectuar este análisis, se utilizará un refractómetro con el fin de medir los sólidos solubles presentes en el pigmento de berenjena. Este instrumento es fundamental en la evaluación de la calidad del pigmento, ya que permite determinar la concentración de sustancias disueltas que contribuyen a las propiedades organolépticas y fisicoquímicas del producto final.

5.11 Aplicar pigmento a Yogur

Se aplicará un pigmento extraído de cáscara de berenjena al yogur en una concentración única del 0.5% para evaluar su efecto en la coloración.

5.12 Aceptabilidad del Yogur con pigmento

Para evaluar la aceptación del yogur pigmento de cáscara de berenjena, se realizará una prueba aceptación hedónica utilizando un panel sensorial no entrenado compuesto por 80

participantes. Se presentarán a los evaluadores varias muestras de yogur, cada una con una concentración de pigmento, las cuales estarán codificadas de manera aleatoria.

Los participantes evaluarán cada muestra utilizando una escala hedónica de 5 puntos, donde el valor 1 significa "Me disgusta mucho" y el 5 "Me gusta mucho".

Se analizarán atributos específicos como el sabor, aroma, color y aceptación del yogur. Este enfoque detallado permitirá obtener una comprensión más profunda de cómo las variaciones en la concentración de pigmento afectan la percepción sensorial del yogur. Los datos recolectados serán sometidos a un análisis estadístico para determinar la aceptación general y las diferencias significativas entre las muestras. Esto facilitará la identificación de la concentración de pigmento que logra el mayor grado de aceptación entre los consumidores.

5.13 Análisis estadístico para pigmento

Se utilizará un diseño factorial para estudiar los efectos de tres factores mediante 10 ejecuciones. El diseño se llevará a cabo en un solo bloque, donde el orden de los experimentos ha sido completamente aleatorizado.

Tabla2 Diseño factorial 2x3 para pigmento

Factores	Bajo	Alto	Unidades	Continuo
Cm/S	40	100	g/ml	Sí
Dilución	70	90	ml	Sí
Tiempo	12	24	Horas	Sí

Respuestas	Unidades
Rendimiento	G

5.14 Variables

- **Variable independiente:**
 - Cantidad de Muestra / Solvente (C.m /S)
 - Dilución
 - Tiempo
- **Variable dependiente:**
 - Rendimiento de pigmento

VI. CRONOGRAMA

Tabla: Cronograma de Actividades

	Año 2024													
Actividades	Junio				Julio				Agosto			Septiembre		
Recolección de Materia prima (Berenjena)														
Deshidratdo de cascaras de berenjena														
Extraccion y caracterización del pigmento.														
aplicación de pigmento al Yogurt														
Pruebas Sensoriales y analisis estadístico														
Escritura del informe final														
Defensa del trabajo de investigación														

VII. PRESUPUESTO

Tabla 4: Presupuesto

Descripción	Unidad	Cantidad	Precio en Lps.
Berenjena	lbs	100	1200
Gastos Generales			
Transporte			3,400
Alimentación			6,000
Hotel			11,500
Redecillas	Caja	1	120
Guantes	Caja	1	150
Papel Toalla	Rollo	8	25
Jabón Líquido	Bote	3	70
Papel Filtro	Caja	2	250
Termómetro		1	200
Bolsas Ziploc	Caja	1	200
Papel Aluminio	Rollo	3	180
Análisis			5,000
Total			28,295

VIII. BIBLIOGRAFIA

Alvarado Andres. 2019. Miniestudio comayagua | PDF (en línea, sitio web). Consultado 11 jun. 2024. Disponible en <https://es.slideshare.net/cicurc/miniestudio-comayagua>.

Avelar, R; Antonio, R. s. f. Estudio de factibilidad para la exportación de vegetales orientales del Valle de Comayagua, Honduras a Estados Unidos para la empresa J&R Import and Export S.A. .

Azmir, J; Zaidul, ISM; Rahman, MM; Sharif, KM; Mohamed, A; Sahena, F; Jahurul, MHA; Ghafoor, K; Norulaini, NAN; Omar, AKM. 2013. Techniques for extraction of bioactive compounds from plant materials: A review. *Journal of Food Engineering (Serie SI: Extraction and Encapsulation)* 117(4):426-436. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2013.01.014>.

Castillo Silva, R. 2023. Extracción de colorantes naturales, antocianina y luteína, a partir de *Raphanus sativus* L. (rabanito) fresco y deshidratado para su uso en la industria alimentaria (en línea) (En accepted: 2023-01-25t13:37:46z). Universidad Nacional de Cajamarca . Consultado 2 may 2024. Disponible en <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/5373>.

Cristianini, M; Guillén Sánchez, JS. 2020. Extraction of bioactive compounds from purple corn using emerging technologies: A review. *Journal of Food Science* 85(4):862-869. DOI: <https://doi.org/10.1111/1750-3841.15074>.

Garzón, GA. 2008. LAS ANTOCIANINAS COMO COLORANTES NATURALES Y COMPUESTOS BIOACTIVOS: REVISIÓN. *Acta Biológica Colombiana* 13(3):27-36.

González-Lavaut, JA; Montes de Oca-Rojas, Y; Domínguez-Mesa, MI. 2007. Breve reseña de la especie *Solanum melongena* L. *Revista Cubana de Plantas Medicinales* 12(3):0-0.

Juan, RS. 2013. LA QUIMICA DEL COLOR EN LOS ALIMENTOS. . 2013. *La Química Del Color En Los Alimentos. Química Viva* 12(3):234-246.

López, AMA; Torres, S. 2018. Extracción e identificación de antocianinas. .

Marcano, D. s. f. Introducción a la Química de los Colorantes. .

Mario Rodríguez. 2020. Funcionalidades y Ventajas del Extractor Soxhlet | TECNILAB (en línea, sitio web). Consultado 2 may 2024. Disponible en <https://www.tecnilab.es/soxhlet-automatiko/>.

Natalie Butler, R.D., L.D. 2021. Berenjena: nutrientes y beneficios para la salud (en línea, sitio web). Consultado 1 may 2024. Disponible en <https://www.medicalnewstoday.com/articles/es/berenjena>.

Pino, M del. 2015. La berenjena (en línea). *Contacto Rural* no. 3 (2015). Consultado 1 mayo 2024. Disponible en <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/68006>.

Rodríguez, M. 2008. Estudio de la de la situación actual de la producción y exportación de berenjena (*Solanum melongena*) y pepino peludo (*Cucumis sativus*) caso; Comayagua, Honduras. .

Romero, I; Teresa Sanchez-Ballesta, M; Maldonado, R; Isabel Escribano, M; Merodio, C. 2008. Antocianina, actividad antioxidante y expresión genética inducida por estrés en uvas de mesa tratadas con alto contenido de CO₂ y almacenadas a baja temperatura. *Journal of Plant Physiology* 165(5):522-530. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2006.12.011>.

USDA. 2024. FoodData Central (en línea, sitio web). Consultado 2 may 2024. Disponible en <https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/food-details/169228/nutrients>.

IX. ANEXOS

Ilustración #2: Ficha de evaluación sensorial



UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA EVALUACIÓN SENSORIAL YOGUR



Fecha: _____ Edad: _____ Sexo: _____

Instrucciones: Por favor evalúe el Yogur en cuanto los atributos de color, aroma, sabor y aceptación general marcando en la línea horizontal el número que corresponda en base a la siguiente escala:

Escala:

1 = Me disgusta mucho

4 = Me gusta

2 = Me disgusta

5 = Me gusta mucho

3 = No me gusta ni me disgusta

Muestra # _____

Color	Aroma	Sabor	Aceptación general:

Muestra # _____

Color	Aroma	Sabor	Aceptación general:

Muestra # _____

Color	Aroma	Sabor	Aceptación general

Muestra # _____

Color	Aroma	Sabor	Aceptación general:

Observaciones: _____

Tabla #5 Estadística Descriptiva de Berenjena

								Fecha:
	Estaditica Descriptiva Berenjena "Meilin"							
	Caracterizacion de Fruta							
	C1F1	C1F2	C1F3	C1F4	C1F5	Total	sd	
Peso								
Diametro								
Grosos pulpa								
Color								
% Daño								