



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE GUAYAQUIL**

CARRERA DE INGENIERÍA EN BIOTECNOLOGÍA

**CARACTERIZACIÓN DE AZÚCARES, LÍPIDOS Y PROTEÍNAS DEL
FRUTO DE SAMANEA SAMAN PARA SU VALORIZACIÓN COMO ALIMENTO
FUNCIONAL**

*Trabajo de titulación previo a la obtención
del título de Ingeniero en Biotecnología*

AUTOR:

RICARDO ANDRES AYALA PAZ

TUTOR:

MSc. NELLY LORENA PULGAR OLEAS

GUAYAQUIL - ECUADOR

2025

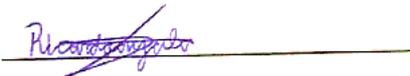
**CERTIFICADO DE RESPONSABILIDAD Y AUTORÍA DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN**

Yo, **Ricardo Andrés Ayala Paz** con documento de identificación N° 0952635415; manifiesto que:

Soy el autor y responsable del presente trabajo; y, autorizo a que sin fines de lucro la Universidad Politécnica Salesiana pueda usar, difundir, reproducir o publicar de manera total o parcial el presente trabajo de titulación.

Guayaquil, 31 de enero del año 2025

Atentamente,



Ricardo Andrés Ayala Paz

CI: 0952635415

**CERTIFICADO DE CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE
TITULACIÓN A LA UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA**

Yo, **Ricardo Andrés Ayala Paz** con documento de identificación N° 0952635415, expreso mi voluntad y por medio del presente documento cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy el autor del trabajo experimental: **CARACTERIZACIÓN DE AZÚCARES, LÍPIDOS Y PROTEÍNAS DEL FRUTO DE SAMANEA SAMAN PARA SU VALORIZACIÓN COMO ALIMENTO FUNCIONAL**, el cual ha sido desarrollado para optar por el título de: *Ingeniero/a en Biotecnología*, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En concordancia con lo manifestado, suscribo este documento en el momento que hago la entrega del trabajo final en formato digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 31 de enero del año 2025

Atentamente,



Ricardo Andrés Ayala Paz

CI: 0952635415

CERTIFICADO DE DIRECCIÓN DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, **Nelly Lorena Pulgar Oleas** con documento de identificación N° 0602420911, docente de la Universidad Politécnica Salesiana, declaro que bajo mi tutoría fue desarrollado el trabajo de titulación: **CARACTERIZACIÓN DE AZÚCARES, LÍPIDOS Y PROTEÍNAS DEL FRUTO DE SAMANEA SAMAN PARA SU VALORIZACIÓN COMO ALIMENTO FUNCIONAL**, realizado por **Ricardo Andrés Ayala Paz** con documento de identificación N° 0952635415, obteniendo como resultado final el trabajo de titulación bajo la opción Trabajo Experimental que cumple con todos los requisitos determinados por la Universidad Politécnica Salesiana.

Guayaquil, 31 de enero del año 2025

Atentamente,



Nelly Lorena Pulgar Oleas

CI: 0602420911

Dedicatoria

A mi querida abuelita Doris, y a mi abuelita Valentina que siempre me han apoyado desde que tome la decisión de estudiar esta carrera y siempre que han estado a mi lado me han mostrado su amor incondicional en todo momento.

A mis padres, que siempre se han esforzado y trabajado duro para que pueda completar mis estudios.

A mi Papa, que siempre ha estado ahí para apoyarme y darme una mano en mis momentos más difíciles.

A mi Mama, que ha sido un pilar fundamental en mi vida expresando su amor, apoyo y fe en mí.

A mis amigos que me han regalado momentos inolvidables en mi vida y que me han sabido dar varios consejos valiosos a lo largo de mi vida.

Agradecimientos

Agradecemos a la Universidad Politécnica Salesiana por dar paso a la realización de este proceso de integración curricular y brindarme el apoyo durante el tiempo de su realización

A mi tutora Nelly Pulgar, por tenernos en cuenta desde el principio para este gran proyecto y luego seguir conmigo dándome su soporte, su guía, sus recomendaciones para ir puliendo este trabajo de investigación.

A los docentes Jaime Naranjo y Kevin Cedeño, por ayudarme desde el inicio a pulir mi trabajo de investigación dándome su guía y consejos para que pudiera realizar a cabo mi proyecto de tesis.

A los Ayudantes de laboratorio Angie Auuz e Paulo Franco que brindaron parte de su tiempo para ayudarme con ciertas dudas y procedimientos que no tenía claro en mi metodología del proyecto.

Resumen

El presente trabajo de investigación se estudió el *Samanea saman* comúnmente conocido como algarrobo o árbol de la lluvia es un árbol de gran tamaño oriundo del trópico seco americano que se ha generalizado por todo el trópico húmedo, es un árbol que brinda una excelente madera y produce una gran cantidad de vainas de alta calidad nutritiva que son utilizados como suplemento forrajero para el ganado en las épocas secas. El objetivo general: Caracterización de los azúcares, lípidos y proteínas presentes en el fruto de *S. saman* para evaluar su potencial como ingrediente funcional en la industria alimentaria. A través de pruebas cualitativas de Benedict, Molish, Lugol, Seliwanoff, Biuret, Solubilidad, Saponificación, Rancidez, Salkowski, se determinó la presencia de los principales grupos biomoleculares, confirmando la existencia de azúcares, lípidos y proteínas en el extracto del fruto comprobando que posee componentes energéticos y nutritivos para su uso en la industria alimentaria. Se evaluó además el efecto prebiótico del extracto de *S. saman* utilizando cepas bacterianas de interés alimentario las *Bacillus clausii* y *Lactobacillus sporogenes* en agar acuoso. los resultados finales mostraron que los medios suplementados con el extracto se mantuvieron constante luego de las 48 horas de incubación, sin evidenciar un incremento en el crecimiento de bacterias prebióticas. Este estudio abre nuevas posibilidades para comprender su funcionalidad y sus aplicaciones en la industria alimentaria y biotecnológica como una alternativa más saludable, económica y sostenible a ciertos ingredientes o productos sintéticos.

Palabras clave: *S. saman*, azúcares, lípidos, proteínas, prebióticos, alimentos

funcionales

Abstract

The present research work studied the *Samanea saman* commonly known as carob or rain tree is a large tree native to the American dry tropics that has spread throughout the humid tropics, is a tree that provides excellent wood and produces a large quantity of pods of high nutritional quality that are used as a forage supplement for livestock in dry seasons. The general objective: Characterization of the sugars, lipids and proteins present in the fruit of *S. saman* to evaluate its potential as a functional ingredient in the food industry. Through qualitative tests of Benedict, Molish, Lugol, Seliwanoff, Biuret, Solubility, Saponification, Rancidity, Salkowski, the presence of the main biomolecular groups was determined, confirming the existence of sugars, lipids and proteins in the fruit extract, proving that it has energetic and nutritive components for use in the food industry. The prebiotic effect of the *S. saman* extract was also evaluated using bacterial strains of food interest, *Bacillus clausii* and *Lactobacillus sporogenes*, in aqueous agar. The final results showed that the media supplemented with the extract remained constant after 48 hours of incubation, without showing an increase in the growth of prebiotic bacteria. This study opens new possibilities to understand its functionality and its applications in the food and biotechnology industry as a healthier, more economical and sustainable alternative to certain synthetic ingredients or products.

Keywords: *S. saman*, sugars, lipids, proteins, prebiotics, functional foods

Índice de Contenido

Capítulo 1	1
Antecedentes	1
1.1. Introducción	1
1.2. Planteamiento del problema	2
1.3. Justificación.....	3
1.4. Objetivos	5
1.4.1. Objetivo General	5
1.4.2. Objetivos Específicos	5
Capítulo 2	6
Marco Teórico	6
2.1. <i>Samanea saman</i>	6
2.1.1. Características generales <i>Samanea saman</i>	7
2.2. Composición Química del Fruto de <i>Samanea saman</i>	8
2.2.1. Importancia de la caracterización química.....	8
2.3. Carbohidratos	9
2.4. Lípidos.....	10
2.5. Proteínas	11
2.8. cepas bacterianas a utilizar	13
Capítulo 3	14
Materiales y Métodos	14
3.1. Obtención de la muestra	15
3.2. Secado y molienda	15

3.3. Extracción y filtrado.....	15
3.4. Pruebas cualitativas	17
3.5. Evaluación efecto prebiótico.....	21
Capítulo 4.....	22
Resultados y Discusiones	22
4.1. Pruebas de Carbohidratos.....	22
4.2. Prueba de lípidos	24
4.3. Prueba de proteínas	27
4.4. Evaluación crecimiento bacteriano	28
Capítulo 5.....	29
Conclusiones y Recomendaciones	29
5.1. Conclusiones	29
5.2. Recomendaciones.....	29
Referencias Bibliográficas	31
Anexos.....	37

Abreviaturas

S. saman *Samanea saman*

UPS Universidad Politecnica Salesiana

B. clausi *Bacillus clausi*

L. *Lactobacillus sporogenes*
sporogenes

Simbología

°C grados Celsius

h hora

g gramo

ml mililitro

Índice de figuras

Figura 1. <i>Hojas, flores y vainas de Samanea saman</i> dibujadas aproximadamente a la mitad del tamaño natural.	6
Figura 2. <i>Esquema metodológico</i>	14
Figura 3. <i>Resultados prueba de molish</i>	22
Figura 4. <i>Resultados prueba de benedict</i>	22
Figura 5. <i>Resultados prueba de lugol</i>	23
Figura 6. <i>Resultado prueba de selivanoff</i>	23
Figura 7. <i>Resultado prueba de saponificación</i>	25
Figura 8. <i>Resultado prueba de salkowski</i>	26
Figura 9. <i>Resultado propiedades fisicoquímicas</i>	27
Figura 10. <i>Resultado prueba de biuret</i>	27
Figura 11. <i>Medio inoculado con B. clausii</i>	28
Figura 12. <i>Medio inoculado con L. sporogenes</i>	28

Índice de tablas

Tabla 1. <i>Clasificación taxonómica de Samanea saman</i>	7
Tabla 2. <i>Resultados pruebas de carbohidratos</i>	24
Tabla 3. <i>Resultados prueba de solubilidad</i>	25

Índice de Anexos

Anexo 1. <i>Equipos empleados en el proceso experimental de caracterización de compuestos bioactivos de S. saman</i>	37
Anexo 2. <i>Reactivos empleados en el proceso experimental de caracterizacion de compuestos bioactivos</i>	37
Anexo 3. <i>Medios de cultivos utilizados para cultivo de cepas</i>	38
Anexo 4. <i>Secado y molienda del fruto de Samanea saman</i>	39
Anexo 5. <i>Extraccion soxhlet</i>	39
Anexo 6. <i>Extraccion de solvente</i>	40
Anexo 7. <i>Preparacion de medio</i>	40

Capítulo 1

Antecedentes

1.1. Introducción

El *Samanea saman* comúnmente conocido como algarrobo o árbol de la lluvia es un árbol de gran tamaño oriundo del trópico seco americano que se ha generalizado por todo el trópico húmedo, es un árbol que brinda una excelente madera y produce una gran cantidad de vainas de alta calidad nutritiva que son utilizados como suplemento forrajero para el ganado en las épocas secas (Domínguez et al, 2017).

En la búsqueda de nuevos recursos alimentarios que contribuyan a la salud humana y a la sostenibilidad ambiental, se investigan cada vez más fuentes naturales con propiedades funcionales. En este contexto, el fruto de *Samanea saman* es un recurso interesante por su valor nutricional y su potencial como ingrediente funcional. Este árbol leguminoso, nativo de América tropical, es ampliamente conocido por su adaptabilidad ecológica y su uso tradicional como fuente de sombra en la alimentación animal y en sistemas agroforestales (Lafont et al, 2023).

Estudios preliminares han demostrado la presencia de compuestos bioactivos en los frutos de *Samanea saman*, incluidos carbohidratos, lípidos y proteínas, que pueden proporcionar propiedades beneficiosas para la salud humana, como efectos antioxidantes, antiinflamatorios y moduladores del metabolismo. Sin embargo, la información sobre las propiedades específicas de estos compuestos y su potencial funcional en aplicaciones alimentarias aún es limitada. En este sentido, la caracterización detallada de azúcares, lípidos y proteínas en frutos de *S. saman* es esencial para comprender su valor nutricional y funcional y determinar posibles aplicaciones industriales.

La valorización de los frutos de *Samanea saman* no solo podría contribuir a su inclusión en la dieta humana como alimento funcional, sino también alentar a las comunidades rurales a utilizar este recurso natural de manera sostenible, promoviendo el desarrollo local y la diversificación de los sistemas alimentarios. Además, la inclusión de ingredientes funcionales de fuentes naturales puede satisfacer la creciente demanda de los consumidores de alimentos más saludables y sostenibles.

El objetivo de esta investigación será caracterizar los azúcares, lípidos y proteínas del fruto de *Samanea saman* para evaluar su potencial como alimento funcional. Esta investigación no sólo avanzará en el conocimiento científico sobre la especie, sino que también sentará las bases para el desarrollo de productos alimenticios innovadores que combinen beneficios para la salud con un impacto ambiental positivo.

1.2. Planteamiento del problema

Aunque el fruto de *Samanea saman* tiene un gran potencial nutricional, faltan estudios detallados sobre su composición bioquímica y sus posibles beneficios para la salud, por lo que la caracterización de azúcares, lípidos y proteínas es esencial para determinar su valor como alimento funcional y la posibilidad de utilizarlos en la industria alimentaria, aportando así una alternativa más saludable, económica y sostenible a los productos sintéticos que actualmente se comercializan en la industria alimentaria.

Hoy en día, la creciente demanda de alimentos funcionales plantea grandes desafíos para la industria alimentaria y la investigación científica. Encontrar fuentes naturales con propiedades nutricionales y beneficios para la salud es una de las mayores áreas de interés. A pesar de los avances en el desarrollo de alimentos funcionales, muchas especies vegetales con gran potencial siguen sin explotar, lo que limita su plena utilización e inclusión en la dieta humana.

Samanea saman es una especie de árbol muy extendida en zonas tropicales, cuyo fruto se utiliza tradicionalmente como alimento para animales, pero su potencial como recurso alimentario funcional para los humanos no se ha explorado completamente. La investigación preliminar sugiere que las frutas contienen compuestos bioactivos como azúcares, lípidos y proteínas que pueden proporcionar beneficios para la salud, como propiedades antioxidantes y regulación metabólica (Domínguez et al, 2022). Sin embargo, la falta de caracterización específica de estos ingredientes y la falta de estudios detallados sobre su uso en productos alimenticios funcionales limita su valor y sus posibles aplicaciones.

Por lo tanto, es necesario un estudio integral de la composición química del fruto de *Samanea saman*, con énfasis en la identificación y caracterización de sus azúcares, lípidos y proteínas. Este conocimiento nos permitirá evaluar su viabilidad como ingredientes funcionales en la industria alimentaria y ayudar a desarrollar productos que satisfagan la demanda de los consumidores de alimentos saludables y sostenibles. Además, este enfoque puede promover el uso sostenible de los abundantes recursos naturales de las zonas tropicales, promover el desarrollo económico local y la protección del medio ambiente.

1.3. Justificación

El desarrollo de alimentos funcionales basados en recursos naturales puede tener implicaciones significativas en la mejora de la salud pública como en la promoción de la sostenibilidad. Por lo tanto, se impulsa la necesidad de explotar nuevas fuentes de nutrientes y compuestos bioactivos. Caracterizar los componentes del fruto de *Samanea saman* no solo contribuiría al conocimiento científico, sino que se podría promover su utilización en la industria alimentaria ofreciendo una alternativa saludable y sostenible, además, el aprovechamiento de este fruto podría tener un impacto positivo en las regiones en donde crece, promoviendo desarrollo económico y sostenibilidad ambiental.

La creciente incidencia de enfermedades crónicas no transmisibles, como la diabetes, la obesidad y las enfermedades cardiovasculares, ha impulsado la necesidad de desarrollar alimentos funcionales que promuevan la salud y el bienestar. En este sentido, el fruto de *Samanea saman* presenta un potencial significativo como ingrediente funcional debido a su composición química, que incluye azúcares, lípidos y proteínas con posibles propiedades bioactivas. Sin embargo, la falta de investigación detallada sobre este recurso natural ha limitado su utilización en aplicaciones alimentarias y su incorporación en la industria.

Caracterizar los componentes químicos del fruto de *Samanea saman* es crucial para identificar sus beneficios funcionales y establecer su viabilidad como ingrediente en productos alimenticios. Además, este estudio podría contribuir al desarrollo de estrategias de aprovechamiento sostenible de esta especie, promoviendo su cultivo y recolección responsable en comunidades rurales. Esto no solo generaría beneficios económicos y sociales para estas comunidades, sino también contribuiría a la conservación de la biodiversidad en las regiones tropicales.

Desde una perspectiva científica, este trabajo ampliará el conocimiento sobre los recursos naturales subutilizados y su potencial como soluciones sostenibles para los retos actuales en alimentación y salud. También responde a la creciente demanda por parte de los consumidores de alimentos que no solo sean nutritivos, sino también beneficiosos para la salud y respetuosos con el medio ambiente. De esta manera, la investigación sobre el fruto de *Samanea saman* puede sentar las bases para la creación de productos innovadores que combinen funcionalidad, sostenibilidad y valor agregado.

1.4. Objetivos

1.4.1. *Objetivo General*

Caracterizar los azúcares, lípidos y proteínas del fruto de *Samanea saman* para su valorización como un alimento funcional.

1.4.2. *Objetivos Específicos*

Identificar los azúcares, lípidos y proteínas presentes en el fruto de *Samanea saman* mediante técnicas cualitativas para caracterizar su composición bioquímica.

Evaluar efecto prebiótico de cepas bacterianas en extracto de *Samanea saman* en el crecimiento de cepas prebióticas de interés alimentario.

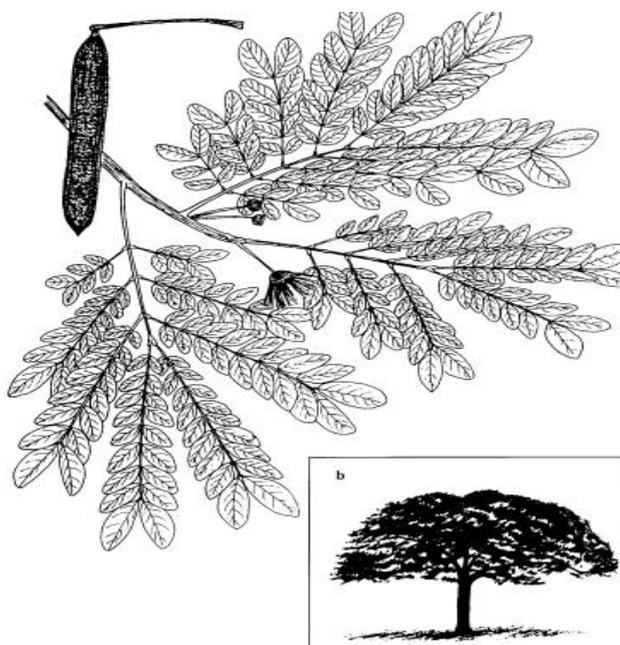
Capítulo 2

Marco Teórico

2.1. *Samanea saman*

El árbol de *Samanea saman* o también conocido como algarrobo, es una especie que pertenece a la familia Fabaceae y se encuentra principalmente en zonas tropicales de América central y América del sur, el fruto del *Samanea saman* es conocido por su alto contenido proteico aconsejables como suplemento para la alimentación de animales con dietas de baja calidad. Aunque la caracterización específica de los azúcares, lípidos y proteínas presentes ha sido poco documentada. Estudios de tamizaje fitoquímico de otras especies del género *Samanea* sugieren la presencia de compuestos con potencial bioactivo, lo que justifica la exploración de esta especie (Domínguez et al, 2022).

Figura 1. Hojas, flores y vainas de *Samanea saman* dibujadas aproximadamente a la mitad del tamaño natural.



Nota. Imagen tomada de: Durr, (2001)

2.1.1. Características generales *Samanea saman*

Es un árbol grande que alcanza los 50 m de altura con una dispersión de ramas de hasta 60 m en arboles muy viejos, sus hojas son compuestas, alternas, bipinnadas, paripinnadas, de 12 a 36 cm de largo y de 13 a 34 cm de ancho, el árbol crece en mesetas y llanos donde el rango de temperatura varía de 20 a 38°C, También se encuentra a campo abierto, en áreas cultivadas y pastizales, y se usa como árbol de sombra en jardines, el fruto es una vaina que finaliza su crecimiento al final de la estación lluviosa, alcanzando su madurez en la estación seca, son de 10 a 25 cm de largo y de 2.5 a 3.5 cm de ancho conteniendo en su interior un aproximando de 10 a 15 semillas, la vaina tiene una pulpa comestible cuando está madura y es suave y azucarada con un sabor dulce atractivo para los niños, además los frutos suelen contener entre un 13 a 18% de proteínas y si son secadas y molidas se puede obtener una harina para alimento de animales (Vozzo, 2010).

2.1.2. Taxonomía de *Samanea saman*

En la **Tabla 1**, se ilustra la clasificación taxonómica de *Samanea saman*.

Tabla 1. Clasificación taxonómica de *Samanea saman*

Dominio	Planta
Reino	Plantae
Filo	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Fabales

Familia	Fabaceae
Género	Samanea
Especie	<i>Samanea saman</i>

Nota. Tomado de Staples et al (2006).

2.2. Composición Química del Fruto de *Samanea saman*

El fruto de *Samanea saman*, conocido como "campano" o "algarrobo", se caracteriza por su alto contenido de carbohidratos, lípidos y proteínas. Estudios preliminares indican que contiene un 45% de carbohidratos, destacándose la sacarosa, glucosa y fructosa como principales azúcares presentes (Souza & Fernandes, 2018). Esta composición es relevante no solo desde el punto de vista nutricional, sino también funcional, ya que los azúcares pueden actuar como prebióticos, promoviendo el crecimiento de bacterias beneficiosas en el tracto gastrointestinal (Gibson & Roberfroid, 1995).

En cuanto a los lípidos, el fruto contiene un 12% de ácidos grasos, predominantemente insaturados, como el ácido oleico y linoleico, los cuales son reconocidos por sus beneficios cardiovasculares y antiinflamatorios (Zheng et al., 2017). Por otro lado, las proteínas constituyen un 18% del peso seco del fruto, con un perfil balanceado de aminoácidos esenciales, lo que lo convierte en una fuente proteica de alta calidad (Kumar et al., 2021).

2.2.1. Importancia de la caracterización química

La caracterización detallada de azúcares, lípidos y proteínas en frutos de *Samanea saman* es esencial para evaluar sus aplicaciones en la industria alimentaria. Este conocimiento puede identificar propiedades bioactivas que pueden utilizarse en productos diseñados para mejorar la salud humana, como alimentos fortificados y suplementos dietéticos (Kumar et al., 2021). Además, la investigación de compuestos bioactivos de fuentes naturales está satisfaciendo la creciente demanda de los consumidores de alimentos sostenibles y saludables. (Zheng et al., 2017).

2.3. Carbohidratos

Los azúcares o carbohidratos son disacáridos formados por una molécula de fructosa y otra de glucosa que normalmente se obtiene de la caña de azúcar, desempeñan una gran variedad de funciones en los organismos, como una fuente energética o formando material estructural de las membranas, esto entre otras muchas funciones, por lo que se consideran moléculas extremadamente versátiles. Los azúcares más simples de carbohidratos se denominan monosacáridos y poseen una sola molécula, los azúcares que tienen más moléculas (de entre dos a diez) se llaman oligosacáridos y los que contienen más de diez moléculas de monosacáridos son los polisacáridos (Mollinedo et al, 2014).

El fruto de *Samanea saman* contiene azúcares simples en el cual la fructosa es el más predominante con una concentración de 16,20%, por lo tanto, estos azúcares que contribuyen a un alto valor energético podrían ser utilizados para la formulación de productos alimenticios como edulcorantes naturales (Delgado et al, 2014).

Para la identificación existen reactivos de carácter general como el de molisch que permite identificar carbohidratos en general, así mismo existen otros reactivos que únicamente permiten identificar azúcares reductores como fehling o Benedict los cuales casi todos se basan en la reducción del ion Cu^{2+} o en la reducción de Ag^{1+} , otros reactivos como el de seliwanooff, son específicos para identificar cetonas además para una identificación precisa del tipo de azúcar o carbohidrato se requiere la formación de derivados cuya forma cristalina y punto de fusión son determinables (Ronzon et al, 2020).

Los carbohidratos presentes en los frutos de *Samanea saman* pueden actuar como prebióticos y estimular el crecimiento de bacterias beneficiosas como *Lactobacillus* y *Bifidobacterium* (Gibson y Roberfroid, 1995). Además, los lípidos ricos en ácidos grasos

insaturados ayudan a reducir los niveles de colesterol LDL y mejoran la salud cardiovascular (Zheng et al., 2017).

2.4. Lípidos

Los lípidos hacen parte del grupo de macromoléculas, son ácidos grasos carboxílicos de cadena larga con un único grupo carboxílico y una cola hidrocarbonada, son sustancias no solubles en agua pero si en compuestos como el cloroformo o éter, constituyen un amplio grupo donde se encuentran las grasas, aceites, esteroides entre otros, desarrollan diferentes funciones como moléculas combustible que almacenan gran cantidad de energía, moléculas señal o protección mecánica de algunas partes del cuerpo, los lípidos se clasifican de manera general en dos grupos, saponificables e insaponificables. Los primeros se dividen en complejos, simples y ácidos grasos. Los segundos comprenden los esteroides, eicosanoides y los isoprenoides (Velásquez et al, 2021).

Para poder identificar y diferenciar la cantidad de lípidos que puede haber en un alimento o producto, es necesario evaluar diversos análisis físicos y químicos como: el índice de refracción, determinación sencilla y rápida que en trabajos de rutina pueden identificar un compuesto o detectar adulteraciones, índice de acidez que se define como la cantidad de mg de KOH necesario para neutralizar la acidez libre de 1 g de muestra, La formación de los complejos de ácidos grasos con urea permite la obtención de compuestos cristalinos fácilmente aislables, por ultimo para la identificación de colesterol y otros esteroides se puede utilizar varias reacciones como salkowski y lieberman-burchard donde sus fundamento es la formación de derivados coloreados de los esteroides (Ronzon et al, 2020)

2.5. Proteínas

Las proteínas son macromoléculas que desempeñan la mayoría de las funciones en las células de los seres vivos, forman parte de la estructura básica de tejidos, desempeñan funciones metabólicas y reguladoras como: asimilación de nutrientes, transporte de oxígeno y de grasas en la sangre, eliminación de materiales tóxicos, regulación de vitaminas liposolubles y minerales. son moléculas de gran tamaño formadas por una larga cadena lineal de sus elementos constitutivos propios, los aminoácidos. Éstos se encuentran formados de un grupo amino (NH₂) y un grupo carboxilo (COOH), enlazados al mismo carbono de la molécula (Quesada et al, 2019).

Las proteínas se constituyen a partir de 20 aminoácidos, aunque algunas proteínas contienen otras moléculas que no pertenecen a ese conjunto de 20 aminoácidos, y que en muchas ocasiones son aminoácidos modificados durante la formación de la proteína (seguí, 2011).

Para su identificación tenemos la prueba de biuret donde el sulfato alcalino de cobre reacciona con compuestos que contienen dos o más enlaces peptídicos dando un complejo de coloración purpura, la intensidad del color es una medida de la cantidad de enlaces peptídicos presentes en la proteína, La reacción no es absolutamente específica para los enlaces peptídicos, ya que cualquier compuesto que contenga dos grupos carbonilos unidos por un átomo de nitrógeno o de carbono da un resultado positivo (Ronzon et al, 2020).

las proteínas del fruto juegan un papel crucial en la síntesis de enzimas y hormonas y también tienen propiedades antioxidantes debido a la presencia de aminoácidos como la lisina y la leucina (Souza & Fernandes, 2018). Estas características resaltan el potencial del fruto de *Samanea saman* como materia prima para el desarrollo de alimentos funcionales.

2.6. Alimentos funcionales

Los alimentos funcionales se definen como productos que contienen en su composición alguna sustancia biológicamente activa que al ser adicionada a una dieta habitual desencadena procesos metabólicos y fisiológicos. Este concepto ha ganado relevancia en la industria alimentaria y en la investigación científica debido a que en los últimos años hubo un creciente interés sobre promover una alimentación saludable y prevención de enfermedades no crónicas como diabetes, obesidad o enfermedades cardiovasculares (Estrella et al, 2022).

Los alimentos funcionales se caracterizan por contener compuestos bioactivos como antioxidante que se encuentra en frutos rojos o té verde, probióticos en los yogurts, ácidos grasos omega-3 en pescados o nueces, fibras dietéticas que se encuentran en la avena, frutas y vegetales, vitaminas y minerales en jugos fortificados con calcio y vitamina D, que pueden tener efectos positivos en nuestro organismo como mejorar el sistema inmunológico, mejorar la digestión o reducir el riesgo de enfermedades cardiovasculares, además de que pueden ser incluidos en la dieta de consumo regular como un alimento de uso habitual (Aguirre, 2019).

2.7. Prebióticos

Los prebióticos son sustancias provenientes de alimentos que tienen un efecto beneficioso para el individuo dado que ejercen una influencia positiva sobre los microorganismos beneficiosos residentes. Los elementos esenciales de un prebiótico son que no es digerible por el hospedero y que su objetivo es influir en el ambiente intestinal en beneficio de la salud humana. Usualmente, los prebióticos se componen de polisacáridos no amiláceos y oligosacáridos, aunque se están investigando otras su La mayoría de los prebióticos se emplean como componentes de la alimentación, en productos como galletas, cereales, chocolate, cremas de untar y lácteos (Guarner et al. 2023).

2.8. cepas bacterianas a utilizar

Para este trabajo de investigación utilizaremos dos cepas bacterianas empezando con *Bacillus clausi* que es un probiótico beneficioso para la salud humana que entre sus principales características se encuentra la capacidad de formar esporas, la tolerancia al calor, el ácido y la sal garantizando un paso seguro a través del tracto gastrointestinal humano sin la pérdida de células, las cepas de *Bacillus clausi* se han utilizado para diversos estudios que ponen a prueba sus propiedades fisiológicas como la mejora de la función de barrera intestinal; la resistencia a antibióticos de amplio espectro que no puede transferirse genéticamente a otras especies; y la síntesis de vitaminas (Ghelardi et al 2022).

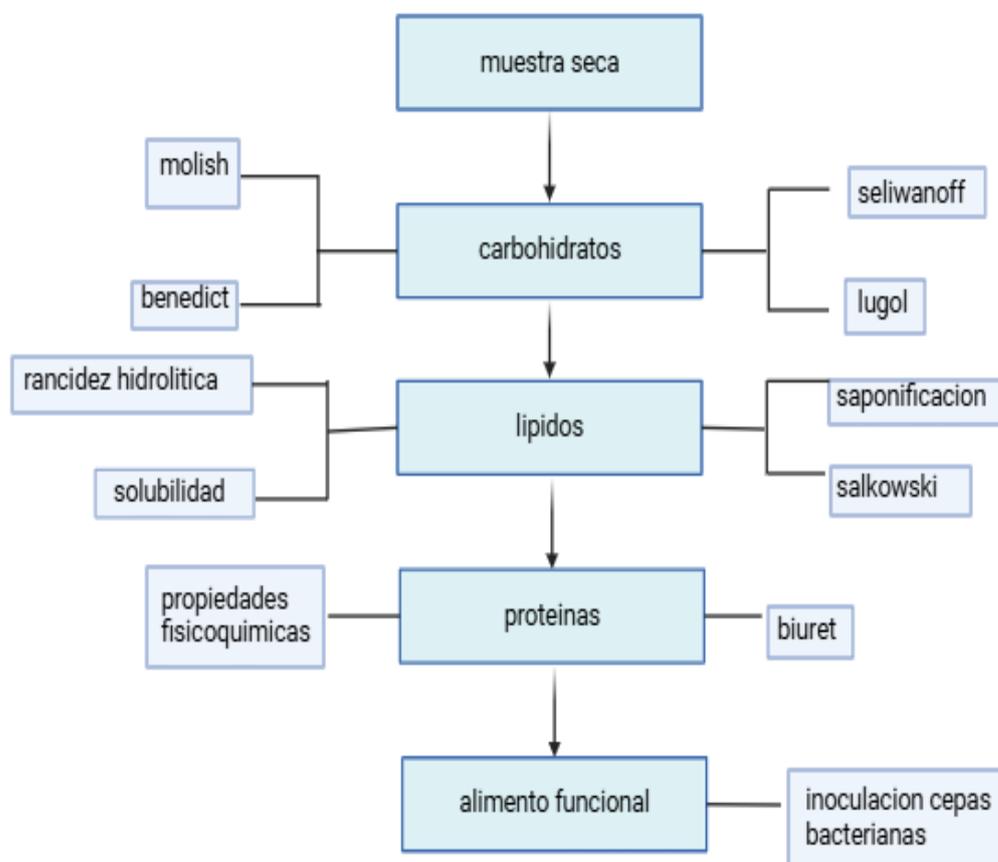
La otra bacteria a utilizar será *Lactobacillus sporogenes* que es una bacteria probiótica que produce esporas y que en los últimos años se ha convertido en el foco de la investigación debido a su alta tolerancia a ambiente extremos y características probióticas se han reportado varios efectos beneficiosos como promover la salud intestinal debido a que las cepas de *lactobacillus sporogenes* pueden producir varias enzimas que facilitan la excreción y la digestión, también puede regular la microbiota simbiótica del huésped e inhibir el crecimiento de bacterias patógenas además de tener efecto probiótico debido a que es capaz de sobrevivir en el estómago en forma de esporas y germinar en el intestino, ejerciendo así su efecto probiótico (Cao et al. 2020).

Capítulo 3

Materiales y Métodos

El presente estudio fue parte integrante del proyecto de investigación UPS titulado “caracterización fitoquímica mediante cromatografía líquida (HPLC) de especies representativas al remanente boscoso seco tropical del campus María Auxiliadora de Universidad Politécnica Salesiana sede Guayaquil (fitoquímica)”. La metodología mencionada a continuación se llevó a cabo en los laboratorios de Biotecnología de la Universidad Politécnica Salesiana campus María Auxiliadora.

Figura 2. Esquema metodológico



Nota. Ilustración creada con BioRender.com, por Ayala (2025)

3.1. Obtención de la muestra

En este estudio, se recolecto los frutos de *Samanea saman* de distintos arboles entre los kilómetros 15 y 19 de la vía a la costa, se seleccionó los arboles con mayor cantidad de frutos y se seleccionó los frutos en mejor estado sin ninguna fisura o que estén partidos o con signos de contaminación por hongos, una vez recolectado los frutos se lleva a cabo un proceso de lavado y desinfección con etanol para quitar cualquier impureza que puedan contaminar las muestras.

3.2. Secado y molienda

Una vez que tenemos nuestros frutos desinfectadas procedemos a cada fruto retirar las semillas para quedarnos únicamente con la pulpa donde se concentran los compuestos que queremos analizar, una vez que tengamos nuestra pulpa las colocamos en la estufa a una temperatura de 70°C por 24 horas. Una vez que nuestros frutos estén secos pasan a ser molidos, utilizando una licuadora previamente desinfectada donde empezaríamos poniendo alícuotas pequeñas del fruto seco para que puedan triturarse de una forma adecuada, el proceso se repitió hasta agotar el material disponible (Ortega et al, 2024).

Al finalizar la molienda pasa a tamizarse, se utilizó un tamiz # 20 para que la partícula pueda tener un tamaño uniforme u homogéneo para finalizar empaquetamos y etiquetamos nuestras muestras en fundas selladas al vacío.

3.3. Extracción y filtrado

Para poder realizar nuestros análisis necesitaremos realizar una extracción de nuestras muestras trituradas, para empezar, realizaremos una extracción de tipo acuosa que nos servirá para nuestros análisis de carbohidratos en donde prepararemos una dilución 1:1 con agua destilada con un volumen de 500 ml, mezclamos y llevamos a calentar en olla hasta su

ebullición, luego filtramos la mezcla con gasa o papel filtro y almacenamos en frascos ámbar a 4°C.

Para nuestros análisis de lípidos procedemos a realizar una extracción soxhlet con hexano donde pesaremos entre 90 y 120 g de nuestra muestra pulverizada para colocarla en un cartucho de extracción hecho con papel filtro o algodón, insertamos el cartucho con la muestra en el extractor soxhlet, luego se vierte entre 600 y 900 ml del solvente en el matraz de fondo redondo y lo conectamos al extractor soxhlet y colocamos el matraz a una manta calefactora para que se inicie la extracción. Una vez que termine la extracción llevaremos nuestro extracto al rotavapor para tener un extracto más concentrado y puro (Gaspar et al, 2019).

Para esta parte usaremos un rotavapor, además de un balón de destilación de 1 L donde colocaremos el extracto obtenido previamente, lo insertaremos en la boca esmerilada del tubo evaporador y aseguramos, al mismo tiempo encendemos el baño maría y lo graduamos a una temperatura de 40° C, una vez este haya llegado a la temperatura deseada podemos sumergir el balón de destilación, encender el sistema de vacío en condiciones desde 200 mbar, el recirculador del condensador y empezar con la rotación.

Mantener la temperatura del condensador elevada es importante en este proceso y la presión se debe bajar gradualmente según va transcurriendo el tiempo, hasta que quede un volumen aproximado de 100 ml, en ese momento retiramos el balón y la solución restante la pasaremos a un balón de volumen de 250 ml, el cual debemos pesar para posteriormente calcular el rendimiento de la masa.

Una vez este se termine de rotavaporar almacenamos el solvente recuperado en un frasco ámbar etiquetado a 4 °C hasta su posterior uso.

3.4. Pruebas cualitativas

3.4.1. Carbohidratos

Prueba de molish

Esta reacción sirve para el reconocimiento de todo tipo de azúcares. Los azúcares, en medio ácido fuerte se deshidratan formando furfurales. Estos furfurales al reaccionar con el α -naftol originan complejos de intenso color (Garza-padron et al, 2010)

Pipetear en un tubo de ensayo 2 mL de extracto de *S. samán*. Use también un tubo de ensayo con agua (blanco) para el respectivo análisis. luego Añadir 10 gotas de α -naftol al 1% y se mezclar bien. Con una pipeta se dejan resbalar por la pared del tubo de ensayo 2 mL de ácido sulfúrico concentrado con mucho cuidado procurando que no se mezcle para que forme una capa bajo la disolución de azúcar.

En la superficie de separación de ambas capas se producirá la deshidratación del azúcar, y su reacción con el α -naftol formándose un anillo de color oscuro en dicha interfase. Sí la prueba es positiva se observará un anillo oscuro.

Prueba de benedict

Esta prueba sirve para el reconocimiento de azúcares reductores. Se basa en la reducción de Cu^{+2} a Cu^{+1} en medio básico débil. Aunque es similar a la reacción de Fehling, el medio básico débil (NaHCO_3) y el estabilizante (citrato sódico) usados hacen que esta prueba sea más sensible y estable (México, 2014).

Se numeran correctamente los tubos de ensayo. Se añade a cada tubo 1 mL del extracto de *S. samán* preparado previamente. Use también un tubo de ensayo con agua (blanco) para el

respectivo análisis. Se añaden 2 mL del reactivo de Benedict a cada uno de ellos y se mezcla bien. Se calientan en un baño de agua a ebullición durante 3-5 minutos.

Si la reacción es positiva aparece un precipitado rojizo. Sin embargo, de acuerdo con el contenido de azúcares reductores presentes en la disolución se puede estimar el porcentaje de éstos disueltos. La reacción será negativa sí se observa una coloración azul.

Prueba de lugol

Este ensayo sirve para determinar la presencia de polisacáridos. Aquellos sin ramificar forman complejos característicos cuando reaccionan con yodo. Los ramificados también lo hacen, pero los complejos formados tienen menos intensidad de color. Se numeran correctamente los tubos de ensayo. Se añade a cada tubo 1 mL de agua (ensayo blanco) y del extracto de *S. samán* preparado previamente. Se añaden 5 gotas del reactivo de Lugol a cada uno de ellos y se mezcla bien. Los polisacáridos dan color azul y los demás azúcares no presentan ninguna coloración (Jarillo, 2009)

Prueba de selivanoff

Esta prueba es específica para las cetosas. Las cetosas se deshidratan más rápidamente que las aldosas, dando furfurales. Estos se condensan con el resorcinol produciendo un complejo coloreado. Si el tiempo de ebullición se prolonga, puede dar también positivo para otros azúcares. En un tubo de ensayo añadimos, 1 mL reactivo de Selivanoff (resorcinol/HCl), 1 mL de extracto de *S. samán*. Colocar durante 1 minuto en el baño de agua a ebullición. La aparición de un color o un precipitado rojos es indicativa de la presencia de cetosas (Cruz et al, 2014)

3.4.2 Lípidos

Solubilidad

Tome una muestra del extracto de *S. saman* y coloque de 2 a 3 mL en una batería de tubos de ensayo. Rotule los tubos con cada uno de los solventes a probar. Adicione 2 mL de cada solvente. Anote los resultados sobre la solubilidad del aceite en cada solvente, agua, metanol, etanol, acetona, éter, cloroformo (Pinzón Olarte, 2021).

Rancidez hidrolítica

En esta prueba se evaluará comparativamente una muestra de extracto de *S. saman* con una de aceite de comer ya utilizada y quemada, con la finalidad de determinar el grado de rancidez. Se preparan tres tubos de ensayos: 20 mL de etanol absoluto, 15 mL de etanol + 5 mL extracto de *S. saman*, 15 mL etanol + 5 mL aceite rancio. Una vez que tengan las respectivas muestras se llevan a un baño de María, agitando hasta que el agua hierva. Dejar los tubos en reposo y añadir luego 3 gotas de fenoltaleína al 0.1%. Observar la ausencia de color rosado. Determinar el grado de acidez relativa, adicionando a cada tubo con la ayuda de una bureta, una solución de NaOH 0.1N hasta lograr el viraje del indicador. Compare los resultados obtenidos (Merino de la cruz, 2019).

Saponificación

Colocar una cápsula de porcelana sobre una plancha de calentamiento.

Verter sobre la cápsula 2 mL de extracto de *S. saman* y añadir 15 mL de KOH al 10% en etanol. Calentar hasta ebullición y obtener un residuo pastoso sin restos de aceite. Evite las posibles quemaduras. Adicione 10 mL de agua destilada y continúe el calentamiento hasta total desaparición del alcohol. Disuelva el residuo obtenido en 30 mL de agua destilada. Disponga

de dos beaker de 50 mL y en cada uno coloque 25 mL de agua. Luego, a uno de los beaker añadir 2 mL de solución del residuo obtenido y espolvoreé sobre ambos beaker azufre en polvo. Observe los resultados obtenidos (Martínez Castillo, 2017).

Reacción de salkowski

A 1 mL del extracto de *S. saman* se añade 1 mL de H₂SO₄ concentrado, y se mezcla cuidadosamente. La fase clorofórmica adquiere coloración roja, y la sulfúrica amarilla, con fluorescencia verde. Otros esteroides dan diferentes coloraciones (Peña, 2023)

Reacción de Yodo

Ponga en un tubo de ensayo 2 mL de la muestra y agregue 5 gotas de lugol y agite. Esta mezcla debe ser rojiza, como la disolución de yodo. Caliente a la llama y observe que el color va cambiando. Cuando el color inicial ha desaparecido totalmente, deje enfriar y agregue 10 gotas de disolución de almidón. Observe los resultados obtenidos (Aragón Núñez, 2018)

3.4.3. Proteínas

Determinación de las propiedades fisicoquímicas

Rotular cinco tubos de ensayo como 1, 2, 3, 4 y 5, respectivamente. A cada uno colocar 2 g de muestra pulverizada de *S. saman*. Agregar 3 mL de agua destilada a los tubos 1 y 2. Agitar cada tubo. Agregar 3 mL de HCl 0.5 M al tubo 3. Agitar el tubo. Agregar 3 mL de NaOH 0.5 M al tubo 4. Agitar el tubo. Agregar 3 mL de urea 2 M al tubo 5. Agitar el tubo. Incubar los tubos 2, 3, 4 y 5 a 20 °C durante 15 minutos. El tubo 1 deberá incubarse a 70 °C durante 15 minutos.

Luego de la incubación, añadir 3 mL de H₂O₂ 30% a cada tubo de ensayo. Observar los resultados obtenidos.

Prueba de biuret

En un tubo de ensayo. Agregar 2 mL de agua destilada y 2 ml de la muestra de *S. saman* Sellar el tubo con Parafilm y agitar vigorosamente. Agregar 1 mL de NaOH 20% al tubo de ensayo. Agitar el tubo de ensayo. Agregar 1 mL del Reactivo Biuret al tubo de ensayo. Volver a Agitar. Dejar reposar 5-10 minutos. Observar los resultados obtenidos (Vázquez et al, 2014)

3.5. Evaluación efecto prebiótico

Para la evaluación de efecto prebiótico vamos a cultivar cepas bacterianas comerciales en medios con extracto de *S. saman* como fuente de carbono y observar si las cepas crecen en nuestro medio enriquecido con extracto de *S. saman*.

Las cepas utilizadas serán *Bacillus clausii*, *Lactobacillus Sporogenes* las cuales inocularemos en un medio preparado con agar agar y adicionando nuestro extracto de *S. saman* para evaluar si las cepas crecen en este medio, también prepararemos un medio solo con agar agar como nuestro control, una vez que hallamos inoculado las cepas en los medios llevaremos a incubación a 37 °C por 48 horas (Llanos et al, 2021).

Una vez pasada las 48 horas observaremos en nuestras placas si hubo formación de colonias o no para poder evaluar si nuestro extracto de *S. saman* pueda ser validado como un alimento funcional.

Capítulo 4

Resultados y Discusiones

4.1. Pruebas de Carbohidratos

Las pruebas de carbohidratos se realizaron con un extracto acuoso que tenía un Ph de 4.

En la prueba de molish se pudo observar en la superficie la formación de un anillo oscuro el cual nos indica un resultado positivo y confirmando la presencia de carbohidratos.



Figura 3: resultado prueba de molish, tomada por Ayala

Para la prueba de benedict pudimos observar un precipitado de color rojizo que confirmaría la presencia de azúcares reductores dentro de nuestra muestra de *S. saman* de por los menos 3,6 a 4,0 %.

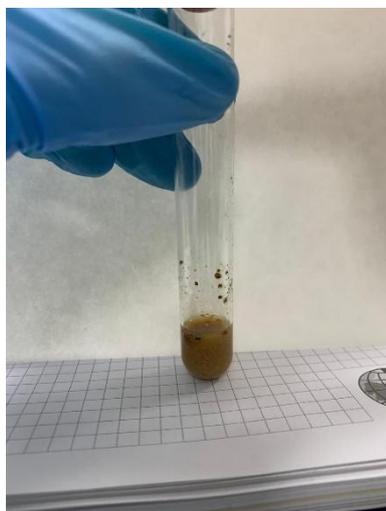


Figura 4: resultado prueba de Benedict, tomada por Ayala

En la prueba de lugol hubo una coloración azul lo que confirma la presencia de polisacáridos en el extracto de *S. saman*.



Figura 5: resultado prueba de lugol, tomada por Ayala

En la prueba de seliwanoff nuestro precipitado tuvo una coloración rojiza dando como resultado positivo y confirmando la presencia de cetosas.

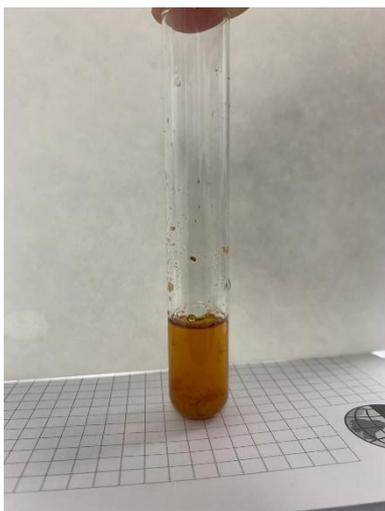


Figura 6: resultado prueba de Seliwanoff, tomada por Ayala

Tabla 2: resultados pruebas de carbohidratos

Prueba	resultado
molish	++
benedict	++
lugol	++
selivanoff	++

Nota. Elaborado por Ayala. (2025)

4.2. Prueba de lípidos

Las pruebas de lípidos se realizaron con la muestra en solvente hexano, que tenía un Ph de 5.

Para la prueba de solubilidad el extracto de *S. saman* resulto ser soluble en solventes hexano, cloroformo, éter, metanol, etanol, pero no en agua.

Tabla 3: resultados prueba de solubilidad

solvente	Extracto lipídico <i>S. saman</i>
agua	No soluble

hexano	soluble
cloroformo	soluble
éter	soluble
Metanol	soluble
etanol	soluble

Nota. Elaborado por Ayala. (2025)

En la prueba de saponificación se formó un sólido amarillo verdoso



Figura 7: resultado prueba de saponificación, tomada por Ayala

Para la prueba de rancidez hidrolítica se realizó una titulación volumétrica empleando Na(OH) 0,05 M como titulante en presencia del indicador fenolftaleína, se partió de una solución sin color y al transcurrir la titulación se tornó de color rosado.

calcularemos el grado de acidez que nos indicara el % de ácidos grasos contenidos en nuestro extracto utilizando la siguiente formula: $\frac{mL NaOH * 0,05N * 28,2}{peso de la muestra}$

Que nos daría como resultado 0,705N, luego calcularemos el índice de acidez que indica que el mg de hidróxido potásico necesario para neutralizar 1 g de materia de grasa: $IA = \% AGL * 1,99$

Que nos daría como resultado 1,40 %.

En la prueba de reconocimiento de colesterol y esteroides o reacción de salkowski resulto en presencia del reactivo ácido sulfúrico resulto una coloración rojo intenso corroborando la presencia de esteroides.

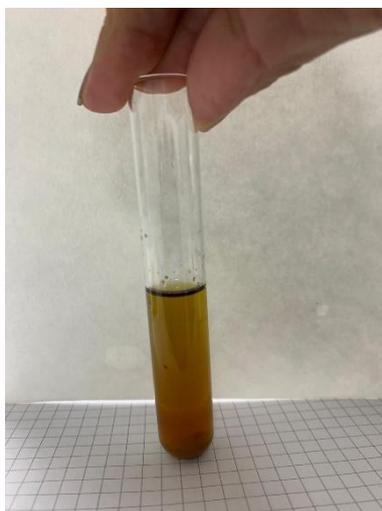


Figura 8: resultado prueba de Salkowski, tomada por Ayala

4.3. Prueba de proteínas

Para la prueba de determinación de propiedades fisicoquímicas se observó turbidez o efervescencia en los tubos de ensayo utilizados.



Figura 9: resultado propiedades fisicoquímicas, tomada por Ayala

En la prueba de biuret nuestro precipitado se tornó de un color purpura por lo que obtuvimos un resultado positivo que conformaría la presencia de proteínas en nuestro extracto de *S. saman*.



Figura 10: resultado prueba de Biuret, tomada por Ayala

4.4. Evaluación crecimiento bacteriano

Luego de haber inoculado las cepas bacterianas *Bacillus clausii*, *Lactobacillus sporogenes* en el agar nutritivo, incubado por 48 horas a 37 C, no se evidencio crecimiento de ninguna colonia bacteriana en ninguna de las cepas en nuestros medios de cultivos suplementado con extracto de *S. saman*.

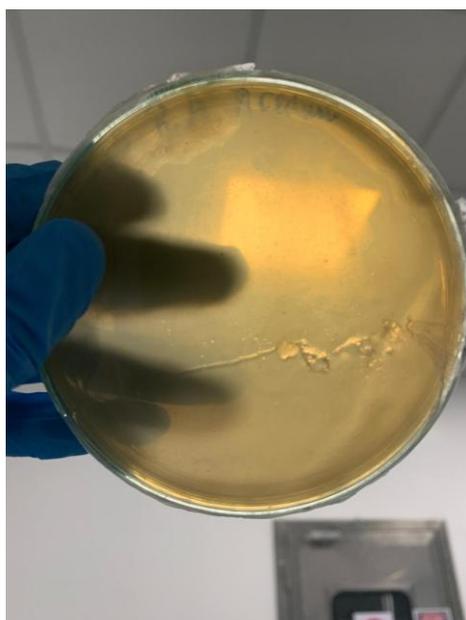


Figura 11: Medio inoculado con *B. clausii*, tomada por Ayala



Figura 12: Medio inoculado con *L. sporogenes*, tomada por Ayala

Capítulo 5

Conclusiones y Recomendaciones

5.1. Conclusiones

Esta investigación reveló la presencia de carbohidratos, lípidos y proteínas del fruto del *S. saman* por medio de las distintas pruebas cualitativas que se realizaron.

Se confirmó la presencia de azúcares reductores mediante las pruebas de molish, benedict, seliwanoff y polisacáridos con Lugol, destacando un alto contenido de carbohidratos, lo que sugiere un potencial como fuente energética. Los lípidos se confirmaron con las pruebas de solubilidad, rancidez hidrolítica, saponificación, salkowski, yodo. Las proteínas realizando las pruebas de biuret y propiedades fisicoquímicas, contribuyendo al valor nutricional siendo factible el uso en la industria alimentaria.

La evaluación del efecto probiótico se utilizó el extracto acuoso de *S. saman* en agar nutritivo con cepas bacterianas *Bacillus clausii* y *Lactobacillus sporogenes* mostrando que las condiciones del medio se mantuvieron constantes, sin evidenciar un incremento en el crecimiento de bacterias prebióticas.

5.2. Recomendaciones

Con base en los análisis y hallazgos realizados, se proponen las siguientes recomendaciones para futuras investigaciones y aplicaciones prácticas en el campo de estudio:

Realizar pruebas cualitativas junto a pruebas cuantitativas, como cromatografía líquida HPLC para azúcares, cromatografías de gases para lípidos, espectrofotometría para proteínas, para un mejor resultado.

Utilizar otras bacterias para realizar la evaluación del efecto prebiótico, como *bifidobacterium* que son ampliamente utilizadas en la industria de alimentos.

Realizar pruebas más específicas para evaluar la capacidad prebiótica del extracto, como la medición de la producción de ácidos grasos de cadena corta (AGCC), que son indicadores del metabolismo bacteriano.

Emplear otros medios de cultivo, de diferentes formulaciones para obtener otros resultados y evaluar el efecto prebiótico.

Referencias Bibliográficas

- Aguirre, P. (2019). Alimentos funcionales entre las nuevas y viejas corporalidades. AIBR: Revista de Antropología Iberoamericana, 14(1), 95-120.
- Amankwah, N. Y. A., Agbenorhevi, J. K., & Rockson, M. A. (2022). Physicochemical and functional properties of wheat-rain tree (*Samanea saman*) pod composite flours. International Journal of Food Properties, 25(1), 1317-1327.
- AOAC International. (2016). Official Methods of Analysis of AOAC International (20th ed.). Association of Official Analytical Chemists.
- Aragón Núñez, L. (2018). Prácticas de Laboratorio para la asignatura de Didáctica del Medio Natural.
- Bacardi-Sarmiento, E. F. (2021). Efectos de los probióticos, prebióticos y simbióticos sobre la microbiota intestinal. EsTuSalud, 3(3), 67.
- Cao, J., Yu, Z., Liu, W., Zhao, J., Zhang, H., Zhai, Q., & Chen, W. (2020). Probiotic characteristics of *Bacillus coagulans* and associated implications for human health and diseases. Journal of Functional Foods, 64, 103643.
- Cruz, L. M. C., & Soler, R. A. M. MANUAL DE MÉTODOS GENERALES PARA DETERMINACIÓN DE CARBOHIDRATOS.
- Delgado, D. C., Hera, R., Cairo, J., & Orta, Y. (2014). *Samanea saman*, árbol multipropósito con potencialidades como alimento alternativo para animales de interés productivo. Revista Cubana de Ciencia Agrícola, 48(3), 205-212.

- de Paula Barbosa, A. (2014). Anti-inflammatory properties and immunoadjuvant activity of *Samanea saman* extract. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 26(9), 818.
- Durr, P. A. (2001). The biology, ecology and agroforestry potential of the raintree, *Samanea saman* (Jacq.) Merr. *Agroforestry systems*, 51, 223-237.
- Estrella, M. E., Vega, K. M., Cavadiana, H. U., & Caicedo, L. T. (2022). Alimentos funcionales la tendencia de consumo del siglo XXI. *Reciena*, 2(1), 10-19.
- Gasaly, N., Riveros, K., & Gotteland, M. (2020). Fitoquímicos: una nueva clase de prebióticos. *Revista chilena de nutrición*, 47(2), 317-327.
- Gaspar, G., & Lucila, M. (2019). Optimización del proceso de extracción de Aceite de Teberinto (*Moringa Oleifera*) mediante Método Soxhlet.
- Garza-Padrón, R. A., Verde-Star, M. J., Morales-Rubio, M. E., Oranday-Cárdenas, A., Rivas-Morales, C., Núñez-González, M. A., & Barrón-González, M. P. (2010). Actividad amebicida, antioxidante y perfil fitoquímico de extractos metanólicos de *Astrophytum myriostigma* obtenidos de cultivo de callo y del cactus silvestre. *Polibotánica*, (30), 111-121.
- Ghelardi, E., Abreu y Abreu, A. T., Marzet, C. B., Álvarez Calatayud, G., Perez III, M., & Moschione Castro, A. P. (2022). Current progress and future perspectives on the use of *Bacillus clausii*. *Microorganisms*, 10(6), 1246
- Gibson, G. R., & Roberfroid, M. B. (1995). Dietary modulation of the human colonic microbiota: Introducing the concept of prebiotics. *Journal of Nutrition*, 125(6), 1401-1412.
<https://doi.org/10.1093/jn/125.6.1401>

Gómez-López, A. (2019). Microbioma, salud y enfermedad: probióticos, prebióticos y simbióticos. *Biomedica*, 39(4), 617-621.

Guarner, F., Sanders, M. E., Eliakim, R., Fedorak, R., Gangl, A., Garisch, J., ... & Salminen, S. (2023). Probióticos y prebióticos. Guías mundiales de la Organización Mundial de Gastroenterología [en línea] [consultado el 25/04/2018]. Disponible en www.worldgastroenterology.org/guidelines/global-guidelines/probiotics-and-prebiotics/probiotics-and-prebiotics-spanish.

Hurtado Ortega, A. F., & Quito Cambisaca, M. A. (2024). Estudio de factibilidad del uso del Saman (*samanea saman*) en la elaboración de una barra de chocolate sucedáneo.

Jacob, J. K. S., Paltiyán, J. C., Aguinaldo, H. M. P., & Campos, R. P. C. (2022). TOXICITY AND ANTIOXIDANT PROPERTIES OF PACIFIC RAIN TREE (*Samanea saman* (Jacq.) Merr.) PODS. *Journal of Applied Biological Sciences*, 16(1), 128-136.

JARILLO, A. M. PRÁCTICAS DE RECONOCIMIENTO DE GLÚCIDOS, LÍPIDOS Y PROTEINAS PARA ALUMNOS DE SECUNDARIA Y BACHILLERATO.

Kumar, V., Sharma, A., & Choudhary, N. (2021). Nutritional and phytochemical composition of underutilized legumes: A review. *Journal of Food Science and Technology*, 58(2), 473-482. <https://doi.org/10.1007/s13197-020-04614-y>

Lafont, J. J., Espitia, A. A., & Caraballo, D. E. (2023). Estudio químico de la madera, aceite y harina de semilla de *Samanea saman* para potenciar su utilización. *Información tecnológica*, 34(2), 65-74.

- Llanos Flórez, L. V., Montes Echeverri, J. C., & Zapata Salazar, V. (2021). Producción de *Bacillus clausii* en diferentes medios de cultivo y estudio de su potencial como probiótico.
- Martínez Castillo, M. L. (2017). Saponificación: una propuesta didáctica para el aprendizaje significativo del concepto de cambio químico (Doctoral dissertation).
- Merino De la Cruz, K. D. (2019). Evaluación sensorial y determinación de rancidez oxidativa de diferentes marcas comerciales de alimentos para caninos.
- MÉXICO, D. (2014). MÉXICO, DF 2014 (Doctoral dissertation, UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO).
- Milián Domínguez, J. C., Ganges Alonso, Y., Pérez Martín, G. M., & Valdés Márquez, H. (2022). Tamizaje fitoquímico y cuantificación de lípidos presentes en el fruto seco de *Samanea saman*. *Revista Centro Agrícola*, 49(1).
- Milián Domínguez, J. C., Iglesias Monroy, O., Valdés Marquez, H., & Sanjudo Ramos, Y. (2017). Estudio fitoquímico integral del *Samanea saman* de la región occidental de Cuba. *Revista cubana de Química*, 29(3), 480-491.
- Mollinedo Patzi, M. A., & Benavides Calderón, G. L. (2014). Carbohidratos. *Revista de Actualización Clínica Investiga*, 41, 2133.
- Monkai, J., Hongsanan, S., Bhat, D. J., Dawoud, T. M., & Lumyong, S. (2023). Integrative taxonomy of novel Diaporthe species associated with medicinal plants in Thailand. *Journal of Fungi*, 9(6), 603.
- Ortiz Lopez, F. M. (2014). *Samanea saman* (jacq.) Merrill MIMOSACEAE.

- PEÑA, V. V. (2023). Facultad de Estudios Superiores Zaragoza Carrera de Biología (Doctoral dissertation, Universidad Nacional Autónoma de México).
- Pinzón Olarte, M. Á. (2021). Optimización de las condiciones de derivatización de ácidos grasos para análisis por GC-MS de lípidos de membrana de *Staphylococcus aureus*.
- Prasad, R. N., Viswanathan, S., Devi, J. R., Nayak, V., Swetha, V. C., Archana, B. R., ... & Rajkumar, J. (2008). Preliminary phytochemical screening and antimicrobial activity of *Samanea saman*. *Journal of Medicinal Plants Research*, 2(10), 268-270.
- Quesada, D., & Gómez, G. (2019). ¿Proteínas de origen vegetal o de origen animal?: Una mirada a su impacto sobre la salud y el medio ambiente. *Revista de nutrición clínica y metabolismo*, 2(1), 79-86.
- Ronzón, Y. C., Lozano, M. H., Sánchez, M. M. F. O., Medina, A. S., Ojeda, M. G. A. S., & Luna, A. V. MANUAL DE LABORATORIO DE BIOQUÍMICA
- Seguí, M. (2011). Estructura y propiedades de las proteínas.
- Sekhar, S. C., Karuppasamy, K., Kumar, M. V., Bijulal, D., Vedaraman, N., & Sathyamurthy, R. (2021). Rain tree (*Samanea saman*) seed oil: solvent extraction, optimization and characterization. *Journal of Bioresources and Bioproducts*, 6(3), 254-265.
- Shanmugam Vinodhini, S. V., & Rajeswari, V. D. (2019). Exploring the antidiabetic and anti-obesity properties of *Samanea saman* through in vitro and in vivo approaches.
- Souza, M. A., & Fernandes, D. C. (2018). Phytochemical properties and functional potential of tropical fruits. *Food Research International*, 112, 129-139. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.06.045>
- Velásquez, D. M. D., Mayor, A. T. U., Nava,

J. A. A., & Mucúa, A. L. V. (2021). Los lípidos y sus generalidades (pp. 17-50). Universidad Santiago de Cali.

Staples, G. W., & Elevitch, C. R. (2006). *Samanea saman* (rain tree). Species profile for Pacific Island agroforestry.

Sur, K., Kispotta, A., Kashyap, K., Das, A. K., Dutta, J., Hait, M., ... & Akitsu, T. (2023). Physicochemical, Phytochemical and Pharmacognostic Examination of *Samanea saman*. ES Food & Agroforestry, 14, 1011.

Vázquez-Jorge, Y. G., Guerra-Molina, L., Quintana-Tamayo, J. F., Ramírez-Arzuaga, J., Fernando-Ballester, R., & Vázquez-Jorge, Y. (2014). Caracterización físico-química y contenido de proteínas de extractos fluidos del ostión de mangle (Crassostreirizophorae). Revista Cubana de Química, 26(1), 66-74.

Vinodhini, S. (2018). Review on ethnomedical uses, pharmacological activity and phytochemical constituents of *Samanea saman* (jacq.) Merr. rain tree. Pharmacognosy Journal, 10(2).

Vinodhini, S., & Rajeswari, V. D. (2019). Exploring the antidiabetic and anti-obesity properties of *Samanea saman* through in vitro and in vivo approaches. Journal of cellular biochemistry, 120(2), 1539-1549.

Vozzo, J. A. (2010). Manual de semillas de árboles tropicales. Departamento de Agricultura de Los Estados Unidos-Servicio Forestal, 894.

Zheng, J., Zhou, Y., Li, S., et al. (2017). Effects of bioactive compounds in functional foods on human health. Food & Function, 8(2), 567-573.

<https://doi.org/10.1039/C6FO01986H>

Anexos

Anexo 1. Equipos empleados en el proceso experimental de caracterización de compuestos bioactivos de *S. saman*.

Equipo	Marca
Incubadora	Lab-Line TM
Estufa	Memmert TM
Rotavapor	Heildoph TM
Refrigeradora	
Plancha calefactora	Mtops TM
Cabina de Flujo Laminar	LabConco TM
Balanza analítica	JY TM
Autoclave	

Nota. Elaborado por los autores (2025)

Anexo 2. Reactivos empleados en el proceso experimental de caracterización de compuestos bioactivos

Reactivos	Fórmula
Metanol	CH ₃ OH
Cloroformo	CHCl ₃
Hexano	C ₆ H ₁₄
Molish	C ₁₀ H ₈ O
benedict	CuSO ₄ - Na(OH)

Biuret	$C_2H_5N_3O_2$
Fenolftaleína	$C_{20}H_{14}O_4$
Hidróxido de sodio al 0,05 M	Na(OH)
Seliwanoff	$C_6H_4(OH)_2 \cdot H_2SO_4$
Ácido sulfúrico	H_2SO_4

Nota. Elaborado por los autores (2024)

Anexo 3. *Medio de cultivos utilizados para cultivo de cepas*

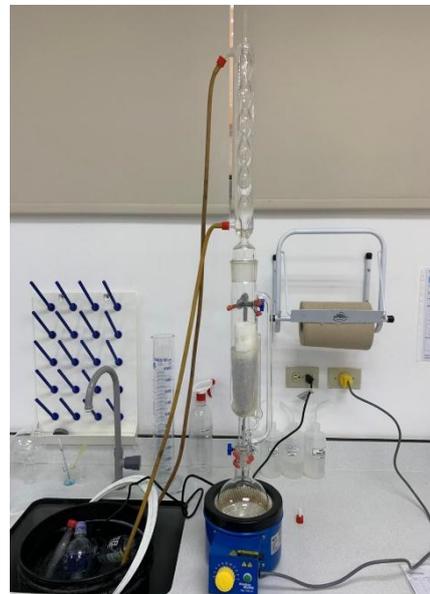
Medio de cultivo	Casa comercial
Agar Agar	Titan Media TM

Nota. Elaborado por los autores (2025)

Anexo 4. Secado y molienda del fruto de *Samanea saman*



Anexo 5. Extracción soxhlet



Anexo 6. Extracción de solvente



Anexo 7. Preparación de medio

