

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

FORMULACIÓN DE UN YOGURT A BASE DE SOYA (*Glycine Max*) CON ADICIÓN DE PULPA DE GUANÁBANA (*Annona Muricata*)

**POR:
DENNISE VALERIA VELASQUEZ AMADOR**

TESIS



CATACAMAS

OLANCHO

NOVIEMBRE, 2025

FORMULACIÓN DE UN YOGUR A BASE DE SOYA (*Glycine Max*) CON ADICIÓN DE PULPA DE GUANÁBANA (*Annona Muricata*)

POR:

DENNISE VALERIA VELASQUEZ AMADOR

EMERSON JOSUE MARTINEZ JIMENEZ PhD.

Asesor principal

TESIS

**PRESENTADO A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA
COMO REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO EN TECNOLOGÍA ALIMENTARIA**

CATACAMAS

OLANCHO

NOVIEMBRE, 2025

ACTA DE SUSTENTACIÓN

DEDICATORIA

A Dios, por ser la luz que ha guiado cada uno de mis pasos y la fortaleza que sostuvo mi espíritu en los momentos de cansancio e incertidumbre. Gracias por darme sabiduría cuando mis fuerzas no alcanzaban, por abrir caminos donde no veía salida y por regalarme la paz que sólo tú puedes dar. Este logro es testimonio de tu fidelidad, de tu amor infinito y de las bendiciones que derramas sobre mi vida cada día.

“A Ti sea la gloria, hoy y siempre”.

A mi madre; Suyapa Araceli Amador por su amor incondicional, su ejemplo de esfuerzo y su fe constante en mí. Gracias por sus sacrificios, sus palabras de aliento y por enseñarme que los sueños se alcanzan con trabajo, perseverancia y humildad. Este trabajo también es suyo, porque cada paso que doy está sostenido por su entrega, sus oraciones y su ejemplo. Con todo mi corazón, gracias, mamá. ❤️

“No temas porque yo estoy contigo; no desmayes, porque yo soy tu Dios que te fortalezco; siempre te ayudare; siempre te sostendré con la diestra de mi justicia”.

-Isaías 40:10

AGRADECIMIENTOS

A Dios, fuente de sabiduría y fortaleza, por haberme permitido culminar esta etapa tan importante de mi vida. A Él le agradezco por darme la salud, la perseverancia y la claridad necesaria para enfrentar los desafíos que surgieron a lo largo de este proceso. Su guía constante fue el impulso que me permitió mantener la fe y la esperanza incluso en los momentos más difíciles.

A mi familia, pilar fundamental de mi vida, por su amor incondicional, apoyo y comprensión en cada paso del camino. A mis padres, por enseñarme el valor del esfuerzo, la honestidad y la responsabilidad; por creer siempre en mis capacidades y motivarme a seguir adelante sin importar las circunstancias. A mis hermanos, por ser compañía y ejemplo de superación, y por brindarme palabras de aliento cuando más las necesité. Cada logro alcanzado es también de ustedes, porque sin su respaldo nada de esto habría sido posible.

A mis asesores, quienes con su experiencia, paciencia y dedicación me brindaron la orientación necesaria para la correcta realización de este trabajo. Sus enseñanzas no solo contribuyeron al desarrollo académico de esta investigación, sino también a mi crecimiento profesional y personal. Agradezco profundamente el tiempo, la disposición y el compromiso que demostraron en cada revisión, aportando valiosas sugerencias que enriquecieron los resultados de este estudio.

A mis amigas, quienes estuvieron presentes durante todo este proceso, compartiendo conmigo largas jornadas de estudio, momentos de alegría y también de cansancio. Gracias por su compañía, por hacer de esta etapa universitaria una experiencia más llevadera y llena de recuerdos inolvidables, love'u.

CONTENIDO

	Pág.
ACTA DE SUSTENTACIÓN.....	I
DEDICATORIA.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE TABLAS	VII
LISTA DE FIGURAS	VIII
LISTA DE ANEXOS.....	IX
RESUMEN	X
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVOS	2
2.1. General:.....	2
2.2. Específicos:	2
III. REVISIÓN DE LITERATURA	3
3.1. Inseguridad alimentaria	3
3.2. Objetivos de desarrollo sostenible.....	3
3.2.1. Hambre cero	4
3.2.2. Salud y bienestar.....	4
3.3. Generalidades de la soya	4
3.3.1. Consumo de soya.....	5
3.3.2. Composición nutricional de la soya	5
3.3.3. Compuestos bioactivos en la soya.....	6
3.3.4. Leche de soya	6

3.3.5.	Efecto de la bebida vegetal de soya sobre la salud humana	7
3.4.	Consumo de leche bovina y su relación con enfermedades	7
3.5.	Generalidades de la Guanábana.....	8
3.5.1.	Composición nutricional de la guanábana.....	9
3.5.2.	Efecto de la guanábana en la salud humana	9
3.5.3.	Compuestos bioactivos en la Guanábana	10
3.6.	Fermentación	11
3.7.	Probióticos.....	11
3.7.1.	Beneficios de los probióticos.....	11
3.7.2.	Bebidas probióticas	12
3.7.3.	Bacterias ácido lácticas (BAL).....	12
3.8.	Microbiota intestinal.....	13
IV.	MATERIALES Y METODOS.....	14
4.1.	Ubicación de la investigación.....	14
4.2.	Materiales y equipos.....	14
4.3.	Recolección de la Materia prima	15
4.4.	Selección de la materia prima.....	15
4.5.	Extracción de la pulpa de guanábana	16
4.6.	Obtención de la leche de soya	16
4.7.	Formulaciones de la bebida	17
4.8.	Inoculación de la bacteria ácido láctica en la bebida.....	18
4.9.	Evaluación de variables de respuesta	18
4.10.	Análisis Fisicoquímicos.....	19
4.10.1.	Grados Brix	19
4.10.2.	Acidez titulable.....	19

4.10.3.	pH	20
4.11.	Evaluación sensorial	20
4.12.	Análisis microbiológicos	21
4.12.1.	Viabilidad probiótica	21
4.12.2.	Detección de <i>Escherichia coli</i>	22
4.13.	Diseño experimental	22
V.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	23
5.1.	Análisis fisicoquímicos	23
5.1.1.	Comportamiento de ° Brix.....	23
5.1.2.	Evaluación de pH.....	24
5.1.3.	Acidez titulable.....	24
5.2.	Análisis Microbiológicos.....	25
5.2.1.	Viabilidad de bacterias ácido lácticas	26
5.2.2.	Recuento y detección <i>E. Coli</i>	26
5.3.	Evaluación sensorial	27
5.3.1.	Índice de Aceptabilidad	28
VI.	CONCLUSIONES	30
VII.	RECOMENDACIONES	31
VIII.	BIBLIOGRAFÍAS.....	32
ANEXOS		39

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1: Taxonomía de la guanábana.	8
Tabla 2: Materiales y equipos	14
Tabla 3: Tratamientos	17
Tabla 4: Formulaciones del yogurt a base de soya	18
Tabla 5: Variables dependientes e independientes	18
Tabla 6: Concentración de sólidos solubles totales (°Brix)	23
Tabla 7: Viabilidad de BAL	26
Tabla 8: Detección de <i>Escherichia coli</i>	27

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1: Ubicación de la investigación.	14
Figura 2: Flujograma de proceso de la extracción de la leche de soya.	17
Figura 3: Evaluación de pH durante el almacenamiento.....	24
Figura 4: Medición de acidez titulable durante el almacenamiento.....	25
Figura 5: Evaluación sensorial.	27
Figura 6: Índice de aceptabilidad.	28

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1: Extracción de la leche de soya.	39
Anexo 2: Elaboración del yogurt	39
Anexo 3: Medición de acidez titulable del yogurt.	39
Anexo 4: Medición de pH en las muestras del yogurt.	40
Anexo 5: Medición de grados brix en el yogurt.....	40
Anexo 6: Análisis de viabilidad de bacterias acido lácticas.	40
Anexo 7: Análisis de Escherichia coli.	41
Anexo 8: Aplicación de evaluación sensorial a panelistas.....	41
Anexo 9: Formato utilizado para la evaluación sensorial.	42

RESUMEN

El consumo global de bebidas vegetales ha aumentado, siendo las bebidas a base de soya una de las más solicitadas como sustitutos de la leche bovina, para abordar problemas como intolerancia a la lactosa, alergia a las proteínas presentes en la leche bovina. Este trabajo tuvo como objetivo formular un yogurt a base de soya con adición de pulpa de guanábana. Se llevaron a cabo cuatro formulaciones para determinar la concentración óptima de pulpa de guanábana (0,5,10 y 15%) se evaluaron parámetros fisicoquímicos (pH, acidez titulable, °Brix) microbiológicos (viabilidad de BAL) se evaluaron por triplicado durante el almacenamiento en los días 0,7,14 y 21 días, además se hizo un análisis de *E.coli* en los días 0 y 21. Se realizó una evaluación sensorial con 50 panelistas, para analizar los resultados se utilizó Diseño bifactorial para los análisis fisicoquímicos y microbiológicos y un diseño completamente aleatorizado para evaluación sensorial con medias de Tukey. Los resultados mostraron que el pH disminuyó progresivamente durante el almacenamiento, siendo menor en los tratamientos con 10 % y 15 % de pulpa, mientras que la acidez titulable aumentó de forma inversa, alcanzando su punto máximo al día 21 en el T4. Los sólidos solubles (°Brix) fueron mayores en los tratamientos con mayor cantidad de pulpa debido al aporte natural de azúcares de la fruta, estabilizándose en los días 14 y 21 del almacenamiento. Hubo ausencia en la detección de *E.coli*, por otro lado, la viabilidad de BAL se mantuvo elevada en todos los tratamientos, superando 8.7 log UFC/mL, lo que confirma la estabilidad microbiológica. El T4 obtuvo los mayores valores en sabor y olor, sin embargo, ninguno alcanzó el 70% en el índice de aceptabilidad. En conclusión, El yogurt de soya con pulpa de guanábana mostró buena estabilidad fisicoquímica y microbiológica durante el almacenamiento. La acidez y la viabilidad de BAL permanecieron en niveles adecuados, y el tratamiento con mayor concentración de guanábana fue el más destacado sensorialmente.

Palabras claves: Bebidas vegetales, fermentación, viabilidad.

I. INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, el consumo de bebidas vegetales ha crecido notablemente, destacando las elaboradas con soya por su alto contenido proteico, perfil de aminoácidos y propiedades funcionales, siendo las más demandadas en Norteamérica, seguidas por Latinoamérica, Europa y Asia. Estas bebidas se popularizan como alternativa a la leche bovina por su tolerancia en personas con alergias o intolerancia a la lactosa (Vázquez-Frias et al. 2020). La fermentación de la leche de soya permite obtener yogures con probióticos beneficiosos para la salud intestinal, mejor sabor y mayor valor nutricional, gracias a sus compuestos antioxidantes y bioactivos (Marcus, 2013; He y Chen, 2013).

La guanábana (*Annona muricata*) es una fruta tropical ampliamente cultivada en América Latina, reconocida por su sabor agradable, su alto contenido de vitamina C, fibra y compuestos antioxidantes, así como por su potencial funcional en la industria alimentaria. La incorporación de pulpa de guanábana en productos fermentados como el yogurt de soya no solo contribuye al mejoramiento del perfil sensorial, sino también al aumento del valor nutricional y funcional del producto final (George et al. 2015).

La presente investigación se enfocó en la formulación de un yogurt a base de soya con adición de pulpa de guanábana en diferentes concentraciones, mediante la caracterización fisicoquímica, microbiológica y sensorial durante un periodo de almacenamiento de 21 días y así determinar la concentración óptima de pulpa que proporcione las mejores características de calidad y aceptación en el yogurt a base de soya.

II. OBJETIVOS

2.1. General:

Formular un yogurt a base de soya con adición de pulpa de guanábana como alternativa vegetal.

2.2. Específicos:

- Evaluar los parámetros fisicoquímicos pH, acidez, y ° Brix del yogurt durante el almacenamiento.
- Monitorear la viabilidad de los inóculos en el yogur durante el almacenamiento a través de recuento en placa.
- Determinar mediante evaluación sensorial la concentración óptima de pulpa de guanábana con mayor aceptabilidad en los atributos sensoriales.

III. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1. Inseguridad alimentaria

La inseguridad alimentaria es uno de los principales desafíos del siglo XXI, y está estrechamente relacionada con el acceso, disponibilidad y utilización adecuada de alimentos. Se define como la falta de acceso regular a una cantidad suficiente de alimentos inocuos y nutritivos para llevar una vida activa y saludable. Según las Naciones Unidas, se estima que cerca de 735 millones de personas padecieron hambre en 2022, lo que representa un retroceso en los avances globales hacia la seguridad alimentaria. América Latina y el Caribe no están exentos de esta realidad, con cifras preocupantes de malnutrición, tanto por déficit de hambre y desnutrición (FAO 2023).

3.2. Objetivos de desarrollo sostenible

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible establecen una agenda global que exige un modelo de desarrollo económico, social y ambiental sostenible. Esta agenda incluye 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), 169 metas y 232 indicadores, centrados en las personas, el planeta, la prosperidad, la paz y las alianzas. El desarrollo de la ciencia está relacionado con el progreso de los ODS, lo que permite la integración de perspectivas multidisciplinarias bajo un mismo enfoque científico. Los ODS son una herramienta útil para los responsables de políticas públicas que necesitan información de calidad para orientar estrategias, cerrar brechas y crear oportunidades de desarrollo (Organización de las Naciones Unidas (ONU) 2015).

3.2.1. Hambre cero

El ODS 2 busca erradicar el hambre y garantizar el acceso de todas las personas, en particular las más vulnerables, a una alimentación sana, nutritiva y suficiente durante todo el año. Además, promueve la mejora de la nutrición y la promoción de la agricultura sostenible. Según el Informe sobre los ODS, se estima que 281 millones de personas padecieron hambre aguda en el mundo en 2023, y 148 millones de menores de 5 años sufrieron de retraso en el crecimiento. Globalmente, casi la mitad de las muertes en niños menores de 5 años son causadas por desnutrición (Organización de las Naciones Unidas (ONU) 2015).

3.2.2. Salud y bienestar

El ODS 3 llamado salud y bienestar tiene como objetivo garantizar una vida sana y promover el bienestar para todos en todas las edades. Esto incluye la reducción de la mortalidad materna e infantil, la lucha contra las enfermedades transmisibles y no transmisibles, y la promoción de la salud mental y el bienestar. Para lograr el desarrollo sostenible es fundamental garantizar una vida saludable y promover el bienestar para todos a cualquier edad Sin embargo, se necesitan muchas más iniciativas para erradicar por completo una amplia gama de enfermedades y hacer frente a numerosas y variadas cuestiones persistentes y emergentes relativas a la salud (Organización de las Naciones Unidas (ONU) 2015).

3.3. Generalidades de la soya

La soya, (*Glicine max*), es una planta de origen asiático perteneciente a la familia Fabaceae. Los productores mundiales de soya son EE. UU., Brasil, Argentina, China e India con volúmenes de producción mundial de 35%, 28%, 17%, 4% y 3%, respectivamente. En la industria de la soya, después de la extracción del aceite, una fracción consistente se utiliza para la producción de forraje para el ganado. Italia es el país europeo con la mayor producción de soya, con 933.140 toneladas por año. La soya y los alimentos a base de soya son soluciones

nutricionales comunes para vegetarianos, debido a su alto contenido proteico y su versatilidad en la producción de sustitutos de la carne y la leche. (Rizzo y Baroni, 2018).

3.3.1. Consumo de soya

Históricamente, los principales consumidores de soya a nivel mundial se identifican en las poblaciones asiáticas. El gran consumo en las regiones asiáticas se basa en diversos alimentos tradicionales asiáticos que utilizan la soya como ingrediente principal. Sin embargo, en la última década, el consumo de alimentos de soya en los países occidentales ha aumentado con el aumento del estilo de vida vegetariano. Los gramos totales, la ingesta de proteína de soya o isoflavona de soya se pueden utilizar como índices del consumo de soya. Se ha informado de una ingesta de 100.6 g por día, 8.7 g por día y 39.6 mg por día de soya, proteína de soya e isoflavonas, respectivamente, entre mujeres chinas de Shanghái. (Natarajan et al. 2013).

3.3.2. Composición nutricional de la soya

La soya puede proporcionar un aporte abundante y económico de proteínas y calorías. Su proteína es la mejor disponible de origen vegetal (Chou y Hou, 2000). La composición de macronutrientes de la soya difiere marcadamente de la de otras legumbres, ya que es mucho más alta en grasas, moderadamente más alta en proteínas y mucho más baja en carbohidratos (Messina, 2016). La soya es una fuente de proteína que posee la mayoría de los aminoácidos esenciales de origen vegetal. Es rica en lípidos e hidratos de carbono, aportando ácidos grasos poliinsaturados y fibra.. Adicionalmente, contiene ácido fólico y otras vitaminas del complejo B, así como minerales, entre los que destacan calcio, hierro, zinc, fósforo y magnesio (Qin et al. 2022).

La soya es una fuente vegetal altamente nutritiva debido a su elevado contenido de proteínas, que oscila entre 35 y 40%, compuestas principalmente por globulinas como la β -conglucina (7S) y la glicina (11S). Estas proteínas aportan todos los aminoácidos esenciales, aunque con niveles menores de metionina respecto a las proteínas de origen animal. Asimismo, la

soya contiene entre 18 y 20% de grasas, predominando los ácidos grasos poliinsaturados, especialmente el linoleico (omega-6) y el alfa-linolénico (omega-3), componentes asociados con beneficios para la salud cardiovascular por su capacidad de contribuir al control del colesterol en sangre. (Messina, 2016).

Los carbohidratos de la soya representan alrededor del 30 % de su peso seco, aunque una parte significativa corresponde a oligosacáridos no digeribles como la rafinosa y la estaquiosa, los cuales actúan como prebióticos, promoviendo el crecimiento de bacterias beneficiosas en el intestino (Crane, 2001).

3.3.3. Compuestos bioactivos en la soya

La soya tiene el mayor contenido de isoflavonas, lo que ha demostrado tener posibles efectos beneficiosos para la salud. El contenido de fibra de la soya son principalmente polisacáridos pécticos, un tipo de fibra vegetal bien fermentable por el microbiota intestinal. También hay péptidos, como la lunasina (un péptido de 43 aminoácidos) y Bowman-Birk (un péptido de 71 aminoácidos) que son inhibidores de la proteasa con influencia negativa en la digestión de proteínas. Los oligosacáridos de soya se han propuesto como prebióticos o alternativas al azúcar. La soya contiene una amplia gama de fitoquímicos como el ácido fítico (1.0-2.2%), esteroides (0.23-0.46%) con un alto potencial para la salud humana (Rizzo y Baroni, 2018).

3.3.4. Leche de soya

Las bebidas vegetales de soya son consideradas seguras y pueden enriquecer la dieta variada de los consumidores. Pueden ser ingeridas por personas adultas y niños mayores de dos años con alergia a las proteínas de la leche de vaca o intolerancia a la lactosa (Vázquez-Frias et al. 2020).

3.3.5. Efecto de la bebida vegetal de soya sobre la salud humana

Las bebidas vegetales de soya constituyen una alternativa dentro de la dieta habitual. Sin embargo, existe la preocupación de potenciales efectos en la salud reproductiva de la mujer por mecanismos de disrupción endócrina. Los estudios en adultos indican que la soya tiene un mínimo incremento de tiotropina en personas con antecedente hipotiroidismo subclínico. El impacto de alimentos basados en soya sobre el microbiota intestinal parece ser favorable para su diversidad, particularmente al consumir productos fermentados. La bebida de soya se considera un sustituto adecuado de la leche, especialmente para veganos, personas con intolerancia a la lactosa y alergias a la proteína de la leche (Bailón-Uriza et al. 2023).

.

3.4. Consumo de leche bovina y su relación con enfermedades

La leche y los productos lácteos de vaca tienen una larga tradición en la alimentación humana. En las sociedades occidentales, el consumo de leche ha disminuido durante las últimas décadas. Esta tendencia puede explicarse, en parte, por los supuestos efectos negativos para la salud que se le atribuyen a la leche y sus derivados. Estas críticas surgen, sobre todo, porque la grasa de la leche contiene una alta proporción de ácidos grasos saturados, que se cree contribuyen a las enfermedades cardíacas, el aumento de peso y la obesidad (Haug et al. 2007).

La mayoría de las proteínas de la leche, incluso las presentes en bajas concentraciones, son alérgenos potenciales. Una persona puede ser alérgica a la caseína, a las proteínas del suero o a ambas. Se ha especulado sobre si las proteínas de la leche podrían tener un papel en el trastorno por déficit de atención e hiperactividad (TDAH), el autismo, la depresión y, en algunos casos, la esquizofrenia. La leche es un alimento complejo compuesto por diversos componentes, los cuales, por sí mismos, pueden tener efectos tanto negativos como positivos para la salud. Su composición puede modificarse mediante la alimentación (García et al. 2019).

3.5. Generalidades de la Guanábana

La guanábana (*Annona muricata* L.) es una especie natural de las Américas tropicales, más comúnmente encontrada en las islas del Caribe. Pertenece a la familia Annonaceae y como otros frutos del género *Annona* es un sincarpo formado por la coalescencia de pistilos y receptáculos en una gran estructura pulposa (Berumen-Varela et al. 2019). Originario de Centroamérica, se cultiva en muchas regiones tropicales y subtropicales, incluyendo partes de Sudamérica, África, Asia y Australia (Berumen-Varela et al. 2019). Esta pertenece a la familia de los árboles de chirimoya llamados Annonaceae, y se le llama graviola, chirimoya, guanábana y papaya brasileña (Okorie et al. 2025). En la tabla 2 se describe la clasificación taxonómica

Tabla 1: Taxonomía de la guanábana.

Clasificación	Descripción
Reino	Plantae
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Orden	Magnoliales
Familia	Annonaceae
Genero	Annona
Especie	<i>Annona Muricata</i> L.

(Martínez-Moreno et al. 2020).

De todas las anonas la guanábana es la mayor pudiendo alcanzar hasta dos kilos de peso. Tiene la forma de riñón, y se halla recubierta de suaves púas. La *Annona muricata* "guanábana" es una fruta aromática y agri dulce (14-20 °Brix y 0.8-1 % de ácido málico) tiene pulpa blanca cremosa y jugosa y de sabor agri dulce, las semillas de color negro lustroso o castaño con hojas gruesas y siempre verdes, de amplia distribución y en la cual se han encontrado diferentes acetogeninas con diferentes actividades biológicas presentes en

frutos, corteza y hojas. Suele consumirse, fresca, en jugo, helados, cremoladas y confituras, la guanábana es astringente, colagoga y digestiva (Leiva González, 2018).

En América Latina, la guanábana es popular en México, América Central, Cuba y varios países de América del Sur. México, Venezuela y Brasil son los principales países productores. También se cultiva en Sri Lanka, China y Polinesia. En los EE. UU., se cultiva en el sur de Florida y Puerto Rico. Además, la guanábana se considera la fruta más deliciosa del género *Annona*, y es apta tanto para el procesamiento industrial como para la comercialización. La pulpa procesada puede conservarse mediante pasteurización o congelación (Jiménez et al. 2014). Proporciona una excelente estabilidad microbiana y enzimática y extiende la vida útil de los alimentos (Martínez-Moreno et al. 2020).

3.5.1. Composición nutricional de la guanábana

La guanábana (*Annona muricata L.*) es una fruta tropical con un perfil nutricional equilibrado y beneficioso para la salud. El 81.0% de su composición corresponde a agua, lo que la convierte en una fruta altamente hidratante (Rajendran 2020).

En cuanto a los macronutrientes, el 16.8% corresponde a carbohidratos, siendo estos el principal aporte energético; la proteína representa el 1.0%, mientras que las grasas constituyen apenas el 0.3%, lo que refleja su bajo contenido lipídico. Asimismo, la fibra dietética está presente en un 1.5%, favoreciendo la digestión y el tránsito intestinal. Respecto a los micronutrientes contiene calcio, hierro y fósforo, aunque se encuentran en menores proporciones, son importantes por su valor biológico. Además, la guanábana contiene vitamina C, así como pequeñas cantidades de tiamina, riboflavina y niacina, que contribuyen al metabolismo energético y al mantenimiento del sistema nervioso (INCAP 2007).

3.5.2. Efecto de la guanábana en la salud humana

La guanábana (*Annona muricata* L) es una planta perteneciente a la familia Annonaceae que se ha utilizado ampliamente a nivel mundial como medicina tradicional para diversas enfermedades (Fauziati et al. 2022). La guanábana (*Annona muricata* L) es un fruto que ha presentado diferentes beneficios a la salud humana. Se han empleado diversas porciones de la planta en medicina tradicional para disminución de inflamación, fiebre, tos y asma. El fruto promueve cierta actividad anti-hiperglucemiante y adelgazante en el organismo; adicionalmente se ha empleado como remedio anticancerígeno (Sosa Crespo et al. 2022).

La *A. muricata* se ha utilizado ampliamente para tratar diversos trastornos, como infecciones parasitarias, inflamación, diabetes y cáncer. Todas las partes de *la A. muricata* se utilizan en la medicina tradicional de las personas que viven en zonas tropicales, y las hojas, la corteza del tallo, las raíces y las semillas se utilizan principalmente como ingredientes medicinales. Las hojas de *A. muricata* se utilizan para tratar dolores de cabeza, insomnio, cistitis y cáncer; las semillas, para tratar infecciones parasitarias; y el fruto, para tratar la diarrea y la neuralgia, eliminar lombrices y parásitos, aumentar la producción de leche en mujeres lactantes y reducir la fiebre (Fauziati et al. 2022).

Su corteza y semillas tienen actividad antidiarreica y la planta es neurotóxica. En un estudio reciente, se ha demostrado que los extractos hidroalcohólicos de hojas de *A. muricata* redujeron la dopamina y la norepinefrina estriatales, proporcionando efectos sedantes-hipnóticos (Okorie et al. 2025).

3.5.3. Compuestos bioactivos en la Guanábana

Según estudios e investigaciones se han encontrado alrededor de doscientos doce compuestos bioactivos presentes en el fruto, hojas, semillas, corteza de la guanábana. Los compuestos dominantes son acetogeninas, seguidas de alcaloides, taninos, Epomurinininas A, fenoles y otros compuestos. Las hojas y las semillas son los principales órganos de las plantas probadas, posiblemente porque se usan tradicionalmente (Coria-Téllez et al. 2018).

3.6. Fermentación

La fermentación es un proceso biológico en el que microorganismos como levaduras, mohos y bacterias transforman materiales orgánicos en diversos productos debido a la acción de enzimas (Fernández-Huazo et al. 2024). Durante el proceso de fermentación, se liberan sustancias activas beneficiosas para la salud, mediante procesos metabólicos de microorganismos. El aroma y sabor característicos de los alimentos de soya fermentados son generados parcialmente por bacterias del ácido láctico mejorando la digestibilidad, perfil volátil, eliminando los carbohidratos no digeribles lo que permite aumentar la vida útil y las cualidades nutricionales de las bebidas (Ścieszka et al. 2021; Li et al. 2014).

3.7. Probióticos

El uso de probióticos no es algo nuevo, su historia data desde la antigüedad por egipcios y culturas orientales con la fermentación de la leche. En 1965, el término “probiótico” fue empleado por primera vez por Lilley y Stillwell, quienes lo describieron como sustancias secretadas por microorganismos que estimulan el crecimiento de otros (López et al. 2023). Los probióticos se definen como "microorganismos vivos que, administrados en cantidades adecuadas, proporcionan un beneficio para la salud del huésped" (Champagne et al. 2009).

3.7.1. Beneficios de los probióticos

Los probióticos, células vivas con diferentes características beneficiosas, han sido ampliamente estudiados y explorados comercialmente en muchos productos diferentes en el mundo. Sus beneficios para la salud humana y animal han sido comprobados en cientos de investigaciones científicas. Algunas de las cepas probióticas identificadas exhiben poderosas propiedades antiinflamatorias, antialérgicas (Soccol et al. 2010).

El científico ruso Elie Metchnikov sugirió que las bacterias ácido lácticas podrían reducir el pH en el colon, a través de la fermentación de la lactosa, inhibiendo el crecimiento de las

bacterias proteolíticas, por lo que consideró que la ingesta de productos de consumo diario como la leche fermentada eran benéficos para la salud humana. Además, los probióticos han sido probados como terapia de erradicación de *Helicobacter pylori*. Asimismo, han sido empleados en la prevención de enfermedades gastrointestinales, entre las que destaca la inflamación del íleon, la diarrea infecciosa, el síndrome del intestino irritable y la enfermedad por *Clostridium difficile* (López et al. 2023).

3.7.2. Bebidas probióticas

Las bebidas con probióticos se posicionan como el producto lácteo de mayor expansión en Europa. La información indica que el mercado global de alimentos funcionales probióticos ha experimentado un aumento del 19% en años recientes. De acuerdo con la moda en productos lácteos, se han introducido nuevos productos con probióticos, en particular bebidas de frutas y cereales (Champagne et al. 2009).

La soya también es vista como un buen sustrato para alimentos funcionales, dado que la fermentación por probióticos puede disminuir los niveles de ciertos carbohidratos que pueden causar la generación de gases en el sistema intestinal, incrementar los niveles de isoflavonas libres y promover modificaciones beneficiosas en las poblaciones bacterianas del sistema digestivo y propiciar transformaciones positivas en las poblaciones de bacterias del tracto gastrointestinal (Champagne et al. 2009).

3.7.3. Bacterias ácido lácticas (BAL)

Las bacterias lácticas (BAL) desempeñan un papel importante en la industria alimentaria, ya que los ácidos orgánicos, como el láctico y el acético, producidos por estas bacterias pueden actuar como conservantes naturales y potenciadores del sabor. Las BAL gozan de una creciente aceptación como probióticos, que ayudan a estimular la respuesta inmunitaria del huésped, poseen actividad anticancerígena y previenen el crecimiento de patógenos. La leche de soya fermentada con BAL ofrece una forma de mejorar el aroma y el sabor. Además, se

modulan y mejoran las propiedades de textura de la leche de soya, como la capacidad de retención de agua (CRA) y la viscosidad aparente (Li et al. 2014).

3.8. Microbiota intestinal

El tracto digestivo de humanos y otros mamíferos se encuentra habitado por millones de microorganismos, especialmente bacterias. El microbiota gastrointestinal es necesaria para el buen funcionamiento del proceso digestivo en el hospedero (García-Mazcorro et al. 2014). Se ha reconocido que el microbiota intestinal es fundamental en la protección contra la invasión de gérmenes patógenos, en el metabolismo energético y la nutrición, en el desarrollo del sistema inmune y en el mantenimiento de la integridad anatómica de la mucosa intestinal (Valdovinos-Díaz 2013). Los probióticos representan un tratamiento potencial, ya que pueden favorecer el microbiota funcional y mejorar los síntomas (Ruiz-Sánchez et al. 2024).

IV. MATERIALES Y METODOS

4.1. Ubicación de la investigación

La investigación se llevó a cabo en la Planta procesadora de granos y cereales de la facultad de Ciencias Tecnológicas y en el Laboratorio de Microbiología de la Universidad Nacional de Agricultura, Catacamas, Olancho, en la figura 1 se muestra la ubicación.



Figura 1: Ubicación de la investigación.

4.2. Materiales y equipos

En la siguiente tabla se muestra la lista de materiales y equipos que se utilizaron durante el desarrollo del trabajo de investigación.

Tabla 2: Materiales y equipos

Materiales	Equipos
------------	---------

Placas Petri	Refractómetro (Hand held)
Tubos de ensayo	PH metro Yewhick modelo (PH-2023)
Pipetas graduadas	Ollas de acero
Matraz Erlenmeyer	Termómetro
Mechero	Estufa
Envases plásticos	Licuada (black&decker)
Probetas graduadas	Autoclave
Tergal	Balanza
Cuchillo	Incubadora
Cucharones	Refrigeradora (mabe)
Recipientes plásticos	
Papel aluminio	
Envases	
Marcadores	
Makin tape	
Papel toalla	

4.3. Recolección de la Materia prima

La soya utilizada se obtuvo de una finca productora ubicada en la ciudad de Juticalpa, Olancho y la guanábana se obtuvo de la ciudad de Catacamas, Olancho. Los probióticos se compraron en la empresa dedicada a la distribución de ingredientes y soluciones alimentarias DISA.

4.4. Selección de la materia prima

Se seleccionaron los mejores granos de soya que estuvieran sanos, que no presentaran daños ni impurezas. Los frutos de guanábana que estuvieran completamente sanos que no tuvieran daños físicos, ni impurezas y que presentaran una madurez óptima, posteriormente se lavaron con agua potable para eliminar cualquier resto de tierra, polvo o agroquímicos.

4.5. Extracción de la pulpa de guanábana

Utilizando un cuchillo, se retiró la corteza que recubre el fruto de la guanábana, luego se extrajeron manualmente las semillas separándolas de la pulpa. Posteriormente se licuo la pulpa para obtener una consistencia más homogénea y mejorar la textura del yogur. Una vez obtenida, la pulpa se almaceno en condiciones de congelación (-18°C) con el fin de conservar sus propiedades hasta el momento de incorporarla al yogur.

4.6. Obtención de la leche de soya

Los granos de soya fueron sometidos a un proceso inicial de lavado con el fin de eliminar impurezas superficiales y residuos no deseados. Seguidamente se colocaron en remojo durante un período de 24 horas en agua purificada para facilitar la remoción del pericarpio (la cubierta externa de los granos), para mejorar la calidad del producto final. Transcurrido el tiempo de remojo se retiró manualmente el pericarpio de los granos seguidamente se hizo una precocción para facilitar la molienda, posteriormente fueron molidos con agua purificada en una proporción de 1:5 peso/volumen (p/v), para formar una mezcla homogénea.

La solución líquida obtenida fue sometida a un proceso de filtración utilizando un tergal con el propósito de separar los residuos sólidos insolubles, obteniendo así una bebida líquida de soya más pura. Esta bebida posteriormente llevo a cabo un proceso térmico de pasteurización a una temperatura de 85°C durante un periodo de 5 minutos. Con el propósito de reducir la carga microbiana sin afectar significativamente las propiedades nutricionales, finalmente se bajó la temperatura a 42°C en la cual se inocularon las bacterias ácido lácticas. En la figura 1 se muestra el flujograma de proceso de la extracción de la leche de soya. (Anexo 1).

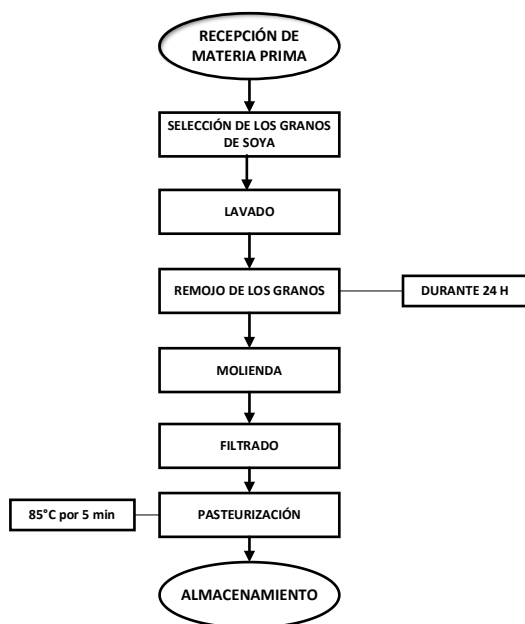


Figura 2: Flujograma de proceso de la extracción de la leche de soya.

4.7. Formulaciones de la bebida

Se llevo a cabo cuatro formulaciones, las cuales estuvieron compuestas por una combinación de ingredientes fijos (probióticos, azúcar) y variables (guanábana, soya). La concentración de guanábana es el factor de estudio, ya que variaba entre los tratamientos (tabla 3). En función de la concentración de guanábana, se ajustó proporcionalmente la cantidad de soya en cada formulación (Tabla 4), actuando esta como un componente dependiente del factor principal. Una vez preparadas, todas las formulaciones fueron sometidas a un proceso de fermentación durante un periodo de 4 horas a una temperatura constante de 42 °C, empleando condiciones controladas (Anexo 2).

Tabla 3: Tratamientos

Tratamientos	T1	T2	T3	T4
Concentración de guanábana	0%	5%	10%	15%

Tabla 4:Formulaciones del yogurt a base de soya

Materia prima	Formulación 1	Formulación 2	Formulación 3	Formulación 4
Pulpa de guanábana	0%	5%	10%	15%
Leche de soya	94.4%	89.4%	84.4%	79.4%
Probióticos	0.1%	0.1%	0.1%	0.1%
Azúcar	5%	5%	5%	5%
Goma Xantana	0.5%	0.5%	0.5%	0.5%

4.8. Inoculación de la bacteria ácido láctica en la bebida

Se inoculo una concentración de 1 g/L de *Lactobacillus acidophilus* liofilizados. La fermentación se realizó en baño María, y se mantuvo una temperatura controlada de 42 °C durante un periodo de 4 horas sin agitación, con el objetivo de favorecer una fermentación controlada y estable, permitiendo la producción de metabolitos deseables sin alterar la matriz de la mezcla.

4.9. Evaluación de variables de respuesta

Las variables de respuesta fueron evaluadas por triplicado con el fin de garantizar la precisión y minimizar el sesgo en los resultados.

Tabla 5: Variables dependientes e independientes

VARIABLES INDEPENDIENTES		VARIABLES DEPENDIENTES			
% Pulpa de guanábana	° Brix	pH	Acidez titulable	Viabilidad de los inóculos	Evaluación sensorial

4.10. Análisis Físicoquímicos

Se evaluaron distintos parámetros físicoquímicos para caracterizar el producto, incluyendo °Brix, pH y acidez titulable. Los °Brix indicaron la cantidad de sólidos solubles, principalmente azúcares, reflejando el nivel de dulzor. El pH midió la acidez activa de la muestra, mientras que la acidez titulable determinó la cantidad total de ácidos presentes. Estos parámetros fueron esenciales para evaluar la calidad, estabilidad y aceptabilidad del producto.

4.10.1. Grados Brix

Para la medición de los grados Brix, se tomaron 2 mL de cada una de las muestras y se colocaron en la superficie de un refractómetro portátil de mano (Hand held) marca ATC con escala (0-80) previamente calibrado. Este equipo permitió determinar con precisión la concentración de azúcares presentes en cada uno de los tratamientos (Anexo 5). Las mediciones se hicieron durante los 21 días de almacenamiento del producto y se tomaron muestras en el día (0,7,14 y 21) a una temperatura de refrigeración de (4 °C). Este seguimiento permitió evaluar los cambios en el contenido de azúcares a lo largo del proceso de producción y conservación del yogur (Li et al. 2014).

4.10.2. Acidez titulable

La acidez titulable se determinó siguiendo el método Association of Official Analytical Chemists (AOAC). Para ello, se tomaron 5 mL de cada muestra de yogurt utilizando una pipeta graduada, y se colocaron en un matraz Erlenmeyer de 125 mL, junto con 20 mL de agua destilada para facilitar la disolución. Posteriormente se agregó 1 gota de fenolftaleína como indicador ácido-base. La solución fue titulada con hidróxido de sodio (NaOH) al 0.1 N, el cual se añadió lentamente y manteniendo una agitación manual hasta observar un cambio de color a rosado tenue lo que indicó el punto final de la titulación (Champagne et al. 2009).

La medición se realizó durante los 21 días de almacenamiento en los días (0,7,14 y 21) a una temperatura de refrigeración de 4°C, permitiendo cuantificar los niveles de ácido láctico durante el almacenamiento refrigerado del producto. El resultado se expresó como porcentaje de ácido láctico (Anexo 3).

El cálculo se realizó utilizando la siguiente formula:

$$\% \text{ acido lactico} = \frac{\text{mL NaOH} \times \text{Normalidad} \times 0.09}{\text{mL de muestra}} \times 100$$

mL NaOH: mL gastados en la titulación

Normalidad: Normalidad del NaOH

0.09: Peso equivalente del ácido láctico

mL de muestra: mL de muestra usada

4.10.3. pH

El pH de las muestras se determinó con un pH-metro de marca Yewhick modelo PH-2023, previamente calibrado. Se tomaron 20 mL de cada muestra en un beaker limpio, y se sumergió cuidadosamente el electrodo evitando contacto con paredes o fondo (Anexo 4). Se midió el pH en los días de almacenamiento 0, 7, 14 y 21 (Ge et al. 2024).

4.11. Evaluación sensorial

Se aplicó una prueba afectiva con 50 panelistas no entrenados, quienes evaluaron cada tratamiento del yogurt. Se evaluó el sabor, olor, color, textura y aceptación general mediante una escala hedónica de 7 puntos (“me disgusta mucho” a “me gusta mucho”) para conocer la aceptación de los consumidores por cada formulación (Anexo 8) (Trajkovska et al. 2025).

4.12. Análisis microbiológicos

Se evaluó la viabilidad de los inóculos durante los 21 días de almacenamiento (0, 7, 14 y 21) para verificar la supervivencia celular y mantener las propiedades probióticas del yogurt. Además, se analizaron las muestras para detectar *E. coli* únicamente al inicio y al final del período de almacenamiento, con el fin de determinar la calidad microbiológica de cada tratamiento.

4.12.1. Viabilidad probiótica

Se evaluó la viabilidad de las células inoculadas *Lactobacillus acidophilus* en el yogurt durante un periodo de almacenamiento de 21 días a una temperatura de refrigeración de 4 °C. Para ello, se realizó un recuento de unidades formadoras de colonias (UFC) utilizando placas Petri en los días 0, 7, 14 y 21. (González-Orozco et al. 2024).

Se cuantificaron bacterias lácticas por siembra en placa (método de vertido) usando agar MRS. En los días 0, 7, 14 y 21 se tomaron 10 mL de muestra, se prepararon diluciones seriadas hasta 10^{-7} con 9 ml de agua peptonada y se sembró 1 mL por duplicado en placas Petri. Se vertió agar MRS estéril sobre la inoculación y se mezcló suavemente (movimiento en ocho) para homogeneizar (Anexo 6). Las placas se incubaron a 37 °C por 24 h y se contaron colonias en el rango 30–300 para expresar resultados en UFC/mL (Ge et al. 2024).

El número de unidades formadoras de colonias por mililitro (UFC/mL) se determinó mediante el conteo promedio de colonias obtenidas en las placas seleccionadas (entre 30 y 300), considerando el nivel de dilución y el volumen sembrado. Los resultados se expresaron en logaritmo decimal (log UFC/mL) (Yeo y Liong 2010).

El cálculo se realizó utilizando la siguiente formula:

$$UFC/mL = \frac{\text{Numero de colonias contadas} \times \text{Factor de dilución}}{\text{Volumen inoculado}}$$

UFC/ml: Unidades formadoras de colonias/mL

Numero de colonias: Colonias contadas en placa después de la incubación

Factor de dilución: Dilución utilizada

Volumen inoculado: Cantidad de muestra sembrada

Formula utilizada para expresar en Log UFC/mL

$$\text{Log UFC/mL} = \text{Log}_{10}(\text{UFC/mL})$$

Log UFC/mL: Logaritmo de unidades formadores de colonias/ML

Log 10: Logaritmo 10

4.12.2. Detección de *Escherichia coli*

La cuantificación de *Escherichia coli* se realizó mediante la técnica de siembra en placa con agar VRBA (Agar Rojo Violeta Bilis). Se efectuaron diluciones seriadas hasta 10^{-7} con 9 mL de agua peptonada, sembrando 1 mL por duplicado en placa. Luego se vertió el agar VRBA estéril y se mezcló suavemente en forma de ocho para lograr una distribución homogénea (Anexo 7). Las placas se incubaron a 37 °C durante 24 h, efectuando el análisis en los días 0 y 21 del almacenamiento (Martin et al. 2023).

4.13. Diseño experimental

Se utilizó un diseño bifactorial para los análisis físicoquímicos (pH, acidez titulable, ° Brix) y microbiológicos (Viabilidad de BAL) con 3 repeticiones por cada tratamiento, y un diseño completamente aleatorizado para la evaluación sensorial con el programa estadístico Infostat. Para interpretar los resultados obtenidos en cada uno de los tratamientos se realizó un análisis de varianza (ANOVA) bajo una comparación de medias de Tukey con un nivel de significancia de 0.05.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Análisis fisicoquímicos

En esta sección se representan los parámetros evaluados expresados en tablas y figuras en la tabla 6 ° Brix, figura 1 pH y figura 2 acidez titulable.

5.1.1. Comportamiento de ° Brix

Tabla 6: Concentración de sólidos solubles totales (°Brix)

Comportamiento de ° Brix				
Tratamiento	Día 0 (media ± EE)	Día 7 (media ± EE)	Día 14 (media ± EE)	Día 21 (media ± EE)
T1	6.00 ± 0.29 aA	6.00 ± 0.24 bA	6.33 ± 0.29 aA	7.00 ± 0.29 aA
T2	6.00 ± 0.29 aA	6.67 ± 0.24 abA	6.67 ± 0.29 aA	6.67 ± 0.29 aA
T3	7.00 ± 0.29 bA	7.00 ± 0.24 abA	7.00 ± 0.29 aA	7.67 ± 0.29 aA
T4	7.00 ± 0.29 bA	7.33 ± 0.24 aA	7.33 ± 0.29 aA	7.67 ± 0.29 aA

Letras minúsculas muestran diferencias entre tratamiento.

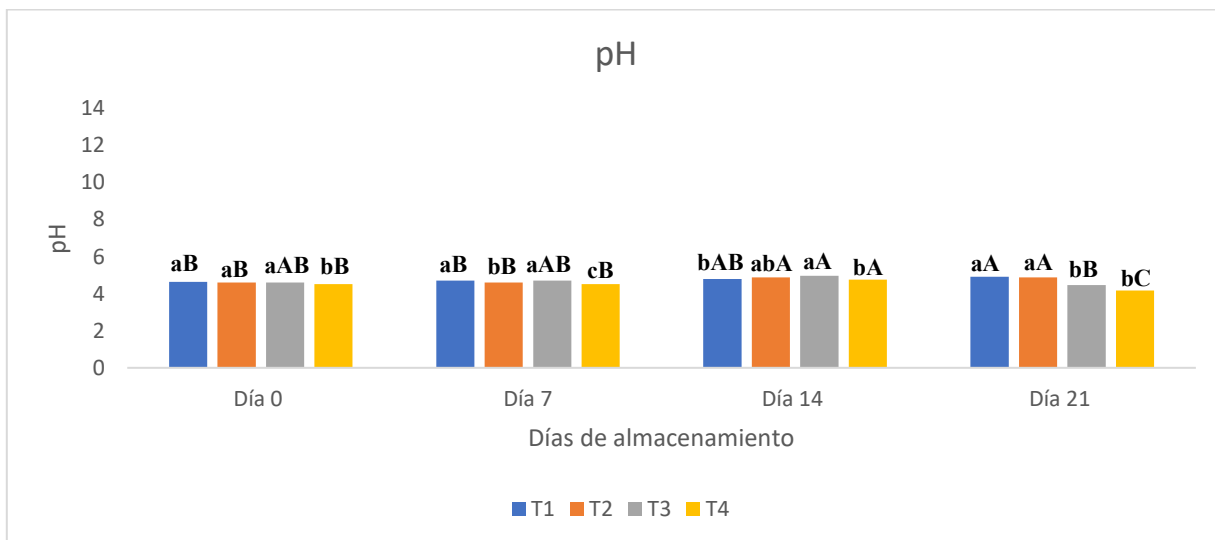
Letras mayúsculas muestran diferencias entre los tiempos de almacenamiento

Se observaron diferencias significativas únicamente entre tratamientos durante los días 0 y 7 días. En el día 0, los tratamientos con mayor adición de pulpa de guanábana (T3 y T4) mostraron valores de ° Brix significativamente superiores respecto a T1 y T2, en el día 7 se observaron diferencias donde el T1 presentó el menor valor en comparación a los demás tratamientos, destacando T3 y T4 con valores superiores, lo que indica que la adición de pulpa de guanábana influyó en la composición de sólidos solubles.

Coincidiendo con lo reportado por (Vargas-Muñoz et al. 2020), quienes observaron que la adición de frutas en yogures vegetales genera una mayor retención de sólidos solubles debido a la liberación progresiva de azúcares simples y pectinas durante la fermentación. El aumento

se relaciona con el aporte natural de fructosa, glucosa y sacarosa de la guanábana, que contribuyen directamente a la concentración de sólidos totales en la matriz del yogurt vegetal (Priyashantha et al. 2025).

5.1.2. Evaluación de pH



Letras minúsculas muestran diferencias entre tratamiento.

Letras mayúsculas muestran diferencias entre los tiempos de almacenamiento

Figura 3: Evaluación de pH durante el almacenamiento.

En el día 0, el tratamiento con mayor adición de pulpa (T4) presentó un pH significativamente menor (4.52) respecto a los demás tratamientos, en el día 7, 14 y 21, el T4 mostro un menor pH en comparación con los demás tratamientos Finalmente, al día 21 se evidenciaron diferencias entre tiempos, ya que el pH disminuyó conforme avanzó el almacenamiento, alcanzando el valor más bajo en el tratamiento T4 (4.17) en el día 21. Este descenso progresivo indica una acidificación continua del producto, propia de la actividad metabólica de las bacterias ácido lácticas durante la conservación (Mukhopadhyay et al. 2013).

5.1.3. Acidez titulable

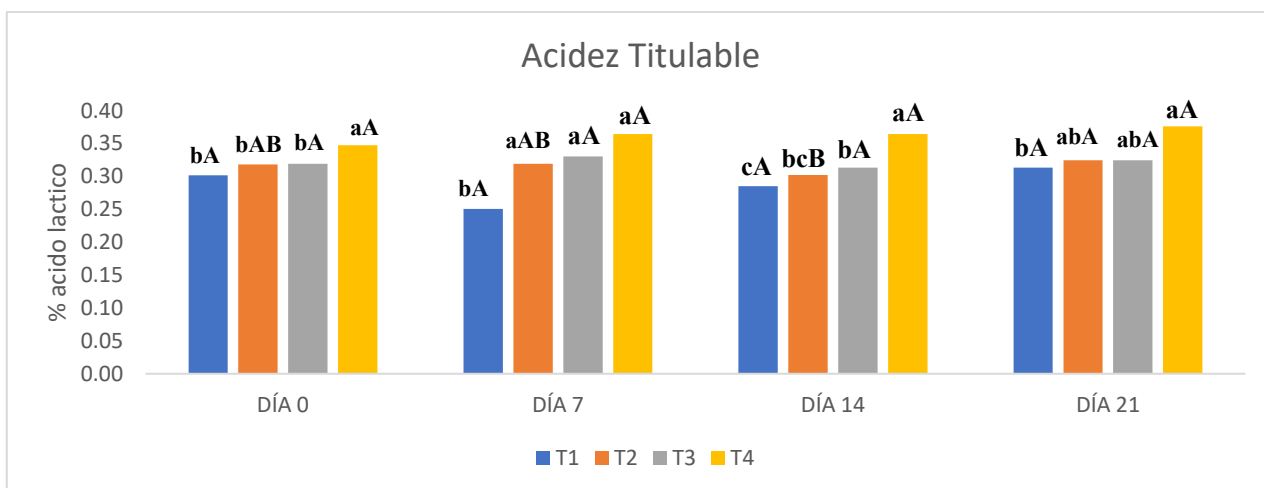


Figura 4: Medición de acidez titulable durante el almacenamiento.

Letras minúsculas muestran diferencias entre tratamiento.

Letras mayúsculas muestran diferencias entre los tiempos de almacenamiento.

Se observaron diferencias significativas tanto entre tratamientos como entre los tiempos de almacenamiento. En el día 0, solo el T4 presentó una acidez significativamente mayor que los demás. En el día 7, se observaron diferencias entre tratamientos el T1 con un valor menor que los demás, mientras que en el día 14, el T4 fue significativamente diferente y con mayor acidez que los demás tratamientos y únicamente diferente con T1 significativamente menor. Durante el almacenamiento hubo diferencias en el T2 mostrando el menor valor en el día 14 diferencias entre los demás tiempos.

Estos resultados demuestran que el incremento en la proporción de pulpa de guanábana favorece la formación de ácido láctico y la intensidad de la fermentación, lo que repercute directamente en el aumento de la acidez del producto final, coincidiendo con lo reportado con (Priyashantha et al. 2025)

5.2. Análisis Microbiológicos

En la tabla 7 se describen los resultados de la viabilidad de las bacterias ácido lácticas y en la tabla 8 se describe el análisis de detección de *E.coli*.

5.2.1. Viabilidad de bacterias ácido lácticas

Tabla 7: Viabilidad de BAL

Tratamiento	Día 0 (media $\pm$ EE)	Día 7 (media $\pm$ EE)	Día 14 (media $\pm$ EE)	Día 21 (media $\pm$ EE)
T1	9.14 $\pm$ 0.09 aA	9.05 $\pm$ 0.11 aA	9.07 $\pm$ 0.06 aA	8.89 $\pm$ 0.08 aA
T2	9.32 $\pm$ 0.09 aA	9.21 $\pm$ 0.11 aA	8.89 $\pm$ 0.06 aB	8.71 $\pm$ 0.08 aB
T3	9.00 $\pm$ 0.09 aA	8.98 $\pm$ 0.11 aA	8.94 $\pm$ 0.06 aA	8.83 $\pm$ 0.08 aA
T4	9.16 $\pm$ 0.09 aA	8.88 $\pm$ 0.11 aAB	8.80 $\pm$ 0.06 aB	8.75 $\pm$ 0.08 aB

Letras minúsculas muestran diferencias entre tratamiento.

Letras mayúsculas muestran diferencias entre los tiempos de almacenamiento.

Se observaron diferencias significativas únicamente entre los tiempos de almacenamiento en T2 y T4, donde la población microbiana disminuyó ligeramente hacia el día 21. Todos los tratamientos mantuvieron valores superiores a 8.7 log UFC/mL. La estabilidad observada refleja la capacidad adaptativa de las BAL frente a la matriz vegetal y su compatibilidad con los azúcares y compuestos bioactivos de la guanábana. Estudios han demostrado que las matrices vegetales fermentadas con soya favorecen la viabilidad de las BAL debido a su contenido de proteínas, y carbohidratos fermentables (Yeo y Liong 2010).

Según la FAO/OMS (2002), un alimento probiótico debe mantener un recuento superior a 6 log UFC/mL al final de su vida útil, criterio cumplido en todos los tratamientos de la investigación. La estabilidad de la población microbiana respalda la eficacia de las condiciones de fermentación y refrigeración aplicadas en el proceso, lo que indica que el producto mantiene su inocuidad y sus características fermentativas hasta los 21 días de almacenamiento.

5.2.2. Recuento y detección *E. Coli*

Tabla 8: Detección de *Escherichia coli*

Tratamiento	Día 0 (UFC/mL)	Día 7 (UFC/mL)	Día 14 (UFC/mL)	Día 21 (UFC/mL)	Resultado
1	<1	<1	<1	<1	<1
2	<1	<1	<1	<1	<1
3	<1	<1	<1	<1	<1
4	<1	<1	<1	<1	<1

En los análisis microbiológicos se observó ausencia de *Escherichia coli* (<1 UFC/mL) en todos los tratamientos evaluados durante los días 0 y 21 de almacenamiento. Este resultado evidencia que las condiciones de procesamiento, fermentación y almacenamiento fueron adecuadas, garantizando la inocuidad del producto final. La no detección de *E. coli* indica que no existió contaminación fecal ni fallas en las etapas de limpieza, desinfección o manipulación de las materias primas.

Según (Harahap et al. 2024) las leches de soya fermentadas presentan actividad antibacteriana contra patógenos, incluyendo *E. coli*, gracias a la producción de ácidos, péptidos bioactivos y otros metabolitos de las BAL.

5.3.Evaluación sensorial

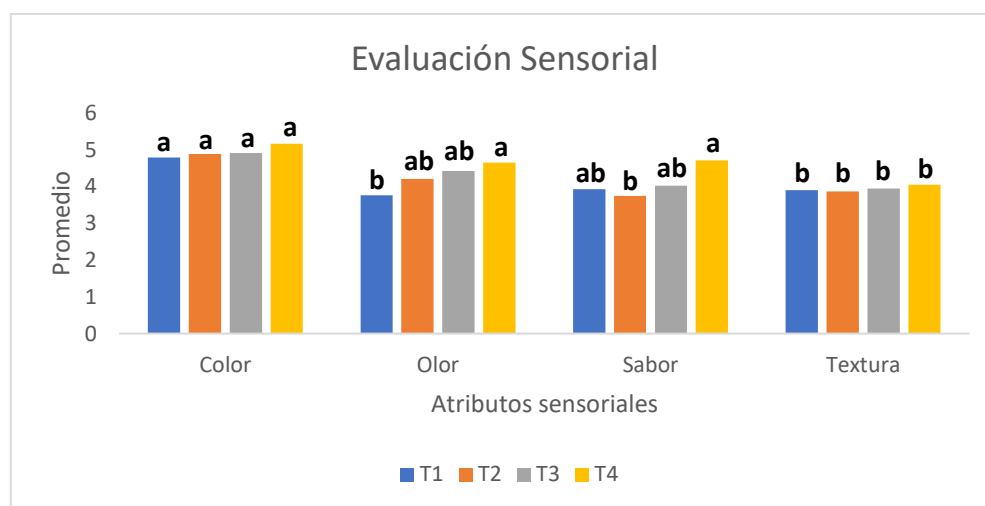


Figura 5:Evaluación sensorial.
Las letras muestran diferencias entre tratamientos

Según la evaluación sensorial en los atributos de color y textura no se observaron diferencias significativas, lo cual se atribuye a que la guanábana posee un color claro que no altera la tonalidad original del yogurt. El análisis sensorial evidencio que la adición de pulpa de guanábana influyo en la percepción general del yogur, específicamente en los atributos de olor y sabor, donde hubo diferencias estadísticamente significativas. El tratamiento con una concentración de 15% de guanábana (T4) obtuvo los valores más altos en atributos de olor y sabor siendo el que obtuvo la mejor percepción por los panelistas.

5.3.1. Índice de Aceptabilidad

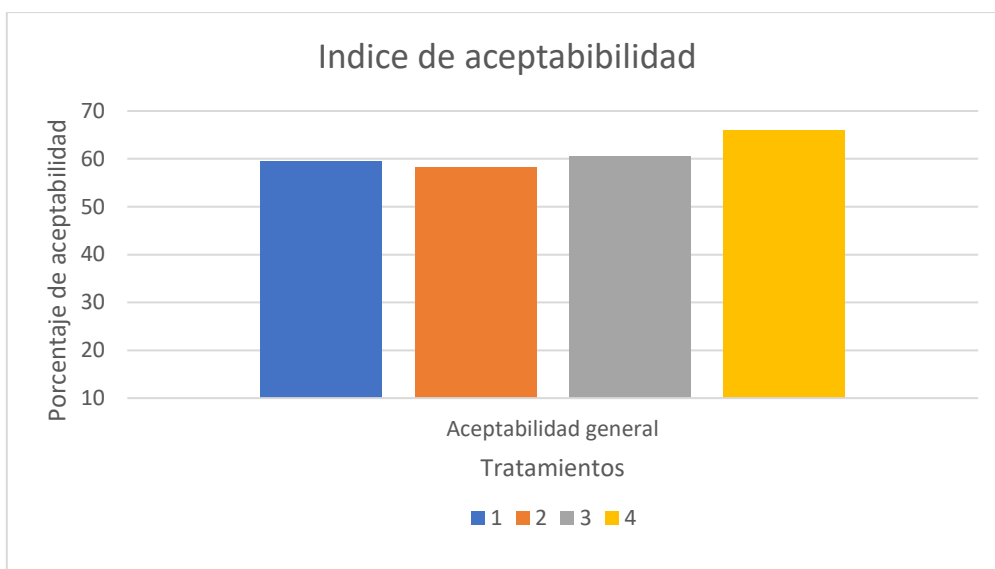


Figura 6: Índice de aceptabilidad.

El índice de aceptabilidad muestra que ninguno de los tratamiento alcanzo el 70 %, lo que indica una aceptabilidad moderada según los criterios establecidos (Granato et al. 2012). El yogurt de soya con guanábana no logro el equilibrio optimo que determinan la preferencia del consumidor. Según (Civille y Carr 2015), indica que los productos fermentados de origen vegetal tienden a presentar notas diferentes respecto al yogurt tradicional, lo cual suele afectar la aceptación cuando el consumidor no esta completamente familiarizado con este tipo de alimentos. Aunque el T4 fue el que mas se acerco a 70 %, indicando que la mayor

concentración de pulpa es más favorable, todavía no fue suficiente para alcanzar el nivel considerado como alta aceptabilidad.

Los resultados reflejan una aceptabilidad moderada y no alta, requiriendo ajuste en los atributos sensoriales para mejorar la aceptación del consumidor. Además, la variabilidad observada entre tratamientos indica que la concentración de guanábana modificó la percepción sensorial y aunque mostro el valor más alto, este no alcanzo el nivel considerado como altamente aceptable. En matrices vegetales fermentadas es común observar niveles moderados de aceptación (Stone y Sidel 2004).

VI. CONCLUSIONES

El yogurt a base de soya con pulpa de guanábana demostró ser una alternativa vegetal estable durante el almacenamiento, manteniendo parámetros fisicoquímicos adecuados con el comportamiento esperado de un producto fermentado. La incorporación de la fruta aportó mejoras naturales en sólidos solubles y favoreció una mayor acidez, mientras que el pH descendió progresivamente sin comprometer la calidad.

La viabilidad de las BAL se mantuvo por encima de 8 log UFC/mL durante todo el almacenamiento, cumpliendo los estándares FAO/OMS y asegurando el efecto probiótico del yogurt. Esto demuestra que la matriz de soya y la pulpa de guanábana favorecen la supervivencia microbiana y la estabilidad del producto.

Todos los tratamientos presentaron una aceptación moderada, el tratamiento con 15% de guanábana T4 destacó por obtener los valores más altos entre los demás. Sin embargo, ninguno alcanzó el 70% de aceptabilidad por lo que se requieren ajustes en los atributos sensoriales para mejorar su aceptación.

VII. RECOMENDACIONES

Evaluar distintos tipos o niveles de edulcorantes, naturales o combinados, para mejorar el sabor y la aceptabilidad de los consumidores.

Ampliar los estudios de vida útil más allá de los 21 días evaluados, con el propósito de determinar el tiempo máximo de conservación.

Se sugiere realizar investigaciones complementarias utilizando diferentes cepas probióticas, como *Lactobacillus casei* o *Bifidobacterium bifidum*, para comparar su comportamiento en matrices vegetales.

Incorporar análisis reológicos y nutricionales, tales como viscosidad, contenido de proteínas y capacidad antioxidante, que permitan ampliar el conocimiento sobre la calidad integral del yogurt formulado.

VIII. BIBLIOGRAFIAS

Bailón-Uriza, R; Ayala-Méndez, JA; Celis-González, C; Chávez-Brambila, J; Hernández-Marín, I; Maldonado-Alvarado, J de D; Montoya-Cossío, J; Molina-Segui, F; May-Hau, A; Riobó-Serván, P; Neri-Ruz, E; Peralta-Sánchez, A; Reyes, E; Rosado-López, R; Santa Rita-Escamilla, MT; Tena-Alavez, G; Laviada-Molina, H; Bailón-Uriza, R; Ayala-Méndez, JA; Celis-González, C; Chávez-Brambila, J; Hernández-Marín, I; Maldonado-Alvarado, J de D; Montoya-Cossío, J; Molina-Segui, F; May-Hau, A; Riobó-Serván, P; Neri-Ruz, E; Peralta-Sánchez, A; Reyes, E; Rosado-López, R; Santa Rita-Escamilla, MT; Tena-Alavez, G; Laviada-Molina, H. 2023. Bebidas de soja y salud femenina. Revisión de la evidencia y opinión de expertos (en línea). *Nutrición Hospitalaria* 40(5):1056-1067. DOI: <https://doi.org/10.20960/NH.04372>.

Berumen-Varela, G; Hernández-Oñate, MA; Tiznado-Hernández, ME. 2019. Utilization of biotechnological tools in soursop (*Annona muricata* L.). *Scientia Horticulturae* 245:269-273. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.10.028>.

Champagne, CP; Green-Johnson, J; Raymond, Y; Barrette, J; Buckley, N. 2009. Selection of probiotic bacteria for the fermentation of a soy beverage in combination with *Streptococcus thermophilus* (en línea). *Food Research International* 42(5-6):612-621. DOI: <https://doi.org/10.1016/J.FOODRES.2008.12.018>.

Chou, CC; Hou, JW. 2000. Growth of bifidobacteria in soymilk and their survival in the fermented soymilk drink during storage (en línea). *International Journal of Food Microbiology* 56(2-3):113-121. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0168-1605\(99\)00201-9](https://doi.org/10.1016/S0168-1605(99)00201-9).

Civille, GV; Carr, BT. 2015. Sensory Evaluation Techniques (en línea). DOI: <https://doi.org/10.1201/B19493>.

Coria-Téllez, A V.; Montalvo-González, E; Yahia, EM; Obledo-Vázquez, EN. 2018. *Annona muricata*: A comprehensive review on its traditional medicinal uses, phytochemicals, pharmacological activities, mechanisms of action and toxicity (en línea). *Arabian Journal of Chemistry* 11(5):662-691. DOI: <https://doi.org/10.1016/J.ARABJC.2016.01.004>.

Crane, FL. 2001. Biochemical Functions of Coenzyme Q10 (en línea). *Journal of the American College of Nutrition* 20(6):591-598. DOI: <https://doi.org/10.1080/07315724.2001.10719063>.

FAO, FOPU. 2023. El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo 2023. Italia, roma, FAO; IFAD; UNICEF; WFP; WHO; p. 337 DOI: <https://doi.org/10.4060/CC3017ES>.

Fauziati, M; Fadhilah, R; Zuhrotun, FN; Amalia, A; Hadisaputri, R;; Pharmacological, YE. 2022. Citation: Mutakin (en línea). DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules27041201>.

Fernández-Huazo, S; Ruiz-López, II; Ochoa-Velasco, CE; Hernández-Carranza, P. 2024. Development and characterization of functional beverage based on soursop (*Annona muricata* L.), inulin, and whey powders (en línea). *Applied Food Research* 4(2):100472. DOI: <https://doi.org/10.1016/J.AFRES.2024.100472>.

Garcia, SN; Osburn, BI; Cullor, JS. 2019. A one health perspective on dairy production and dairy food safety (en línea). *One Health* 7:100086. DOI: <https://doi.org/10.1016/J.ONEHLT.2019.100086>.

García-Mazcorro, JF; Cruz-Valdéz, JC; Marroquín-Cardona, AG; Sánchez-Casas, RM. 2014. Microbiota gastrointestinal y síndrome de intestino irritable (en línea). *Revista de Gastroenterología de México* 79(3):214-215. DOI: <https://doi.org/10.1016/J.RGMX.2014.08.001>.

Ge, Y; Yu, X; Zhao, X; Liu, C; Li, T; Mu, S; Zhang, L; Chen, Z; Zhang, Z; Song, Z; Zhao, H; Yao, S; Zhang, B. 2024. Fermentation characteristics and postacidification of yogurt by *Streptococcus thermophilus* CICC 6038 and *Lactobacillus delbrueckii* ssp. *bulgaricus* CICC

6047 at optimal inoculum ratio (en línea). Journal of Dairy Science 107(1):123-140. DOI: <https://doi.org/10.3168/jds.2023-23817>.

George, VC; Kumar, DRN; Suresh, PK; Kumar, RA. 2015. Antioxidant, DNA protective efficacy and HPLC analysis of Annona muricata (soursop) extracts (en línea). Journal of Food Science and Technology 52(4):2328-2335. DOI: <https://doi.org/10.1007/S13197-014-1289-7>.

González-Orozco, BD; McGovern, CJ; Barringer, SA; Simons, C; Jiménez-Flores, R; Alvarez, VB. 2024. Development of probiotic yogurt products incorporated with Lactobacillus kefirifaciens OSU-BSGOA1 in mono- and coculture with Kluyveromyces marxianus (en línea). Journal of Dairy Science 107(10):7718-7733. DOI: <https://doi.org/10.3168/JDS.2024-24756>.

Granato, D; Masson, ML; Ribeiro, JCB. 2012. Sensory acceptability and physical stability evaluation of a prebiotic soy-based dessert developed with passion fruit juice. Ciencia e Tecnologia de Alimentos 32(1):119-125. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0101-20612012005000004>.

Harahap, IA; Suliburska, J; Karaca, AC; Capanoglu, E; Esatbeyoglu, T. 2024. Fermented soy products: A review of bioactives for health from fermentation to functionality (en línea). Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety 24(1):e70080. DOI: <https://doi.org/10.1111/1541-4337.70080>.

Haug, A; Høstmark, AT; Harstad, OM. 2007. Bovine milk in human nutrition – a review (en línea). Lipids in Health and Disease 2007 6:1 6(1):1-16. DOI: <https://doi.org/10.1186/1476-511X-6-25>.

INCAP. 2007. Tabla de Composición de Alimentos de Centroamérica (en línea). Mechú, MT; Méndez, H. Guatemala, s.e. Consultado 16 may 2025. Disponible en <http://www.incap.int>.

Jiménez, VM; Gruschwitz, M; Schweiggert, RM; Carle, R; Esquivel, P. 2014. Identification of phenolic compounds in soursop (Annona muricata) pulp by high-performance liquid chromatography with diode array and electrospray ionization mass spectrometric detection

(en línea). Food Research International 65(PA):42-46. DOI: <https://doi.org/10.1016/J.FOODRES.2014.05.051>.

Leiva González, S. 2018. *Annona muricata* L. “guanábana” (Annonaceae), una fruta utilizada como alimento en el Perú prehispánico. *Arnaldoa* 25(1):127-140. DOI: <https://doi.org/10.22497/ARNALDOA.251.25108>.

Li, C; Li, W; Chen, X; Feng, M; Rui, X; Jiang, M; Dong, M. 2014. Microbiological, physicochemical and rheological properties of fermented soymilk produced with exopolysaccharide (EPS) producing lactic acid bacteria strains (en línea). *LWT - Food Science and Technology* 57(2):477-485. DOI: <https://doi.org/10.1016/J.LWT.2014.02.025>.

López, YLP; Torres-Rosas, R; Argueta-Figueroa, L. 2023. Mecanismos de acción de los probióticos en la inhibición de microorganismos cariogénicos (en línea). *Revista Médica Clínica Las Condes* 34(3):216-223. DOI: <https://doi.org/10.1016/J.RMCLC.2023.03.010>.

Marcus, JB. 2013. Protein Basics: Animal and Vegetable Proteins in Food and Health. *Culinary Nutrition* :189-230. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-391882-6.00005-4>.

Martin, NH; Evanowski, RL; Wiedmann, M. 2023. Invited review: Redefining raw milk quality—Evaluation of raw milk microbiological parameters to ensure high-quality processed dairy products (en línea). *Journal of Dairy Science* 106(3):1502-1517. DOI: <https://doi.org/10.3168/JDS.2022-22416>.

Martínez-Moreno, OG; Anaya-Esparza, LM; Sánchez-Burgos, JA; Meza-Espinoza, L; Pérez-Larios, A; Bojorquez-Quintal, JE; Montalvo-González, E. 2020. Effect of vacuum-thermosonication on the inactivation of *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, polyphenol oxidase and the quality parameters of soursop puree (en línea). *Innovative Food Science & Emerging Technologies* 59:102255. DOI: <https://doi.org/10.1016/J.IFSET.2019.102255>.

Messina, M. 2016. Soy and Health Update: Evaluation of the Clinical and Epidemiologic Literature (en línea). *Nutrients* 2016, Vol. 8, Page 754 8(12):754. DOI: <https://doi.org/10.3390/NU8120754>.

Mukhopadhyay, S; Ukuku, D; Fan, X; Juneja, VK. 2013. Efficacy Of integrated treatment of Uv light and low-dose gamma irradiation on inactivation of Escherichia coli O157:H7 and salmonella enterica on grape tomatoes (en línea). Journal of Food Science 78(7):M1049-M1056. DOI: <https://doi.org/10.1111/1750-3841.12154;ISSUE:ISSUE:DOI>.

Natarajan, S; Luthria, D; Bae, H; Lakshman, D; Mitra, A. 2013. Transgenic Soybeans and Soybean Protein Analysis: An Overview (en línea). Journal of Agricultural and Food Chemistry 61(48):11736-11743. DOI: <https://doi.org/10.1021/JF402148E>.

Okorie, NH; Adonu, CC; Nnadi, CO. 2025. Evaluation of anti-motility and anti-secretory effects of Annona muricata leaves extract in castor oil-induced diarrhoeic rats (en línea). Pharmacological Research - Natural Products 6:100167. DOI: <https://doi.org/10.1016/J.PRENAP.2025.100167>.

Organización de las Naciones Unidas (ONU). 2015. Objetivos y metas de desarrollo sostenible - Desarrollo Sostenible (en línea, sitio web). Consultado 9 nov. 2025. Disponible en <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>.

Priyashantha, H; Madushan, R; Pelpolage, SW; Wijesekara, A; Jayarathna, S. 2025. Incorporation of fruits or fruit pulp into yoghurts: recent developments, challenges, and opportunities. Frontiers in Food Science and Technology 5. DOI: <https://doi.org/10.3389/FRFST.2025.1581877>.

Qin, P; Wang, T; Luo, Y. 2022. A review on plant-based proteins from soybean: Health benefits and soy product development (en línea). Journal of Agriculture and Food Research 7:100265. DOI: <https://doi.org/10.1016/J.JAFR.2021.100265>.

Rajendran, S. 2020. Effect of antioxidant additives on oxides of nitrogen (NOx) emission reduction from Annona biodiesel operated diesel engine (en línea). Renewable Energy 148:1321-1326. DOI: <https://doi.org/10.1016/J.RENENE.2019.10.104>.

Rizzo, G; Baroni, L. 2018. Soy, Soy Foods and Their Role in Vegetarian Diets (en línea). Nutrients 2018, Vol. 10, Page 43 10(1):43. DOI: <https://doi.org/10.3390/NU10010043>.

Ruiz-Sánchez, C; Escudero-López, B; Fernández-Pachón, MS. 2024. Evaluación de la eficacia de los probióticos como tratamiento en el síndrome del intestino irritable (en línea). *Endocrinología, Diabetes y Nutrición* 71(1):19-30. DOI: <https://doi.org/10.1016/J.ENDINU.2023.11.003>.

Ścieszka, S; Gorzkiewicz, M; Klewicka, E. 2021. Innovative fermented soya drink with the microalgae *Chlorella vulgaris* and the probiotic strain *Levilactobacillus brevis* LOCK 0944 (en línea). *LWT* 151:112131. DOI: <https://doi.org/10.1016/J.LWT.2021.112131>.

Soccol, CR; Porto De Souza Vandenberghe, L; Spier, MR; Bianchi, A; Medeiros, P; Yamaguishi, CT; De, J; Lindner, D; Pandey, A; Thomaz-Soccol, V. 2010. The Potential of Probiotics: A Review. s.l., s.e. Consultado 25 may 2025.

Sosa Crespo, I; Pareja Aguiñaga, JA; Mugarte Moguel, AJ; Chel Guerrero, LA; Betancur Ancona, DA. 2022. Propiedades, beneficios y efectos de la guanábana (*Annona muricata* L.) sobre la glucemia y el cáncer. *Revista Colombiana de Investigaciones Agroindustriales* 9(2):86-101. DOI: <https://doi.org/10.23850/24220582.4976>.

Stone, H; Sidel, JL. 2004. Introduction to Sensory Evaluation. *Sensory Evaluation Practices* :1-19. DOI: <https://doi.org/10.1016/B978-012672690-9/50005-6>.

Trajkovska, B; Djurovic, V; Radovanović, M; Nakov, G. 2025. Effect of semi-defatted walnut and pumpkin flour fortification on the physicochemical, microbiological, and sensory properties of yogurt (en línea). *LWT* 228:118114. DOI: <https://doi.org/10.1016/J.LWT.2025.118114>.

Valdovinos-Díaz, M. 2013. Microbiota intestinal en los trastornos digestivos. Probióticos, prebióticos y simbióticos (en línea). *Revista de Gastroenterología de México* 78:25-27. DOI: <https://doi.org/10.1016/J.RGMX.2013.06.008>.

Vargas-Muñoz, DP; de Oliveira, LAN; da Silva, LC; Godoy, HT; Kurozawa, LE. 2020. Storage stability of 5-caffeoylquinic acid in powdered cocona pulp microencapsulated with hydrolyzed collagen and maltodextrin blend (en línea). *Food Research International* 137:109652. DOI: <https://doi.org/10.1016/J.FOODRES.2020.109652>.

Vázquez-Frias, R; Icaza-Chávez, ME; Ruiz-Castillo, MA; Amieva-Balmori, M; Argüello-Arévalo, GA; Carmona-Sánchez, RI; Flores-Bello, M V.; Hernández-Rosiles, V; Hernández-Vez, G; Medina-Vera, I; Montijo-Barrios, E; Núñez-Barrera, I; Pinzón-Navarro, BA; Sánchez-Ramírez, CA. 2020. Posición técnica de la Asociación Mexicana de Gastroenterología sobre las bebidas vegetales a base de soya (en línea). Revista de Gastroenterología de México 85(4):461-471. DOI: <https://doi.org/10.1016/J.RGMX.2020.07.005>.

Yeo, SK; Liong, MT. 2010. Effect of prebiotics on viability and growth characteristics of probiotics in soymilk (en línea). Journal of the Science of Food and Agriculture 90(2):267-275. DOI: <https://doi.org/10.1002/JSFA.3808;SUBPAGE:STRING:ACCESS>.

ANEXOS

PROCESO DE LA ELABORACIÓN DEL YOGURT

Anexo 1: Extracción de la leche de soya.



Anexo 2: Elaboración del yogurt



ANALISIS FISICOQUIMICOS

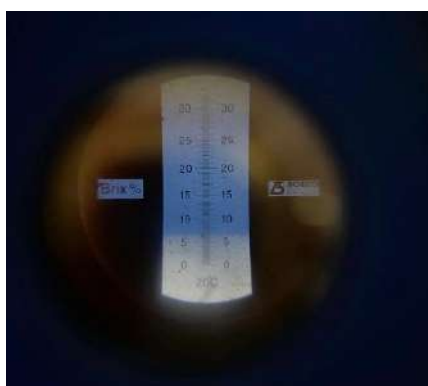
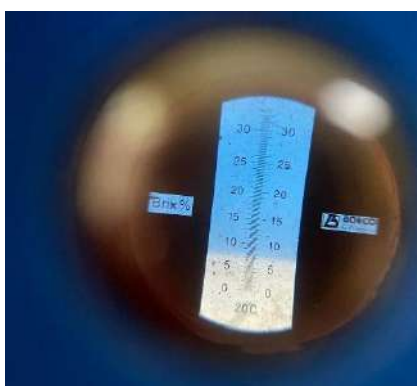
Anexo 3: Medición de acidez titulable del yogurt.



Anexo 4: Medición de pH en las muestras del yogurt.

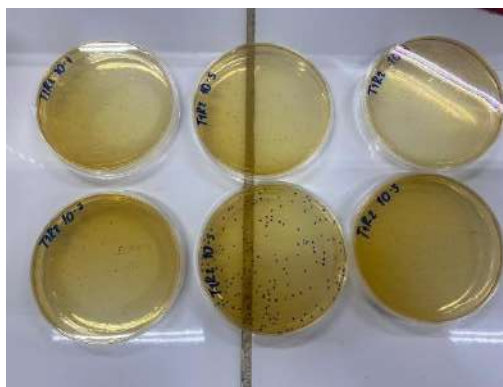


Anexo 5: Medición de grados brix en el yogurt.



ANALISIS MICROBIOLOGICOS

Anexo 6: Análisis de viabilidad de bacterias ácido lácticas.

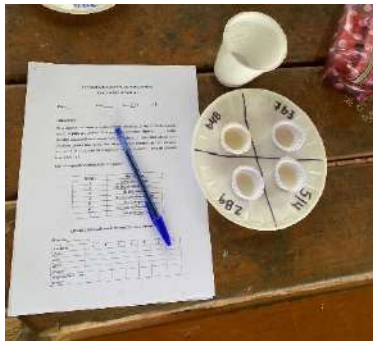


Anexo 7: Análisis de Escherichia coli.



EVALUACIÓN SENSORIAL

Anexo 8: Aplicación de evaluación sensorial a panelistas.



Anexo 9:Formato utilizado para la evaluación sensorial.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

EVALUACIÓN SENSORIAL

Fecha ____ / ____ / ____

Edad ____

Sexo: ☐ F

M ☐

Indicaciones:

En la siguiente evaluación se medirán atributos sensoriales del yogur a base de soya con adición de pulpa de guanábana. En el espacio indicado como “**Muestra** ____”, escriba el código correspondiente a la muestra que está evaluando. Luego, valore cada una de las siguientes características: **color, olor, sabor, textura y aceptación general**, marcando con una “X” el número que mejor represente su grado de agrado o desagrado utilizando la escala de 1 a 7.

Utilice la siguiente escala hedónica de 7 puntos:

Antes de cada una de las muestras enjuagar	Puntaje	Significativo	pasar a de las favor, la boca
	1	Me disgusta mucho	
	2	Me disgusta moderadamente	
	3	Me disgusta poco	
	4	No me gusta ni me disgusta	
	5	Me gusta poco	
	6	Me gusta moderadamente	
	7	Me gusta mucho	

Muestra

Atributo	1	2	3	4	5	6	7
<i>Color</i>							
<i>Olor</i>							
<i>Sabor</i>							

<i>Textura</i>							
<i>Aceptabilidad en general</i>							

Muestra _____

Atributo	1	2	3	4	5	6	7
<i>Color</i>							
<i>Olor</i>							
<i>Sabor</i>							
<i>Textura</i>							
<i>Aceptabilidad en general</i>							

Muestra _____

Atributo	1	2	3	4	5	6	7
<i>Color</i>							
<i>Olor</i>							
<i>Sabor</i>							
<i>Textura</i>							
<i>Aceptabilidad en general</i>							

Muestra _____

Atributo	1	2	3	4	5	6	7
<i>Color</i>							
<i>Olor</i>							
<i>Sabor</i>							
<i>Textura</i>							
<i>Aceptabilidad en general</i>							

Observaciones:
