



**DESARROLLO DE UN PRODUCTO NUEVO CON APLICACIÓN DE
BIOTECNOLOGÍA DE ALIMENTOS, UTILIZANDO LA MATERIA PRIMA
DESAPROVECHADA EN LA C.I. UNIBAN S.A.**

Ana Maria Chaverra Foronda

Ingeniera Bioquímica

Asesor Interno

Carolina Montoya Vallejo

Ingeniera Biológica

Asesor Externo

Juan Carlos Acevedo Serna

Ingeniero de Alimentos

Universidad de Antioquia

Facultad de Ingeniería

Pregrado

Seccional Urabá

2022

Cita	Apellidos autor [1]
Referencia Estilo IEEE (2020)	[1] A. Chaverra Foronda, “Desarrollo de un producto nuevo con aplicación de biotecnología de alimentos, utilizando la materia prima desaprovechada en la C.I. UNIBAN S.A” Modalidad presencial, pregrado en Ingeniería Bioquímica, Universidad de Antioquia, Urabá.



Repositorio Institucional: <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - www.udea.edu.co

Rector: John Jairo Arboleda Céspedes.

Decano/director: Jesús Francisco Vargas Bonilla.

Jefe departamento: Lina María Gonzáles Rodríguez.

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

Dedicatoria

“Somos miedos, dudas y ganas a la vez”.

Les dedico estas palabras a mis lectores, palabras que transfundieron mi pasar por este escrito. Tuve miedo de empezar, duda en avanzar, y ganas de intentar, y hoy puedo reemplazar la palabra “*Pronto*” por “*Finalmente*”.

Le dedico esta etapa culminada a mis padres, hermanas y esas personas que me acompañan en mi vida, que al leer esto se sentirán identificadas porque nunca me dejaron sola.

Para ellos, gracias

Agradecimientos

Agradezco a Dios por escucharme siempre, por ser mi fortaleza y por forjarme como ser humana, agradezco a mis padres que siempre se esforzaron aún más en silencio para poder llegar hoy por hoy a escribir esto, a mis hermanas que siempre estuvieron para mí, mi sobrina que con cada ocurrencia me hizo feliz. Le agradezco a esas personas especiales en mi vida, Sofia, Sara, Ana C., Jhossep, Urías, y demás que no alcanzo a nombrar pero que fueron fundamentales para no parar, le agradezco a mi asesora Carolina Montoya que estuvo en todo mi proceso acompañándome y dándome ánimos. Agradezco a Unibán por abrirme sus puertas y permitirme crecer como persona y profesional, a mi jefe que siempre me apoyo y me dio fortaleza para avanzar en mi proyecto, al igual que mis compañeros de trabajo. Agradezco especialmente a la Universidad de Antioquia que me dejo personas increíbles y le dio tantos aprendizajes a mi vida.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	9
ABSTRACT	10
II. INTRODUCCIÓN	11
III. OBJETIVOS	12
2.1 Objetivo general	12
2.2 Objetivos específicos	12
IV. MARCO TEÓRICO	13
3.1 C.I. UNIBÁN S.A.	13
3.2 Plátano	13
3.3 Yuca	13
3.4 Banano	14
3.5 Batata	14
3.6 Piña.	14
3.7 Calidad de los alimentos.	14
3.8 Grados Brix.	15
3.9 Acidez.	15
3.10 Humedad	15
3.11 Congelado.	16
3.12 Temperatura	16
3.13 Freído	16
3.14 Tostones	17
3.15 Biotecnología en los alimentos	17
3.16 Alimentos funcionales	18
3.17 Prebióticos	21

3.18	Probióticos	21
3.19	Resolución Numero 333 DE 2011(10 de febrero de 2011).	21
3.20	Levadura	22
3.21	Impregnación a vacío	23
V.	METODOLOGÍA	23
4.1	Activación y crecimiento del microorganismo.	23
4.2	Determinación de variables Fisicoquímicas y microbiológicas de la Solución Impregnadora.	24
4.2.1	Medición de pH.	24
4.2.2	Acidez.	24
4.3	Análisis microbiológico	24
4.4	Acondicionamiento de la fruta.	25
4.5	Proceso de impregnación al vacío.	25
4.6	Almacenamiento.	26
4.7	Determinación de variables Fisicoquímicas y microbiológicas de la matriz vegetal impregnada.	26
4.7.1	Medición de pH.	26
4.7.2	Acidez.	26
4.7.3	Solidos totales.	26
4.8	Análisis microbiológico.	27
4.9	Análisis Microscópico	27
4.10	Análisis sensorial.	27
4.11	Análisis estadístico	27
4.12	Factibilidad económica.	27
VI.	RESULTADOS Y ANÁLISIS	28
5.1	Activación y crecimiento del microorganismo.	28

5.2	Determinación de variables Fisicoquímicas y microbiológicas de la Solución Impregnadora.	28
5.3	Análisis microscópico	32
5.4	Análisis sensorial	33
5.5	Factibilidad económica.	34
VII.	CONCLUSIONES	35
	REFERENCIAS	38
	ANEXOS	43

LISTA DE TABLAS

TABLA I.	REPRESENTACIÓN DE TIEMPOS ASIGNADOS PARA t_1 Y t_2	26
TABLA II.	VARIABLES FISICOQUÍMICAS Y MICROBIOLÓGICA DE SOLUCIÓN IMPREGNADORA.....	28
TABLA III.	COMPORTAMIENTO DE LA CONCENTRACIÓN EN EL TIEMPO.....	30
TABLA IV.	COMPORTAMIENTO DEL PH EN EL TIEMPO.....	31
TABLA V.	COMPORTAMIENTO DEL %ACIDEZ EN EL TIEMPO.....	31
TABLA VI.	COMPORTAMIENTO DE LOS °BRIX EN EL TIEMPO	32
TABLA VII.	INVERSIONES FIJAS.....	44
TABLA VIII.	INVERSIONES EN ACTIVOS.....	44
TABLA IX.	DATOS PARA ANÁLISIS	45
TABLA X.	COSTO DE PRODUCCIÓN.....	46
TABLA XI.	ESPECIFICACIONES.....	46

LISTA DE FIGURAS

Fig. 1. Esquema de equipos para el proceso de impregnación	25
Fig. 2. Análisis microscópico, observado en 100X; a) Solución de piña impregnada; b) Colonia extraída de siembra en PDA de piña impregnada; c) <i>S. Cerevisiae</i> activada.....	32
Fig. 3. Promedio De Aceptación De Olor Y Sabor.....	33
Fig. 4. Datos De Concentración En El Tiempo.....	43

RESUMEN

La C.I. Unibán S.A. en su utilización de materias primas para diferentes procesos de producción, cuenta con diversas especificaciones para que el proceso sea idóneo, lo cual le ha dado paso a la generación de materias primas desechadas, entre estos se encuentra la piña, plátano, etc. Gracias a una revisión bibliográfica con fines de aplicabilidad biotecnológica, se realizó un diseño experimental que utilizó el método de impregnación a vacío en una matriz vegetal (piña) usando la *Saccharomyces Cerevisiae* como microorganismo probiótico, donde se llevó a cabo dos experimentos, los cuales fueron variados sus tiempos de relajación, permitiendo el análisis de las variables respuestas con ayuda de diferentes técnicas específicas para su caracterización. La concentración, pH, %Acidez y °Brix promedio para el experimento 1 que tuvo un tiempo de relajación de 5 minutos fue de 19141.22 mg/L, 4.27, 2.62%, 12.28 respectivamente, y para el experimento 2 con un tiempo de relajación de 10 minutos fue de 21619.35 mg / L, 4.57, 2.67%, 11.49, respectivamente a las unidades anteriores. Previo a esta relación se deduce que el tiempo de variación en t_2 , de 5 a 10 min no influyó en los resultados obtenidos correspondiente a las variables medibles, además, la elaboración de una factibilidad económica, permitió dar idea de la viabilidad del producto para futuras investigaciones.

***Palabras clave* — Biotecnología de alimentos, Probióticos, alimento funcional, caracterización, *Saccharomyces Cerevisiae*.**

ABSTRACT

CI. Unibán S.A. use raw materials for different production processes, various specifications in order to have a ideal process, which has given way to the generation of discarded raw materials, among these are pineapple, banana, etc. a bibliographic review for biotechnological applicability purposes, an experimental design was carried out that used the vacuum impregnation method in a vegetable matrix (pineapple) using *Saccharomyces Cerevisiae* as a probiotic microorganism, two experiments were carried out Relaxation times were varied, allowing the analysis of the response variables different specific techniques for characterization. The average concentration, pH, %Acidity and °Brix for experiment 1, relaxation time of 5 minutes was 19141.22 mg/L, 4.27, 2.62%, 12.28 respectively, and for experiment 2 with a relaxation time of 10 minutes was 21619.35 mg/L, 4.57, 2.67%, 11.49, respectively to the previous units. Prior to this relationship, it is deduced that the variation time in t_2 , from 5 to 10 min, did not influence the results obtained corresponding to the measurable variables, in addition, the elaboration of an economic feasibility, allowed to give an idea of the viability of the product for future research.

Keywords — **Food biotechnology, Probiotics, functional food, characterization, *Saccharomyces Cerevisiae*.**

II. INTRODUCCIÓN

El uso de microorganismos vivos con finalidades industriales define el término de biotecnología, quien tiene diferentes líneas según la necesidad de cada industria, en este sentido, cuando se habla de producción de alimentos, se denota a esta rama interdisciplinaria como biotecnología de alimentos [1]. Dentro de esta aplicabilidad se ilustran a los alimentos funcionales, los cuales desempeñan diversas actividades en funciones fisiológicas del organismo humano, especialmente en el gastrointestinal, cardiovascular e inmunológico [2]. Existen diferentes tipos de estos, pero se encuentran uno en especial que influye en el microbioma humano llamado los probióticos, quienes representan uno de los alimentos funcionales con mayor impacto en el mercado, encontrándose en lácteos, leche fermentada, helado, entre otros, sin embargo, los probióticos no lácteos cuentan con muy pocos reportes, siendo demandados en sectores con tendencia al vegetarianismo, intolerancia a la lactosa, etc. En este mismo sentido, aparece el método de impregnación a vacío, técnica usada para incorporar antioxidantes, probióticos, y demás [3], que puedan generar una mejora en el alimento, tal razón, lo ha posicionado en un importante estudio que favorece las propiedades de un producto.

C.I. Unibán S.A, quien hace parte dentro de sus servicios en la industria de alimento con la Planta de Snacks, cuenta con personal calificado para su elaboración y producción, no obstante, respecto a este y otros servicios con uso de materias primas como banano, piña, plátano, etc., requiere de diversas especificaciones de proceso para ser usadas, dando como efecto, el desaprovechamiento de muchas de estas por cumplir con los requerimientos necesarios para el proceso.

Por tal motivo, con fines de realizar una revisión bibliográfica que permita darle uso a alguna o algunas de estas materias primas, se imparte desde la biotecnología de alimentos para la aplicabilidad de un nuevo producto, en el cual, gracias a la elaboración de un diseño experimental que implica la caracterización de técnicas específicas, permita relacionar la viabilidad del producto, además, de tener una idea de cómo sería la factibilidad de este.

Con base a lo anterior, se realiza dos experimentos donde el factor tiempo de impregnación es variado. Para esto, se aplica el método de impregnación a vacío en un matriz vegetal, piña, con la intención de impregnar un microorganismo probiótico, *Saccharomyces Cerevisiae*, garantizando una concentración mínima de 1×10^6 UFC/mL, además, de ser estudiando su almacenamiento en frío durante una semana.

III. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Proponer el desarrollo de un nuevo producto a partir de la materia prima desaprovechada en la planta C.I. Unibán S.A, con la intervención de un proceso biotecnológico alcanzables en el tiempo de desarrollo de la práctica, enmarcados en un proyecto de ingeniería.

2.2 Objetivos específicos

- Realizar una revisión bibliográfica de aprovechamiento biotecnológico de materias primas.
- Definir un diseño experimental a partir de la revisión bibliográfica aprovechando la materia prima generada en la C.I. Unibán S.A.
- Caracterizar mediante diferentes técnicas específicas que estén relacionadas al tipo de producto a elaborar.
- Analizar la factibilidad económica del nuevo producto.

IV. MARCO TEÓRICO

3.1 C.I. UNIBÁN S.A.

La comercializadora internacional Unibán, es una empresa colombiana dedicada al desarrollo de negocios agroindustriales con valor agregado, con más de 50 años de existencia, líder en actividad agroindustrial y comercial, principalmente en el plátano y banano. Su actividad productiva se concentra en el Urabá Antioqueño, gracias a su punto estratégico en productividad, extensión de aguas, y cercanía a mercados de centro América [4], además, cuenta con otros servicios como el servicio al campo, producción de cajas, y producción de snacks.

Esta última se ha consolidado en el mercado por ofrecer productos para la industria de alimentos con altos niveles de calidad y un personal capacitado para su ejecución. Cuenta con una lista de ingredientes naturales donde encabeza el plátano y banano, pero, la yuca y la batata también hacen parte, utiliza oleína de palma, sal, saborizantes naturales y no incluye el uso de aditivos ni preservantes artificiales. Realizan exportaciones de sus productos en América del norte, Europa, Caribe y en principales mercados de cadenas en Colombia [4].

3.2 Plátano

Es un fruto de clima tropical, de suma importancia para la economía ya que forma parte de la dieta de la población centroamericana. Se produce en regiones con bajo desarrollo industrial, comercializado en fresco y en baja escala como producto procesado [5]. Pertenece a la familia de las musáceas que contiene aproximadamente 100 especies, hacen parte de una dieta saludable, ofreciendo beneficios médicos en gran parte por la retención de calcio, nitrógeno y fósforo en el cuerpo que contribuyen a la reconstrucción de tejidos, de todo el fruto, lo único que es consumido por el humano es la pulpa, lo que ha ocasionado grandes desaprovechamientos de esta.

3.3 Yuca

La yuca pertenece a la familia *Euphorbiaceae*, donde se encuentran más de 7100 especies, caracterizadas por su desarrollo de vasos laticíferos, compuestos por células secretoras llamadas galactósidos. Es un arbusto perenne, su altura máxima generalmente no excede los 3 m. El contenido de proteína del almidón es de 0,1%, un valor pequeño respecto al del arroz y maíz[6].

3.4 *Banano*

Es del género *Musa* y la familia Musáceae, es considerado uno de los frutos más consumidos a nivel mundial junto el café, consecuente a esto, se ha categorizado por ser uno de los productos de mayor importancia a nivel económico teniendo presente su comercialización en América Central. Es una fruta energética, fuente de carbohidratos. Aporta vitaminas A, C, E, ácido fólico, complejo B, azúcares, y minerales importantes tales como, potasio, hierro y magnesio [7].

3.5 *Batata*

La batata conocida en Colombia y América central con este nombre, y camote como se le dice en Perú y Ecuador, es un tubérculo con multifuncionalidades alimenticias, puede ser usado como forraje en alimento animal, y consumo humano. Tiene múltiples aplicaciones como se ha mencionado, puesto que es una de las hortalizas con un contenido energético alto, además, de un mejor balance de nutrientes[8].

3.6 *Piña.*

Su nombre científico, *Ananas comosus*, proveniente presuntamente de Brasil y Paraguay, tiene sus mayores producciones en Hawái, México, Colombia, entre otros. En este último, se distribuyen principalmente en Risaralda, Santander, Valle y Cauca, enlistándose entre las más cultivadas en el país.

Entre sus usos principales es comercializada como fruto fresco, también, puede pasar en procesos de transformaciones agroindustriales en la elaboración de néctares, pulpas, congelados, productos deshidratados entre otras [9].

3.7 *Calidad de los alimentos.*

La Organización Internacional de Normalización (ISO), expone que la calidad es “El conjunto de características de una entidad que le confieren la aptitud para satisfacer las necesidades reales, explícitas o implícitas.” Para que esta se avale existe un control de alimentos, un análisis HACCP, recopilación de datos de auditoría, gestión de mantenimiento de equipos, control de calidad productos elaborados y semielaborados y monitorización logística. Dentro de este, estándares como temperatura, calibre de la materia son fundamentales dentro del manejo de control de optimización [10].

3.8 Grados Brix.

Es uno de los parámetros más importante para la industria alimentaria, indica la cantidad de sólidos disueltos en una solución, en base a esto, se expresa que en 1 grado Brix ($^{\circ}\text{Bx}$) corresponde a 1 gramo de sacarosa en 100 g de solución[11]. En la industria de bebidas se usa para determinar la cantidad de azúcar en una bebida, jarabe o fresco, además, los grados brix refleja el estado de maduración de la fruta por ejemplo, ya que se infiere que los sólidos solubles en el néctar de la fruta van aumentado cuando se encuentra en madurez, por ende, se espera una lectura mayor de los grados brix, gracias a esto, se le concede su uso en la industria agrícola debido que, le permite apreciar el momento de cosecha y propiciar información a la industria de alimentos para llevar a cabo procesos como enlatado de frutos, producción de snacks, mermeladas, etc.[12]

Para llevar a cabo la medida de estos se requiere de técnicas comunes en las que se encuentra la densitometría ya sea por un densitómetro, refractómetro, polarimetría, entre otras.

3.9 Acidez.

La acidez es una variable que está ligada a la madurez de la fruta. La pulpa expresa su acidez en términos de pH y acidez titulable [5] El pH es un factor propio de los alimentos, e influye en la vida útil de este, sumado al tiempo, temperatura, y otras variables que también lo son, lo que infiere que al existir variación en estos factores como consecuencia el alimento se conservará o no, según sea el caso, por ende, es importante mantener un parámetro sujeto a estas variables, conveniente al proceso que se vaya realizar y garantizando así, calidad y seguridad para la salud[13].

Los jugos frutales contienen una serie de ácidos orgánicos como lo son el ácido málico y el ácido cítrico, los cuales, son neutralizados fácilmente cuando se encuentra en contacto con bases fuertes como el hidróxido de sodio [14].

3.10 Humedad

La cantidad de vapor de agua presente en el aire depende de factores como la temperatura y la presión, esta humedad es medida habitualmente en términos de humedad relativa que es *“el porcentaje (%) de presión de vapor que tiene el aire respecto de la máxima que puede tener a esa temperatura”* [15]. Es importante en la industria de alimentos mantener un control de esta para

permanecer los estándares de calidad del proceso ya que esta, puede ser mediador de contaminaciones si se encuentra variable a un parámetro específico.

3.11 *Congelado.*

Este proceso mantiene la temperatura de los alimentos hasta -18°C , generando la cristalización del contenido de agua de estos, lo cual lo hace ser muy usado en el proceso de conservación de los mismos [16].

En la industria de alimentos es muy usado, consecuente a lo mencionado anteriormente, además, hoy en día existen productos que pasan por un proceso de congelado y son funcionales, por ejemplos, helados con probióticos, jugos con proteínas, etc.

3.12 *Temperatura*

La temperatura es una de las variables más importantes a controlar en cualquier industria, dado que, es una de las prácticas fundamentales de garantía a la solubilidad de los productos que son de consumo [17]. El congelamiento, la refrigeración y la cocción depende de grados de temperaturas óptimas, las cuales, según la necesidad, el manejo y el producto se lleva a cabo. La cocción es una fase previa que permite conservar algunos alimentos, alcanzando temperaturas como mínimo de 65°C para ser consumidos de forma segura. En función de la temperatura, la viscosidad de los alimentos y, por ende, su flujo es variados, por tal razón, es necesario el uso de sensores que miden la tasa de flujo de estos, contribuyendo a la optimización de la productividad del alimento, por este motivo, se trabaja constantemente en nuevos productos que respalden parámetros controlados teniendo presente estándares de laboratorio[18].

3.13 *Freído*

La fritura es reconocida por desarrollar textura y sabores deseados de algunos alimentos, ejemplo de esto, se encuentran los snacks, que son fritos y de sabor agradable, además, de contar con una calidad sensorial que depende a su vez del tipo de aceite y tiempo usado[19], del mismo modo, factores como sabor, aspecto, textura y nutrición hacen parte de una importante valoración característica de un alimento, en otras palabras, las frituras son operaciones unitarias con el fin de modificar características organolépticas, la vida útil de un alimento sometido a este proceso depende del contenido de agua residual que este conlleve, entre mayor sea más corta será este y caso contrario sucede si es menor esto es porque existe una migración de agua y aceites producidas

durante el almacenamiento. Al someter a altas temperaturas el aceite y grasas, se evidencian 3 reacciones químicas en simultaneo, hidrólisis, polimerización y oxidación, causantes de la rancidez [20].

3.14 *Tostones*

Habitualmente la materia prima que más se renombra a la hora de realizar tostones es el plátano en estado de maduración verde, sin embargo, no se desprecia otros tipos a utilizar.

En centro América, para la producción de tostones utiliza la variedad “Falso cuerno” para el procesamiento debido a la característica que este apremia [20].

Para su elaboración se requiere la recepción de la materia prima, la cual, es la etapa donde la materia prima llega a la planta, se analiza si existe algún defecto, y es pasado por especificaciones del proceso, el peso promedio oscila entre 0.25 kilos/ unidad, luego, pasa a la etapa de selección y pelado donde de acuerdo a su estado de madurez se sigue el proceso de elaboración o se separa de éste posterior a esto, pasa a la etapa de corte ya sea manual o por una máquina, el tamaño variará según las especificaciones del producto a obtener, se pasa por una inspección para evaluar si el corte es adecuado para pasar a la etapa siguiente que es la fritura en aceite vegetal normalmente, a temperatura de retención externa mayor de 170°C con un tiempo mayor de 2 minutos, siendo esta etapa un punto de control crítico, para ir finalizando el proceso se moldea el producto con moldes por acción de fuerza y se analiza algunos parámetros de ser necesario como el diámetro promedio, densidad, concentración de sólidos, rendimientos, posterior a esto se vuelve a pasar a una etapa de freído y finalmente su empaque o, puede parar en la etapa de moldeamiento y ser congelados y almacenados [5]. El proceso en sí, se puede clasificar en las etapas selección, lavado, pelado, troceado, fritura, centrifugación (para separar la mayor cantidad de grasa), fritura, empaque y almacenamiento [20].

Dentro de los equipos que se requieren en el proceso algunos de los que se encuentran son los tanques o aspersores para lavado, mesa de pelado, tablas, cuchillos, freidor, campana de extractor, formadores, selladores.

3.15 *Biotecnología en los alimentos*

Es una de las disciplinas encargadas en el diseño, producción, modificación, evaluación de sistemas biológicos, y organismos vivos en alimentos esto, con la iniciativa de mejorar sus propiedades

nutritivas o cambiar sus atributos [21]. Actualmente la ciencia y tecnología se ha enlazado con los alimentos con el fin de mejorar su calidad, productividad y propiedades saludables como es el caso de los probióticos (organismos a favor de la vida, bacterias designadas con la capacidad de generar efectos que contribuyen positivamente a los seres humanos y animales [22]), otra de los usos en la biotecnología de alimento es manipulación genética de plantas, elaboración de pan, vino, cerveza, aporte de enzimas en la industria quesera, entre otras [23].

La impregnación a vacío (IV) es una técnica que hace parte de la biotecnología, pues esta ocasiona la disminución de los niveles de O₂ de las frutas mínimamente procesadas, así mismo, ser un medio para incorporar antioxidantes, probióticos, y conservantes que puedan generar una mejora en el alimento. Este proceso se da por el intercambio de gas presente en los poros por el líquido externo, que se da al sumergir el producto en una fase líquida a baja presión que una vez vuelva a restituir esta, el producto cuando es comprimido favorece la penetración del líquido exterior a los poros, por tanto, se afecta los niveles que requiere la fruta para su respiración y contribuye en su vida útil [3].

Otro de los usos de la biotecnología es la elaboración de Dips enriquecidos, estos son un tipo de salsa acompañante de alimentos, como los snacks, enalteciendo su sabor, y usados como pasabocas [24].

3.16 *Alimentos funcionales*

La idea de alimentos funcionales surge desde la década de los 80 años. Son alimentos procesados que incluyen ingredientes nutritivos que favorecen a ciertas funciones del organismo, además, su diseño y construcción son basados en la prevención de enfermedades, influenciando positivamente en la disminución de costos a la salud, asimismo, fomentar buena nutrición [25].

Se estima en US\$ 47,6 mil millones el mercado mundial de alimentos funcionales, con segmentos de mercados en Estados Unidos como el más grande junto a Europa y Japón

[26]. Los alimentos funcionales son conocidos a nivel mundial durante mucho tiempo con la capacidad de contrarrestar enfermedades y proporcionar nutrición [27]. Es asociado a diferentes beneficios, en los que incluye la fortificación con vitaminas, minerales, antioxidantes, probióticos, prebióticos, simbióticos y demás [26]. Con la intención de desarrollar un nuevo producto funcional se realiza una revisión bibliográfica que incluye procesos de producción con implementación de matriz vegetal y uso de microorganismos probióticos.

Palmira De Bellis, Angelo Sisto, y Paola Lavermicocca en 2021, realizaron el trabajo de investigación titulado Bacterias probióticas y matrices de origen vegetal: una asociación con características mejoradas que promueven la salud, el cual, buscaba exponer las matrices de origen vegetales con propiedades beneficiosas para la salud, que al ser combinadas con bacterias probióticas dan como resultado un producto funcional e innovador. Es importante mencionar la relevancia de la composición de nutrientes de frutas y hortalizas que exponen en su investigación, ya que estas aportan significativamente en la protección de células microbianas. Además, se mencionan la idoneidad de materias primas como portadores de probióticos como es el caso de alcachofas, las cuales fueron sometidas a un proceso de cocción suave que permite limitar actividades enzimáticas y luego, fueron adicionadas en una solución de salmuera inoculada con bacterias ácido lácticas, demostrando la funcionalidad eficaz del vegetal en la supervivencia del probiótico. Por tanto, este trabajo muestra el interés de explorar matrices de origen vegetal para generar un desarrollo provechoso para la intervención de probióticos. En otras palabras, con el interés de darle utilidad a materias primas de origen vegetal, este documento muestra su aplicabilidad en la elaboración de un producto novedoso y saludable [28].

En 2021 los autores Merve ACU, Ozer KINIK y Oktay YERLIKAYA, describieron en su artículo titulado “Viabilidad probiótica, propiedades de viscosidad, dureza y calidad sensorial de helados simbióticos producidos a partir de leche de cabra” la viabilidad de cultivos probióticos respecto a propiedades físicas del helado de cabra como viscosidad, dureza, calidad sensorial. Para su desenvolvimiento se utilizaron cultivos de - *Lactobacillus paracasei subsp. paracasei* Lafti L-26, *Bifidobacterium longum* + *Bifidobacterium bifidum* Lafti B-94 inoculados en una mezcla previamente pasteurizada, que contenía polvo de leche desnatada, tagatosa, entre otros, almacenado a temperaturas de 4°C y analizadas durante un tiempo de 120 días, respondiendo de forma positiva a la posibilidad de adaptación del microorganismo, exponiendo que, las muestras de helado mantuvo sus características probióticas, del mismo modo, el color, apariencia, sabor recibieron buenas puntuaciones [29].

La investigación titulada “Desarrollo de una bebida probiótica utilizando suero de leche y jugo de piña (*Ananas comosus*): propiedades sensoriales y fisicoquímicas y supervivencia probiótica durante la digestión gastrointestinal in vitro” realizada por los autores Md Zakirul Islam, Sarah Tabassum, Md Harun-ur-Rashid, Gerd Elisabeth Vegarud, Md Shahin Alam, y Mohammad Ashiqul Islam en 2021, centraron su estudio en el desarrollo de una bebida fermentada que contenía

suero y jugo de piña a diferentes concentraciones, reflejándose una proporción óptima sensorial en una proporción de 25:75 de suero y piña, utilizando cepas probióticas de *Lactobacillus acidophilus* LA-5 (ATCC 4356), obteniéndose reportes positivos del 80%, respecto a la tolerancia a la digestión gastrointestinal durante su almacenamiento y conservación a temperaturas de 4°C, lo que representa una alta probabilidad del desarrollo de una bebida a base de piña como un alimento nutritivo y funcional [30].

En 2019 los autores Perihan Kubra Akman, Ece Uysal, Gulsum Ucak Ozkaya, Fatih Tornuk, M. Zeki Durak realizaron la investigación en el desarrollo de manzanas deshidratadas portadoras de probióticos para su consumo como snack con la impregnación de *Lactobacillus paracasei*. Se tomaron especificaciones de espesor y diámetro (5mm y 15 mm, respectivamente), inactivación enzimática aplicando temperatura a 80°C durante 2 min por medio de baño maría y almacenado a 4°C. El medio MRS fue utilizado para el cultivo del microorganismo, optimizado mediante la medición de densidad celular por espectrofotometría a 590 nm, utilizando escala McFarland. La determinación de propiedades bioactivas, medidas de color, determinación de la actividad del agua e imágenes de microscopio electrónico de barrido (SEM) fueron analizadas en este proceso. Como resultado de esta investigación se pudo obtener un producto enriquecido en contenido fenólico totales, un portador estable de probiótico con buenas propiedades bioactivas, físicas y sensoriales.[31]

Pilar Cristina Morantes Guzmán en 2014 en su tesis sobre el Proceso de obtención de mango biofortificado con microorganismos probióticos mediante la técnica de impregnación a vacío, se centra en el desarrollo de un producto de mango biofortificado mínimamente con probióticos. Para esto, utiliza una técnica ingenieril de matrices, denominado impregnación a vacío. Esta, tiene aplicabilidad en matrices porosas con el fin de generar productos mínimamente procesados. Debido a proceso de transferencia de masa se obtiene una modificación en la estructura y composición química de la matriz alimentaria. Para el desenvolvimiento de esta tesis se trabajó con la cepa comercial de *Lactobacillus casei* ATTC 393 (Quimirel Ltda®) utilizando un medio de cultivo MRS, además, de la adición de inulina, glucosa anhidra del 91% y 99% de pureza respectivamente, para la solución de impregnación. En la preparación se destaca en el proceso la viabilidad de supervivencia del microorganismo mencionado. Este antecede proporciona herramientas para analizar la conservación de un microorganismo de interés, teniendo en cuenta el método descrito, para generar un alimento funcional [32]

Los autores Stella M. Alzamora, Daniela Salvatori, María S. Tapia, Aurelio López Malo, Jorge Welti-Chanes, y Pedro Fito en 2005 con su tesis “Nuevos alimentos funcionales a partir de matrices vegetales impregnadas de compuestos biológicamente activos” describen como los poros encontrados en los espacios intercelulares en frutas y verduras influye de forma relevante en la posibilidad de penetración de microorganismos a estos. En este estudio se utiliza el método de IV, utilizando la manzana como fruto poroso, una solución de sacarosa con microorganismos (*S. cerevisiae*, *L. acidophilus* y *P. glomerata*), obteniendo mejores resultados a una presión 75 mmHg en un tiempo de 2 min, dando como efecto la viabilidad de la incorporación de ingredientes funcionales en matrices de frutas y hortalizas [26].

3.17 *Prebióticos*

Los prebióticos son alimentos no digeribles, que una vez llegan al colon son usados por los microorganismos como sustrato, generando energía, metabolitos, y micronutrientes, además, estimula el crecimiento selectivo de algunas especies beneficiosas del microbiota intestinal, su producción y almacenamiento. Dentro de los prebióticos aceptados descritos en varios estudios se encuentran frútanos tipo inulina, GOS, lactulosa, entre otros [33].

3.18 *Probióticos*

Son microorganismos que, al ser ingeridos en cantidades adecuadas, ejercen efectos beneficiosos en la salud [34]). Estos, son un tipo de alimento funcional, siendo uno de los productos de primera elección para los consumidores por sus beneficios. Los alimentos probióticos deben contener al menos $10^6 - 10^7$ ufc/g de microorganismos probióticos al final de la vida útil [30].

Los *Lactobacillus* y *Bifidobacterium* son los más usados como próbioticos, sin embargo, la levadura *Saccharomyces cerevisiae*, y algunas de especies de *Escherichia coli* y *Bacillus* pueden incluirse en este grupo [25].

Es importante tener en cuenta que un microorganismo es considerado probiótico si no es patógeno, ni tóxico, tiene resistencia a fagos y cuenta con estabilidad en el producto y durante el almacenamiento, también, debe sobrevivir a las condiciones del ambiente gastrointestinal, etc.

3.19 *Resolución Numero 333 DE 2011(10 de febrero de 2011).*

Declara la relación del consumo de probióticos para una mejor función digestiva, exponiendo que los microorganismos involucrados deben estar vivos, no ser patógeno y el tracto digestivo humano

sea su medio natural, además, debe sobrevivir a este, siendo resistente a jugos gástricos y ácidos biliares, debe poder adherirse a la mucosa intestinal, con capacidad de colonización al intestino, capacidad de sobrevivir a lo largo de su vida útil, también, el alimento debe contener un número igual o mayor de microorganismos de origen probiótico de 1×10^6 UFC/g en el producto terminado hasta el final de la vida útil. Las declaraciones que se hagan a dichos productos deben contener el uso adecuado de estos, especificando que este no es el único medio para mejorar las funciones digestivas, ya que, debe ir de la mano de un acompañamiento de ejercicio físico y dieta.

El modelo de declaración será: “Una adecuada alimentación y un consumo regular de alimentos con microorganismos probióticos, puede ayudar a normalizar las funciones digestivas y regenerar la flora intestinal”.

3.20 *Levadura*

Hace parte del grupo de los hongos. Es un organismo unicelular que se multiplica por brotación o fisión, la mayoría de ellas son mesófilas con una temperatura máxima de crecimiento que oscila en los 24°C y los 48°C, y solo el 2% aproximadamente de las levaduras son psicrófilos, donde solo unas pocas pueden desarrollarse cerca de 0°, encontrándose en este caso la *Yarrowia lipolytica*, *Debaryomyces hansenii* y *Pichia membranaefaciens*. Las levaduras en su mayoría toleran un pH entre 3 y 10, sin embargo, prefieren un medio ligeramente ácido (4,5 a 6,5).

En la naturaleza se encuentra una amplia variedad de levaduras, puesto que, se hallan sobre las hojas, flores, frutos, piel cuero, plumas y tracto digestivo de animales, la causa de esto, está relacionada con los insectos, pero en su mayor reservorio es el suelo [35].

Actualmente se ha descrito a la levadura como uno de los microorganismos con efecto probiótico para animales [36]. Se han realizado análisis respecto a la resistencia de este a jugos gástricos, tolerancia a rangos de pH, prueba de determinación de reducción de colesterol en sales biliares, obteniéndose buenos resultados ante esto. No obstante, la capacidad probiótica de las levaduras es limitada y en menor proporción en términos de investigación, debido que, la mayoría de los microorganismos estudiados está asociado a los probióticos más comunes que relaciona a las especies de *Lactobacillus sp* y *Bifidobacterium* por su predominancia en flora normal del tracto gastrointestinal de humanos y otros vertebrados [37].

3.21 *Impregnación a vacío*

La impregnación a vacío (IV) es una técnica que hace parte de la biotecnología, pues esta ocasiona la disminución de los niveles de O₂ de las frutas mínimamente procesadas, así mismo, ser un medio para incorporar antioxidantes, probióticos, y conservantes que puedan generar una mejora en el alimento. Este proceso se da por el intercambio de gas presente en los poros por el líquido externo, que se da al sumergir el producto en una fase líquida a baja presión que una vez vuelva a restituir esta, el producto cuando es comprimido favorece la penetración del líquido exterior a los poros, por tanto, se afecta los niveles que requiere la fruta para su respiración y contribuye en su vida útil [3].

Factores como la composición y estructura del tejido, el tiempo de relajación de la matriz sólida, tamaño y forma de la muestra, la velocidad del flujo del gas y del líquido durante la acción del sistema hidrodinámico y la viscosidad de la solución afectan el proceso de impregnación a vacío

V. METODOLOGÍA

4.1 *Activación y crecimiento del microorganismo.*

El microorganismo empleado fue la *Saccharomyces Cerevisiae* comercial. Para su activación y crecimiento se tomaron 5 g de levadura liofilizada y se mezcló con 250 mL de agua destilada y autoclavada, y 3 g de sacarosa. Este proceso se realizó durante 20 min. Una vez culminado el tiempo anterior, se cuantifico la concentración del medio con el fin de poder garantizarse una concentración mayor o igual a 1×10^6 UFC/mL, esto llevo a cabo por espectrofotometría utilizando la ecuación de la curva patrón ya realizado en experimentos anteriores con *Saccharomyces Cerevisiae* (Ecuación 1) [38].

$$Y = 42,021X - 0,0301 \quad (1)$$

Para la preparación de 1,5 L de la solución impregnadora, su composición es realizada teniendo en cuenta lo propuesto por Morantes Guzmán [32] con algunas modificaciones, compuesta por Inulina 5% p/p y sacarosa 14%p/p.

Se inoculo la solución impregnadora añadiendo 9 %v/v del medio de activación a esta, una vez fue garantizado que la concentración era mayor de 1×10^6 UFC/mL, con el fin de cumplir con el criterio de declaración nutricional de alimento,[39]. La solución fue esterilizada previa a su inoculación.

4.2 *Determinación de variables Fisicoquímicas y microbiológicas de la Solución Impregnadora.*

Se evaluaron las variables fisicoquímicas, pH, acidez, °brix y microbiológica, concentración del microorganismo de la solución antes de empezar el proceso de impregnación a vacío y una vez fue finalizado.

4.2.1 *Medición de pH.*

La medición de pH se realizó con ayuda de un pHmetro, registrando los valores arrojados.

4.2.2 *Acidez.*

El procedimiento se realizó mediante titulación, que consistió en una bureta, un beacker, un soporte universal y un anillo con su nuez. Se tomaron 10 g de la solución y se mezcló con 250 mL de agua desionizada. Como componente titulador, se usó hidróxido de sodio a 0,1 N, y fenolftaleína como indicador al añadir 3 gotas de este a la solución. La titulación se llevó a cabo hasta que se observó un cambio de color de la muestra de un color amarillo claro a uno rosado pálido. Se registro el volumen gastado de hidróxido y se utiliza la ecuación 1 para conocer la acidez de la solución. La ecuación 2 permitió establecer el porcentaje de acidez que tiene la matriz [14].

$$\%Acidez = \frac{\text{Volumen de NaOH (0,1 N) Gastado} * 0,64}{10} \quad (2)$$

Solidos totales.

4.3 *°Brix*

Para identificar la cantidad de solidos totales de la solución se utilizó un refractómetro, macerando una cantidad garante para la medición.

4.4 *Análisis microbiológico*

Para el análisis microbiológico se cuantifico la concentración del microorganismo en la solución una vez fue llevado a cabo la impregnación a vacío, haciendo uso del espectrofotómetro y utilizando una absorbancia a 620 nm.

4.5 Acondicionamiento de la fruta.

Se utilizaron 3 piñas oro miel, la cuales tuvieron el papel de matriz vegetal para el proceso de impregnación. Fueron lavadas, peladas, y cortadas en rodajas. Una vez lo anterior, se desinfectaron con hipoclorito de sodio al 15% p/v, en 3 litros de agua a una concentración de 200 ppm de hipoclorito con la finalidad de eliminar bacterias y protozoarios que pudiesen encontrarse en la superficie de la fruta [40] , además de la suciedad adherida a estas, por ende, se sumergió durante 10 min en la solución, luego, fueron cortadas con ayuda de un molde que permitiría obtener una geometría triangular en la piña, y, por último, fueron cortadas en láminas con espesores entre 5mm y 15mm.

Una vez finalizo el proceso anterior, se dividió la piña en porciones de 200g para realizar los experimentos propuestos.

4.6 Proceso de impregnación al vacío.

Una vez se acondiciono la matriz vegetal, se llevó a cabo el método de impregnación a vacío. Para el montaje del experimento se utilizó un Kitasato y una bomba a vacío (Ver fig. 1). Para este estudio se implementó dos experimentos tal como se muestra en la tabla I. El tiempo de impregnación llamado “ t_1 ” o etapa de vacío, es el tiempo que duro sometido la matriz vegetal en la solución impregnadora en un sistema en el cual se le aplicaba una presión a vacío, mientras que el tiempo de relajación denotado “ t_2 ”, es el tiempo que perdura la matriz vegetal en la misma solución una vez se ha restaurado la presión del sistema, manteniendo en este caso una presión atmosférica. En este estudio fue variado, en tanto que, t_1 se mantuvo constante. Todos los experimentos fueron realizados por triplicado. Se tomo una muestra control la cual tuvo el mismo acondicionamiento del inciso 4.2.4, siendo la piña sin la aplicación del método de impregnación, esto con el fin de poder comparar con los experimentos realizados las variables medidas.



Fig. 1. Esquema de equipos para el proceso de impregnación

Nota. <http://es.wiggens.com/show-132-137-1.html>

TABLA I.
REPRESENTACIÓN DE TIEMPOS ASIGNADOS PARA t_1 Y t_2

Característica	t_1 (min)	(t_2 min)
Muestra control	NA	NA
Experimento 1	5	5
Experimento 2	5	10

4.7 Almacenamiento.

Una vez finalizado el proceso de impregnación, las piñas fueron empacadas a presión atmosférica y almacenadas en frío a una temperatura de 3°C. Se emplearon empaques transparentes de polietileno de baja densidad con auto cierre o de forma Minigip. La matriz vegetal de cada experimento fue empacada por 10g para ambos experimentos, con el fin de ser más práctico los análisis microbiológicos y físicos de esta.

4.8 Determinación de variables Fisicoquímicas y microbiológicas de la matriz vegetal impregnada.

Durante una semana se evaluaron las variables fisicoquímicas, pH, acidez, °brix y microbiológica, concentración del microorganismo de la matriz impregnada por espectrofotometría, además de la visualización en el microscopio para analizar la presencia de microorganismos en esta, durante los días 0,1,4,6 y 7.

4.7.1 Medición de pH.

La medición de pH se realizó de igual forma que el inciso 4.2.1.

4.7.2 Acidez.

Se utilizó el mismo procedimiento descrito en el 4.2.2, tomando en este caso 10g de piña impregnada.

4.7.3 Sólidos totales.

Se utiliza el mismo procedimiento que el 4.2.3.

4.9 Análisis microbiológico.

Para el análisis microbiológico de los experimentos se cuantifico la concentración del microorganismo en la matriz impregnada. Para esto, se tomó 10g de piña impregnadas con probiótico, y se mezcló con 90 mL de agua por medio equipo homogeneizador de fruta a velocidad media durante 2 min, la solución fue leída en el espectrofotómetro a 620 nm.

4.10 Análisis Microscópico

Se realizo una observación microscópica de la piña, con el fin de evidenciar la morfología de la levadura, microorganismo impregnado a esta. Para esto, se realiza una tinción simple con azul de metileno, tomando 0,05 mL de la solución obtenida y usada en el inciso 4.5.

4.11 Análisis sensorial.

Para la evaluación sensorial se llevó a cabo una escala hedónica, donde 10 personas de forma aleatoria dieron su respuesta ante la aceptación o no, del producto. Este análisis se le hizo a la piña solamente el día final estipulado para el estudio, es decir el día 7, calificando sus atributos como lo fueron el color, sabor y olor. Para los dos primeros se utilizó una escala que va de 1 a 5, donde 5 es muy aceptable y 1 no muy aceptable, para el color se pidió que se describiera si era característico del fruto o no [41].

4.12 Análisis estadístico

Para analizar los resultados obtenidos en el apartado 4.4, se realizó un análisis de datos pareados, con el fin de determinar si en las variables medibles existía diferencias significativas respecto a los experimentos planteados con un valor de significancia del 5% [42].

4.13 Factibilidad económica.

Se planteó una breve una consulta sobre la factibilidad económica que pueda tener el producto, con el fin de analizar como sería la productividad del proceso.

VI. RESULTADOS Y ANÁLISIS

5.1 Activación y crecimiento del microorganismo.

Una vez transcurrido el tiempo especificado en el apartado 4.1, se cuantifico la concentración de la levadura de estudio por medio de espectrofotometría, arrojando un valor inicial de 190000 mg/L. Ahora bien, al garantizar una concentración mínima de 1×10^6 UFC/mL se realizó una conversión de unidades utilizando el número de Avogadro, y el peso molecular de la *Saccharomyces Cerevisiae*. [43], dando como resultado un valor de 4,4 mg/L que, en comparación de el dato inicial mencionado respecto a este, se ajusta, por tanto, se procede a validar esta concentración como apta para inocular la solución impregnadora para ser usada en etapas posteriores.

5.2 Determinación de variables Fisicoquímicas y microbiológicas de la Solución

Impregnadora.

En la tabla II se muestra la determinación de las variables antes y después de ser usado la solución en el proceso de impregnación

TABLA II.
VARIABLES FISICOQUÍMICAS Y MICROBIOLÓGICA DE SOLUCIÓN IMPREGNADORA.

Medición de Variables de Solución Impregnadora							
Variable	INICIAL	FINAL					
		Experimento 1			Experimento 2		
		Exp 1,1	Exp 1,2	Exp 1,3	Exp 1,1	Exp 1,2	Exp 1,3
pH	7,00	4,30	4,20	4,10	4,00	4,00	4,00
Acidez	0,06	0,70	0,70	0,83	0,77	0,70	0,96
°Brix	18,50	14,30	15,70	15,50	14,70	14,80	12,00
Conc. levadura (mg/L)	NA	29400	30000	31300	30800	30600	31700

La solución inoculada con 190000 mg/L. de *Saccharomyces Cerevisiae*. finalmente, en cada experimento (después del proceso de impregnación) obtuvo una concentración promedio de 30233,33 mg/L y 31033,33 para el experimento 1 y 2 respectivamente, lo que infiere que cierta cantidad fue adherida a la solución, conforme a la esperada, y, considerando una mezcla homogénea con la solución y la matriz usada, se considera la misma concentración para esta última, siendo la concentración inicial de la *Saccharomyces Cerevisiae*. en la piña.

El pH es una de las variables con cambios más significativo, puesto que, paso de tener un pH neutro a uno ácido, esto está relacionado a la *S. Cerevisiae*. ya que esta produce varios ácidos orgánicos, generando la caída del pH en la solución, además de tener presente que para esta resulta más favorable tolerar un rango de pH entre 4,5 y 6,5 [44].

La sacarosa es una fuente de carbohidratos para la levadura, por tanto, era de esperarse que la cantidad suministrada inicialmente a la solución disminuyera, tal como se muestra en los resultados expuestos en la tabla II, caso contrario sucedió con el porcentaje de acidez, debido que, este aumento en comparación a la inicial, ya que se presentó la liberación de iones H⁺ y la concentración total de ácidos cambio en la solución.

El metabolismo de la levadura, como el de todas las células vivas, está interconectado mediante el acoplamiento de vías anabólicas y catabólicas. Resumen de las principales vías catabólicas de azúcar en *S. Cerevisiae* en condiciones aeróbicas versus anaeróbicas. glucólisis Como se resume en la Fig. 1, el ATP es proporcionado por la oxidación de fuentes de carbono orgánico, produciendo energía, etanol, dióxido de carbono y varios metabolitos intermedios como ácidos orgánicos

La levadura absorbe iones de amonio, liberando estos ácidos orgánicos [45] como el ácido succínico, pirúvico, láctico y acético [46], estos sucesos pueden darse gracias al metabolismo de azúcares, donde se generan vías alternas, el ácido láctico producido llega al hígado a través del torrente sanguíneo, donde se vuelve a convertir en piruvato y se continua de manera normal las reacciones restantes de la respiración celular. [47] .

El ácido cítrico promueve la percepción de frescura, mitigando la inestabilidad del crecimiento de microorganismos no deseados, el ácido succínico es el mayor responsable de acidez titulable, el ácido acético funciona como indicador para analizar un problema de deterioro, sin embargo, no se ha explicado por completo el impacto ambiental y nutricional que pueda generar el metabolismo de los ácidos orgánicos de la levadura. Por otro lado, aunque la acidez y el pH son importantes en la caracterización sensorial, no siempre están directamente relacionados, no obstante, estudios han informados que si se tiene una acidez más baja y un pH más alto existirá un riesgo de contaminación, debido que se favorece el crecimiento de microorganismos, incluyendo especies no deseadas. Cabe mencionar que, el impacto que tengan los ácidos orgánicos estará directamente relacionada con la concentración específica de cada uno, el cual no se determinó en este estudio, pero es importante tenerlo presente para el análisis respecto a la caracterización sensorial, y el impacto nutricional en investigaciones futuras.

TABLA III.
COMPORTAMIENTO DE LA CONCENTRACIÓN EN EL TIEMPO.

Característica		Tiempo en días				
		0	1	3	5	7
		Conc. [mg/L]	Conc. [mg/L]	Conc. [mg/L]	Conc. [mg/L]	Conc. [mg/L]
Exp. 1	1.1	29409,10	17034,34	11751,27	15654,08	16034,84
	1.2	30027,84	21508,29	14844,96	19461,70	13369,51
	1.3	31265,32	11037,34	15749,27	11037,34	28933,15
Exp. 2	2.1	30836,96	25125,53	16986,74	17938,65	15035,34
	2.2	30551,39	23650,08	15416,10	14131,03	24887,56
	2.3	31741,27	24173,63	21127,53	17938,65	14749,77
Control		6801,36	7324,91	8847,96	9657,08	10275,81

La muestra control arroja una concentración de levadura en promedio de 8581,42 mg/L propia de esta, lo anterior es razonable, ya que, la levadura se encuentra fácilmente en plantas y en la tierra, así como en el tracto gastrointestinal [44]. Sin embargo, se esperaba que con la desinfección en la muestra control esta levadura ya no estuviera, lo que influye que no fue del todo apto el proceso de desinfección en la fruta, además de que pudo enfrentarse a problemas de almacenamiento, sin embargo, la cantidad de los experimentos es alta y se encuentra dentro del rango de la concentración deseada, también, puede estar relacionado el método de cuantificación por espectrofotometría, podría considerarse la cuantificación por otros métodos, como cámara de Neubauer. Se observo diferencias significativas con un valor de significancia de 0,05 entre el experimento 1 y la muestra control, y, así mismo, entre el experimento 2 y la muestra control, lo que infiere que la concentración de levaduras en la piña fue potenciado y durante el tiempo establecido de estudio se considera la concentración arrojada eficiente para cumplir lo descrito en el inciso 3.19, sin embargo, con el mismo valor de significancia no se evidencia diferencias significativas entre los dos experimentos respecto a la concentración, por tanto, el tiempo de relajación impartido no influye en el aumento de esta en la matriz vegetal. Los resultados mostrados en la concentración del microorganismo es aceptada, mostrando que la solución usada presento una buena viabilidad para la cepa *S. cerevisiae.*, teniendo en cuenta que, la inulina es un prebiótico, se considera una fuente adaptable que impartirá al microorganismo la generación de energía y micronutrientes al actuar como sustrato, tal como sucedió para la cepa *L. casei* quién tuvo un recuento superior de

1×10^8 UFC/mL usando inulina como sustrato, sin embargo, la cantidad usada en este estudio es mínima en comparación a esta, obteniendo de igual forma una concentración deseada y un consumo menor.[32]. Además, cabe mencionar que la *S. cerevisiae.*, es considerada un microorganismo GRAS, siendo aprobada como aditivo alimentario [48].

TABLA IV.
COMPORTAMIENTO DEL PH EN EL TIEMPO

Característica		Tiempo en días				
		0	1	3	5	7
		pH	pH	pH	pH	pH
Exp. 1	1.1	4,30	4,10	4,33	4,23	4,22
	1.2	4,20	4,30	4,46	4,43	4,11
	1.3	4,10	4,30	4,36	4,50	4,08
Exp. 2	2.1	4,00	4,40	6,22	4,20	4,08
	2.2	4,00	4,10	6,50	4,80	4,36
	2.3	4,00	4,20	4,97	4,40	4,26
Control		4,00	4,00	4,71	4,00	4,13

TABLA V.
COMPORTAMIENTO DEL %ACIDEZ EN EL TIEMPO

Característica		Tiempo en días				
		0	1	3	5	7
		%Acidez	%Acidez	%Acidez	%Acidez	%Acidez
Exp. 1	1.1	0,70	3,20	2,82	3,71	2,43
	1.2	0,70	3,20	2,75	2,88	4,35
	1.3	0,83	2,37	3,01	2,18	4,10
Exp. 2	2.1	0,77	3,52	1,28	4,22	4,61
	2.2	0,70	3,14	1,34	2,88	3,46
	2.3	0,96	3,78	2,24	3,52	3,58
Control		0,58	5,44	4,16	4,93	5,12

Durante el proceso de almacenamiento no se percibe cambios influyentes en el porcentaje de acidez y pH de forma genera, donde se presentan valores que oscilan en pequeños rangos, siendo coherentes ambas en sus valores arrojado.

Sin embargo, cabe mencionar que el día 0 mostrado en las tablas hace referencia al instante después del proceso de impregnación, observándose un cambio considerable entre este día y el 1 respecto

al % Acidez, si bien, en la tabla VI se muestra que en estos días los azúcares de la matriz tienen una leve disminución, deduciendo que en este tiempo puntualmente, la levadura consumió azúcares y liberó ácidos orgánicos.

El análisis estadístico con un valor de significancia de 0,05 muestra que no existe variación entre los experimentos respecto al pH y el % de Acidez.

TABLA VI.
COMPORTAMIENTO DE LOS °BRIX EN EL TIEMPO

Característica		Tiempo en días				
		0	1	3	5	7
		°Brix	°Brix	°Brix	°Brix	°Brix
Exp. 1	1.1	14,30	12,80	9,20	13,40	13,30
	1.2	15,70	12,70	11,00	12,00	11,30
	1.3	15,50	7,40	11,10	13,30	11,20
Exp. 2	2.1	14,70	11,80	9,00	11,20	10,40
	2.2	14,80	10,20	9,80	11,00	6,20
	2.3	12,00	14,10	9,00	11,30	7,90
Control		18,00	12,60	9,00	10,70	7,70

En base a la tabla VI, no se presenta cambios significativos en los °Brix en comparación con el experimento 1 y 2, contemplando estadísticamente con un valor de significancia del 5% que no existe diferencias significativas entre estas, además, las ligeras disminuciones pueden estar involucrados en el consumo de los azúcares como se ha mencionado anteriormente[32].

5.3 Análisis microscópico

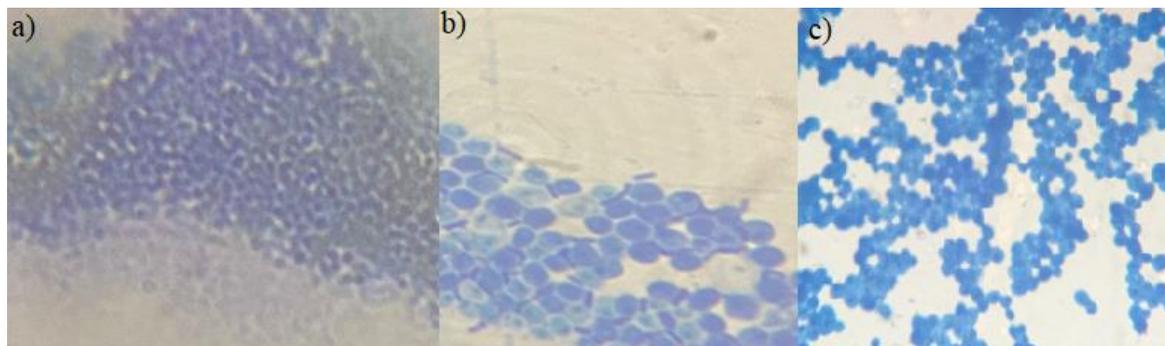


Fig. 2. Análisis microscópico, observado en 100X; a) Solución de piña impregnada; b) Colonia extraída de siembra en PDA de piña impregnada; c) *S. Cerevisiae* activada.

La figura 2c, representa una muestra de la *S. Cerevisiae.*, una vez es activada como se describe en el inciso 4.1, visualizada en el microscopio a 100X, donde su geometría es redonda y de color azul, efecto que se da una vez se tiñe con azul de metileno, esta figura en comparación con la 2a y 2b, es igual, lo que infiere que en las diferentes muestras se habla del mismo microorganismo.

5.4 Análisis sensorial

Tal como se describió en el inciso 4.8, se usó una escala de aceptación que va entre 1 y 5.

En promedio, los valores arrojados por los consumidores en cuestión de sabor y olor para los diferentes experimentos, oscila entre 4 y 5 (Ver Fig. 3), refiriendo una aceptación en general por parte de estos, tal razón evidencia que en la percepción de las propiedades organolépticas del producto no se refleja diferencias considerables entre ambos. En la calificación de color, es denotada como característico de la fruta para los dos.

El %Acidez obtenido durante los días estipulados de estudio fue mínima, dando un indicio de que el sabor y olor no fue influenciado por este, ya que la acidez está directamente relacionada con las propiedades sensoriales de un producto, debido que, los diferentes ácidos orgánicos tienen diversas propiedades organolépticas[46]. Por otro lado, el tiempo de relajación impartido en cada experimento no influyó en las propiedades sensoriales de la piña.

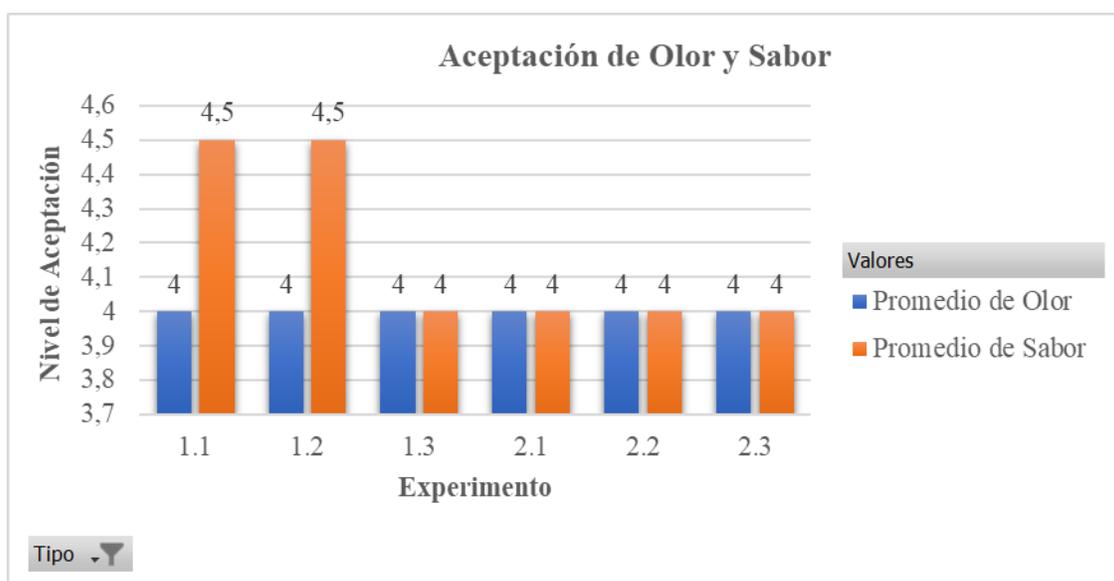


Fig. 3. Promedio De Aceptación De Olor Y Sabor

5.5 Factibilidad económica.

Si se producen 1000 kg de piña diariamente en un solo turno de producción, con la intención de obtener ganancias de un 20% por paquete, inicialmente se puede considerar un precio aproximadamente de 19433 pesos por 10g de producto, valor que puede ser muy alto para los consumidores por tan poca cantidad, sumado que, aun con este precio no se alcanza a suplir si no solo un 1,68% de la deuda que se generaría, en un año. Cabe mencionar que las inversiones fijas que se suman inicialmente se reducen al costearse en el primer año, lo cual, permite que las ganancias generadas puedan suplir un mayor porcentaje de la deuda, llegando a tal punto donde las ganancias sean gratas para el proceso.

El producto debe considerar diferentes estudios en cuestión de análisis financiera, para así, poder dar certeza de si es apto o no para llevarse a cabo, donde se realice una hipótesis específica, con los balances necesarios que permitan dar cuenta de las cantidades producir, y por ende, la factibilidad específica. (Diríjase a Anexos).

VII. CONCLUSIONES

Gracias a la bibliografía recopilada y expuesta en el inciso IV, pudo visualizarse herramientas de aplicación para el aprovechamiento de la materia prima desechada en la C.I. UNIBÁN S.A, comercializadora que se ha posicionado en el mercado por ofrecer altos niveles de calidad y personal capacitado para su ejecución. Debido a esto, en las miras de la aplicabilidad ingenieril se analiza sobre la aplicación biotecnológica que actualmente está involucrada en la industria de alimentos, donde provee el diseño producción, modificación y evaluación de sistemas biológicos con el fin de mejorar las propiedades nutricionales de un producto, lo cual, le permite desempeñar un papel importante en la salud de los consumidores. Tal suceso se refleja en la elaboración de alimentos funcionales, un tema ligado a la biotecnología de alimentos, donde productos como los probióticos hacen parte de esta lista. Por tanto, la revisión bibliográfica permitió establecer un diseño experimental para la elaboración de un producto nuevo con aplicabilidad en biotecnología, pudiendo llevarlo a cabo, con la finalidad de implantar a una matriz vegetal (piña) una concentración de microorganismo probiótico, que en este caso fue la *Saccharomyces Cerevisiae*, para esta función, con el fin de analizar el comportamiento de sus variables fisicoquímicas y microbiológicas se varió el tiempo de relajación, detallado con anterioridad.

La impregnación a vacío, fue el método usado para cambiar las propiedades nutricionales de la piña, quien estructuralmente presenta grandes cantidades de poros, permitiendo la impregnación del soluto usado, llamada solución impregnadora, este proceso tuvo resultados positivos durante los días propuestos de análisis respecto a la concentración planteada, concentración la cual, es necesaria para que el microorganismo pueda asumirse como probiótico en el alimento, expuesta en el inciso 3.19. La concentración, pH, %Acidez y °Brix promedio para el experimento 1 quien tuvo un tiempo de relajación de 5 minutos fue de 19141.22 mg/L, 4.27, 2.62%, 12.28 respectivamente, y para el experimento 2 con un tiempo de relajación de 10 minutos fue de 21619.35 mg / L, 4.57, 2.67%, 11.49, respectivamente a las unidades anteriores. Previo a esta relación se deduce que el tiempo de variación en t_2 de 5 a 10 min no influyo en los resultados obtenidos correspondiente a las variables medibles, sin embargo, los valores arrojados son positivos para el proceso de impregnación y paso siguiente, elaboración de un producto nuevo.

El almacenamiento del producto en congelado permitió que en el tiempo estipulado se conservara el microorganismo perdurando en este, sin embargo, es un factor a tener presente en futuras investigaciones puesto que, en la *S. Cerevisiae* se evidencio que una congelación lenta generaba

alta mortandad en la cepa, mientras que, si se tiene una velocidad de congelación intermedia aportaría a la viabilidad de la levadura [37].

La implementación de diferentes técnicas como titulación, espectrofotometría, fueron de suma importancia para el desarrollo del diseño experimental, ya que permitió la caracterización de las variables mencionadas, las cuales son el instrumento de apoyo para futuras investigaciones y foco de análisis sobre el comportamiento del producto deseado.

La elaboración de un proceso de factibilidad económica del producto le confiere al lector herramientas para profundizar en el proceso de elaboración, diseño y producción. Gracias a la investigación de costos beneficio se puede distinguir si el producto es factible o no, además, de distar entre algunos costos fijos y variables que puedan presentarse en el proceso.

Finalmente, el método de impregnación a vacío que utiliza ingeniería de matrices permitió la implementación y el desenvolvimiento de un diseño experimental, con la finalidad de darle uso a una de las materias primas que la C.I Unibán S.A. cuenta, proveyendo valor agregado a esta, y al mismo tiempo, abriendo camino en la biotecnología de alimentos en esta industria.

VIII. RECOMENDACIONES

- Se propone revisar un método directo de cuantificación para analizar el crecimiento del microorganismo en el producto, como el caso de cámara de Neubauer. Si se desea llevar a cabo esta investigación, se sugiere analizar con técnicas usadas para control oficial de alimentos [49], tales como, fluorimétricas, inmunológicas, colorímetros, entre otros y analizar la viabilidad de la cepa en la matriz vegetal, garantizando la concentración especificada en el tiempo.
- Se sugiere indagar con mayor profundización los métodos y técnicas empleados para garantizar un mejor aprendizaje, dando como efecto una mayor comprensión en la relevancia y normativa del proceso, permitiendo la aplicabilidad en la industria y en futuras investigaciones.
- Se plantea considerar un método de desinfección más imponente en la etapa inicial del proceso de producción, con la finalidad de obtener mejores análisis del proceso.
- Se sugiere realizar un análisis de factibilidad económica a profundidad, para distinguir la factibilidad del producto con una producción deseada según sea el interés.

REFERENCIAS

- [1] F. Luis and G. Moncayo, “Biotecnología en el sector alimentario”
- [2] *et al.*, “Alimentos Funcionales: Impacto Y retos Para El Desarrollo Y Bienestar De La Sociedad Colombiana,” *Biotecnología en el Sect. Agropecu. y Agroindustrial*, vol. 13, no. 2, p. 140, 2015, doi: 10.18684/bsaa(13)140-149.
- [3] O. Security and C. Scienti, “Services on Demand Related links Print version ISSN 0103-4014 On-line version ISSN 1806-9592,” vol. 13, no. 2, pp. 1–13, 1996.
- [4] R. Social, “Quiénes somos.”
- [5] T. Para, O. Al, and T. D. E. Cirujano, “Universidad nacional autónoma de Nicaragua UNAN - león Facultad de Odontología,” 2013.
- [6] “Libros,” p. 22.
- [7] R. Arbustos and P. Frutales, “¿Te gusta esta entrada?,” pp. 1–8.
- [8] H. Martí, G. Corbino, and H. Chlaudil, “La batata: el redescubrimiento de un cultivo,” *Cienc. Hoy*, vol. 21, pp. 17–23, 2011.
- [9] C. Rica and R. Dominicana, “Fisiología de la Piña nativa (*Ananas comosus* L. Merr) c.v. India,” 2000.
- [10] “calidad en la industria alimentaria,” vol. 2020, pp. 1–10, 2020.
- [11] Fuchs, “Qué son los grados Brix y cómo nos ayudan a saber el azúcar que tienen alimentos como frutas y verduras,” *Anal. Bromatol.*, pp. 1–17, 2020, [Online]. Available: <https://www.directoalpaladar.com/cultura-gastronomica/que-grados-brix-como-nos-ayudan-a-saber-azucar-que-tienen-alimentos-como-frutas-verduras>.
- [12] M. De Los, “Maduración de los frutos y el % brix,” 2020.
- [13] Aconsa, “pH en alimentos: su importancia en la seguridad alimentaria,” *Aconsa*, pp. 1–7, 2021, [Online]. Available: <https://aconsa-lab.com/ph-en-alimentos-importancia/>.
- [14] M. Sairi, L. J. Yih, and M. R. Sarmidi, “Chemical composition and sensory analysis of fresh pineapple juice and deacidified pineapple juice using electrodialysis,” *Reg. Symp. Membr. Sci. Technol.*, pp. 21–25, 2004.
- [15] L. Akerman, “Importancia del control de la humedad del aire,” *El Instal.*, vol. 20, no. 481, pp. 20–26, 2011.
- [16] M. Velazquéz-Rodríguez, “División De Ciencia Animal,” *Univ. Autónoma Agrar. Antonio*

- Narro*, 2011.
- [17] T. De Contenidos, “Implicaciones del control de temperatura en la industria alimentaria Cómo realizar un control de temperatura efectivo,” pp. 9–12, 2021.
- [18] P. A. Servicio, “[?]Sistemas de control de temperatura en la industria alimentaria | JULABO GmbH,” pp. 1–6, [Online]. Available: <https://www.julabo.com/es/aplicaciones/sistemas-de-control-de-temperatura-en-la-industria-alimentaria>.
- [19] A. Alvis, H. S. Villada, and D. C. Villada, “Efecto de la temperatura y tiempo de fritura sobre las características sensoriales del ñame (dioscorea alata),” *Inf. Tecnol.*, vol. 19, no. 5, pp. 19–26, 2008, doi: 10.1612/inf.tecnol.3958bit.07.
- [20] A. Macotto and F. Masias, “Estudio de factibilidad para la producción y exportación de tostones desde Rivas, Nicaragua hacia el mercado de Miami, EE.UU.,” *Zamorano, Carrera Adm. Agronegocios*, pp. 1–79, 2009, [Online]. Available: <https://es.scribd.com/document/183759148/Estudio-de-Tiempos>.
- [21] “Biotecnología en la industria alimentaria,” pp. 1–6, 2022.
- [22] E. FAO and E. OMS, “Probióticos en los alimentos Propiedades saludables y nutricionales y directrices para la evaluación,” *Estud. FAO Aliment. y Nutr.*, vol. 85, p. 52, 2006, [Online]. Available: <file:///C:/Users/Acer/Documents/paty/homework1/PROBIOTICOS OPS 2006.pdf>.
- [23] E. Hernandez, “Aplicaciones De LaBiotecnología En LaProducción De Alimentos,” pp. 1–18, 2011.
- [24] “¿Sabes en qué se diferencia una escuela infantil de una ludoteca?,” pp. 1–14, 2019.
- [25] M. Estevez, “Microencapsulación intercelular del probiótico (*Lactobacillus paracasei*) en tejido de piña (*Ananas comosus*),” *Tesis Para Obtener El Grado Maest. En Ciencias Aliment.*, 2013.
- [26] S. M. Alzamora, D. Salvatori, M. S. Tapia, A. López-Malo, J. Welti-Chanes, and P. Fito, “Novel functional foods from vegetable matrices impregnated with biologically active compounds,” *J. Food Eng.*, vol. 67, no. 1–2, pp. 205–214, 2005, doi: 10.1016/j.jfoodeng.2004.05.067.
- [27] A. Szydłowska and D. Kołożyn-Krajewska, “Development of potentially probiotic and synbiotic pumpkin frozen desserts,” *CYTA - J. Food*, vol. 17, no. 1, pp. 251–259, 2019, doi: 10.1080/19476337.2019.1570975.

- [28] P. De Bellis, A. Sisto, and P. Lavermicocca, "Probiotic bacteria and plant-based matrices: An association with improved health-promoting features," *J. Funct. Foods*, vol. 87, no. July, p. 104821, 2021, doi: 10.1016/j.jff.2021.104821.
- [29] M. Acu, O. Kinik, and O. Yerlikaya, "Probiotic viability, viscosity, hardness properties and sensorial quality of synbiotic ice creams produced from goat's milk," *Food Sci. Technol.*, vol. 41, no. 1, pp. 167–173, 2021, doi: 10.1590/fst.39419.
- [30] M. Z. Islam, S. Tabassum, M. Harun-ur-Rashid, G. E. Vegarud, M. S. Alam, and M. A. Islam, "Development of probiotic beverage using whey and pineapple (*Ananas comosus*) juice: Sensory and physico-chemical properties and probiotic survivability during in-vitro gastrointestinal digestion," *J. Agric. Food Res.*, vol. 4, no. November 2020, p. 100144, 2021, doi: 10.1016/j.jafr.2021.100144.
- [31] P. K. Akman, E. Uysal, G. U. Ozkaya, F. Tornuk, and M. Z. Durak, "Development of probiotic carrier dried apples for consumption as snack food with the impregnation of *Lactobacillus paracasei*," *Lwt*, vol. 103, no. December 2018, pp. 60–68, 2019, doi: 10.1016/j.lwt.2018.12.070.
- [32] P. C. Morantes Guzmán, "Proceso de obtención de mango biofortificado con microorganismos probióticos mediante la técnica de impregnación a vacío," 2014.
- [33] C. Castañeda Guillot, "Actualización en prebióticos TT - Update in prebiotics," *Rev. Cuba. pediatr.*, vol. 90, no. 4, pp. e648–e648, 2018, [Online]. Available: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-75312018000400008%0Ahttp://www.revpediatria.sld.cu/index.php/ped/article/view/648/235.
- [34] A. S. D. E. M. Cl and C. D. E. Probi, "roBIótlcos : generAlldAdes," vol. 78, no. 1, pp. 123–128, 2015.
- [35] L. Carrillo, "Levaduras," *Los hongos los Aliment. y forrajes*, pp. 91–98, 2001, [Online]. Available: <http://www.unsa.edu.ar/matbib/hongos/09htextolevaduras.pdf>.
- [36] A. Bioquimico *et al.*, "Análisis bioquimico de extractos de," p. 43600, 1997.
- [37] J. Isabella and R. Andrade, "Evaluación de la capacidad probiótica," *Pontif. Univ. Javerian*, 2007.
- [38] "ENTREGA FINAL DEL PROYECTO SISTEMA DE CONTROL ESCOLAR.pdf." .
- [39] Ministerio de Salud y Protección Social, "Resolución 333 de 2011," *Reglam. técnico sobre*

- los requisitos rotulado o Etiquet. Nutr. que deben cumplir los Aliment. Envas. para Consum. Hum.*, vol. 2011, no. 47, pp. 1–62, 2011, [Online]. Available: https://docs.supersalud.gov.co/PortalWeb/Juridica/OtraNormativa/R_MPS_0333_2011.pdf
- [40] J. Gamarra and A. Rosales, “Caracterización de la mermelada dietetica de piña (Anana comosus) y naranja (Citrus sinensis) edulcorado parcialmente con stevia (Stevia rebauidana),” p. 143, 2016, [Online]. Available: <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/4741>.
- [41] S. Rodríguez-Barona, G. I. Giraldo, and Y. P. Zuluaga, “Evaluación de la incorporación de fibra prebiótica sobre la viabilidad de lactobacillus casei impregnado en matrices de mora (Rubus glaucus),” *Inf. Tecnol.*, vol. 26, no. 5, pp. 25–34, 2015, doi: 10.4067/S0718-07642015000500005.
- [42] M. Romero, “Comparación de medias en grupos apareados o dependientes.,” *Enfermería del Trab.*, vol. 3, no. 3, pp. 118–123, 2013, [Online]. Available: www.e-biometria.com.
- [43] P. M. Doran, ““El Hombre Comun Le Exige a Los Demas Peroel Hombre Superior Se Exige Asi Mismo.,”” p. 455, 1995.
- [44] C. Suárez-Machín, N. A. Garrido-Carralero, and C. A. Guevara-Rodríguez, “Levadura *Saccharomyces cerevisiae* y la producción de alcohol,” *Rev. Invest. (Guadalajara)*, vol. 50, no. 1, pp. 20–28, 2016.
- [45] Sovrin Foundation, “Los principios del SSI,” pp. 1–2, 2020, [Online]. Available: <https://sovrin.org/wp-content/uploads/Principles-of-SSI-V1.01-Spanish-v01.pdf>.
- [46] B. S. Chidi, F. F. Bauer, and D. Rossouw, “Organic acid metabolism and the impact of fermentation practices on wine acidity - A review,” *South African J. Enol. Vitic.*, vol. 39, no. 2, pp. 315–329, 2018, doi: 10.21548/39-2-3172.
- [47] G. Classroom, “Fermentación y respiración anaeróbica Introducción,” pp. 1–14.
- [48] G. Para, E. L. Reconocimiento, and D. E. Una, “Sustancia Gras,” p. 27 pg, 2018.
- [49] R. putri Indahningrum, J. Naranjo, Hernández, J. Naranjo, L. O. D. E. L. Peccato, and Hernández, “Métodos y técnicas de cuantificación microbiana empleados en la industria de alimentos, farmacéutica, agrícola y ambiental. revisión sistemática de la literatura” *Appl. Microbiol. Biotechnol.*, vol. 2507, no. 1, pp. 1–9, 2020, [Online]. Available: <https://doi.org/10.1016/j.solener.2019.02.027%0Ahttps://www.golder.com/insights/block->

caving-a-viable-alternative/%0A???

ANEXOS

- **Análisis estadístico, experimento uno respecto a experimento dos.**

Concentraciones			
Tiempo (días)	Exp1	Exp2	Di
0	3,02E-02	3,10E-02	-8,09E-04
1	1,65E-02	2,43E-02	-7,79E-03
4	1,41E-02	1,78E-02	-3,73E-03
6	1,54E-02	1,67E-02	-1,29E-03
7	1,94E-02	1,82E-02	1,22E-03

Fig. 4. Datos De Concentración En El Tiempo

Media: -2.48×10^{-3}

Desviación: $3,45 \times 10^{-3}$

$$\begin{cases} H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0 \\ vs \\ H_1: \mu_1 - \mu_2 \neq 0 \end{cases}$$

Valor de significancia:

$$\alpha = 0,05$$

Región crítica:

$$R.C = \{t \therefore t_c < -2,7764 \vee t_c > 2,7764\}$$

Calculo del valor de t_c :

$$t_c = \frac{\bar{d} - d_0}{s_D / \sqrt{n}}$$

$$t_c = \frac{-2,48 \times 10^{-3} - 0}{3,45 \times 10^{-3} / \sqrt{5}}$$

$$t_c = -1,60$$

Conclusión: No rechazar H_0 y concluir que, en la concentración del experimento 1 y del experimento 2, con un valor de significancia del 0.05, no hay diferencia significativa entre sus concentraciones

- Análisis de factibilidad, los precios fueron consultados en la página de comercio electrónico en Latinoamérica, Mercado libre y expuestos en las tablas siguientes.

TABLA VII.
INVERSIONES FIJAS

Inversiones Fijas		
Categoría	Especificación	Valor
Terreno	lote	\$ -
Maquinas	Espectrofotómetro	\$ 17.859.253
	Balanza industrial	\$ 299.900
	Microscopio	\$ 250.000
	Bomba	\$ 2.822.000
Equipo menor	Computador, papel, impresora, lapiceros, etc.	\$ 5.000.000
Gastos preoperativos	-	\$ 75.000.000
Total		\$ 101.231.153,00

TABLA VIII.
INVERSIONES EN ACTIVOS

Inversiones en activos circulantes			
Categoría	Especificación	Unidad	Valor T. necesario Anual
Materias primas y otros materiales en existencia	Piña	kg	\$ 220.060.800
	Sacarosa	bulto(5kg)	\$ 2.798.790
	Levadura	kg	\$ 217.000
	Inulina	0,5kg	\$ 41.433.780.960
	Agua	Litros	\$ -
Total			\$ 41.656.857.550

TABLA IX.
DATOS PARA ANÁLISIS

Datos del Producto	
Días de trabajo	283
%Perdida	5%
peso de piña (Kg)	1,80
Peso de piña sin cascara, ni corazón	1,50
Peso Real (kg)	833,30
Peso Real con perdida (kg)	791,64
Paquete por 10 kg	79,16
Valor de unidad de paquete Respecto a Costo de Producción (\$)	16194,33
Valor de unidad de paquete Respecto a Inversión (\$)	52749169,38
Valor por paquete x 10g de producto	19433,20
Datos para la Piña	
Cajas x 1Turno	400
Piña por Caja	6
Piña en Total	2400
Peso en total de cajas (Kg)	4320
Cajas Necesarias	1728
Piña en total de cajas	288
Característica	Valor (Kg)
Cantidad de Sacarosa Usada x 200 g de piña	0,25
Cantidad de Inulina Usada x 200 g de piña	0,08
Grupo de piña de 200g	21600
Cantidad de Inulina Necesaria	1706,40
Cantidad de Sacarosa Necesaria	5382,29
Sacarosa Necesaria dividida en 5kg	1076,46
Inulina Necesaria dividida en 0,5g	3412,80

TABLA X.
COSTO DE PRODUCCIÓN

COSTOS DE PRODUCCIÓN (1000kg)						
Labor	Recursos humanos	Valor Hora	Cantidad Horas/Persona	Total horas	Costo persona/Día	Costo total persona/Día
Lavado y Desinfección	5	\$ 4.250	8	40	\$ 34.000	\$ 170.000
Pelado	5	\$ 4.250	8	40	\$ 34.000	\$ 170.000
Picado	5	\$ 4.250	8	40	\$ 34.000	\$ 170.000
Producción solución impregnadora	2	\$ 6.250	8	16	\$ 50.000	\$ 100.000
Inoculación de la solución	2	\$ 8.000	8	16	\$ 64.000	\$ 128.000
Impregnado de la piña con la solución impregnadora	1	\$ 8.000	8	8	\$ 64.000	\$ 64.000
Congelado	1	\$ 8.000	8	8	\$ 64.000	\$ 64.000
Empaque	5	\$ 8.000	8	40	\$ 64.000	\$ 320.000
Pruebas de calidad	1	\$ 12.000	8	8	\$ 96.000	\$ 96.000
Total	27	\$ 63.000	72	216	\$ 504.000	\$ 1.282.000

TABLA XI.
ESPECIFICACIONES

Especificación	Precio
Ventas Anuales	7093117,409
Costo de lo Vendido	Inversión
	\$ 41.758.088.703
	Costo de producción-Anual
	\$ 467.930.000
Utilidad Bruta en Ventas (VA-CV)	-\$ 42.218.925.585