

EVALUACIÓN DEL USO DE LAS CÁSCARAS DE LA PIÑA (*Ananas comosus*) COMO CATALIZADOR EN LA FERMENTACIÓN DE UNA BEBIDA ARTESANAL A BASE DE MARACUYÁ (*Passiflora edulis flavicarpa*) EN AGUACHICA - CESAR

**WILMAR ANDRES CAMARGO SANCHEZ
MARCOS DAVID QUINTERO PEDROZA**

**UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR-SECCIONAL AGUACHICA
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS AGROINDUSTRIALES
INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL
AGUACHICA CESAR
2025**

EVALUACIÓN DEL USO DE LAS CÁSCARAS DE LA PIÑA (*Ananas comosus*) COMO CATALIZADOR EN LA FERMENTACIÓN DE UNA BEBIDA ARTESANAL A BASE DE MARACUYÁ (*Passiflora edulis flavicarpa*) EN AGUACHICA – CESAR

TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO AGROINDUSTRIA

**WILMAR ANDRES CAMARGO SANCHEZ
MARCOS DAVID QUINTERO PEDROZA**

**DIRECTOR
Mg. EMIR GEANCARLOS QUINTERO SOLANO**

**UNIVERSIDAD POPULAR DEL CESAR–SECCIONAL AGUACHICA
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS AGROINDUSTRIALES
INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL
AGUACHICA CESAR
2025**

NOTA DE APROBACIÓN

El trabajo de grado de los estudiantes **Wilmar Andrés Camargo Sánchez** y **Marcos David Quintero Pedroza**, titulado “**Evaluación del uso de las cascaras de piña (*Ananás comosus*) como catalizador en una bebida artesanal a base de maracuyá (*Passifloras edulis flavicarpa*) en Aguachica Cesar**”, ha sido aprobado por los jurados, quien no se hace responsable de su contenido, pero lo ha encontrado correcto en su calidad y en su forma de presentación por lo que en fe de lo cual firman.

**NOMBRE DEL EVALUADOR
EVALUADOR 1**

**NOMBRE DEL EVALUADOR
EVALUADOR 2**

**NOMBRE DEL DIRECTOR
EMIR QUINTERO SOLANO**

DEDICATORIA

Le agradezco principalmente a Dios por permitirme culminar una etapa más en mi vida, dándome las fuerzas suficientes para continuar en cada proyecto.

A mis familia, padres y hermanos gracias por su apoyo incondicional en mis estudios, pero en especial a mi madre SANDRA MILENA SÁNCHEZ RAMÍREZ; por ser esa mujer fundamental en todo lo que soy, por inculcarme grandes valores que me han acompañado en todos los aspectos de mi vida, por su motivación, apoyo y entrega, a ustedes les dedico con amor este logro, en especial a ti, MAMÁ.

WILMAR ANDRES CAMARGO SANCHEZ

DEDICATORIA

Este gran logro alcanzado lo dedico con todo mi corazón a mis dos hermosas madres y a mis hermanos; se merecen esta dedicatoria y más porque siempre han sido mi motor, mi apoyo, la luz en medio del camino oscuro, cuando muchas veces nada tenía sentido y las fuerzas se agotaban, allí estaban ustedes.

También se lo dedico a ese niño que tanto soñó con este momento, ese niño soñador, que muchas veces no hubiera como hacerlas cosas o con que hacerlas, el nunca dejo de soñar.

Hoy puedo decir con orgullo que los sueños si se cumplen.

Este es solo el comienzo...

MARCOS DAVID QUINTERO PEDROZA

AGRADECIMIENTOS

Quiero extender mis agradecimientos principalmente a Dios por ser el guía fundamental en este camino, brindándome el entendimiento y conocimiento necesario para alcanzar este logro, a mi Madre por su amor incondicional y sacrificios para brindarme la oportunidad de perseguir mis sueños académicos.

A mi director de proyecto EMIR QUINTERO gracias por su liderazgo, orientación y apoyo invaluable durante todo este proceso, su experiencia, dedicación y compromiso fueron fundamentales, a la codirectora IRINA SUÁREZ gracias por su valiosa orientación, experiencia y paciencia para cumplir este logro. A mi amiga de colegio ANYELA AREVALO gracias por su ánimo constante, conocimiento y palabras de aliento en este largo camino.

WILMAR ANDRES CAMARGO SANCHEZ

AGRADECIMIENTOS

Quiero extender mis agradecimientos primeramente a Dios, por darme la vida, las fuerzas, la salud, la sabiduría necesaria para saber siempre afrontar cada reto en toda esta etapa, por ser esa presencia incondicional e infaltable, por ayudarme a cumplir este sueño.

Gracias a mi gran madre que con tanto amor y esfuerzo estuvo siempre para mí, por ser mi mayor apoyo, por cada consejo y palabras de aliento, por el sacrificio que has tenido conmigo y mis hermanos, eres y siempre serás mi gran admiración.

Agradezco también a mis profesores, por brindarme de sus conocimientos, por tener siempre ese compromiso y dedicación, fueron de gran ayuda y bendición. Pero en especial, agradecer a dos grandes profesores y amigos, director de proyecto EMIR QUINTERO y codirectora de proyecto IRINA SUÁREZ, gracias por su orientación, dedicación, apoyo y valiosos consejos que fueron fundamentales para lograr cumplir este proyecto

Con mucho cariño para todos ¡GRACIAS!

MARCOS DAVID QUINTERO PEDROZA

TABLA DE CONTENIDO

LISTA DE ILUSTRACIONES	IX
LISTA DE ANEXOS	XI
GLOSARIO	XII
RESUMEN	XV
1. INTRODUCCIÓN.....	16
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	19
3. JUSTIFICACIÓN	21
4. OBJETIVOS	23
4.1. Objetivo general.	23
4.2. Objetivos específicos.	23
5. MARCO TEÓRICO.....	24
6. MARCO LEGAL	28
7. ESTADO DEL ARTE	29
8. METODOLOGÍA.....	34
8.1 Enfoque de la investigación.....	34
8.3 Diseño de investigación.....	35
8.4 Población y muestra	36
8.5 Hipótesis.....	37
8.6 Técnicas e instrumentos de recolección de datos	37
8.7 Técnicas de procesamiento y análisis de datos	37
8.8 Actividades realizadas	38
9. RESULTADOS	41
12. CONCLUSIONES.....	58
13. RECOMENDACIONES.....	60
14. RERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	62
15. ANEXOS	69

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Siembra de microorganismos.....	42
Ilustración 2. Placa con microorganismos para recuento	43
Ilustración 3. Cultivo para recuento de microorganismos	43
Ilustración 4. Actividades de tinción y observación microscópica.....	44
Ilustración 5. Actividades para elaboración de mosto	47
Ilustración 6. Medida de Sustratos	47
Ilustración 7. Medida de pH y °Brix	49
Ilustración 8. Practica de destilación y medida de alcohol	49
Ilustración 9. Caracterización sensorial del producto	54

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Tratamientos según concentración de cascara de piña	39
Tabla 2. Diferencia de microorganismos	41
Tabla 3. Recuento microbiano en diferentes medios de cultivos	42
Tabla 4. Resultados generales del recuento (UFC/mL)	44
Tabla 5. Formulación de la bebida artesanal según tratamientos	48
Tabla 6. Resultados promedio de los tratamientos	50
Tabla 7. Resultados de pH obtenidos	51
Tabla 8. Resultados °Brix obtenidos	52
Tabla 9. Resultados de densidad obtenidos	53
Tabla 10. Resultados de % de alcohol y alcohol probable	53
Tabla 11. Evaluación sensorial por tratamiento.....	54

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Tabla de resultados tratamiento 10% y replicas	69
Anexo 2. Tabla de resultados tratamiento 20% y replicas	70
Anexo 3. Tabla de resultados tratamiento 30% y replicas	71
Anexo 4. Tabla de resultados tratamiento Control	72
Anexo 5. Tabla para caracterización sensorial.....	72

GLOSARIO

Acidez total: Medida de la concentración de ácidos orgánicos presentes en un alimento o bebida. En bebidas fermentadas, determina la frescura y el perfil sensorial del producto (Sierra et al., 2021).

Alcohol etílico (etanol): Compuesto producido por levaduras durante la fermentación alcohólica de azúcares. Es el principal alcohol presente en bebidas fermentadas (Rico et al., 2020).

Ananás comosus: Nombre científico de la piña. Fruta tropical rica en azúcares, fibra, vitaminas y enzimas como la bromelina, con alto potencial como subproducto agroindustrial (Moreno et al., 2022).

Antioxidantes: Sustancias que retardan o previenen el daño celular causado por radicales libres. En alimentos fermentados, pueden conservarse o incluso potenciarse (González et al., 2023).

Bebida artesanal: Bebida elaborada mediante procesos manuales o tradicionales, generalmente con ingredientes naturales y sin aditivos industriales (Vargas & Gómez, 2020).

Bebida fermentada: Producto obtenido mediante la transformación biológica de azúcares en etanol, ácidos y otros compuestos, gracias a la acción de levaduras y bacterias (Crespo et al., 2020).

Bioactivadores: Compuestos naturales que estimulan la actividad microbiana en procesos fermentativos, como las enzimas presentes en la cáscara de piña (López & Rueda, 2019).

Biotecnología: Aplicación de organismos vivos o sus componentes en la creación o modificación de productos para fines útiles, como alimentos, medicamentos o procesos ecológicos (Restrepo et al., 2021).

Bromelina: Enzima proteolítica presente en la piña, utilizada por sus efectos digeridos digestivos y por su capacidad de facilitar procesos fermentativos al descomponer proteínas (Sánchez & Becerra, 2022).

Catalizador natural: Sustancia orgánica que acelera reacciones biológicas sin sufrir alteraciones. En fermentación, las cáscaras de frutas pueden actuar como catalizadores (López & Rueda, 2019).

Economía circular: Modelo productivo que busca reducir residuos y reutilizar recursos en los procesos industriales y agrícolas, promoviendo la sostenibilidad (FAO, 2021).

Fermentación alcohólica: Proceso en el que microorganismos transforman carbohidratos en etanol y dióxido de carbono bajo condiciones anaerobias (Hernández & Castaño, 2021).

Fermentación espontánea: Tipo de fermentación que ocurre con microorganismos presentes de forma natural en las frutas o el ambiente, sin cultivos añadidos (Rico et al., 2020).

Funcionalidad alimentaria: Característica de ciertos alimentos de aportar beneficios a la salud más allá de su valor nutricional, como ocurre con algunas bebidas fermentadas (González et al., 2023).

Glucosa y fructosa: Azúcares simples presentes en frutas como la piña y la maracuyá, que actúan como sustrato energético en los procesos de fermentación (Restrepo et al., 2021).

Inóculo: Microorganismos añadidos para iniciar o reforzar la fermentación, como levaduras naturales o cultivos espontáneos presentes en cáscaras de frutas (Crespo et al., 2020).

Levaduras: Microorganismos unicelulares especialmente (*Saccharomyces cerevisiae*) que convierten los azúcares en etanol y dióxido de carbono durante la fermentación (Hernández & Castaño, 2021).

Maracuyá (*Passiflora edulis flavicarpa*): Fruta tropical con alto contenido de vitamina C, azúcares y antioxidantes. Es ampliamente utilizado en bebidas por su sabor y propiedades nutritivas (Restrepo et al., 2021).

Microbiota natural: Conjunto de microorganismos presentes de forma espontánea en alimentos o superficies, como levaduras y bacterias beneficiosas (López & Rueda, 2019).

pH: Escala que mide la acidez o alcalinidad de una solución. En fermentación, influye en la viabilidad microbiana y en la seguridad del producto (Vargas & Gómez, 2020).

Probiótico: Microorganismo que, al ser consumido en cantidades adecuadas, promueve beneficios en la salud intestinal y general del consumidor (González et al., 2023).

Proceso artesanal: Método de producción que conserva técnicas tradicionales, sin intervención de procesos industriales masivos (Vargas & Gómez, 2020).

Residuos agroindustriales: Materiales orgánicos derivados del procesamiento de productos agrícolas, como cáscaras o pulpas, susceptibles de ser valorizados en nuevos procesos (Moreno et al., 2022).

Sacarosa: Azúcar disacárido común en frutas, compuesto por glucosa y fructosa. Fuente principal de energía en fermentaciones (Restrepo et al., 2021).

Sensorial: Relativo a los sentidos. En alimentos y bebidas, se evalúan aspectos como sabor, olor, color y textura para determinar la aceptabilidad del producto (Crespo et al., 2020).

Sólidos solubles (°Brix): Medida de concentración de azúcares y compuestos solubles en líquidos. Es un parámetro estándar para evaluar madurez y dulzura en frutas y jugos (Hernández & Castaño, 2021).

Subproducto: Material derivado del proceso principal de producción, que puede ser reutilizado o transformado. Las cáscaras de piña son un ejemplo de subproducto agroindustrial (Moreno et al., 2022).

Sustentabilidad: Capacidad de llevar a cabo procesos o actividades que satisfacen necesidades actuales sin comprometer los recursos para generaciones futuras (FAO, 2021).

Valorización de residuos: Proceso de conversión de residuos orgánicos en productos útiles o con valor económico, como fertilizantes, energía o ingredientes alimentarios (FAO, 2021).

RESUMEN

El análisis integral de la producción de una bebida artesanal a base de cáscara de piña y maracuyá, realizada bajo distintas condiciones de fermentación, ha permitido obtener valiosos datos en diferentes áreas, como la diferenciación de microorganismos, variación de las condiciones de fermentación, caracterización físico-química y evaluación sensorial (hedónica). Durante la fermentación, el control de los microorganismos es crucial. En los resultados obtenidos, se observó una mayor proliferación de bacterias en algunos medios de cultivo, lo que puede afectar la calidad sensorial de la bebida. Las levaduras deben ser predominantes para una fermentación alcohólica eficiente, por lo que es necesario controlar las condiciones que favorecen el crecimiento bacteriano. Se recomienda ajustar el pH a un nivel adecuado (entre 3.2 y 4.0), ya que esto ayuda a inhibir la proliferación de bacterias, manteniendo un entorno favorable para las levaduras. Las variaciones en las condiciones de fermentación mostraron que el tratamiento con un 20% de maracuyá y piña (en comparación con otros tratamientos) presenta los mejores resultados en términos de parámetros físico-químicos, como °Brix, pH y alcohol. Esto sugiere que este tratamiento tiene un balance óptimo entre concentración de azúcares, acidez y alcohol, lo que contribuye a una fermentación eficiente y al desarrollo de un perfil sensorial agradable. Se recomienda controlar la temperatura (entre 18 y 25°C) y el tiempo de fermentación para evitar la producción de sabores y aromas no deseados. Además, es importante ajustar el pH para evitar que la bebida sea demasiado ácida, lo cual podría afectar tanto la fermentación como el sabor final del producto. Los análisis físico-químicos revelaron que el tratamiento con 20% de maracuyá y piña presentó los valores más equilibrados en términos de °Brix (concentración de azúcares), pH (acidez) y OHO (Alcohol). Estos parámetros son fundamentales para una fermentación controlada y para obtener una bebida que no sea ni demasiado dulce ni excesivamente ácida. Se recomienda ajustar las concentraciones de azúcares y ácidos en las formulaciones de los demás tratamientos para alcanzar un equilibrio adecuado. La evaluación sensorial realizada con un panel de 40 personas mostró que el tratamiento 20% obtuvo las mejores puntuaciones en cuanto a sabor, aroma, textura y aceptación general. Este tratamiento se percibió como el más equilibrado y atractivo sensorialmente. En base a estos resultados, se recomienda mantener las proporciones de maracuyá y piña en el proceso de fermentación, ya que estas frutas proporcionan un perfil de sabor y aroma agradable para los consumidores.

Palabras claves: Microorganismo, fermentación, formulación, sensorial, físicoquímico, hedónico.

1. INTRODUCCIÓN

La búsqueda de alternativas sostenibles y eficientes para la producción de alimentos y bebidas artesanales ha cobrado especial relevancia en el contexto actual, donde se requiere el aprovechamiento integral de los recursos agroindustriales. En este sentido, el uso de subproductos agrícolas como materia prima para procesos fermentativos representa una opción prometedora desde el punto de vista económico, ambiental y tecnológico (González, 2020).

En Colombia, el maracuyá (*Passiflora edulis flavicarpa*) es una fruta tropical de alto valor nutricional y comercial, ampliamente cultivada por sus propiedades organolépticas y su riqueza en compuestos bioactivos como la vitamina C, los flavonoides y los carotenoides (Restrepo et al., 2021). Esta fruta, además de ser utilizada en la producción de jugos, néctares y postres, ha despertado interés en la elaboración de bebidas fermentadas artesanales, por su contenido de azúcares naturales y su perfil sensorial exótico. Sin embargo, los procesos fermentativos en bebidas a base de maracuyá requieren de catalizadores o agentes que activen y aceleren la fermentación, favoreciendo el desarrollo de microorganismos beneficiosos como las levaduras.

En paralelo, la piña (*Ananas comosus*), otra fruta de alta producción en el país, genera una cantidad considerable de residuos orgánicos, principalmente sus cáscaras, las cuales son combinadas y desechadas. No obstante, diversos estudios han demostrado que estas cáscaras poseen una carga significativa de azúcares, enzimas (como la bromelina) y microorganismos naturales que pueden actuar como catalizadores biológicos en procesos fermentativos (Moreno et al., 2022). Aprovechar estos residuos no solo promueve una economía circular, sino que también reduce el impacto ambiental generado por el manejo inadecuado de desechos agroindustriales.

La presente investigación se propone evaluar el uso de las cáscaras de la piña como catalizador en la fermentación de una bebida artesanal elaborada a base de maracuyá y desarrollado en el municipio de Aguachica, ubicado en el departamento del Cesar. Esta localidad, de clima cálido y con fuerte vocación agrícola, posee condiciones propicias para el cultivo y transformación de frutas tropicales, por lo cual el proyecto cobra pertinencia tanto en términos sociales como económicos.

Desde una perspectiva científica, la fermentación representa un proceso altamente influenciado por múltiples factores como la temperatura, el pH, la concentración de azúcares, y la presencia de nutrientes y microorganismos activos. La innovación en este campo no solo radica en la selección de ingredientes principales, sino también en la incorporación de catalizadores naturales que puedan mejorar la eficiencia del proceso y la calidad del producto final. En este contexto, las cáscaras de piña emergen como un recurso accesible y subutilizado que podría actuar como coadyuvante en la fermentación, ya que su composición incluye compuestos fermentables, vitaminas del complejo B y enzimas proteolíticas como la bromelina,

las cuales favorecen la hidrólisis de proteínas y aceleran reacciones bioquímicas (Torres & Ramírez, 2023).

En términos sociales y económicos, el presente proyecto tiene un componente de alto impacto al proponer una alternativa viable para el desarrollo de productos artesanales con valor agregado, utilizando materias primas locales y residuos orgánicos que actualmente no tienen un aprovechamiento sistemático. Aguachica, como epicentro de una dinámica agroproductiva diversa, cuenta con productores de maracuyá y piña, pero también con altos índices de pérdida poscosecha y desechos mal gestionados. Aprovechar estos subproductos no solo mejora la eficiencia del sistema agroalimentario, sino que puede incentivar el emprendimiento local, la innovación rural y la seguridad alimentaria, promoviendo prácticas sostenibles desde el enfoque de economía circular.

Desde el punto de vista académico y de investigación, este estudio se inscribe en la tendencia creciente de desarrollar tecnologías alimentarias sostenibles, mediante el uso de recursos naturales disponibles, accesibles y de bajo costo. A su vez, responde a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), en particular el ODS 12 (Producción y consumo responsables) y el ODS 9 (Industria, innovación e infraestructura), al integrar conocimientos científicos con saberes locales en la elaboración de un producto innovador, sostenible y potencialmente comercializable.

Asimismo, la bebida fermentada propuesta podría constituirse en un producto funcional, es decir, con posibles beneficios para la salud del consumidor, tales como el fortalecimiento del sistema digestivo e inmunológico, gracias a la presencia de microorganismos probióticos derivados del proceso de fermentación. Este tipo de bebidas están siendo cada vez más valoradas en el mercado por consumidores conscientes que buscan alternativas naturales, libres de aditivos químicos y elaboradas mediante procesos artesanales. La formulación de una bebida fermentada a base de maracuyá con catalizadores naturales como la cáscara de piña podría posicionarse en este nicho emergente, tanto a nivel local como regional.

La fermentación es un proceso bioquímico milenario, llevado a cabo por microorganismos como levaduras y bacterias, que transforman los azúcares presentes en los alimentos en compuestos como etanol, ácidos orgánicos y gases. El uso de catalizadores naturales, como las cáscaras de piña, puede potenciar la fermentación al introducir una microbiota autóctona favorable, mejorar la textura, el aroma y el sabor del producto final, e incluso aportar beneficios funcionales y nutricionales al consumidor (Vargas & Gómez, 2020). Por lo tanto, la incorporación de cáscaras de piña no solo representa una innovación técnica, sino también una estrategia de valorización de residuos orgánicos.

Además, la implementación de procesos artesanales de producción puede generar oportunidades de emprendimiento local, especialmente en comunidades rurales o semirurales como Aguachica, donde existen conocimientos tradicionales sobre la transformación de frutas, pero donde aún se requiere tecnificar y estandarizar procesos para asegurar la calidad y seguridad de los productos. En este marco, el

presente estudio no solo busca desarrollar una bebida fermentada innovadora, sino también sentar bases para el aprovechamiento integral de recursos frutales de la región.

En suma, esta investigación busca no solo evaluar los efectos de las cáscaras de piña como catalizador en el proceso de fermentación de maracuyá, sino también contribuir a la generación de conocimientos aplicables en el campo de la biotecnología alimentaria y el desarrollo rural. Al finalizar, se espera establecer parámetros técnicos para la producción estandarizada de esta bebida, determinar los beneficios sensoriales y fisicoquímicos del uso de las cáscaras, y valorar su viabilidad como emprendimiento comunitario, artesanal o académico

Por lo anterior, se plantea como objetivo general evaluar el efecto catalizador de las cáscaras de piña en la fermentación de una bebida artesanal a base de maracuyá, mediante análisis fisicoquímicos y sensoriales que permitan comparar los resultados frente a una fermentación sin catalizadores naturales. A partir de esto, se espera generar un modelo replicable de aprovechamiento de residuos frutales que contribuya a la sostenibilidad alimentaria y al desarrollo productivo local.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Las cáscaras de piña son un subproducto generado en la producción de piña que generalmente carece de un uso posterior en la cadena de producción, esto plantea un desafío en términos de gestión de residuos y aprovechamiento eficiente de recursos (López Herrero et al., 2014). En la actualidad, la creciente preocupación por la sostenibilidad y el manejo eficiente de los recursos naturales ha impulsado la búsqueda de soluciones innovadoras que ayuden a reducir los residuos agrícolas y promuevan prácticas más responsables en la producción de alimentos. Un área crítica en este contexto es el manejo de subproductos agrícolas, como las cáscaras de piña (*Ananas comosus*), que comúnmente se desechan en grandes cantidades después de la extracción de la pulpa comestible de la fruta. Las cáscaras de piña, aunque ricas en nutrientes y compuestos bioactivos como la bromelina, fibra, antioxidantes y ácidos orgánicos, a menudo son desechadas sin un aprovechamiento adecuado, contribuyendo al aumento de los residuos sólidos y a la contaminación ambiental (Zhang et al., 2019).

Cabe resaltar que, si estos desechos no son eliminados adecuadamente o gestionados de manera adecuada, pueden causar alteraciones adversas en el medio ambiente, tales como: contaminación de cuerpos de agua, algunos de estos residuos son quemados o depositados en vertederos lo que resulta en una gran emisión de dióxido de carbono (CO₂), molestias por olores, proliferación de ratas, moscas y otros insectos, entre otros efectos negativos; tal como lo informa Barragán (Barragán B et al., 2008). La preocupación por la sostenibilidad ha llevado a las industrias a replantear sus métodos de producción y a explorar la reutilización de subproductos agroindustriales. En el caso de la piña, las cáscaras representan aproximadamente el 30-40% del peso total de la fruta, lo que equivale a millones de toneladas de residuos anuales (Makino et al., 2013). Sin embargo, la mayoría de estos residuos no son aprovechados, lo que aumenta la carga ambiental derivada de la gestión de residuos agrícolas.

Por otro lado, en el municipio de Aguachica, la problemática del desperdicio de cáscaras de piña, generado por los vendedores de pulpa de piña, presenta un desafío ambiental significativo. Este desperdicio se debe, en gran parte, a la falta de conocimiento o conciencia por parte de los vendedores acerca de las posibles aplicaciones y el valor de las cáscaras como subproducto. En respuesta a esta situación, este proyecto se plantea con el propósito de dar un uso efectivo a este subproducto, conocido como cáscara de piña. De esta manera, se busca no solo minimizar el impacto ambiental de estos desechos en el entorno, sino también crear conciencia entre los vendedores de pulpa de piña acerca de la importancia de aprovechar estos recursos de manera sostenible.

Sin duda, el problema del desperdicio de alimentos, en particular el desperdicio de cáscaras de piña, es un desafío significativo que debe abordarse de manera efectiva. Esta situación local refleja un problema más amplio a nivel mundial y sus impactos negativos en el ámbito local y global son evidentes. Es crucial implementar

estrategias sostenibles para reducir este problema y promover prácticas que mitiguen el impacto ambiental adverso.

El uso de cáscaras de piña como catalizador en la fermentación de una bebida artesanal a base de maracuyá puede tener un efecto significativo en el proceso. La adición de estas cáscaras podría influir en la velocidad y eficiencia de la fermentación, así como en el perfil sensorial y nutricional del producto final. Ahora, ¿Cuál será el efecto de utilizar cáscaras de piña como catalizador en la fermentación de una bebida artesanal a base de maracuyá?

3. JUSTIFICACIÓN

La creciente preocupación por el manejo adecuado de los recursos naturales y la reducción de los residuos sólidos hace que el uso de subproductos agrícolas como las cáscaras de piña sea una alternativa interesante para las industrias alimentarias. Según estudios recientes, las cáscaras de piña contienen compuestos que podrían tener aplicaciones biotecnológicas, particularmente en la fermentación de bebidas, al mejorar la actividad de los microorganismos involucrados (Zhang et al., 2019). La implementación de este subproducto en la producción de bebidas fermentadas podría ofrecer una solución doble: por un lado, optimizar el proceso de fermentación y, por otro, reducir el impacto ambiental al disminuir los residuos generados por la industria.

Asimismo, la demanda creciente de productos naturales y saludables impulsa la necesidad de desarrollar bebidas fermentadas que no solo sean atractivas desde el punto de vista sensorial, sino también funcionalmente beneficiosas para la salud. El maracuyá, con su contenido elevado de antioxidantes, representa una excelente base para la elaboración de bebidas fermentadas, y el uso de las cáscaras de piña podría aumentar aún más el valor funcional de la bebida final. En este contexto, este proyecto no solo ofrece una solución innovadora para el manejo de residuos agrícolas, sino también una forma de impulsar la sostenibilidad en la industria de bebidas.

El uso de las cáscaras de piña en la fermentación de bebidas no solo disminuiría la cantidad de residuos sólidos generados, sino que también ofrecería un valor agregado a un subproducto que de otro modo sería desechado, promoviendo una producción más circular y responsable con el medio ambiente (Rogers & McKinley, 2021). La industria de bebidas fermentadas, especialmente aquellas con beneficios funcionales, está experimentando un auge en todo el mundo, impulsada por el creciente interés de los consumidores por productos naturales, saludables y sostenibles. Según un informe de la consultora MarketsandMarkets (2023), el mercado global de bebidas fermentadas está proyectado a crecer significativamente en los próximos años, lo que presenta una oportunidad para productos innovadores que satisfagan esta demanda.

Las cáscaras de piña es un subproducto agrícola que generalmente se desecha, lo que representa un problema de manejo de residuos. Sin embargo, estas cáscaras contienen enzimas y compuestos que pueden tener propiedades catalíticas, lo que las convierte en una alternativa sostenible para la elaboración de bebidas artesanales fermentadas. El uso de subproductos como las cáscaras de piña no solo representa una forma de reducir los costos de producción al utilizar materias primas que de otro modo serían desechadas, sino que también aporta un valor adicional al producto final, que podría ser comercializado como una bebida ecológica y funcional (Rogers & McKinley, 2021).

Las propiedades catalíticas de las cáscaras de piña se deben a la presencia de enzimas, como la bromelina, y microorganismos, como bacterias y levaduras, que

pueden acelerar el procesamiento de los compuestos presentes en las cáscaras. Esto puede liberar nutrientes y sabores deseados en el proceso de fermentación de la bebida. Un estudio realizado por Florez Montes y Rojas Gonzales (2018) encontró que el uso de cáscaras de piña como catalizador en la fermentación de una bebida artesanal mejoró la eficiencia y la velocidad de la fermentación. Esto se debió a que las enzimas de las cáscaras de piña, junto con las bacterias y levaduras presentes, aceleraron la conversión de la fructosa en ácido láctico, el principal producto de la fermentación.

Por otro lado, el usar la pulpa de maracuyá en la formulación de esta bebida busca no solo añadir un sabor distintivo, sino también enriquecer su perfil nutricional y sensorial. Siendo una fuente rica de nutrientes, incluyendo vitamina C, vitamina A, potasio, magnesio y hierro. También contiene compuestos bioactivos, como flavonoides, carotenoides y polifenoles, que tienen propiedades antioxidantes y antiinflamatorias (Pardo-Jumbo et al., 2017).

Esta investigación aprovechó de manera sostenible los subproductos de la industria alimentaria en la región, especialmente las cáscaras de piña, para crear una bebida artesanal a base de maracuyá. La utilización de las cáscaras de piña como catalizador en la fermentación de la bebida, junto con la pulpa de maracuyá para mejorar su perfil nutricional y sensorial, son estrategias que pueden contribuir a la creación de productos únicos y atractivos para los consumidores, al mismo tiempo que promueven prácticas sostenibles en la industria alimentaria.

4. OBJETIVOS

4.1. Objetivo general.

- ☒ Evaluar el uso de las cáscaras de la piña (*Ananas comosus*) como catalizador en la fermentación de una bebida artesanal a base de maracuyá (*Passiflora edulis flavicarpa*) mediante la implementación de montajes fermentativos y seguimiento del proceso.

4.2. Objetivos específicos.

- ☒ Diferenciar los microorganismos presentes en la cáscara de piña para el proceso de fermentación.
- ☒ Analizar la variación de las condiciones de fermentación con relación a la concentración del catalizador y tiempo de fermentación.
- ☒ Caracterizar fisicoquímica y hedónicamente la bebida artesanal.

5. MARCO TEÓRICO

Las bebidas fermentadas

Las bebidas fermentadas son productos derivados de cereales o frutas que experimentan una transformación del azúcar que contienen en alcohol debido a la acción de las levaduras. Algunas de las bebidas fermentadas más conocidas incluyen el vino, la cerveza y la sidra. El vino se produce mediante la fermentación de uvas frescas o mosto, mientras que la cerveza se elabora a partir de malta cervecera, que proviene de la transformación de cebada y otros cereales, y se le agrega lúpulo para darle su sabor amargo (Susana Monereo Megías, et al., 2016).

Por otro lado, las bebidas destiladas, como el coñac, el brandy, el whisky, el ron, la ginebra y el vodka, se obtienen mediante un proceso de destilación que implica calentar las bebidas fermentadas para eliminar parte del agua que contienen. Este proceso se basa en que el alcohol se evapora a una temperatura de 78 grados Celsius, mientras que el agua lo hace a 100 grados Celsius, lo que resulta en bebidas con un contenido de alcohol más elevado que las bebidas fermentadas (Susana Monereo Megías, et al., 2016).

Métodos de preparación de las bebidas fermentadas

Los métodos de preparación de las bebidas fermentadas varían según el tipo de bebida. Sin embargo, todos los métodos comparten un paso en común: la fermentación, que es el proceso de descomposición de los carbohidratos por microorganismos, como bacterias o levaduras.

- **La fermentación alcohólica:** Es el proceso por el cual los azúcares se convierten en alcohol y dióxido de carbono. Este tipo de fermentación se utiliza para producir bebidas alcohólicas, como cerveza, vino, sidra y sake.
- **La fermentación láctica:** Es el proceso por el cual los azúcares se convierten en ácido láctico. Este tipo de fermentación se utiliza para producir bebidas no alcohólicas, como yogur, kombucha y kefir.
- **Fermentación maloláctica:** Este proceso convierte el ácido málico en ácido láctico, lo que da a los vinos un sabor más suave.
- **Fermentación maloláctica espontánea:** Este proceso se produce de forma natural, sin la adición de bacterias.
- **Fermentación de vinagre:** Este proceso convierte el alcohol en ácido acético. Gutiérrez-Gutiérrez, M.A. (2021)

Características de las bebidas fermentadas

Las bebidas fermentadas son aquellas que han sido sometidas a un proceso de fermentación por microorganismos, como bacterias o levaduras. Este proceso

puede ser natural o artificial, y se produce mediante la transformación de los azúcares presentes en la materia prima en alcohol, ácido láctico, dióxido de carbono u otros compuestos. Las bebidas fermentadas presentan una serie de características:

- **Sabor:** Las bebidas fermentadas suelen tener un sabor más intenso y complejo que las bebidas no fermentadas. Esto se debe a la presencia de compuestos volátiles, como alcoholes, ácidos y ésteres, que se producen durante el proceso de fermentación.
- **Aroma:** Las bebidas fermentadas suelen tener un aroma más intenso y complejo que las bebidas no fermentadas. Esto se debe a la presencia de compuestos volátiles, como alcoholes, ácidos y ésteres, que se producen durante el proceso de fermentación.
- **Nutrición:** Las bebidas fermentadas pueden ser una fuente importante de vitaminas, minerales y fibra. Esto se debe a que la fermentación puede aumentar la biodisponibilidad de estos nutrientes.
- **Salud:** Las bebidas fermentadas se han asociado con una serie de beneficios para la salud, como la mejora de la salud intestinal, el fortalecimiento del sistema inmunológico y la reducción del riesgo de enfermedades crónicas. Gutiérrez-Gutiérrez, M.A. (2021)

Uso de frutas en producción de bebidas fermentadas

El uso de frutas en las bebidas fermentadas es una práctica que se remonta a la antigüedad. Las frutas son una fuente natural de azúcares, que son los nutrientes necesarios para que los microorganismos fermentadores, como las levaduras o las bacterias lácticas, puedan llevar a cabo el proceso de fermentación. El proceso de fermentación de las frutas se realiza de forma similar al proceso de fermentación de otros alimentos, como la leche o el arroz. Las frutas se trituran y se mezclan con agua, y luego se añaden los microorganismos fermentadores. El proceso de fermentación se lleva a cabo a temperatura ambiente, durante un período de tiempo variable, dependiendo del tipo de bebida que se desee obtener. Gutiérrez-Gutiérrez, M.A. (2021)

Clasificación de bebidas alcohólicas

Las bebidas fermentadas se incluyen dentro de la categoría de bebidas alcohólicas, las cuales se obtienen utilizando levaduras para convertir el azúcar en alcohol a través del proceso de fermentación. Según Vicente et al. (2006), las bebidas más representativas son:

- **Sidra:** elaborada a partir de manzanas (con un contenido alcohólico de 3 a 9 grados).
- **Cerveza:** se obtiene a partir de malta de cebada (con un contenido alcohólico de 3 a 7 grados).

- **Vino:** elaborado a partir de mosto de frutas, especialmente uvas (con un contenido alcohólico de 7 a 20 grados).
- **Vermuts y aperitivos vínicos:** elaborados a partir de vino blanco de uva aromatizado (con un contenido alcohólico de 16 a 17 grados) (Cindy Katherine Bernal López & Daniel Mauricio Castro Cabrera, 2014).

Levaduras en la producción de bebidas alcohólicas

La fermentación a gran escala provocada por las levaduras es la responsable de la generación de alcohol para usos industriales y bebidas alcohólicas. Algunas de las bebidas alcohólicas más significativas que se producen a nivel industrial con la ayuda de las levaduras incluyen el vino (fermentación del jugo de uva), la sidra (fermentación del jugo de manzana), la cerveza (fermentación de cereales malteados) y las bebidas destiladas que se producen condensando el alcohol obtenido de la fermentación. En todos estos procesos se utilizan levaduras del tipo *Saccharomyces cerevisiae*, las mismas que se utilizaban en la antigüedad para este propósito (Fermentación Alcohólica, 2020).

A lo largo del tiempo, las levaduras han sido cultivadas en laboratorio y han sido seleccionadas y mejoradas para diferentes características. Se han seleccionado levaduras de las fermentaciones naturales para obtener una producción más controlada, y hoy la producción de bebidas alcohólicas es una industria global importante. También es posible mejorar este tipo de levadura mediante técnicas de ingeniería genética para obtener un producto de mejor calidad y más homogéneo. (Vanessa Andrea Paéz, 2010).

Maracuyá

El maracuyá, una planta originaria de la región amazónica de Brasil, se ha extendido a otras partes del mundo, como Australia y Hawái. Es miembro de la familia Passiflora, que incluye otras frutas tropicales como la curuba, la badea y la granadilla. El maracuyá tiene un sabor intenso y ácido, que lo ha hecho popular en América del Norte, Europa y Asia donde existe una gran demanda por este fruto. El maracuyá es importante no solo por sus cualidades gustativas, sino también por sus propiedades farmacológicas y alimentarias, presentes en su jugo, cáscara y semillas (Fundación Eroski, 2010).

Propiedades nutricionales de la maracuyá

El agua constituye la mayor parte de la composición de la maracuyá. Tiene una cantidad elevada de hidratos de carbono, lo que resulta en un alto valor calórico. Es importante mencionar que contiene provitamina A, vitamina C, así como una cantidad significativa de potasio, fósforo y magnesio en términos de minerales. Knight, Jr. (2010)

Usos de la maracuyá

La maracuyá se puede consumir fresca, en jugos, batidos, ensaladas, postres y platos salados, la maracuyá se ha utilizado durante siglos en la medicina tradicional para tratar una variedad de afecciones, como el insomnio, la ansiedad y la depresión. Se cree que sus propiedades antioxidantes y antiinflamatorias pueden ayudar a mejorar la salud en general.

Piña

La piña (*Ananas comosus*) es una fruta tropical que pertenece a la familia de las bromeliáceas. Es originaria de América del Sur, pero se cultiva en todo el mundo. Se trata de una planta pequeña, con hojas duras y estrechas que pueden alcanzar hasta 1 metro de longitud. Produce frutos una vez al año y da lugar a un único fruto de sabor dulce y fragante. (Phillips, 2019)

Propiedades nutricionales de la piña

La piña es una fruta tropical rica en nutrientes. Es una buena fuente de vitamina C, potasio y fibra. También contiene cantidades significativas de vitamina B1, manganeso y cobre.

Propiedades nutricionales de la piña por 100 gramos: Calorías: 50, Proteínas: 0,5 g, Grasas: 0,12 g, Hidratos de carbono: 12,6 g, Fibra: 1,4 g, Vitamina C: 12 mg, Potasio: 169 mg, Vitamina B1: 0,07 mg, Manganeso: 0,06 mg, Cobre: 0,05 mg FoodData Central. (2022)

Usos de la piña

La piña se consume principalmente como fruta fresca y se utiliza en ensaladas de frutas, batidos y postres. También se utiliza en la preparación de jugos, cócteles y refrescos. La piña se utiliza como ingrediente en platos salados, como salsas agrícolas, marinados y adobos para carnes y mariscos (Comida y Vida, 2021) La piña tiene propiedades diuréticas y depurativas debido a su alto contenido de potasio, lo que favorece la eliminación de líquidos y toxinas del organismo. Se ha estudiado la bromelina, una enzima presente en la piña, por sus posibles beneficios en la digestión y en la industria farmacéutica. La piña se utiliza como remedio natural para problemas de tránsito intestinal, estreñimiento y retención de líquidos debido a su contenido de fibra y su efecto laxante. También se le atribuyen propiedades antioxidantes y antiinflamatorias debido a su contenido de bromelina (Medicina Natural, 2020).

6. MARCO LEGAL

La investigación se puede respaldar con algunas normativas; entre ellas, tenemos las siguientes:

- (La Ley 9 de 1979)-DECRETO 3192 DE 1983: “Por el cual se reglamenta parcialmente el Título V de la Ley 9 de 1979, en lo referente a fábricas de alcohol y bebidas alcohólicas, elaboración, hidratación, envase, distribución, exportación, importación y venta de estos productos y se establecen mecanismos de control en el territorio nacional.” (*Decreto 3192 De 1983 - Gestor Normativo*, 1983)
- (Decreto 1686 de 2012) Por el cual se establece el reglamento técnico sobre los requisitos sanitarios que se deben cumplir para la fabricación, elaboración, hidratación, envase, almacenamiento, distribución, transporte, comercialización, expendio, exportación e importación de bebidas alcohólicas destinadas para consumo humano y comercialización de alimentos. (*Reglamento Técnico - Proceso De Producción Bebidas Alcohólicas*, 2012)
- (NTC 708): define los requisitos específicos de los vinos de frutas, fijando parámetros que permiten enmarcar las características de vinos provenientes de frutos diferentes a la uva, teniendo en cuenta la heterogeneidad físico-química y biodiversidad de los frutos producidos en Colombia. (Instituto Colombiano de Normas Técnica ICONTEC)
- (NTC 1740 DE 2001): Esta norma establece los requisitos y los ensayos que deben cumplir los vinos licorosos o generosos. (*Bebidas Alcohólicas. Vinos Licorosos O Generosos.*, 2001.)
- (Resolución 2674 de 2013): tiene por objeto establecer los requisitos sanitarios que deben cumplir las personas naturales y/o jurídicas que ejercen actividades de fabricación, procesamiento, preparación, envase, almacenamiento, transporte, distribución y comercialización de alimentos y materias primas de alimentos y los requisitos para la notificación, permiso o registro sanitario de los alimentos, según el riesgo en salud pública, con el fin de proteger la vida y la salud de las personas. (*RESOLUCIÓN NÚMERO 0000 2 6 7 4 DE 2013*, 2013)
- (Resolución 1407 de 2022) : tiene por objeto establecer los criterios microbiológicos que deben cumplir los alimentos y bebidas para consumo humano, con el fin de proteger la salud humana. (*RESOLUCIÓN NÚMERO 00001407 De 2022*, 2022)

7. ESTADO DEL ARTE

Para llevar a cabo esta investigación, se consideraron los siguientes estudios previos:

Makino, Y., et al. (2013). "Bromelina de piña (*Ananas comosus*) como coadyuvante en los procesos de fermentación."

El estudio de Makino et al. (2013) es un pilar importante para el proyecto, ya que explora el uso de la bromelina, una enzima proteolítica extraída de las cáscaras de piña, en procesos fermentativos. Esta enzima tiene la capacidad de descomponer proteínas y facilita la actividad de levaduras y bacterias lácticas durante la fermentación, lo que puede mejorar la eficiencia de los procesos fermentativos. En el contexto de la fermentación de la bebida artesanal a base de maracuyá, las cáscaras de piña pueden ser aprovechadas como un recurso natural para acelerar el proceso de fermentación y aumentar la calidad del producto. La bromelina no solo optimiza la conversión de azúcares, sino que también puede mejorar la textura y el sabor de la bebida final, lo que hace que este estudio sea relevante para el desarrollo de la bebida fermentada a base de maracuyá.

Zhang, X., et al. (2019). "Compuestos bioactivos en residuos de piña y sus aplicaciones en la industria alimentaria".

El trabajo de Zhang et al. (2019) aporta un respaldo importante al proyecto al señalar que las cáscaras de piña contienen compuestos bioactivos, como antioxidantes, vitaminas, y minerales, que tienen aplicaciones significativas en la industria alimentaria. Estos compuestos no solo mejoran el perfil nutricional de los productos, sino que también pueden aportar propiedades funcionales a la bebida fermentada. Incorporar estos compuestos en la bebida de maracuyá podría aumentar su valor añadido, beneficiando tanto la salud de los consumidores como el rendimiento de la fermentación. Los antioxidantes presentes en las cáscaras de piña pueden contribuir a una mayor estabilidad y conservación de la bebida, mejorando su vida útil.

Bussmann, R. W., et al. (2016). "Usos tradicionales y modernos de las frutas tropicales: El caso de la piña (*Ananas comosus*)".

Bussmann et al. (2016) ofrecen una visión integral sobre el uso tradicional y moderno de la piña y sus subproductos, con un enfoque específico en cómo las cáscaras de piña se están utilizando en diversas industrias alimentarias. Este estudio es útil para el proyecto porque proporciona una comprensión de la importancia económica y cultural de la piña, especialmente en contextos tropicales como el de Colombia, donde la piña es una fruta de gran relevancia. Las cáscaras de piña, que a menudo son descartadas como residuos, tienen un enorme potencial para ser aprovechadas, no solo en la producción de jugos, sino también en la creación de productos fermentados. Además, este trabajo ayuda a contextualizar la sostenibilidad del uso de subproductos agrícolas en la industria alimentaria, lo cual

es relevante para el enfoque de economía circular que el proyecto promueve, especialmente al considerar que Colombia es uno de los países productores de piña más grandes en América Latina.

Farias, A. R., et al. (2020). “Valor nutricional y propiedades antioxidantes del maracuyá”.

El estudio de Farias et al. (2020) ofrece una base científica clave para justificar la elección de la maracuyá como base para la bebida fermentada. La maracuyá es conocida por su alto contenido de compuestos bioactivos, tales como vitamina C, flavonoides y carotenoides, que contribuyen a sus propiedades antioxidantes. Este estudio resalta la importancia de la maracuyá no solo como una fruta exótica con una excelente palatabilidad, sino también como un ingrediente funcional en la producción de bebidas saludables. Para el proyecto propuesto, la incorporación de maracuyá, combinada con los beneficios de las cáscaras de piña, no solo mejoraría el valor nutricional de la bebida, sino también su atractivo en términos de beneficios para la salud, particularmente en el mercado colombiano, donde el consumo de frutas tropicales está en auge.

Rogers, A., & McKinley, T. (2021). "Sostenibilidad y industria de la fermentación".

El trabajo de Rogers y McKinley (2021) pone de manifiesto la importancia de la sostenibilidad en la industria de la fermentación, subrayando cómo el uso de subproductos agrícolas, como las cáscaras de piña, puede reducir el desperdicio y promover la economía circular. Este estudio es crucial para el proyecto porque apoya la idea de que los subproductos de frutas como la piña pueden ser reutilizados de manera eficiente, no solo para mejorar la calidad de los productos, sino también para reducir la huella ambiental de la producción industrial. Este enfoque es muy pertinente en Colombia, un país con una gran biodiversidad y una fuerte tradición agrícola, donde se busca promover la sostenibilidad y la reducción de residuos en los procesos industriales. La incorporación de cáscaras de piña en la producción de bebidas fermentadas contribuiría a un modelo de negocio más sostenible y alineado con las tendencias globales de responsabilidad ambiental.

Li, H., et al. (2020). "Fermentación de bebidas a base de frutas tropicales para el desarrollo de alimentos funcionales".

Li et al. (2020) brindan una perspectiva muy valiosa para el proyecto al enfocarse en la fermentación de bebidas a base de frutas tropicales para el desarrollo de alimentos funcionales. Este estudio muestra cómo las frutas tropicales, como la maracuyá, tienen un gran potencial para ser utilizadas en la elaboración de bebidas fermentadas con propiedades funcionales, especialmente al ser combinadas con otros ingredientes naturales que mejoran el proceso de fermentación. La investigación respalda la hipótesis de que la fermentación de maracuyá, junto con el uso de subproductos como las cáscaras de piña, puede resultar en un producto con propiedades antioxidantes, probióticas y nutricionales superiores. Además, Li

et al. destacan la creciente demanda de productos funcionales en el mercado global, lo que sugiere que este tipo de innovaciones tienen un gran potencial comercial.

"Desarrollo de bebidas funcionales fermentadas a partir de cáscaras de frutas tropicales" - Universidad Nacional de Colombia (2019) Bogotá, Cundinamarca.

Este proyecto de investigación, realizado por la Universidad Nacional de Colombia, se centró en la producción de bebidas funcionales fermentadas a partir de subproductos de frutas tropicales, incluyendo la piña. Los investigadores exploraron el uso de cáscaras de piña y otras frutas, como el maracuyá, en la elaboración de bebidas probióticas, aprovechando sus compuestos antioxidantes y probióticos. El estudio destacó el potencial de las cáscaras de piña para acelerar la fermentación y mejorar la calidad nutricional de los productos finales. Este proyecto es relevante para el proyecto de investigación sobre la bebida artesanal a base de maracuyá y cáscaras de piña, ya que demuestra la viabilidad de utilizar estos subproductos de manera eficiente.

"Uso de subproductos agrícolas en la producción de bebidas probióticas" - Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA) (2017) Valle del Cauca.

Este proyecto realizado por AGROSAVIA se centró en el aprovechamiento de subproductos agrícolas de frutas tropicales, como la piña y el maracuyá, para la creación de bebidas probióticas. En particular, se investigó el uso de las cáscaras de piña como catalizador en procesos de fermentación para mejorar las características funcionales de las bebidas. Los investigadores exploraron la viabilidad de emplear estos subproductos para producir bebidas saludables con beneficios digestivos, lo que respalda la idea de usar cáscaras de piña en la producción de bebidas artesanales. Además, este proyecto subraya la importancia de reducir el desperdicio agrícola y promover la economía circular. Este estudio fortalece la idea de que las cáscaras de piña no solo tienen un valor como catalizadores de la fermentación, sino también como ingredientes funcionales que enriquecen el producto final.

"Aprovechamiento de subproductos agroindustriales para la elaboración de bebidas naturales fermentadas" - Universidad de Nariño (2018) Pasto, Nariño.

Este proyecto de la Universidad de Nariño investigó el uso de subproductos agroindustriales, como las cáscaras de piña, para la elaboración de bebidas naturales fermentadas. El estudio se enfocó en el uso de residuos de piña para enriquecer el proceso de fermentación de jugos y bebidas funcionales. La investigación también consideró la importancia de las propiedades antioxidantes y antimicrobianas presentes en las cáscaras de piña, lo que podría mejorar la calidad y la seguridad de las bebidas fermentadas. En este contexto, el proyecto de la Universidad de Nariño proporciona un sólido respaldo al uso de cáscaras de piña como ingrediente clave en la producción de bebidas fermentadas artesanales.

"Innovación en el uso de residuos orgánicos para la producción de alimentos funcionales" - Fundación CLYM (2020) Santa Marta, Magdalena.

La Fundación CLYM, ubicada en la región Caribe de Colombia, ha trabajado en la innovación del aprovechamiento de residuos orgánicos de frutas tropicales, incluidas las cáscaras de piña y maracuyá, para la producción de alimentos funcionales. A través de este proyecto, se evaluaron distintas técnicas de fermentación para crear productos alimenticios que no solo fueran nutritivos, sino también sostenibles, al reducir el desperdicio de frutas y promover la economía circular. La Fundación CLYM se centró en cómo las cáscaras de piña podrían mejorar la calidad de las bebidas probióticas, destacando su potencial como fuente de nutrientes y enzimas que facilitan la fermentación.

"Aprovechamiento de residuos de la industria agroalimentaria para la producción de bebidas fermentadas" - Universidad del Valle (2017) Cali, Valle del Cauca.

En este proyecto, la Universidad del Valle investigó el aprovechamiento de residuos provenientes de la industria agroalimentaria, particularmente aquellos generados por el procesamiento de piña y maracuyá. El enfoque principal fue explorar cómo los subproductos de estas frutas, como las cáscaras, podrían ser utilizados para mejorar el proceso de fermentación en la producción de bebidas alcohólicas y no alcohólicas. Los resultados mostraron que las cáscaras de piña podrían actuar como un catalizador natural en la fermentación, aumentando la eficiencia del proceso y mejorando las propiedades sensoriales de las bebidas. Además, se destacó el potencial comercial de estas bebidas, lo que apoya la idea de la viabilidad de este tipo de proyectos a nivel local y regional.

"Propuesta para el uso de residuos agrícolas en la producción de productos funcionales y sostenibles" - Corporación Autónoma Regional del Río Magdalena (CAM) (2018) Región Caribe, Magdalena.

La CAM desarrolló un proyecto enfocado en el aprovechamiento de residuos agrícolas, particularmente de frutas como la piña, para la producción de productos funcionales. El proyecto tuvo como objetivo promover el uso de subproductos en la industria alimentaria, con énfasis en la reducción de residuos y la creación de productos sostenibles. En el caso de la piña, las cáscaras fueron utilizadas como recurso en procesos de fermentación para crear bebidas funcionales que contribuyan al bienestar de los consumidores. Esta investigación se complementa perfectamente con el proyecto de evaluar las cáscaras de piña como catalizador en la fermentación de bebidas, ya que respalda la idea de valorizar estos residuos como una fuente rica de compuestos funcionales.

"Transformación de residuos agroindustriales en productos alimenticios fermentados" - Universidad de Antioquia (2016) Medellín, Antioquia.

La Universidad de Antioquia llevó a cabo un proyecto centrado en la transformación de residuos agroindustriales de frutas tropicales, incluida la piña, en productos alimenticios fermentados. El estudio demostró cómo los subproductos de la piña, como las cáscaras, pueden ser utilizados para crear bebidas probióticas, mejorando la calidad de las bebidas y aprovechando las propiedades antioxidantes y antimicrobianas de la fruta. Este proyecto, realizado en una de las principales regiones productoras de piña del país, proporciona un soporte significativo para la propuesta de usar las cáscaras de piña en la fermentación de bebidas artesanales a base de maracuyá.

8. METODOLOGÍA

La metodología trabajada nos proporcionó un enfoque estructurado y sistemático para llevar a cabo el proyecto de investigación. Al seguir pasos claramente definidos, como la selección de muestras, el diseño experimental y los métodos de recolección de datos, asegurando que los resultados fueran consistentes y reproducibles. Esto permitió que los hallazgos fueran verificados y utilizados como base para futuras investigaciones o para la mejora de procesos. Además, pudimos comparar el efecto de las cáscaras de piña en la fermentación de la bebida, lo que proporcionó evidencia sólida sobre su efectividad. Los análisis físicos, químicos permitieron tomar decisiones informadas sobre el uso o no de las cáscaras de piña en la producción artesanal, lo que tiene implicaciones tanto para la calidad del producto como para la viabilidad del proceso de producción.

Esta metodología permitió estudiar de manera científica el potencial de un recurso local poco aprovechado (las cáscaras de piña), promoviendo la innovación en la producción de bebidas tradicionales. La investigación mostro cómo un residuo orgánico puede convertirse en un valor agregado en la industria artesanal, lo que puede abrir nuevas oportunidades económicas para los productores locales de Aguachica.

8.1 Enfoque de la investigación

Se centro en un enfoque cuantitativo experimental, con características de un enfoque aplicado. A continuación, se explican los aspectos clave de este enfoque, sus características, las razones de su elección y cómo se utilizó para alcanzar el objetivo de la investigación.

El enfoque de la investigación describió el marco conceptual y metodológico con el que se abordó el estudio, orientando las decisiones sobre cómo se recolectarán y analizarán los datos. En este caso, el enfoque seleccionado se basó en la investigación experimental y cuantitativa, que implica la manipulación de variables (en este caso, las cáscaras de piña como catalizadores en la fermentación) y la medición de sus efectos sobre los resultados de la fermentación de la bebida artesanal.

- **Enfoque Cuantitativo**

Se enfoco en la recolección y análisis de datos numéricos. En este proyecto, se midieron variables como el pH, grados brix, el alcohol, y los parámetros sensoriales de la bebida (evaluados por medio de escalas de calificación numérica). Estos datos proporcionaron una visión objetiva y precisa del impacto de las cáscaras de piña en la fermentación de la bebida.

- **Enfoque Experimental**

En este enfoque se trabajó el control y manipulación de las variables independientes (cáscaras de piña) para observar su efecto sobre las variables dependientes (propiedades físicas, sensoriales de la bebida). Se llevo a cabo una comparación entre un grupo experimental (con cáscaras de piña) y un grupo control (sin cáscaras de piña), lo que permitió establecer relaciones de causa y efecto.

8.2 Alcance de la investigación

El alcance exploratorio se ha elegido para este proyecto sobre el uso de las cáscaras de piña en la fermentación de una bebida artesanal debido a la falta de estudios previos, la necesidad de una evaluación preliminar de los efectos de este residuo agrícola en la producción de bebidas, y la adaptabilidad que ofrece este enfoque para generar conocimiento en un contexto local específico. Este enfoque permitirá obtener información valiosa que no solo amplió el conocimiento sobre la viabilidad de este proceso, sino que también proporcione una base para estudios más profundos en el futuro. Además, el uso de cáscaras de piña podría ser una solución innovadora y sostenible para los productores de la región, abriendo nuevas posibilidades en la producción artesanal local.

El alcance exploratorio también fue útil para la identificación de las variables clave que afectaron la calidad de la bebida. Factores como el pH, grados brix, el sabor, y el contenido de alcohol son componentes esenciales en la fermentación, y con el enfoque exploratorio se pudo obtener una visión general de cómo las cáscaras de piña afectan estos parámetros. Esto sirvió como base para estudios más detallados que profundizaron en los mecanismos de acción de las cáscaras de piña en la fermentación.

8.3 Diseño de investigación

El diseño para este proyecto tuvo como objetivo evaluar el impacto de las cáscaras de piña en el proceso de fermentación de una bebida artesanal basada en maracuyá, observando sus efectos en diversas propiedades de la bebida, como la acidez, el sabor, el contenido alcohólico. Debido a la naturaleza exploratoria del proyecto, se optó por un diseño experimental descriptivo y comparativo, para observar las interacciones entre diferentes factores durante la fermentación.

- **Variables Independientes (Factores)**

Las variables independientes fueron aquellas que se manipularon durante el experimento. En este caso, hubo enfoque en las características de las cáscaras de piña y sus efectos en la fermentación de la bebida. Los principales factores que se manipularon fueron:

- **Concentración de cáscaras de piña:** Se usaron diferentes concentraciones de cáscaras de piña (baja, media y alta).

- Baja concentración: 10% de cáscaras de piña en relación con el volumen total de la mezcla.
 - Media concentración: 20% de cáscaras de piña.
 - Alta concentración: 30% de cáscaras de piña.
- **Forma de preparación de las cáscaras de piña:** Las cáscaras de piña se preparó de forma fresca y picada para evaluar si el procesamiento afecta el proceso de fermentación.
- **Variables Dependientes**

Las variables dependientes son aquellas que se medirán para observar cómo son influenciadas por las variables independientes. En este caso, las variables dependientes serán:

- **pH:** Para observar el cambio en la acidez durante la fermentación.
 - **Sabor y aroma:** A través de pruebas sensoriales realizadas por un panel de degustación para evaluar la calidad organoléptica de la bebida.
 - **Contenido alcohólico:** Se medirá el porcentaje de alcohol producido durante la fermentación.
 - **Grados brix:** Se realizarán análisis microbiológicos para identificar y contar la cantidad de microorganismos presentes, como levaduras y bacterias.
- **Grupo Control**

El grupo control fue el grupo de referencia, que se sometió a un proceso de fermentación sin cáscaras de piña, solo utilizando los ingredientes tradicionales de la bebida artesanal de maracuyá. Este grupo sirvió para comparar los resultados obtenidos de los grupos experimentales (con cáscaras de piña) y determinar si la adición de cáscaras tiene un efecto significativo en el proceso de fermentación y en las características del producto final.

8.4 Población y muestra

La población de estudio fue constituida por las cáscaras de las piñas (*Ananas comosus*) generadas por vendedores de pulpa de piña del mercado público de Aguachica Cesar; cinco puestos escogidos aleatoriamente a los cuales se les realizó una encuesta (ver *anexo 1*) para determinar la cantidad estimada de cáscaras de piña que generan semanalmente. Se obtuvo que se generan aproximadamente 232 kg/semana.

Así mismo, el tamaño de la muestra fue definida por la cantidad de cáscaras de piña (*Ananas comosus*) requerida para la elaboración del mosto 0.240 kg de cáscara; de acuerdo a la estandarización establecida en cada uno de los tratamientos. La

muestra fue escogida aleatoriamente del total de cáscaras recogidas de los cinco puestos anteriormente mencionados.

8.5 Hipótesis

- **Hipótesis Positiva:** El uso de cáscaras de piña como catalizador en la fermentación de la bebida artesanal a base de maracuyá reducirá el tiempo de fermentación en comparación con el proceso estándar (testigo).
- **Hipótesis negativa:** El uso de cáscaras de piña como catalizador en la fermentación de la bebida artesanal a base de maracuyá no influirá significativamente en la reducción del tiempo de fermentación en comparación con el proceso estándar (testigo).

8.6 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

- **Entrevista:** Se utilizaron entrevistas semiestructuradas como técnica cualitativa para profundizar en las experiencias y percepciones de los participantes respecto al fenómeno estudiado. Como instrumento, se empleó una guía de entrevista con preguntas abiertas previamente diseñadas. Según Creswell y Poth (2020), las entrevistas semiestructuradas permiten una interacción flexible con los participantes, favoreciendo la exploración de significados y vivencias desde su propia perspectiva.
- **Encuesta:** Para recolectar datos cuantitativos, se aplicó una encuesta mediante un cuestionario estructurado de tipo Likert. Esta técnica permitió medir opiniones y actitudes de una muestra representativa, facilitando el análisis estadístico de los resultados. De acuerdo con Hernández Sampieri, Mendoza Torres y Baptista Lucio (2021), las encuestas permiten recolectar información estandarizada de un gran número de personas en un período relativamente corto.
- **Observación:** Se incorporó la técnica de observación no participante para registrar comportamientos y dinámicas en el contexto natural del estudio. Se utiliza como instrumento una guía de observación estructurada con categorías previamente definidas. Flick (2019) sostiene que la observación es útil para captar elementos no verbales y situacionales que enriquecen la interpretación de los datos, especialmente en contextos sociales.

8.7 Técnicas de procesamiento y análisis de datos

- **Análisis Cuantitativo**

Los datos fueron procesados mediante técnicas estadísticas descriptivas, utilizando Excel. El análisis descriptivo permitió resumir la información mediante medidas de tendencia central (media, mediana) y de dispersión (desviación estándar). Según Hernández Sampieri, Mendoza Torres y Baptista Lucio (2021), el análisis

cuantitativo posibilita identificar patrones y correlaciones en grandes volúmenes de datos, favoreciendo la generalización de resultados.

- **Análisis cualitativo**

Para el enfoque cualitativo, se realizó un análisis temático basado en la codificación de los datos textuales obtenidos de entrevistas, observaciones y encuestas. Este proceso incluyó la segmentación, categorización e interpretación de los datos con el apoyo de matrices de análisis. Creswell y Poth (2020) señalan que el análisis cualitativo implica un proceso inductivo donde los significados emergen progresivamente a partir del discurso de los participantes y del contexto en el que se desenvuelven.

8.8 Actividades realizadas

Actividades Microbiológicas

- **Actividad 1: Muestreo**

Se obtuvo una muestra representativa de la cáscara de piña. Esto se realizó con un hisopo estéril o recogiendo una porción de la cáscara con pinzas estériles. (Fernández et al., 2010).

- **Actividad 2: Preparación de diluciones seriadas**

La muestra recolectada se diluyó en una serie de tubos de ensayo con medio estéril, en diferentes proporciones, lo que permitió obtener diluciones adecuadas para facilitar el crecimiento y la observación de los microorganismos presentes.

- **Actividad 3: Siembra en medios de cultivo**

Se recolectó una pequeña cantidad de cada dilución y se sembró en placas de Petri con diferentes medios de cultivo selectivos. Estos medios contienen nutrientes específicos que favorecieron el crecimiento de ciertos tipos de microorganismos y/o inhibir el crecimiento de otros.

- **Actividad 4: Incubación**

Las placas de Petri se depositaron en condiciones de incubación a una temperatura óptima y durante un tiempo específico para facilitar el desarrollo de los microorganismos presentes. Esto puede variar según el tipo de microorganismo.

- **Actividad 5: Diferenciación microscópica y macroscópica del microorganismo**

Se observaron y describieron las características visibles de los microorganismos a través del microscopio y a simple vista. Esto implicó examinar su forma, tamaño,

agrupamiento celular, color, textura y otros aspectos macroscópicos. Estas observaciones permitieron clasificar y caracterizar los microorganismos en diferentes grupos y especies utilizando un microscopio para la diferenciación microscópica y la observación a simple vista para la diferenciación macroscópica. Esto proporciona información importante para identificar y clasificar los microorganismos. (Don J. Brenner et al., 2007).

Actividades de condiciones de fermentación, concentración del catalizador y tiempo de fermentación.

- **Actividad 1:** Preparación de las cáscaras de piña

Se recolectaron las cáscaras de piña eliminando aquellos daños causados por insectos luego lavarlas con agua potable para eliminar las impurezas y la tierra que se adhiere a las cáscaras.

- **Actividad 2:** Estandarización de la bebida

Se formulo la cantidad exacta de materia prima e insumos y las proporciones adecuadas. Esta estandarización se hará teniendo en cuenta la norma técnica colombiana 708 del 2000.

- **Actividad 3:** Preparación del mosto

Se prepararon las diferentes soluciones de fermentación, variando la concentración de las cáscaras de piña estos porcentajes se toman con base a la cantidad de pulpa.

- **Actividad 4:** Monitoreo y registro de los resultados

Durante el proceso de fermentación, se monitoreo y registraron los cambios que se presentaron en cada montaje con relación a la concentración del catalizador y el tiempo de fermentación.

Tabla 1. Tratamientos según concentración de cascara de piña

Tratamientos	Concentración de cascara de piña (%)	Concentración de pulpa de maracuyá (%)
Control	0	0
T1	10	10
T2	20	20
T3	30	30

Fuente: Autores

Actividades de caracterización fisicoquímica y hedónicas

- **Actividad 1:** Se recopilaron muestras representativas de la bebida artesanal.
- **Actividad 2:** Se realizaron ensayos a las muestras tomadas cada 5 días de 50 ml donde se determinaron las características fisicoquímicas de la bebida, como el pH, la acidez, grados brix, el grado alcohólico, y la densidad, utilizando equipos y métodos de laboratorio adecuados para cada parámetro.
- **Actividad 3:** Se registraron los resultados obtenidos en cada ensayo y se compararon con los estándares o valores de referencia para evaluación de la calidad y las propiedades fisicoquímicas de la bebida (tratamiento control).
- **Actividad 4:** Se seleccionaron a un grupo de catadores representativos, consumidores habituales de bebidas similares a la que estamos evaluando.
- **Actividad 5:** Se prepararon muestras de la bebida artesanal y presento cada muestra a los catadores de manera aleatoria.
- **Actividad 6:** Se conoció la evaluación de cada muestra utilizando una escala Likert de 5 puntos, donde 1 representa un rechazo total y 5 representa una aceptación total.
- **Actividad 7:** Se recopilaron las respuestas de los catadores y analizaron los resultados para establecer la aceptabilidad o preferencia general de la bebida artesanal.

9. RESULTADOS

9.1 Diferenciar los microorganismos presentes en la cáscara de piña para el proceso de fermentación.

Para dar cumplimiento al objetivo de diferenciar los microorganismos presentes en la cáscara de piña durante el proceso de fermentación, se llevó a cabo un aislamiento con diferenciación detallada de las especies microbianas involucradas. A través de métodos microbiológicos clásicos como pruebas bioquímicas donde fue posible caracterizar tanto a las levaduras como a las bacterias ácido-lácticas predominantes en la fermentación espontánea. Los resultados obtenidos permitieron distinguir entre los microorganismos con capacidad fermentativa deseable y aquellos considerados como posibles contaminantes, aportando así una base sólida para el desarrollo de fermentaciones controladas y seguras a partir de residuos agroindustriales como la cáscara de piña.

- Las cáscaras se colocaron en un frasco con agua azucarada (10% p/p), sin adición de cultivos, y se dejaron fermentar durante 72 horas a temperatura ambiente (25-30°C).

Diferenciación microbiana

- Se tomaron muestras en diferentes momentos (0, 24, 48 y 72 h).
- Se realizaron diluciones seriadas y siembras en medios selectivos:
 - **Agar Sabouraud:** levaduras y hongos.
 - **Agar Nutritivo:** Recuento de microorganismos y colonias
- Incubación por 48-72 horas.

Durante el proceso de fermentación y el proceso de diferenciar los microorganismos presentes, se trabajó con parámetros que permitieron el correcto orden de recuento microbiano, parámetros medibles tales como: pH, producción de CO₂ de manera visual, olor y características sensoriales.

Tabla 2. Diferencia de microorganismos

Tipo	Medio de aislamiento	Potencial fermentativo
Levadura	Sabouraud - Nutritivo	Etanol, CO ₂ , medio ácido láctico y texturas de acidificación
Bacterias	Sabouraud - Nutritivo	

Fuente, Autores

En la tabla 2 podemos diferenciar entre los microorganismos con capacidad fermentativa deseable y aquellos considerados como posibles contaminantes, aportando así una base sólida para el desarrollo de fermentaciones controladas y seguras.

Ilustración 1. Siembra de microorganismos



Fuente, Autores

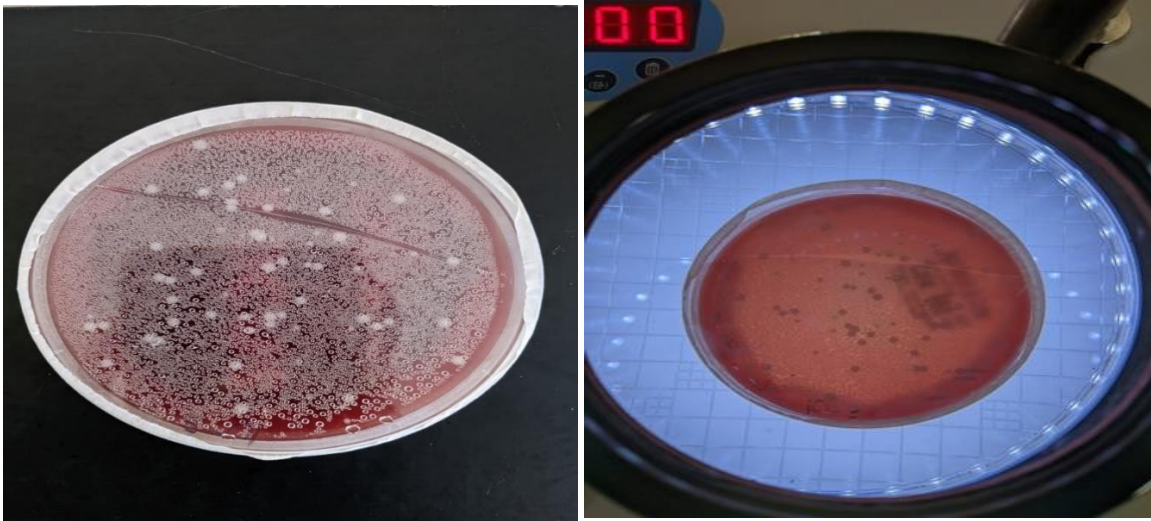
Tabla 3. Recuento microbiano en diferentes medios de cultivos

Siembra en superficie 0,1 ml		
Tipo	Medio de aislamiento	Unidades formadoras de colonia (UFC)/ml
Levadura - Hongos	Sabouraud 10^{-3}	160
Bacterias		102
Levadura - Hongos	Nutritivo 10^{-3}	68
Bacterias		98

Fuente, Autores

En la tabla 3 vemos la relación del recuento de unidades formadoras de colonia según su medio de aislamiento y podemos observar que el agar nutritivo indica una predominancia bacteriana en la muestra; estos resultados indican una contaminación microbiológica mixta con un predominio de bacterias no exigentes.

Ilustración 2. Placa con microorganismos para recuento



Fuente, Autores

Como parte del control microbiológico del proceso de fermentación, se realizó un seguimiento del crecimiento de bacterias y levaduras durante un periodo de 72 horas, con el fin de evaluar la actividad microbiana responsable de la transformación de los azúcares en compuestos orgánicos, principalmente etanol y ácidos orgánicos.

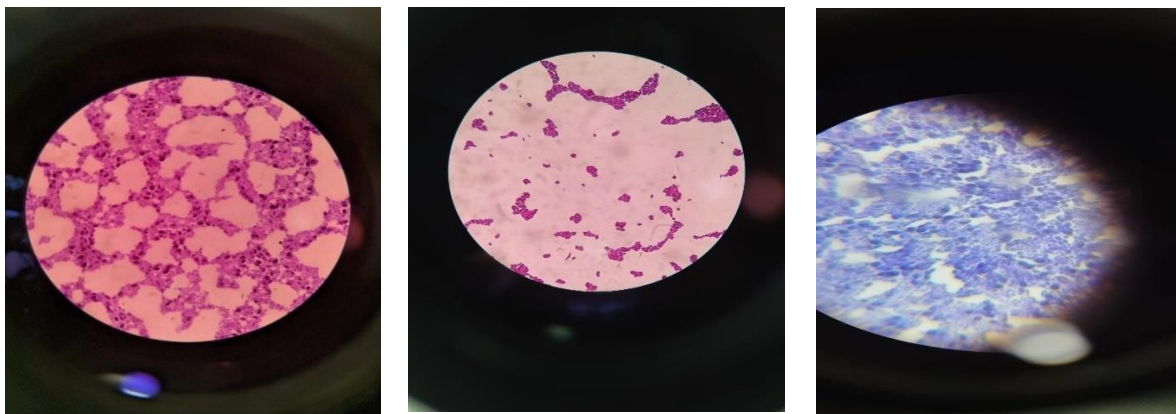
Ilustración 3. Cultivo para recuento de microorganismos



Fuente, Autores

Las muestras se tomaron a intervalos de 0, 24, 48 y 72 horas y se realizaron recuentos en placas utilizando medios selectivos para cada tipo de microorganismo. Los resultados se expresaron en Unidades Formadoras de Colonias por mililitro (UFC/mL).

Ilustración 4. Actividades de tinción y observación microscópica



Fuente, Autores

El monitoreo microbiológico es una herramienta clave para el control del proceso de fermentación en bebidas artesanales. En este caso, se realizó el recuento diferencial de levaduras y bacterias tras 72 horas de fermentación alcohólica de una bebida a base de cáscara de piña y maracuyá. Para la diferenciación se utilizaron dos medios de cultivo:

- **Medio Sabouraud agar:** usado para el aislamiento selectivo de levaduras y hongos filamentosos. Su pH ácido (aproximadamente 5.6) inhibe la mayoría de bacterias, aunque puede permitir el crecimiento de cepas resistentes.
- **Medio nutritivo (agar nutritivo estándar):** promueve el crecimiento de bacterias heterótrofas no exigentes, permitiendo una cuantificación general de bacterias aerobias mesófilas.

Tabla 4. Resultados generales del recuento (UFC/mL)

Medio de cultivo	Levaduras (UFC/mL)	Bacterias (UFC/mL)	Total (UFC/mL)
Sabouraud	160	102	262
Medio Nutritivo	68	98	166
Total, general	228	200	428

Fuente, Autores

En la tabla 5 presentamos las acciones encontradas en cada uno de los cultivos y actividades microbiológicas relacionadas como:

- **Dominancia relativa de levaduras:**

El total de levaduras (228 UFC/mL) fue ligeramente superior al de bacterias (200 UFC/mL), lo que representa una relación funcional adecuada en un proceso fermentativo dirigido a la producción de una bebida alcohólica artesanal. Las levaduras, son responsables de transformar los azúcares del sustrato en etanol y CO₂, además de producir compuestos aromáticos secundarios que enriquecen el perfil sensorial del producto.

- **Actividad bacteriana controlada:**

El recuento bacteriano no excede niveles preocupantes, sugiriendo una fermentación higiénicamente aceptable y con bacterias posiblemente beneficiosas. Sin embargo, es importante monitorear su actividad, ya que podrían generar compuestos no deseados como ácidos volátiles si se descontrolan.

- **Especificidad del medio:**

- En Sabouraud, las levaduras representaron el 61.1%, lo cual valida la selectividad del medio.
- En el medio nutritivo, las bacterias dominaron con un 59%, reafirmando su adecuación para bacterias mesófilas.

La información del recuento nos permitió confirmar que no hubo contaminación crítica, además de determinar el pico de actividad fermentativa (usualmente entre 48 y 72 h) para diferenciar los microorganismos, donde se estableció las condiciones óptimas para estandarización del proceso y la verificación que el entorno permitió el desarrollo adecuado de los microorganismos tecnológicamente útiles.

Proporción levaduras/bacterias (total):

$$\frac{228}{200} = 1,14$$

por cada bacteria tenemos 1,14 levaduras

Porcentaje de cada tipo:

- % Levaduras:

$$\frac{228}{428} * 100 = 53,27\%$$

- % Bacterias:

$$\frac{200}{428} * 100 = 46,73\%$$

Distribución por medio:

- En Sabouraud:

- % Levaduras:

$$\frac{160}{262} * 100 = 61,1\%$$

- % Bacterias:

$$\frac{102}{262} * 100 = 38,9\%$$

- En Medio nutritivo:

- % Levaduras:

$$\frac{68}{166} * 100 = 41\%$$

- % Bacterias:

$$\frac{98}{166} * 100 = 59\%$$

El recuento microbiano a las 72 horas de fermentación muestra un ligero predominio de levaduras (53.3%) sobre bacterias, con una alta actividad en ambos medios. Esto confirma que la fermentación alcohólica fue conducida principalmente por levaduras, con un acompañamiento controlado de bacterias posiblemente beneficiosas. El equilibrio observado sugiere condiciones óptimas para una fermentación estable, sin indicios de contaminación significativa, lo que respalda la viabilidad microbiológica del proceso y la seguridad del producto final.

9.2 Analizar la variación de las condiciones de fermentación con relación a la concentración del catalizador y tiempo de fermentación.

Se desarrolló un diseño experimental factorial. En este estudio se variaron tres factores principales: la concentración en porcentajes de cascara de piña (0%, 10%, 20% y 30%), la concentración en porcentajes de catalizador (maracuyá) (0%, 10%,

20% y 30%) y el tiempo de fermentación (8 días). El análisis de estos factores permitió evaluar cómo impactan los cambios en el pH, °Brix y grados de alcohol.

Ilustración 5. Actividades para elaboración de mosto



Fuente, Autores

Ilustración 6. Medida de Sustratos



Fuente, Autores

Las ilustraciones o imágenes 5 y 6, nos evidencian actividades e insumos que se usaron para la elaboración del mosto y llegar a formulaciones de las bebidas para cada uno de los tratamientos.

- **Preparación del Mosto:** En cada frasco de 2 L, se agrega 1,05L de agua, azúcar según tratamientos. Luego, se disuelven bien los azúcares.
- **Adición de catalizador (maracuyá):** En función del tratamiento, se adiciona el porcentaje correspondiente de pulpa de fruta catalizadora (0%, 10%, 20% o 30% del volumen total)

- **Adición de cascara de piña:** En función del tratamiento, se adiciona el porcentaje correspondiente (0%, 10%, 20% o 30% del volumen total).
- **Fermentación:** Los frascos se cubren con cintas de papel y una tapa con válvula para permitir la salida de CO₂, se cubre con una bolsa plástica en su totalidad. Se dejan fermentar a temperatura ambiente (25-30°C) durante 8 días haciendo seguimiento continuo.
- **Muestreo:** Se toman muestras diarias para medir el pH, observar la gasificación y registrar los cambios en aroma y sabor.

Tabla 5. Formulación de la bebida artesanal según tratamientos

RELACIONES PARA FORMULACIÓN T1		
Mosto	2Kg	
Cascara de piña	10%	0,2 kg
Pulpa de Maracuya	10%	0,2 kg
Insumos	Cantidad en gramos	%
Pulpa de maracuyá	200	10
Cascara de piña	200	10
Azúcar	350	17,5
Nutrientes (Tiamina)	0,2	0,01
Levadura (<i>Saccharomyces cerevisiae</i>)	1	0,05
Agua	1248,8	62,44
RELACIONES PARA FORMULACIÓN T2		
Mosto	2Kg	
Cascara de piña	20%	0,4 kg
Pulpa de Maracuya	20%	0,4 kg
Insumos	Cantidad en gramos	%
Pulpa de maracuyá	400	20
Cascara de piña	400	20
Azúcar	390	19,5
Nutrientes (Tiamina)	0,4	0,02
Levadura (<i>Saccharomyces cerevisiae</i>)	2	0,1
Agua	807,6	40,38
RELACIONES PARA FORMULACIÓN T3		
Mosto	2Kg	
Cascara de piña	30%	0,6 kg
Pulpa de Maracuya	30%	0,6 kg

Insumos	Cantidad en gramos	%
Pulpa de maracuyá	600	30
Cascara de piña	600	30
Azúcar	100	5,57
Nutrientes (Tiamina)	0,2	0,01
Levadura (<i>Saccharomyces cerevisiae</i>)	3	0,15
Agua	685,4	34,27

Fuente, Autores

La Tabla 4 presenta las formulaciones empleadas en la elaboración de la bebida alcohólica fermentada, diferenciadas según los tratamientos aplicados: 10%, 20%, 30%. Cada tratamiento corresponde al porcentaje de concentrado de cáscara de piña y maracuyá incorporado en la mezcla base antes del proceso de fermentación.

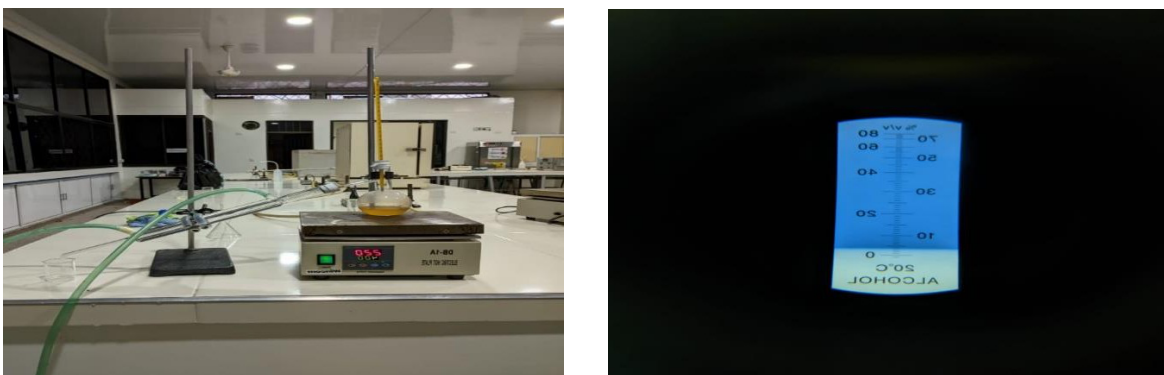
La relación de ingredientes y proporciones en cada tratamiento permite observar cómo varían los parámetros fisicoquímicos (como °Brix, pH, Alcohol y densidad) en función de la concentración del concentrado funcional utilizado.

Ilustración 7. Medida de pH y °Brix



Fuente, Autores

Ilustración 8. Practica de destilación y medida de alcohol



Fuente, Autores

Tabla 6. Resultados promedio de los tratamientos

INDICADOR	TRATAMIENTO			
	10%	20%	30%	CONTROL
°Brix	6,28	7,52	5,81	7,01
Densidad	1,03	1,03	1,03	1,07
Alcohol	19,07	23,79	19,17	22,57
pH	3,27	3,36	3,40	2,71
Alcohol Probable	3,68	4,5	3,42	4,2

Fuente, Autores

Esta tabla 5 tiene como propósito evidenciar cómo la variación en la concentración de cascara de piña y pulpa de maracuyá afecta las propiedades fisicoquímicas de la bebida, como el contenido de sólidos solubles (°Brix), la acidez (pH), la densidad, y los niveles de alcohol (OHO) y alcohol probable (OHO PRO), los cuales son indicadores clave en la calidad sensorial y funcional del producto final.

- **Tratamiento 10%:** Este tratamiento incorpora una baja proporción de concentración de cascara de piña y pulpa de maracuyá, resultando en una bebida con menor intensidad sensorial y valores moderados de °Brix y pH. El contenido de OHO es reducido, lo que indica una menor presencia de compuestos funcionales derivados de la fermentación. Es adecuado para productos de sabor suave o para segmentos de consumo que prefieren una baja complejidad en boca.
- **Tratamiento 20%:** Este tratamiento se posiciona como el más eficiente y balanceado. Presenta el mayor contenido de sólidos solubles (7.52 °Brix), una adecuada acidez (pH 3.36), y los valores más altos de compuestos funcionales de alcohol (OHO: 23.79; OHO PRO: 4.50), lo que sugiere una fermentación activa y exitosa. Además, este nivel de concentración genera un equilibrio entre sabor, textura y funcionalidad, lo que lo convierte en el tratamiento óptimo para la estandarización del producto.
- **Tratamiento 30%:** Aunque se incrementa la proporción de concentrado, se observa una leve disminución en los valores de °Brix (5.81) y OHO (19.17), lo que podría estar relacionado con una saturación en el sistema o posibles interferencias en la eficiencia fermentativa. Este tratamiento presenta el pH más alto (3.40), lo que podría resultar en una bebida menos ácida y más suave, aunque con menor percepción dulce y menor aporte funcional en comparación con el tratamiento 20%.
- **Control (0%):** Esta formulación no contiene el concentrado funcional, lo cual la convierte en la referencia base para comparar el impacto de los tratamientos. Aunque muestra buena densidad (1.07) y un pH notablemente

bajo (2.71), carece del aporte sensorial, nutricional y funcional proporcionado por la cáscara de piña y la maracuyá, limitando así su valor como producto final.

La comparación entre tratamientos permite concluir que el tratamiento con un 20% de concentrado de cáscara de piña y maracuyá es el más adecuado para la formulación estándar. Este nivel logra un balance ideal entre dulzura, acidez y funcionalidad, factores fundamentales en la calidad de una bebida alcohólica fermentada de tipo artesanal o funcional.

9.3 Caracterizar fisicoquímica y hedónicamente la bebida artesanal.

La bebida artesanal a base de cáscara de piña y maracuyá fue sometida a un proceso de fermentación para producir una bebida alcohólica. Este informe presenta los resultados del análisis fisicoquímico realizado durante 8 días de fermentación en cada uno de los tratamientos y resultados fisicoquímicos promedios mostrados en la tabla 6, junto con la evaluación hedónica, que mide la aceptación sensorial del producto por parte de un grupo de 40 personas.

- **Análisis Fisicoquímico**

El análisis fisicoquímico de la bebida es crucial para determinar su calidad y su viabilidad como producto comercial. Se evaluaron los parámetros de pH, °Brix, densidad y porcentaje de alcohol.

- **pH**

El pH es un parámetro fundamental en la fermentación, ya que influye en la actividad de las levaduras y la estabilidad del producto. Un pH ácido favorece la conservación y el sabor de las bebidas alcohólicas fermentadas. (Smith, J., Williams, R., & Clark, T. 2017).

- **Valor esperado:** Entre 2.5 y 4.5 para bebidas fermentadas.
- Valores promedios observados después de 8 días de fermentación en cada uno de los tratamientos y sus réplicas:

Tabla 7. Resultados de pH obtenidos

Tratamiento	pH
10%	3,27
20%	3,36
30%	3,40
Control	2,71

Fuente, Autores

En La tabla 7 Los valores de pH para los tratamientos (10%, 20%, 30%) se mantuvieron dentro del rango ideal para la fermentación. El pH del control es algo más bajo, lo que podría indicar una mayor acidez residual o menos actividad fermentativa; conociendo que los valores mas significativos fueron desarrollados en el tratamiento (20%).

- **°Brix (Grados Brix)**

El °Brix mide la concentración de azúcares solubles en la bebida. Este valor disminuye durante la fermentación conforme los azúcares son convertidos en etanol y CO₂ por las levaduras (González, F. M., & Pérez, L. M. 2020).

- Valor inicial esperado: 7,5 - 15 °Brix.
- Valores promedios observados después de 8 días de fermentación en cada uno de los tratamientos y sus réplicas:

Tabla 8. Resultados °Brix obtenidos

Tratamiento	°Brix
10%	6,28
20%	7,52
30%	5,81
Control	7,01

Fuente, Autores

En la tabla 8 los valores de °Brix muestran una disminución significativa en todos los tratamientos, indicando que la fermentación fue efectiva. El control muestra una menor reducción de °Brix, lo que sugiere que en este tratamiento no hubo una conversión tan eficiente de los azúcares.

- **Densidad**

La densidad de la bebida es un indicador del contenido total de sólidos disueltos, incluyendo azúcares y etanol. La densidad también puede reflejar la cantidad de azúcares no fermentados en la bebida (Pérez, C. 2018).

- Valor esperado: 1.03 - 1.07 g/mL.
- Valores promedios observados después de 8 días de fermentación en cada uno de los tratamientos y sus réplicas:

Tabla 9. Resultados de densidad obtenidos

Tratamiento	Densidad (g/mL)
10%	1,03
20%	1,03
30%	1,03
Control	1,07

Fuente, Autores

La tabla 9 muestra que todos los tratamientos presentaron una densidad constante de 1.03 g/mL, lo que indica una buena conversión de azúcares a etanol. La densidad del control, más alta, sugiere que aún queda una cantidad significativa de azúcares no fermentados.

○ **Contenido de Etanol**

El contenido de etanol es uno de los indicadores clave de una bebida alcohólica fermentada. Se realizaron mediciones directas de etanol en este análisis, basándonos en los valores de °Brix y densidad, estimamos que el contenido de etanol de los tratamientos está entre 4-8% relacionado alcohol probable (LAFFORT) (A., Taylor, B., & Lee, M. 2015).

- Valor esperado: 4 - 8% Alcohol probable (medido densidad y °Brix) 19 - 25% por destilación
- Valores promedios observados después de 8 días de fermentación en cada uno de los tratamientos y sus réplicas:

Tabla 10. Resultados de % de alcohol y alcohol probable

Tratamiento	Alcohol (OHO) %	Alcohol probable (OHO PRO) %
10%	19,07	3,68
20%	23,79	4,5
30%	19,17	3,42
Control	22,57	4,2

Fuente, Autores

La tabla 10 muestra que todos los tratamientos presentaron una variación de 0,05 hasta 4% de alcohol, lo que indica una buena conversión de azúcares a etanol. Las medidas porcentuales de alcohol y alcohol probable mas alta, fue en el tratamiento (20%)

- **Análisis Hedónico**

La evaluación hedónica mide la aceptación sensorial del producto por parte de los consumidores. En el estudio, 40 personas fueron seleccionadas para evaluar la bebida en términos de sabor, aroma, textura, color y aceptación general.

Ilustración 9. Caracterización sensorial del producto



Fuente, Autores

Se utilizó una escala hedónica de 1 a 9, donde:

- **1** = Me gusta mucho
- **9** = No me gusta en absoluto

Tabla 11. Evaluación sensorial por tratamiento

Atributo	Tratamiento 10%	Tratamiento 20%	Tratamiento 30%	Control
Sabor	7,2 (neutral)	4,5 (excelente)	6,9 (agradable)	7,5 (neutro)
Aroma	6,8 (fresco)	5 (excelente)	7,4 (moderado)	7,2 (frutal)
Textura	6,6 (suave)	5 (ideal)	6,5 (suave)	6,8 (espumoso)
Color	6,9 (natural)	6,2 (atractivo)	6,8 (moderado)	7,0 (opaco)
Aceptación general	7,3 (buena)	6 (ideal)	7 (agradable)	7,5 (neutro)

Fuente, Autores

En la tabla 11 se evidencian cada uno de los resultados obtenidos en la evaluación sensorial, mostrando la aceptación por el tratamiento donde se uso 20% de concentración de cascara de piña y pulpa de maracuyá.

- **Sabor**

- El tratamiento 20% de maracuyá y piña obtuvo la mejor calificación en sabor con 4,5 (calificado como excelente), lo que indica una alta aceptación de su perfil de sabor.
- El tratamiento 10% recibió una calificación de 7.2, lo que lo coloca en una categoría neutra en sabor.
- El tratamiento 30% obtuvo una calificación de 6.9, lo que indica un sabor agradable pero menos preferido que el tratamiento 20%.
- El control recibió una calificación de 7.5, lo que indica un sabor neutral, sin destacarse mucho en comparación con los tratamientos.

- **Aroma:**

- El tratamiento 20% recibió la mejor calificación en aroma con 5,0 (calificado como excelente), lo que indica que el aroma fue el más atractivo y bien valorado.
- El tratamiento 10% tuvo una calificación de 6.8, siendo un aroma fresco que agradó a los panelistas, pero no tanto como el 20%.
- El tratamiento 30% recibió una calificación de 7.4, siendo el aroma más moderado.
- El control tuvo una calificación de 7.2, indicando que su aroma frutal fue apreciado, aunque ligeramente menos que los tratamientos.

- **Textura:**

- El tratamiento 20% obtuvo la mejor calificación en textura, con una calificación de 5,0 (ideal), lo que indica que los panelistas consideraron la textura suave y adecuada para esta bebida.
- El tratamiento 10% recibió una calificación de 6.6, siendo también una textura suave, pero no tan bien valorada como el tratamiento 20%.
- El tratamiento 30% recibió una calificación de 6.5, lo que indica que la textura suave fue aceptable, pero no tan destacada.

- El control recibió una calificación de 6.8, lo que sugiere que la textura espumosa era aceptable pero menos preferida en comparación con la textura suave de los tratamientos.
- **Color:**
 - El tratamiento 20% obtuvo la mejor calificación en color, con 6,2, indicando que el color de la bebida fue percibido como atractivo y visualmente agradable.
 - El tratamiento 10% recibió una calificación de 6.9, lo que lo sitúa en un nivel moderado, pero menos valorado que el 20%.
 - El tratamiento 30% recibió una calificación de 6.8, indicando que su color fue ligeramente menos atractivo que el 20%.
 - El control obtuvo una calificación de 7.0, lo que sugiere que el color de la bebida fue ligeramente opaco, lo que disminuyó su apreciación visual.
- **Aceptación Global:**
 - El tratamiento 20% obtuvo la mejor calificación en aceptación global con 6.0 (ideal), indicando una alta aceptación general por parte de los panelistas.
 - El tratamiento 10% fue calificado con 7.3, lo que muestra una buena aceptación, aunque no tan destacada como el tratamiento 20%.
 - El tratamiento 30% obtuvo una calificación de 7.0, lo que refleja una aceptación neutral y menos destacada.
 - El control tuvo una calificación de 7.5, indicando una aceptación neutral por parte de los panelistas, pero no tan alta como los tratamientos.

Basado en la evaluación sensorial, el tratamiento 20% de maracuyá y piña es el más adecuado para la estandarización y formulación del proceso de producción de la bebida artesanal. Este tratamiento ha mostrado ser el más equilibrado y apreciado en términos de sabor, aroma, textura, color y aceptación global.

10. DISCUSION

En los recuentos microbiológicos, se observó que las levaduras fueron predominantes en el medio Sabouraud (160 UFC), mientras que las bacterias dominaron en el medio nutritivo (98 UFC frente a 68 UFC de levaduras). Esto indica que el medio Sabouraud favorece el crecimiento de las levaduras, que son esenciales para la fermentación alcohólica. El control de las bacterias es fundamental, ya que su presencia podría afectar la calidad sensorial de la bebida, especialmente su acidez. En general, el predominio de las levaduras sugiere que el proceso de fermentación está bien orientado para producir una bebida alcohólica.

Los tratamientos con diferentes concentraciones de maracuyá (10%, 20%, 30%) mostraron que el tratamiento 20% presentó las mejores condiciones de fermentación, con un BRIX de 7.52, un pH de 3.36, y un OHO de 23.79. Estos parámetros favorecen una fermentación eficiente. Aunque el tratamiento 30% tuvo un mayor contenido de maracuyá, no mostró un efecto positivo significativo en comparación con el 20%, sugiriendo que una concentración más baja de maracuyá optimiza mejor la fermentación sin comprometer la calidad. El control tuvo un pH más bajo (2.71), lo que podría haber afectado la fermentación.

El tratamiento 20% fue el más equilibrado en cuanto a parámetros físico-químicos. Presentó la mayor concentración de azúcares (BRIX de 7.52), lo que indica que la fermentación fue eficiente, y un pH óptimo de 3.36 para las levaduras. Este tratamiento mostró un buen balance entre azúcares, acidez y otros compuestos, favoreciendo la producción de una bebida alcohólica de calidad. Los tratamientos con 10% y 30% no fueron tan eficientes, ya que el tratamiento 30% no mostró una mejora sustancial y el tratamiento 10% presentó una menor concentración de azúcares.

La evaluación sensorial realizada por 40 panelistas destacó al tratamiento 20% como el más apreciado en términos de sabor, aroma, textura y aceptación global. El tratamiento 20% obtuvo las mejores calificaciones en sabor (4,5 excelente) y aroma (5,0, excelente), lo que sugiere que este tratamiento ofrece una experiencia sensorial superior en comparación con los otros. La textura y el color también fueron calificados positivamente, lo que hace que este tratamiento sea el más adecuado tanto en términos de calidad física como sensorial.

El tratamiento 20% de maracuyá y piña es el más eficaz tanto desde el punto de vista microbiológico como físico-químico y sensorial. Presentó las mejores condiciones de fermentación y los resultados más favorables en las evaluaciones sensoriales. Este tratamiento logra un equilibrio entre la concentración de azúcares, el pH y la acidez, lo que lo convierte en la opción más adecuada para la estandarización y formulación del proceso de producción de la bebida artesanal.

11. CONCLUSIONES

En el análisis microbiológico, se observó una diferencia significativa en los recuentos de levaduras y bacterias dependiendo del medio utilizado. En el medio Sabouraud, las levaduras fueron predominantes, con un recuento de 160 UFC, lo que sugiere que este medio favorece su desarrollo. Las bacterias también estuvieron presentes, pero en menor cantidad, con 102 UFC. Este predominio de levaduras es fundamental en la fermentación alcohólica, ya que son las encargadas de convertir los azúcares en alcohol. En el medio nutritivo, las bacterias mostraron un mayor crecimiento (98 UFC) en comparación con las levaduras (68 UFC), lo que indica que las bacterias se desarrollaron mejor en condiciones con menos azúcares disponibles o con otros factores que favorecen su crecimiento. Estos resultados destacan la importancia de controlar la población bacteriana para evitar efectos adversos en la calidad de la bebida.

La predominancia de las levaduras en el medio Sabouraud es un indicio de que las condiciones de fermentación en la bebida artesanal están siendo optimizadas para el proceso alcohólico, lo que es positivo para el producto final. Sin embargo, el seguimiento y control de las bacterias es igualmente importante, ya que pueden afectar el perfil organoléptico de la bebida, como su acidez y sabor. En general, la diferenciación microbiológica indica que el proceso de fermentación está siendo llevado a cabo adecuadamente, con un dominio de las levaduras que favorece la producción de alcohol, pero requiere de un monitoreo constante para evitar el crecimiento excesivo de bacterias que puedan alterar la calidad de la bebida.

La variación en las condiciones de fermentación, particularmente en los tratamientos con diferentes concentraciones de maracuyá (10%, 20%, 30%), mostró una influencia significativa en los parámetros físico-químicos de la bebida. El tratamiento 20% de maracuyá presentó los mejores resultados en términos de BRIX (7.52), lo que indica una mayor concentración de azúcares disponibles para la fermentación. Además, este tratamiento mostró un pH adecuado para la actividad de las levaduras (3.36), favoreciendo así una fermentación alcohólica eficiente. Los tratamientos con menor concentración de maracuyá (10% y 30%) tuvieron resultados más variables, con una disminución en el BRIX y un aumento en el pH, lo que sugiere que la concentración de maracuyá influye directamente en la eficiencia del proceso de fermentación.

El tratamiento 20% mostró también un mayor OHO (23.79), lo que puede indicar una mayor disponibilidad de oxígeno durante la fermentación, favoreciendo el crecimiento de las levaduras. Este tratamiento demostró ser el más eficiente en términos de fermentación y, por lo tanto, podría ser el más adecuado para la producción de una bebida alcohólica de alta calidad. En comparación, el control y los tratamientos 10% y 30% tuvieron resultados menos consistentes en los parámetros físico-químicos, lo que sugiere que una concentración moderada de

maracuyá (20%) es más favorable para un proceso de fermentación optimizado y la producción de una bebida de mejor calidad.

Los análisis físico-químicos realizados en los diferentes tratamientos mostraron que la concentración de maracuyá afecta de manera significativa los parámetros clave de la bebida, como el BRIX, el pH y la densidad. El tratamiento 20%, con la mayor concentración de azúcar (7.52 BRIX), tuvo un equilibrio ideal entre los azúcares y el pH (3.36), lo que favoreció la actividad fermentativa y la producción de alcohol. Este tratamiento también presentó una densidad constante de 1.03, similar a los otros tratamientos, lo que sugiere que no hubo alteraciones significativas en la estructura líquida del producto durante la fermentación. Estos resultados sugieren que un nivel moderado de concentración de maracuyá podría ser el más eficiente para lograr una bebida con un buen perfil alcohólico y sensorial.

El control mostró un pH más bajo (2.71), lo que podría indicar que su proceso de fermentación no se realizó en las condiciones óptimas para las levaduras, lo que afectó la producción alcohólica. Los tratamientos con mayor concentración de maracuyá (30%) no mostraron una mejora significativa en comparación con el tratamiento 20%, sugiriendo que un exceso de maracuyá podría alterar el equilibrio fermentativo. En resumen, el tratamiento 20% presentó las mejores condiciones físico-químicas para la fermentación y la producción de alcohol, lo que lo convierte en el más adecuado para la estandarización del proceso de producción de la bebida artesanal.

Los resultados de la evaluación sensorial destacaron al tratamiento 20% como el más apreciado por los panelistas en todos los atributos evaluados, incluyendo sabor, aroma, textura, color y aceptación global. Este tratamiento recibió las mejores calificaciones en términos de sabor y aroma (4,5 y 5,0, excelente), lo que indica que los panelistas prefirieron su perfil sensorial en comparación con los otros tratamientos. Además, la textura fue considerada excelente (5,0), lo que sugiere que la consistencia de la bebida era agradable y bien equilibrada. El color fue evaluado como más atractivo (6,2), lo que refuerza la percepción de que el tratamiento 20% produce una bebida visualmente atractiva y agradable al paladar.

El tratamiento 20% también destacó en aceptación general (6.0), lo que refleja que este tratamiento fue el más bien aceptado por los panelistas, superando al control y a los otros tratamientos. Estos resultados sugieren que el tratamiento 20% no solo es el más efectivo desde el punto de vista físico-químico, sino también el que ofrece la mejor experiencia sensorial. Por lo tanto, este tratamiento es el más adecuado para la formulación final de la bebida artesanal, ya que cumple con los requisitos de calidad tanto en términos de fermentación como de características sensoriales, lo que lo convierte en el tratamiento más prometedor para su producción a escala.

12. RECOMENDACIONES

Durante el proceso de fermentación, es esencial monitorear de cerca el crecimiento de las **levaduras y bacterias**. El predominio de las levaduras es crucial para el éxito de la fermentación alcohólica, ya que son las responsables de la conversión de azúcares en alcohol. En este sentido, es necesario controlar los factores que pueden favorecer el crecimiento bacteriano (como la acidez y el pH). Si se detectan niveles altos de bacterias, es recomendable ajustar el **pH** para crear un entorno menos favorable para ellas, evitando así la producción de compuestos no deseados.

- **Acción específica:**
 - Utilizar un **control adecuado de temperatura** y pH durante la fermentación.
 - Mantener una higiene estricta en el proceso de fermentación para evitar contaminación por bacterias que puedan alterar las características sensoriales.
 - **Monitorear y ajustar los tiempos de fermentación** para optimizar la actividad de las levaduras y reducir la proliferación bacteriana.

A partir de los resultados obtenidos de las variaciones en las condiciones de fermentación, se observa que el tratamiento **20%** (con maracuyá y piña) presenta las mejores condiciones de fermentación en términos de **BRIX, pH y OHO**. Esto sugiere que este tratamiento tiene una mayor eficiencia de fermentación sin comprometer la calidad. Es recomendable mantener las condiciones de fermentación controladas, asegurando que el pH no baje demasiado, ya que un pH bajo podría generar un sabor demasiado ácido o afectar el crecimiento de las levaduras.

- **Acción específica:**
 - Mantener la **temperatura constante** y dentro de los rangos ideales para la actividad de las levaduras (entre 18 y 25°C).
 - Ajustar el **pH** de la mezcla para evitar niveles demasiado bajos que puedan afectar la fermentación.
 - Asegurar una **fermentación de duración óptima** (no demasiado corta ni demasiado larga) para maximizar la conversión de azúcares sin comprometer el sabor.

La caracterización físico-química de los tratamientos demuestra que el tratamiento **20%** es el más equilibrado en términos de **°Brix, pH y Alcohol**, lo que sugiere que tiene el balance adecuado entre concentración de azúcares, acidez y alcohol. Para mejorar los resultados, es recomendable ajustar las concentraciones de **azúcares y ácido** en los otros tratamientos para que no haya una sobrecarga de un solo componente. El control del pH es crucial para evitar que la bebida sea demasiado

ácida o alcalina, lo que afectaría tanto el proceso de fermentación como las características sensoriales.

- **Acción específica:**

- Ajustar las concentraciones de **azúcares** y **ácidos** en las formulaciones para alcanzar un equilibrio que favorezca la **fermentación eficiente**.
- Mantener un **pH estable** durante la fermentación, asegurando que se mantenga dentro de los rangos ideales para las levaduras (aproximadamente 3.2 - 4.0).
- Controlar el **OHO** para evitar una sobreproducción de ácidos que podría resultar en un sabor no deseado.

La evaluación sensorial muestra que el tratamiento **20%** ha tenido los mejores resultados en términos de **sabor, aroma, textura** y **aceptación general**. Esto indica que este tratamiento tiene el perfil sensorial más atractivo para los consumidores. Para mejorar los resultados hedónicos en los otros tratamientos, es fundamental ajustar la **cantidad de fruta** (maracuyá y piña) para obtener un sabor más balanceado y evitar que uno de los componentes domine en exceso. Además, se debe controlar la **textura** y la **aparición** visual de la bebida para asegurar que sean agradables para los consumidores.

- **Acción específica:**

- Mantener la **proporción adecuada de frutas** (como maracuyá y piña) en el proceso de elaboración, asegurando un sabor armonioso y bien equilibrado.
- Ajustar la **consistencia** de la bebida a través de filtración o dilución, dependiendo de la textura que se desee obtener.
- Evaluar el **perfil de sabor** de forma continua con paneles sensoriales para asegurar que el producto sea atractivo en términos de sabor, aroma y aceptación general.

13. RERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Actualidad. Análisis sensorial. Metodología. Guía general.* (2019). UNE | Revista de la Normalización Española. Retrieved September 11, 2023, from <https://revista.une.org/12/analisis-sensorial.-metodologia.-guia-general.html>
- Alimentos SAS. (2023, August 25). *Vinos de frutas y su gran auge dentro del mercado.* Alimentos SAS. Retrieved September 2, 2023, from <https://www.alimentossas.com/blog/bebidas/vinos-de-frutas>
- Ana Fernández, Celia García, Juan Antonio, & Sylvia Valdezate. (2010). *Métodos de identificación bacteriana en el laboratorio de microbiología.* seimc. Retrieved September 9, 2023, from <https://www.seimc.org/contenidos/documentoscientificos/procedimientomicrobiologia/seimc-procedimientomicrobiologia37.pdf>
- Barragán B, Téllez Y Laguna A. (2008). Utilización de residuos agroindustriales Revista Sistemas Ambientales, 2(1):44-50. *Revista Sistemas Ambientales*, 2(1), 44-50.
- Bebidas alcoholicas. vinos licorosos o generosos.* (n.d.). ICONTEC. Retrieved September 9, 2023, from <https://tienda.icontec.org/gp-bebidas-alcoholicas-vinos-licorosos-o-generosos-ntc1740-2001.html>
- Catalizador - Qué es, definición y concepto.* (n.d.). Definición.de. Retrieved September 9, 2023, from <https://definicion.de/catalizador/>
- CINDY KATHERINE BERNAL LÓPEZ, DANIEL MAURICIO CASTRO CABRERA. (2014). "OBTENCIÓN DE BEBIDAS FERMENTADAS A PARTIR DE MARACUYÁ (*Passiflora edulis flavicarpa*) Y CHOLUPA (*Passiflora maliformis* L.). Repositorio Universidad Surcolombiana. Retrieved September 3, 2023, from <https://repositoriousco.co/bitstream/123456789/2999/1/TH%20IA%200170.pdf>
- Decreto 3192 de 1983 - Gestor Normativo.* (n.d.). Función Pública. Retrieved September 3, 2023, from <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=3469>
- Definición de Piña » Concepto en DefinicionABC.* (n.d.). Definición ABC. Retrieved September 9, 2023, from <https://www.definicionabc.com/general/pina.php>
- Don J. Brenner, Noel R. Krieg, & James R. Staley. (2007). *Bergey's Manual® of Systematic Bacteriology.* https://books.google.com.co/books/about/Bergey_s_Manual_of_Systematic_Bacteriolo.html?id=5zSYmcq0GdgC&redir_esc=y

- Estadísticas home*. (2023). Agronet. Retrieved October 25, 2023, from <https://www.agronet.gov.co/estadistica/Paginas/home.aspx?cod=1>
- Fermentación alcohólica*. (2020). química.es. Retrieved October 25, 2023, from https://www.quimica.es/enciclopedia/Fermentaci%C3%B3n_alcoh%C3%B3lica.html
- Florez Montes, C., & Rojas Gonzales, A. F. (2018). APROVECHAMIENTO POTENCIAL DE RESIDUOS DE LA AGROINDUSTRIA CALDENSE SEGÚN SU COMPOSICIÓN ESTRUCTURAL. *Facultad de Ciencias Básicas*. <https://revistas.unimilitar.edu.co/index.php/rfcb/article/view/3411/3429>
- Folleto Informativo. (n.d.). *Folleto Informativo pH*. California State Water Resources Control Board. Retrieved October 25, 2023, from https://www.waterboards.ca.gov/water_issues/programs/swamp/docs/cwt/guidance/3140sp.pdf
- Gases de efecto invernadero y el cambio climático*. (2007). IDEAM. Retrieved August 25, 2023, from <http://www.ideam.gov.co/documents/21021/21138/Gases+de+Efecto+Invernadero+y+el+Cambio+Climatico.pdf>
- Gloria Inés Puerta Quintero. (2013). *FUNDAMENTOS DEL PROCESO DE FERMENTACIÓN EN EL BENEFICIO DEL CAFÉ*. Cenicafé. Retrieved September 8, 2023, from <https://biblioteca.cenicafe.org/bitstream/10778/345/1/avt0402.pdf>
- Guerrero R y Valenzuela L. (2011). Agroindustria y medio ambiente. *Trilogía. Ciencia Tecnología Sociedad*, 23(33), 63-83.
- Gustavsson, J. (2011). *PÉRDIDAS Y DESPERDICIO DE ALIMENTOS EN EL MUNDO*. FAO.org. Retrieved October 25, 2023, from <https://www.fao.org/3/i2697s/i2697s.pdf>
- Herrera Rincón, Marialejandra, & Rojas Patiño, Yessica Paola. (2022). *Procesamiento hidrotérmico como alternativa para la valorización de la cáscara de cacao (Theobroma cacao) en Santander según el concepto de biorefinería*. Repositorio de la Universidad Industrial de Santander. Retrieved October 25, 2023, from <https://noesis.uis.edu.co/items/5bad86e3-254f-418e-b483-6c0190506dec>
- Lorena Cordero. (2013). *GUARAPO: LA BEBIDA DEL PUEBLO COLOMBIANO* Lorena Cordero Universidad de Antioquía *La denominación guarapo en Colombia, vinculad*. DADUN. Retrieved September 3, 2023, from <https://dadun.unav.edu/bitstream/10171/35169/4/Cordero.pdf>
- M.A. Gutiérrez-Gutiérrez. (2021). *Las bebidas fermentadas: una revisión*. *Nutrición Hospitalaria*, 32(3), 1211-1221.

- Maria M. Aguilera Díaz. (2004). *DOCUMENTOS DE TRABAJO SOBRE ECONOMIA REGIONAL*. Banco de la República. Retrieved September 9, 2023, from <https://www.banrep.gov.co/sites/default/files/publicaciones/archivos/DTSER-42.pdf>
- Michael López Herrero, Rodolfo WingChing-Jones , Augusto Rojas-Bourrillón. (2014). *Meta-análisis de los subproductos de piña (Ananas comosus) para la alimentación animal*. SciELO. Retrieved September 21, 2023, from https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1659-13212014000200016
- Mónica Becerra. (2014). *BEBIDAS FERMENTADAS A PARTIR DE MAÍZ Y ARROZ: ELABORACIÓN, CONTROL Y CONSERVACIÓN*. Alimentos hoy. Retrieved September, 2023, from <https://alimentos hoy.acta.org.co/index.php/hoy/article/view/258/242>
- Moya P., M., Sibaja B., M., Durán C., M., & Vega B., J. (1995, January 1). *Obtención potencial de polímeros biodegradables. Estudio de la disolución de la cáscara de piña en PEG (ING) | Uniciencia*. revistas. una. ac. cr. Retrieved September 3, 2023, from <https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/uniciencia/article/view/5472>
- “OBTENCIÓN DE BEBIDAS FERMENTADAS A PARTIR DE MARACUYÁ (*Passiflora edulis flavicarpa*) Y CHOLUPA (*Passiflora maliformis* L.). (n.d.). Repositorio Universidad Surcolombiana. Retrieved September 9, 2023, from <https://repositoriousco.co/bitstream/123456789/2999/1/TH%20IA%200170.pdf>
- Panorama Cultural. (2020, September 25). *De Simaña a Canadá: la piña del Cesar se abre nuevos mercados*. Panorama Cultural. Retrieved September 9, 2023, from <https://panoramacultural.com.co/ocio-y-sociedad/7550/de-simana-a-canada-la-pina-del-cesar-se-abre-nuevos-mercados>
- Pardo-Jumbo, A., Matute, N. L., & la Echavarría, A. P. (2017). *Determinación de compuestos bioactivos y actividad antioxidante de la pulpa de maracuyá (passiflora edulis)*. Dialnet. Retrieved August 24, 2023, from <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8277733>
- Paula Elvira Falcón-Romero, Alejandro Zorobabel Toscano-Leyva, Elza Berta Aguirre-Vargas, & Edwin Johny Asnate-Salazar. (2020). *Elaboración y caracterización de una bebida fermentada elaborada con el fruto de capulí (Prunus serotina) y miel de abeja*. Dialnet. Retrieved October 25, 2023, from <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8385893>

- Pérez Porto, J., Merino, M. (2012). *Catalizador - Qué es, definición y concepto*. Definición.de. Retrieved September 9, 2023, from <https://definicion.de/catalizador/>
- Piña - *Información general*. (2023). Frutas. Retrieved September 9, 2023, from <https://www.frutas-hortalizas.com/Frutas/Presentacion-Pina.html>
- Química industrial orgánica. (2006). https://books.google.com.co/books?id=00_6Q134GzYC&pg=PA230&lpg=PA230&dq=
- Reglamento Técnico - Proceso de Producción Bebidas Alcohólicas*. (n.d.). MINCIT. Retrieved September 3, 2023, from <https://www.mincit.gov.co/temas-interes/reglamentos-tecnicos/rt-conjuntos/decreto-1686-del-9-de-agosto-de-2012-1.aspx>
- RESOLUCIÓN NUMERO 00001407 de 2022. (2022, August 5). Ministerio de Salud y Protección Social. Retrieved September 9, 2023, from https://www.minsalud.gov.co/Normatividad_Nuevo/Resoluci%C3%B3n%20No.%201407%20de%202022.pdf
- RESOLUCIÓN NÚMERO 0000 2 6 7 4 DE 2013. (2013, July 2). Ministerio de Salud y Protección Social. Retrieved September 9, 2023, from <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/resolucion-2674-de-2013.pdf>
- Ronald Bravo-Solórzano, Howard Moreira-Mendoza, & Pablo Gavilanes-López. (2021). Formulación de una bebida hidratante nutritiva a partir del zumo de pseudotallo de banano y macerado de la cáscara de piña F. Retrieved September 3, 2023, from <http://scielo.sld.cu/pdf/rtq/v42n2/2224-6185-rtq-42-02-246.pdf>
- Rosas D, Ortiz H, Herrera J y Leyva O. (2016). Revalorización de algunos residuos agroindustriales y su potencial de aplicación a suelos agrícolas. *Agroproductividad*, 18-23.
- Santos Loor Grace Vanessa. (2023, March 9). *Determinación de calidad de bebidas fermentadas de cultivares de musáceas de bajo grado alcohólico saborizada con frutos tropicales*. repositorio.uleam.edu.ec. Retrieved October 25, 2023, from <https://repositorio.uleam.edu.ec/handle/123456789/4647>
- Saval S. (2012). Aprovechamiento de residuos agroindustriales: pasado, presente y futuro. *Bio-Tecnología*, 16(2), 14-16.
- Susana Monereo Megías, María Arnoriaga Rodríguez, Yoko Lucía Olmedilla Ishishi y Purificación Martínez de Icaya. (2016). *Papel de las bebidas fermentadas en el mantenimiento del peso perdido*. SciELO España. Retrieved September 10, 2023, from

https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0212-16112016001000009

Vanessa Andrea Paéz. (2010). *BEBIDAS FERMENTADAS*.
<https://books.google.com.co/books?id=KPq3cpWyMLQC&lpg=PA4&ots=npHLfwoMYC&dq=bebidas%20fermentadas&lr&hl=es&pg=PA1#v=onepage&q=bebidas%20fermentadas&f=false>

VILMA ROCIO USECHE CASTRO. (2020). *ESTADO DEL ARTE SOBRE EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE VINOS COMO ALTERNATIVA DE APROVECHAMIENTO DE DIFERENTES FRUTAS* VILMA ROCIO U. Repositorio Institucional UNAD. Retrieved September 11, 2023, from <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/35104/vrusechec.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Bussmann, R. W., et al. (2016). "Traditional and modern uses of tropical fruits: The case of pineapple (*Ananas comosus*)." *Tropical Agriculture*.

Farias, A. R., et al. (2020). "Nutritional value and antioxidant properties of maracuyá." *Journal of Food Science and Technology*.

Gänzle, M. G. (2015). "Lactic acid bacteria and their role in food fermentation." *Food Research International*.

Makino, Y., et al. (2013). "Bromelain from pineapple (*Ananas comosus*) as an adjunct to fermentation processes." *Food Chemistry*.

Rogers, A., & McKinley, T. (2021). "Sustainability and the fermentation industry." *International Journal of Food Science*.

Zhang, X., et al. (2019). "Bioactive compounds in pineapple waste and their applications in the food industry." *Food Bioprocess Technology*.

Universidad Nacional de Colombia. (2019). "Desarrollo de bebidas funcionales fermentadas a partir de cáscaras de frutas tropicales." Investigación financiada por el Departamento de Ciencias de la Alimentación.

AGROSAVIA (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria). (2017). "Uso de subproductos agrícolas en la producción de bebidas probióticas." Informe de investigación.

Universidad de Nariño. (2018). "Aprovechamiento de subproductos agroindustriales para la elaboración de bebidas naturales fermentadas." Proyecto de investigación financiado por el Departamento de Biotecnología.

Fundación CLYM. (2020). "Innovación en el uso de residuos orgánicos para la producción de alimentos funcionales." Reporte de investigación disponible en el portal de innovación de la fundación.

- Universidad del Valle. (2017). "Aprovechamiento de residuos de la industria agroalimentaria para la producción de bebidas fermentadas." Informe final de investigación.
- Universidad de Antioquia. (2016). "Transformación de residuos agroindustriales en productos alimenticios fermentados." Informe de investigación en colaboración con el Centro de Investigación en Biotecnología.
- Creswell, JW, y Poth, CN (2020). *Indagación cualitativa y diseño de investigación: Elección entre cinco enfoques* (4.ª ed.). Publicaciones SAGE.
- Flick, U. (2019). *Introducción a la investigación cualitativa* (6.ª ed.). Publicaciones SAGE.
- Hernández Sampieri, R., Mendoza Torres, CP, & Baptista Lucio, P. (2021). *Metodología de la investigación* (7.ª ed.). McGraw-Hill.
- Bowen, GA (2019). Análisis de documentos como método de investigación cualitativa. *Qualitative Research Journal* , 19 (3), 312-322. <https://doi.org/10.1108/QRJ-12-2018-0012>
- Krueger, RA, y Casey, MA (2021). *Grupos focales: Una guía práctica para la investigación aplicada* (6.ª ed.). Publicaciones SAGE.
- González, M. (2020). *Aprovechamiento de residuos agroindustriales en procesos fermentativos* . *Revista Colombiana de Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 34(2), 45-52.
- Moreno, J., Álvarez, D., & Patiño, R. (2022). Potencial fermentativo de las cáscaras de piña en procesos biotecnológicos artesanales. *Agroindustria y Desarrollo Sostenible* , 19(1), 78-85.
- Restrepo, C., Mejía, F., & Londoño, A. (2021). Caracterización fisicoquímica y funcional del maracuyá (*Passiflora edulis flavicarpa*). *Revista de Alimentos Tropicales* , 18(3), 102-110.
- Vargas, L., & Gómez, M. (2020). Bebidas fermentadas artesanales: evolución, microbiología y proyecciones en Colombia. *Revista de Ciencia y Tecnología de Alimentos* , 9(2), 129-140.
- Crespo, L., Herrera, C., & Díaz, P. (2020). Evaluación sensorial de bebidas fermentadas artesanales a base de frutas tropicales. *Revista Colombiana de Ciencia y Tecnología de Alimentos* , 15 (2), 91-101.

- FAO. (2021). *Economía circular y reducción de residuos agrícolas en América Latina y el Caribe*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. <https://www.fao.org>
- González, M., Gómez, J., & Ruiz, A. (2023). Propiedades funcionales de bebidas fermentadas con frutas tropicales. *Revista de Investigación e Innovación Alimentaria*, 5 (1), 22-34.
- Hernández, A., & Castaño, J. (2021). Microbiología de la fermentación en bebidas tradicionales. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 23 (1), 45-60.
- López, M., & Rueda, L. (2019). Aprovechamiento de subproductos frutales en procesos fermentativos. *Agroindustria Sostenible*, 8 (2), 56-67.
- Moreno, J., Álvarez, D., & Patiño, R. (2022). Potencial fermentativo de las cáscaras de piña en procesos biotecnológicos artesanales. *Agroindustria y Desarrollo Sostenible*, 19 (1), 78-85
- Restrepo, C., Mejía, F., & Londoño, A. (2021). Caracterización fisicoquímica del maracuyá (*Passiflora edulis flavicarpa*). *Revista de Alimentos Tropicales*, 18 (3), 102-110.
- Rico, P., Cárdenas, Y., & Bravo, S. (2020). Fermentaciones espontáneas y controladas en productos frutales. *Revista de Procesos Agroindustriales*, 10 (1), 14-26.
- Sánchez, M., & Becerra, L. (2022). Aplicaciones de la bromelina en alimentos funcionales. *Innovación y Desarrollo en Ciencia de Alimentos*, 6 (1), 58-69.
- Sierra, L., Torres, C. y Pérez, N. (2021). Parámetros químicos en bebidas fermentadas naturales. *Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología Alimentaria*, 15 (2), 33-41.
- Vargas, L., & Gómez, M. (2020). Bebidas fermentadas artesanales: evolución, microbiología y proyecciones en Colombia. *Revista de Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 9 (2), 129-140.

14.ANEXOS

Anexo 1. Tabla de resultados tratamiento 10% y replicas

T1: 10 % Cascaras de piña			
N° de Días	° Brix	pH	° de alcohol
1			
2	11	2,71	30
3	7	2,99	23
4	4	3,30	17
5	4	3,47	15
6	4,5	3,53	15
7	4,5	3,59	16
8	4	3,51	15

T2: 10 % Cascaras de piña			
N° de Días	° Brix	pH	° de alcohol
1			
2	10	2,73	31
3	7	3,9	22
4	4	3,50	17
5	4	3,67	14
6	4	3,71	14,5
7	4	3,59	15
8	3	3,69	13

T3: 10 % Cascaras de piña			
N° de Días	° Brix	pH	° de alcohol
1			
2	10,5	2,80	30
3	6,8	3,67	22
4	6	3,58	20
5	5,5	3,50	18
6	5,5	3,45	18
7	5,3	3,47	18
8	4,5	3,43	17

Fuente, Autores

Anexo 2. Tabla de resultados tratamiento 20% y replicas

T4: 20 % Cascaras de piña			
N° de Días	* Brix	pH	* de alcohol
1			
2	8	3,73	26
3	8	3,39	22
4	8	3,32	24
5	7	3,25	22
6	8	3,24	22
7	6	3,25	21
8	6	3,23	21

T5: 20 % Cascaras de piña			
N° de Días	* Brix	pH	* de alcohol
1			
2	5,5	3,43	23
3	9	3,18	29
4	9	3,11	30
5	8,9	3,05	27
6	8	2,91	24
7	8	3,00	25
8	6	2,99	21

T6: 20 % Cascaras de piña			
N° de Días	* Brix	pH	* de alcohol
1			
2	10	3,88	22
3	9	3,73	28
4	7	3,66	23
5	7	3,57	22
6	7	3,53	23,5
7	5,5	3,53	22
8	7	3,48	22

Fuente, Autores

Anexo 3. Tabla de resultados tratamiento 30% y replicas

T7: 30 % Cascaras de piña			
N° de Días	° Brix	pH	° de alcohol
1			
2	6	2,79	21
3	5	3,32	17
4	4	3,67	13
5	3	3,87	11
6	3,2	3,85	12
7	3	3,86	12
8	3	3,79	13

T8: 30 % Cascaras de piña			
N° de Días	° Brix	pH	° de alcohol
1			
2	7	3,50	20
3	8,5	3,31	26
4	8,3	3,23	26
5	7,5	3,14	21,5
6	8,2	3,09	25
7	8	3,07	25
8	8	3,06	24

T9: 30 % Cascaras de piña			
N° de Días	° Brix	pH	° de alcohol
1			
2	6	2,99	20
3	6,5	3,65	21
4	6,2	3,54	21,5
5	5,5	3,45	19
6	5	3,43	18,5
7	5,1	3,44	17
8	5	3,42	19

Fuente, Autores

Anexo 4. Tabla de resultados tratamiento Control

T10: CONTROL			
N° de Días	° Brix	pH	° de alcohol
1			
2	13,5	2,53	37
3	9,5	2,64	30
4	7	2,70	22
5	4,5	2,80	17
6	4,7	2,75	17
7	4,9	2,78	17
8	5	2,77	18

Fuente, Autores

Anexo 5. Tabla para caracterización sensorial

Pregunta	Escala de Evaluación (1-9)	Descripción de la Escala
1. Sabor	1 = Me gusta mucho	Evalúa el sabor general de la bebida. Cuánto agrada o desagrade el sabor.
	9 = No me gusta en absoluto	
2. Aroma	1 = Me gusta mucho	Evalúa el aroma de la bebida, si es agradable o desagradable.
	9 = No me gusta en absoluto	
3. Textura	1 = Me gusta mucho	Evalúa la sensación en boca: si es suave, espesa, ligera o densa, y cuán agradable es.
	9 = No me gusta en absoluto	
4. Color	1 = Me gusta mucho	Evalúa la apariencia visual de la bebida. Si el color es atractivo o no.
	9 = No me gusta en absoluto	
5. Aceptación General	1 = Me gusta mucho	Evalúa la satisfacción general con la bebida. Cuánto disfrutarías consumirla en el futuro.
	9 = No me gusta en absoluto	

Fuente, Autores