

UNIVERSIDAD ESTATAL AMAZONICA
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA TIERRA
CARRERA INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



Proyecto de Investigación previo a la obtención del Título de:
INGENIERIA AGROINDUSTRIAL

TEMA:

**“ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA DE FRUTA A BASE
DE PITAHAYA AMARILLA (*Selenicereus megalanthus*)”**

AUTOR/A:

SILVIA VALERIA REGALADO RODRÍGUEZ

DIRECTORES:

M.Sc. Paúl Manobanda Pinto

M.Sc. Víctor Cerda Mejía

PUYO-PASTAZA-ECUADOR

2019

DECLARACIÓN DE AUTORÍA Y CESIÓN DE DERECHOS

RESPONSABILIDAD

Yo Silvia Valeria Regalado Rodríguez, declaro que el contenido de esta investigación es de mi auditoría exclusiva.

Silvia Valeria Regalado Rodríguez

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue desarrollado por Silvia Valeria Regalado Rodríguez egresado de la Carrera de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Estatal Amazónica, bajo mi supervisión.

M.Sc. Paúl Manobanda Pinto

M.Sc. Víctor Cerda Mejía

DIRECTORES DEL PROYECTO

ESTE PROYECTO FUE REVISADO Y APROBADO POR EL SIGUIENTE TRIBUNAL
DE SUSTENTACIÓN O GRADO.

M.Sc. Juan Elías Gonzáles

PRESIDENTE

Dra. Laura Scalvenzi

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

M. Sc. Miguel Ángel Enríquez

MIEMBRO DEL TRIBUNAL

AGRADECIMIENTO

Dios por ser tan grande y bondadoso al otorgarme la familia que tengo y las oportunidades que me ha brindado, agradezco primordialmente a él. Por tener un hogar en el cual la responsabilidad y perseverancia es lo esencial. Por guiarme siempre por las sendas de la finura y constancia, por hacerme creer en mí y en lo que soy capaz de lograr.

*Agradezco al mayor tesoro y capital que posee mi hogar: **Mi Madre!** Una mujer llena de sabiduría, lucha, responsabilidad y mucho amor para cada uno de sus hijos, a quienes nos ha enseñado que la vida es un viaje lleno de obstáculos. ¡Que lo que nos proponamos debemos lograrlo! Y debemos hacerlo bien. A no rendirnos por cada batalla perdida y a no decaer por cada tristeza. A su esposo **Edwin** por acompañarnos todo este tiempo y enseñarnos que el orden y precisión es importante en nuestras vidas, por darle mucho amor a mi madre y ser el apoyo que ella siempre ha necesitado. ¡Mil gracias!*

*¡¡**Mis hermanos**, por ser todo lo que he querido!! Por ser tan diferentes entre nosotros y ser mi ejemplo a seguir de una u otra forma. **Mayf**, por enseñarme a ser exigente conmigo mismo y formar mi carácter, **Madelyn**, por enseñarme a tener paciencia y formar mi alma sin rencor por nada, ni por nadie. **Mishell**, mi regalo más preciado, mi ángel y mis fuerzas, la responsable de querer ser alguien capaz de tenerlo todo y otorgárselo a ella, la que me enseña a ver y tratar a todos por igual y con mucho amor, la causante de que mi corazón sea lleno de bondad y paciencia. **Lady**, mi ñuta perseverante por demostrarme que tenemos la capacidad de conseguir y cumplir nuestros sueños, por darme la fortaleza para seguirlos y la valentía que necesito para luchar por ellos sin importar las adversidades.*

*A mis compañeros y amigos de esta vida universitaria **Gonzalo, Morelia, Aykel, Carmen, Robinson, Denisse y Jhonsito** por apoyarnos mutuamente en este transcurso y por demostrar que no hace falta multitud para sobresalir y cumplir nuestra difícil meta.*

A mis profesores y tutores por guiarme en las sendas del profesionalismo y a la Universidad por abrirme las puertas y brindarme la oportunidad de ser competitiva en la vida.

¡Por esto y mucho más estoy inmensamente agradecida con ustedes, familia y amigos!

Los llevo siempre en mi corazón...

RESUMEN

La industrialización de bebidas sin alcohol como refrescos, bebidas de frutas, carbonatadas y no carbonatadas, néctares y jugos a nivel mundial con el tiempo se halla más diverso que nunca, desde los elaborados con frutas tradicionales hasta los que son elaborados con frutas exóticas. Básicamente la demanda de estos productos se ha considerado alta, ya que se ha convertido parte de la dieta cotidiana de los adultos e incluso en niños desde edades tempranas. Por lo que este proyecto investigativo tiene como objetivo elaborar una bebida de fruta a base de pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*) mediante el aprovechamiento de la “fruta de rechazo” que existe en la provincia de Morona Santiago, cantón Palora. Sin embargo, la pitahaya al igual que la mayoría de frutas poseen pectina, que viene a ser un factor influyente en la estabilidad de bebidas o jugos, por lo que se requiere de métodos o sustancias para acelerar este proceso y lograr estabilidad en el producto final. Esta investigación se centró en la realización de la bebida con un aporte del 20% de fruta y expuesta a tres diferentes tratamientos, los dos primeros corresponden a la utilización de dos tipos de agentes estabilizantes: Carboximetilcelulosa-CMC y Goma Xantana con concentraciones de 1-2g/kg y 5-10mg/kg, respectivamente, el tercer tratamiento se manejó con la adición de un preparado enzimático: Pectin Enzyme POWDER BSG a concentraciones de 0,5-1g/kg, cada tratamiento se realizó por triplicado, obteniendo un total de 21 réplicas. Estas réplicas fueron comparadas y caracterizadas físico-química y microbiológicamente con la bebida elaborada en su estado natural mediante la utilización del Software estadístico Infostat y la prueba LSD Fisher, el cual permitió determinar que no existe diferencia significativa entre los tratamientos y sus parámetros, a excepción del tratamiento que corresponde a la bebida elaborada con la adición de Carboximetilcelulosa-CMC [2g/kg], esta se destaca por presentar mejores características en el parámetro Color, es decir menor cantidad de materia coloreada en la bebida.

Palabras claves: pitahaya amarilla, bebida de frutas, agentes estabilizantes, preparados enzimáticos.

ABSTRACT

The industrialization of beverages as fruit drinks, carbonated and non-carbonated, nectars and juices worldwide over time is more diverse than ever, from those made with traditional fruits to those made with exotic fruits.

Basically the demand for these products has been considered high, since it has become part of the daily diet of adults and even children from an early age. So this research project aims to develop a fruit drink based on yellow pitahaya (*Selenicereus megalanthus*) by taking advantage of the "discarded fruit" that exists in the province of Morona Santiago, Palora canton. However, the pitahaya like most fruits have pectin, which is an influential factor in the stability of beverages or juices, so it requires methods or substances to accelerate this process and achieve stability in the final product. This research focused on the realization of the drink with a contribution of 20% fruit and exposed to three different treatments, the first two correspond to the use of two types of stabilizing agents: Carboxymethylcellulose-CMC and Goma Xantana with concentrations of 1- 2g / kg and 5-10mg / kg, respectively, the third treatment was handled with the addition of an enzyme preparation: Pectin Enzyme POWDER BSG at concentrations of 0.5-1g / kg, each treatment was performed in triplicate, obtaining a total of 21 replicas. These replicas were compared and characterized physicochemically and microbiologically with the drink elaborated in its natural state by using the Infostat Statistical Software and the LSD Fisher test, which allowed to determine that there is no significant difference between the treatments and their parameters, with the exception of the treatment that corresponds to the drink made with the addition of Carboxymethylcellulose-CMC [2g / kg], this stands out for having better characteristics in the Color parameter, that is, less amount of colored matter in the drink.

Keywords: yellow pitahaya, fruit drink, stabilizing agents, pectin enzymes

INDICE

CAPÍTULO I	1
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN Y JUSTIFICACIÓN....	3
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	4
1.3 OBJETIVOS	4
CAPÍTULO II.....	5
2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	5
2.1 ANTECEDENTES	5
2.2 BASES TEÓRICAS.....	7
2.2.1 GENERALIDADES DEL CULTIVO DE PITAHAYA.....	7
2.2.2 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA.....	8
2.2.3 DESCRIPCIÓN BOTÁNICA	8
2.2.4 COMPOSICIÓN QUÍMICA Y NUTRICIONAL	9
2.2.5 USOS.....	10
2.2.6 BEBIDAS DE FRUTAS	10
2.2.7 PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS.....	11
2.2.8 PROPIEDADES MICROBIOLÓGICAS.....	12
2.2.9 PREPARADOS ENZIMÁTICOS.....	15
2.2.10 AGENTES ESTABILIZADORES	16
CAPITULO III	18
3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	18
3.1 LOCALIZACIÓN.....	18
3.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN	18
3.3 MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN	18
3.3.1 DISEÑO EXPERIMENTAL COMPLETAMENTE AL AZAR	19
3.3.2 PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL:	20

3.3.3 <i>PROCEDIMIENTO FÍSICO-QUÍMICO:</i>	26
3.3.4 <i>PROCEDIMIENTO MICROBIOLÓGICO:</i>	28
CAPÍTULO IV	31
4. RESULTADOS	31
4.1 FORMULACIÓN Y ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA DE FRUTA A BASE DE PITAHAYA AMARILLA	31
4.1.1 <i>ESQUEMA TECNOLÓGICO DEL PROCESO CON CARBOXIMETILCELULOSA-CMC</i>	32
4.1.2 <i>ESQUEMA TECNOLÓGICO DEL PROCESO CON GOMA XANTANA</i>	32
4.1.3 <i>ESQUEMA TECNOLÓGICO DEL PROCESO CON PECTIN ENZYME POWDER BSG</i>	33
4.2. CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA DE LOS TRATAMIENTOS	34
4.2.1 <i>DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS</i>	34
4.2.2 <i>DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS</i>	40
4.3 DETERMINACIÓN DEL MEJOR PROCESO TECNOLÓGICO PARA LA ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA DE FRUTA A BASE DE PITAHAYA AMARILLA	
43	
4.3.1 <i>EVALUACIÓN DE LOS SÓLIDOS SOLUBLES TOTALES EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS</i>	45
4.3.2 <i>EVALUACIÓN DEL pH EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS</i>	46
4.3.3 <i>EVALUACIÓN DE LA ACIDEZ EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS</i>	48
4.3.4 <i>EVALUACIÓN DEL COLOR EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS</i>	49
4.3.5 <i>EVALUACIÓN DE AEROBIOS MESÓFILOS EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS</i>	51
4.3.6 <i>EVALUACIÓN DE MOHOS Y LEVADURAS EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS</i>	52
CAPÍTULO V	54
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	54
5.1 CONCLUSIONES	54

5.2 RECOMENDACIONES.....	55
CAPÍTULO VI	56
6. BIBLIOGRAFÍA	56

Índice de tablas

Tabla 1. Composición nutricional de pulpa de pitahaya amarilla (<i>Selenicereus megalanthus</i>) .	9
Tabla 2. Composición físico-química de pulpa de pitahaya amarilla (<i>Selenicereus megalanthus</i>).....	10
Tabla 3. Requisitos microbiológicos para los productos pasteurizados.	13
Tabla 4. Límites máximos de contaminantes.	14
Tabla 5. Modelo de Diseño Completamente al Azar.....	19
Tabla 6. Rotulación de las pruebas del Modelo de Diseño Completamente al Azar.....	20
Tabla 7. Equipos, instrumentos, utensilios e insumos utilizados en el proceso experimental.	21
Tabla 8. Equipos, instrumentos, materiales y reactivos utilizados en el proceso experimental.	26
Tabla 9. Cantidad de materia prima para la elaboración de 1kg de bebida de fruta a base de pitahaya amarilla.....	31
Tabla 10. Cantidad de Sólidos Solubles en los diferentes tratamientos y concentraciones.	35
Tabla 11. Cantidad de pH en los diferentes tratamientos y concentraciones.	36
Tabla 12. Cantidad de ml de NaOH utilizados en la titulación.	37
Tabla 13. Porcentaje de acidez de los diferentes tratamientos y concentraciones.....	38
Tabla 14. Valores de las diferentes concentraciones de sólidos totales (g/cm ³) – Absorbancia.	39
Tabla 15. Valores de las Unidades ICUMSA a 420nm de los diferentes tratamientos y concentraciones.	40
Tabla 16. Cantidad de aerobios mesófilos en los diferentes tratamientos y concentraciones (UFC/ml)	41
Tabla 17. Cantidad de aerobios mesófilos en los diferentes tratamientos y concentraciones (UFC/ml)	42
Tabla 18. Resumen de resultados obtenidos por cada réplica de los tratamientos en los diferentes parámetros a medir.....	44
Tabla 19. Análisis de varianza y prueba de comparaciones múltiples de LSD Fisher en los Sólidos Solubles Totales (°Brix)	45

Tabla 20. Análisis de varianza y prueba de comparaciones múltiples de LSD Fisher en el pH	47
Tabla 21. Análisis de varianza y prueba de comparaciones múltiples de LSD Fisher en la Acidez	48
Tabla 22. Análisis de varianza y prueba de comparaciones múltiples de LSD Fisher en el Color	50
Tabla 23. Análisis de varianza y prueba de comparaciones múltiples de LSD Fisher en el Análisis de aerobios mesófilos.	51
Tabla 24. Análisis de varianza y prueba de comparaciones múltiples de LSD Fisher en el Análisis de mohos y levaduras	53

Índice de figuras

Figura 1. Estructura molecular básica de la pectina.	14
Figura 2. Diagrama de bloque de elaboración de una bebida de pitahaya con tratamiento de turbidez a base de Carboximetilcelulosa CMC.	22
Figura 3. Diagrama de bloque de elaboración de una bebida de pitahaya con tratamiento de turbidez a base de Goma Xantana.	23
Figura 4. Diagrama de bloque de elaboración de una bebida de pitahaya con tratamiento de turbidez a base de Enzima Pectinasa.	24
Figura 5. Esquema tecnológico del proceso para la elaboración de una bebida de fruta a base de pitahaya amarilla con Carboximetilcelulosa-CMC.....	32
Figura 6. Esquema tecnológico del proceso para la elaboración de una bebida de fruta a base de pitahaya amarilla con Goma Xantana.	33
Figura 7. Esquema tecnológico del proceso para la elaboración de una bebida de fruta a base de pitahaya amarilla con Enzima pectinasa - Pectin Enzyme POWDER BSG.....	34

Índice de gráficos

Gráfico 1. Comparación gráfica de los análisis de SST	46
Gráfico 2. Comparación gráfica de los análisis de pH	47
Gráfico 3. Comparación gráfica de los análisis de Acidez	49
Gráfico 4. Comparación gráfica de los análisis de Color	50
Gráfico 5. Comparación gráfica de los Análisis de aerobios mesófilos.	52
Gráfico 6. Comparación gráfica de los Análisis de mohos y levaduras	53

CAPÍTULO I

1. INTRODUCCIÓN

Durante décadas de años América Latina ha sido considerado como uno de los continentes proveedores de la mayor diversidad de productos agropecuarios a mercados internacionales, sin embargo, en la actualidad con el desarrollo e incremento de nuevos productos, las industrias y mercados buscan otorgar un valor agregado a la materia prima mediante la utilización de los conocimientos en agroindustria y desarrollo tecnológico. (Gudiño & Villegas , 2006)

La industria de jugos a nivel mundial con el tiempo se encuentra más diverso que nunca. Desde el jugo de frutas tradicionales hasta los que son elaborados por verduras y hierbas, bebidas hidratantes, energizantes o gaseosas, es por eso que los emprendedores han buscado nuevas alternativas de producción de jugos ricos, saludables y naturales. (Pittaluga, 2015)

El agua y frutas es fundamental para el cuerpo humano puesto que ayuda en los procesos fisiológicos de la digestión, absorción y eliminación de desechos metabólicos no digeribles (Iglesias Rosado, C; et al (FESNAD), 2011). Sin embargo, las personas prefieren la ingesta de agua mediante bebidas, sean estas bebidas de frutas, edulcoradas, gaseosas o con pequeñas cantidades de estimulantes como cafeína o alcohol (FAO, 2018)

Básicamente la demanda de refrescos como bebidas de frutas, bebidas sin alcohol, carbonatadas y no carbonatadas que contienen edulcorantes calóricos y saborizantes se ha considerado alta, ya que se ha convertido parte de la dieta cotidiana de los adultos e incluso en niños desde edades tempranas (Gutiérrez *et al.*, 2009).

Las frutas y hortalizas son importantes agentes de vitaminas, minerales esenciales y otras sustancias bioactivas que son necesarias para el bienestar humano, ya que, al consumirlas, el riesgo de adquirir enfermedades es mínimo (Alzamora, Guerrero, Nieto, & Vidales, 2018). La Organización Mundial de la Salud (OMS) y la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), recomienda que la ingestión de fruta y verdura diaria deba ser 400 g, garantizando, el consumo de micronutrientes que el cuerpo humano necesita. Según la OMS el consumo de fruta y verdura a nivel mundial fluctúa entre

los 100 g y 450 g diarios, siendo inferior el consumo en los países menos desarrollados al compararlos con Europa Occidental. (Organización Mundial de la Salud, 2018)

Por otro lado, en Ecuador existen 2,600,000 hectáreas de superficie cultivada las cuales 241,320Has. corresponde a superficie hortofrutícola, 123,070Has a hortalizas y 118,250Has a frutales (FAO, 2018).

Las provincias productoras de frutas están principalmente en la Costa: Los Ríos, Manabí y el Guayas, con un 54% de la superficie, el 41% en la región insular (Sierra) y tan sólo el 5% en la Amazonía.

Según la (FAO, 2005), en Ecuador desde el año de 1996 al 2003 la superficie creció en 93.6% y una tasa de crecimiento anual del 12.2%, con excepción del banano. Mientras que la producción en estos años ha tenido una tasa de crecimiento del 59.4%, y un crecimiento anual del 14.9 %.

Dentro del ámbito de exportación de frutas en Ecuador, el país tiene cierta ventaja debido a la ubicación geográfica en la que se encuentra y por su diversidad climática, lo que beneficia a la producción de diferentes frutas, desde tropicales hasta templadas. Existen también las frutas no tradicionales o exóticas que tienen gran demanda en países extranjeros pese a los requerimientos de calidad e inocuidad que estos países exigen, sin embargo, el valor nutricional, calidad y sabor único que estas frutas otorgan han logrado cautivar a mercados asiáticos, europeos y americanos (Instituto de Promoción de Exportaciones e Inversiones, 2015).

Es importante destacar, que los productos no tradicionales son aquellos que se encuentran en su estado primario o industrializado, pero que no formaban parte de las exportaciones ecuatorianas de 1980 (Pozo Gordón, 2011, pág. 28). Dentro de estas frutas podemos nombrar al maracuyá, mango, uvilla, guayaba, tomate de árbol, naranjilla y pitahaya que son apetecidas para el consumo en fruta fresca o para la elaboración de jugos, bebidas, postres y cocteles (Instituto de Promoción de Exportaciones e Inversiones, 2015).

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN Y JUSTIFICACIÓN

1.1.1 PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

En la actualidad en el Cantón Palora se produce alrededor de 12 millones de kilos de pitahaya, de la cual se calcula que el 80% es exportado a mercados norteamericanos, europeos y asiáticos (SENADI, 2018). Alcidez Guevara, administrador de la Asociación de Producción y Comercialización de la Pitahaya en Palora señala que los siguientes años podría existir una difícil distribución de la fruta por el notable crecimiento de producción y la escasa oportunidad de mercados, debido a que los estándares extranjeros son rigurosos con lo que respecta a la apariencia, esto da como consecuencia que exista depreciación de la pitahaya, la cual es considerada como “fruta de rechazo” o “fruta nacional”. Por lo que es transcendental que los productores generen otras alternativas económicas en base al aprovechamiento de esta fruta, siendo una de ellas la elaboración de una bebida de pitahaya.

Sin embargo, la pitahaya al igual que la mayoría de frutas poseen una sustancia gelatinizante denominada pectina y que al momento de procesar algún producto o bebida es difícil de degradar, por lo que se requiere de métodos o sustancias para acelerar este proceso y lograr estabilidad en el producto final.

1.1.2 JUSTIFICACIÓN

Para la estabilidad de jugos y bebidas en la industria alimentaria se ha venido utilizando agentes estabilizadores o preparados enzimáticos que tienen la capacidad de facilitar el proceso de filtración y clarificación de los jugos. Esta investigación está destinada a la elaboración de una bebida de pitahaya mediante un esquema tecnológico establecido que cumpla con los estándares técnicos. Beneficiando de esta manera a los productores de pitahaya en el cantón Palora, ya que existiría el aprovechamiento de la fruta sobrante de la exportación, y además se incentivaría al ámbito agroindustrial, obteniendo productos con valor agregado que podrían ser comercializados en los mercados nacionales como también internacionales.

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

No se cuenta con un proceso tecnológico para el aprovechamiento de la “fruta de rechazo” y obtención de una bebida de fruta a base de pitahaya amarilla que cumpla con los estándares técnicos.

1.3 OBJETIVOS

OBJETIVO GENERAL

- Elaborar una bebida de fruta a base de pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*) que cumpla con los estándares de calidad.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Diseñar un flujograma de la tecnología para la obtención de una bebida de fruta a base de pitahaya amarilla.
- Caracterizar las propiedades físico-químicas y microbiológicas de la bebida de fruta a base de pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*).
- Seleccionar el mejor proceso tecnológico para la elaboración de una bebida de fruta a base de pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*).

CAPÍTULO II

2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

2.1 ANTECEDENTES

En la IX Conferencia Interamericana de Ministros de Agricultura realizada en Costa Rica en el año 1987, se menciona que la agricultura solo puede ser relevante, acompañada de la tecnificación, es decir aumentando su diversificación y eficiencia (Instituto Colombiano Agropecuario, 1987).

En esta nueva concepción, surge la agricultura asociada a la industria, más conocida ahora como agroindustria; la que con el tiempo se ha denominado como “cadena productiva al conjunto de eslabones, unidades de producción y actividades vinculadas por relaciones técnicas que van desde la obtención de la materia prima hasta la entrega final del producto en el mercado” (Torre, 1995).

El desarrollo de la agroindustria en Ecuador ha tenido como eje principal a la región Costa, debido a sus puertos que brindan la conexión con mercados internacionales. Se menciona además que el crecimiento de la agroindustria en Ecuador se debe a partir de los años 40, cuando se implementa una de las primeras empresas aceiteras (La Fabril). Durante los años 70, en Brasil y otros países latinoamericanos, se logra promover el complejo agroindustrial de jugos concentrados, transformándose en el primer productor mundial (Gudiño & Villegas , 2006). Mientras que la agroindustria alimentaria ecuatoriana ascendió su crecimiento gracias al vínculo económico estable de esos tiempos.

La entrada y fabricación de nuevas mercancías para la elaboración de alimentos y fibras vegetales fortifica la agroindustria alimentaria con la invención y el desarrollo de nuevos productos y procesos de automatización para la producción de jugos y bebidas.

Según la Comisión Nacional del Medio Ambiente de Chile (CONAMA), la obtención de frutas y hortalizas puede predestinarse al expendio fresco o a la industrialización de productos derivados tales como: conservas, deshidratados, pulpas, dulces, jaleas, mermeladas, pastas, jugos concentrados, néctares, bebidas de frutas entre otra diversidad de productos (CONAMA, 1998).

Ecuador es un país diverso y cultural alineado al cambio de matriz productiva y soberanía alimentaria, la industria de alimentos y bebidas en Ecuador es una de las más emprendedoras del país, representó el 39% del Producto Interno Bruto (PIB) de la industria no petrolera ecuatoriana, por lo que según los datos de la Asociación Nacional de Fabricantes de Alimentos y Bebidas (ANFAB) lo nombró como uno de los sectores más importantes en producción y fuente de empleo en el país (ANFAB, 2015).

Durante los años 2014 y 2015 existen en Ecuador alrededor de 400 empresas direccionadas a la industria de lácteos, jugos, bebidas gaseosas e hidratantes, brindando procesamientos inocuos a las frutas, que cumplan las necesidades de la población (ANFAB, 2015).

Entre la gran diversidad de frutas que Ecuador ha llegado a cultivar, se destacan algunas por ser consideradas como “exóticas” o frutas no tradicionales, entre estas podemos mencionar: maracuyá, mango, uvilla, guayaba, tomate de árbol, naranjilla y pitahaya (Instituto de Promoción de Exportaciones e Inversiones, 2015).

Esta última fruta, pitahaya, fruta escamosa o fruta de dragón pertenece a la familia de las cactáceas (cactaceae), especie *Hylocereus* y *Selenicereus*, la cual es originaria de América y tuvo sus primeros indicios en México, donde por su resistencia a sequías, plagas y enfermedades permite que esta planta se desarrolle sin problema. Los frutos se comercializan a nivel regional, nacional e internacional y pueden ser direccionados a la industria alimenticia como también farmacéutica.

En Ecuador este cultivo es relativamente nuevo, comparado a Colombia, Nicaragua, Guatemala y el sur de México que se los conoce como exportadores de pitahaya. Sin embargo, Ecuador al poseer de tierras aptas y cultivables para esta fruta, se ha encontrado insertado la especie *Hylocereus undatus* (pitahaya roja) en la región interandina y *Selenicereus megalanthus* (pitahaya amarilla) como especie nativa en la región amazónica. La producción de pitahaya amarilla ha despertado mayor interés en los mercados extranjeros debido a sus favorables características de frutos, estos pueden llegar a pesar hasta 450g y su composición nutricional es más elevada que la otra especie (*Hylocereus undatus*, pitahaya roja) (Molina, Vásconez Cruz, & Veliz Quinto, 2009)

Según las estadísticas del Censo Agropecuario realizado en el 2000, la superficie cultivada de pitahaya en Ecuador fue de 165,5 ha, predominando la provincia de Pichincha con una producción del 76,8%, Morona Santiago y Pastaza con el 11,47%, Guayas con el 4,7% y

finalmente Bolívar con el 3,9% (INEC, 2000). Al año 2010 esta superficie de cultivo creció a 235 ha (INEC, 2010). Actualmente, la provincia de Morona Santiago, cantón Palora, es considerado uno de los principales productores y exportadores de pitahaya amarilla, cuenta con 160 ha de superficie cultivada del producto (ECORAE, 2018).

La pitahaya tiene un sinnúmero de aplicaciones de acuerdo al país en el que se encuentre. Desde tiempos prehispánicos en México, esta fruta era entregada como ofrenda a comunidades vecina o era utilizada para la elaboración de jugos (López, 1999). En Ecuador no se registra sus aplicaciones anteriores, a más que, como la utilización de cercas vivas (Sánchez, Aguirre, & Kvist, 2006). Sin embargo, la importancia de esta fruta conlleva a que el sector agroindustrial busque nuevas alternativas de utilización y producción, pudiendo ser una de estas la extracción de la pulpa para la elaboración de gelatinas, mermeladas, jaleas, cocteles y refrescos (FAO-PRODAR, 2006).

2.2 BASES TEÓRICAS

2.2.1 GENERALIDADES DEL CULTIVO DE PITAHAYA

ORIGEN DE LA PITAHAYA

La pitahaya es una fruta exótica originaria de América (México, Colombia, Centroamérica y Antillas), perteneciente a la familia de las cactáceas "SENADI entrega el certificado de Denominación de Origen por la Pitahaya Amazónica de Palora" 2018). Existen tres tipos de pitahaya, *Hylocereus undatus*, *Hylocereus costarricensis* y *Selenicereus megalanthus*, que son reconocidos a nivel mundial por su amplia comercialización, pero se diferencian por sus características morfológicas, especialmente por el color de su pulpa y cáscara.

La fruta surge desde el siglo XIII, y se distribuye a partir de la conquista española; quienes sus habitantes la denominaron como "pitaya", que significa "fruta escamosa" (Ricalde & Andrade, 2009).

2.2.2 CLASIFICACIÓN TAXONÓMICA

La pitahaya amarilla ha sido clasificada taxonómicamente según Kondo, *et al*; 2011, de la siguiente manera:

Reino	Plantae
División:	Magnoliophyta (Angiospermae)
Clase:	Magnoliopsida
Familia:	Cactaceae
Género:	<i>Selenicereus</i>
Especie:	<i>Megalanthus</i>

Fuente: (Kondo, *et al*; 2011, p.6)

2.2.3 DESCRIPCIÓN BOTÁNICA

La pitahaya es una cactácea señalada por ser de hábito trepador (Betancourt et al., 2010), se desarrolla de mejor manera en altitudes de 1200-2000 m.s.n.m, a temperaturas de 18–26°C y es adaptada a ambientes secos-áridos, por lo que necesita de suelos francos y franco-arenosos que posean un pH ácido-neutro (5,5–6,5) (A. Rodríguez et al., 2013).

La planta de pitahaya posee dos tipos de raíces: las raíces principales pueden llegar a profundizar de 5-25 cm en el suelo, extendiéndose a un diámetro de 30 cm, mientras que las raíces secundarias o adventicias, más conocidas como vainas crecen a lo largo del tallo y permiten fijación a la planta, mediante el tutor. Estas vainas son de forma triangular y poseen espinas en las areolas, son en donde se producen las flores y frutos (García, 2003).

La flor de la pitahaya se caracteriza por ser hermafrodita, tubular, blanca, rosada o amarilla, dependiendo el género y especie de la planta, puede llegar a medir entre 20 y 30 cm (Lezama, Tapia, Muñoz, & Zepeda, 2000). El fruto es de forma ovoide, con pupitos, razón por la cual se otorga el nombre de “fruta de dragón”, es de pulpa blanca con semillas dispersas en su entorno, se considera al fruto como una baya indehisciente que puede llegar a medir hasta 12 cm de largo y pesar de 180-250 g. (Díaz, 2005)

2.2.4 COMPOSICIÓN QUÍMICA Y NUTRICIONAL

La pitahaya en su composición posee glucosa, fructosa, fibra dietética, minerales y vitaminas. El valor energético de la pitahaya a comparación del banano es inferior, pero supera al de la piña y mango. Las concentraciones de hierro, calcio y potasio que tiene la pitahaya son mayores que en varios frutos (Tabla 1).

La pulpa contiene “captina”, sustancia que ayuda a evitar problemas cardiovasculares y según investigaciones actuales, podría ser una alternativa para combatir ciertos tipos de cáncer. Las semillas gozan de un aceite rico en ácidos grasos esenciales, tales como el oleico, linoleico y linolénico, por lo que concede un efecto laxante a las semillas y permite el adecuado funcionamiento del sistema digestivo (Dembitsky et al., 2011; Díaz, 2005). En la siguiente tabla, se presenta otros componentes nutricionales que tiene la pulpa de pitahaya amarilla por cada 100g.

Tabla 1. Composición nutricional de pulpa de pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*)

Análisis	Unidad	Composición (100g)
Humedad	%	84,80
Lípidos	%	0,21
Proteínas	%	0,40
Carbohidratos	%	9,91
Fibra cruda	%	0,70
Cenizas	%	0,50
Energía	kcal	67,70
Potasio	mg	74,88
Calcio	mg	3,47
Fósforo	mg	30,20
Hierro	mg	0,55
Vitamina C	mg	8,00

Nota. Fuente: Cañar Sena, D. Y., Caetano, C. M., & Bonilla Morales, M. M. (2014). Caracterización fisicoquímica y proximal del fruto de pitahaya amarilla *Selenicereus megalanthus* (k. Schum. Ex vaupel) moran] cultivada en Colombia. *ResearchGate*, 78-87.

La pitahaya amarilla es la más dulce de los tres tipos de pitahaya que se comercializan, en promedio tiene 14°Brix(Rebolledo, Del Ángel, Becerra, Rosas, & Zetina, 2009). Su composición físico-química se representa en la Tabla 2.

Tabla 2. Composición físico-química de pulpa de pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*)

Análisis	Unidad	Composición
Sólidos Solubles	°Brix	14,29
Acidez Titulable	Ac. Cítrico/100g	1,35
pH	pH	4,72
Índice de madurez	°Brix/Acidez	11,08

Nota. Fuente: Cañar Sena, D. Y., Caetano, C. M., & Bonilla Morales, M. M. (2014). Caracterización físicoquímica y proximal del fruto de pitahaya amarilla *Selenicereus megalanthus* (k. Schum. Ex vaupel) moran] cultivada en colombia. *ResearchGate*, 78-87.

2.2.5 USOS

El fruto por ser considerado como un fruto exótico, ha logrado obtener precios atractivos en los mercados internacionales. Las semillas, cáscara y la pulpa pueden ser utilizados en procesamientos industriales. Las semillas han sido utilizadas en la rama de la medicina natural, debido a su función laxante, mientras que la cáscara por su composición de polímeros ha sido útil para la extracción de pectina y esta para la utilización en elaboración de jaleas y mermeladas(Díaz, 2005). Mientras que la pulpa, principalmente de la pitahaya amarilla, ha sido muy poco manejada, sin embargo, de esta se puede obtener diferentes productos como: bebidas, jugos, yogurts, mermeladas, jarabes e incluso productos para bebé, o a su vez se realizan deshidratado de la pulpa y también podría utilizarse como sustrato de fermentación.(Santacruz, Santacruz, & Huerta, 2009).

2.2.6 BEBIDAS DE FRUTAS

Según la Norma Técnica Obligatoria Nicaragüense, define a las bebidas de frutas como el producto no pulposo o pulposo sin fermentar, pero sujeto a fermentar, obtenido de la mezcla del jugo de frutas sanas y maduras, concentrado o sin concentrar, en su formulación pueden ser

agregados saborizantes naturales o artificiales, azúcares u otros edulcorantes, colorantes y la adición de ácidos preservantes, estabilizadores y agua, el producto debe ser conservado por medios físicos exclusivamente.

La Norma Técnica Ecuatoriana define como bebida de fruta al producto sin fermentar, pero fermentable, obtenido de la dilución del jugo o pulpa de fruta, concentrados o sin concentrar o la mezcla de éstos, provenientes de una o más frutas con agua, ingredientes endulzantes y otros aditivos permitidos (*Alimentos y Bebidas Procesados. Néctares de frutas. Especificaciones*, 2003)

2.2.7 PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS

Sólidos Solubles Totales (STT) o Grados Brix: Representa el porcentaje de la concentración de sacarosa en una solución, se le considera también como el porcentaje de sólidos disueltos y en suspensión (*JUGOS, PULPAS, CONCENTRADOS, NÉCTARES, BEBIDAS DE FRUTAS Y VEGETALES: REQUISITOS* 2008)

Potencial de hidrógeno (pH): es un indicador de acidez o alcalinidad de una sustancia, las cuales están determinadas por iones o cationes de Hidrógeno (H^+). Mientras mayor es la concentración de H^+ , el pH es menor, es decir “ácido” en una escala de 1-6, caso contrario, se considera “alcalino” si se encuentra en una escala de 8-14; se denomina “neutro”, cuando el pH es 7 (Rolle, 2007).

Acidez titulable: representa a la cantidad total de ácido en una solución que se determina mediante titulación de hidróxido de sodio que logra cambiar de color (Vázquez Contreras & Rojas Pérez, 2016)

Color: se considera como una propiedad de la materia que está relacionada directamente con el espectro de la luz. Se puede medir físicamente por la longitud de onda y en términos de la energía radiante o la intensidad (Palomino Cuya, 2015)

REQUISITOS ESPECÍFICOS

- El aporte de fruta no podrá ser inferior al 10% m/m, con excepción del aporte de las frutas de alta acidez (acidez superior al $1,00\text{mg}/100\text{cm}^3$ expresado como ácido cítrico anhidro) que tendrán un aporte mínimo del 5% m/m.

- El pH será inferior a 4,5.
- Los Grados Brix de la bebida serán proporcionales al aporte de fruta, con exclusión del azúcar añadido.

2.2.8 PROPIEDADES MICROBIOLÓGICAS

Coliformes totales: comprende los bacilos Gram Negativos, no formadores de esporas, que son capaces de fermentar la lactosa con producción de gas a 35°C en 48 horas. Dentro de este grupo se encuentran cuatro géneros: *Enterobacter*, *Escherichia*, *Citrobacter* y *Klebsiella*. Su presencia indica que el agua tiene un tratamiento inadecuado, por lo que posee contaminación y llegan a afectar la flora intestinal (Badui, 2006).

Coliformes fecales: a diferencia de los coliformes totales, estos son gérmenes capaces de fermentar la lactosa con producción de gas a 44.5°C dentro de las 24 horas. Este grupo no incluye una especie específica, sin embargo, la más sobresaliente es *Escherichia coli* (S. C. Rodríguez, Asmundis, Ayala, & Arzú, 2018)

Mohos y levaduras: estos pueden formar parte de la flora normal de un alimento o como agentes contaminantes que provocan el deterioro físico-químico de los mismos, ya que utilizan de los carbohidratos, ácidos orgánicos, proteínas y lípidos en su metabolismo, generando reacciones organolépticas indeseadas como: producción de mal olor y cambios negativos en el color y sabor. También, son capaces de sintetizar metabolitos tóxicos termo-resistentes con la capacidad de alterar sustratos perjudiciales y proporcionando el crecimiento de bacterias patógenas (Madigan MT, 2009)

PARÁMETROS DE CALIDAD

El producto debe ser elaborado con ingredientes que cumplan con las Normativas convenientes y con los requisitos exigidos por la Dirección de Regulación de Alimento del Ministerio de Salud Central o en su defecto con las Normas del Codex Alimentarius. Para la elaboración de bebidas de frutas se deben tomar en cuenta ciertas Especificaciones físicoquímicos, microbiológicos y métodos de bebidas y refrescos (2004)

Para los productos que son expuestos a tratamientos térmicos como la pasteurización deben sujetarse a los requisitos microbiológicos que se presentan en la Tabla 3.

Tabla 3. Requisitos microbiológicos para los productos pasteurizados.

	n	M	M	c	Método de ensayo
Coliformes NMP/cm ³	3	<3	--	0	NTE INEN 1529-6
Coliformes fecales NMP/cm ³	3	<3	--	0	NTE INEN 1529-8
Recuento estándar en placa REP UFC/cm ³	3	<10	10	1	NTE INEN 1529-5
Recuento de mohos y levaduras UP/cm ³	3	<10	10	1	NTE INEN 1529-10

Nota. Fuente: INEN. Instituto Ecuatoriano de Normalización , Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2337 JUGOS, PULPAS, CONCENTRADOS, NECTARES, BEBIDAS DE FRUTAS Y VEGETALES. REQUISITOS. 2008

En donde:

NMP = número más probable

UFC = unidades formadoras de colonias

UP = unidades propagadoras

n = número de unidades

m = nivel de aceptación

M = nivel de rechazo

c = número de unidades permitidas entre m y M

Los límites máximos de contaminantes no deben superar lo establecido en la Tabla 4

Tabla 4. Límites máximos de contaminantes.

Contaminante mg/kg	Límite máximo	Método de ensayo
Arsénico, As	0,2	NTE INEN 269
Cobre, Cu	5,0	NTE INEN 270
Estaño, Sn*	200	NTE INEN 385
Zinc, Zn	5,0	NTE INEN 399
Hierro, Fe	15,0	NTE INEN 400
Plomo, Pb	0,05	NTE INEN 271
Suma de Cu, Zn, Fe	20	--

Nota. Adaptación. **Fuente:** INEN. Instituto Ecuatoriano de Normalización , Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2337 JUGOS, PULPAS, CONCENTRADOS, NECTARES, BEBIDAS DE FRUTAS Y VEGETALES. REQUISITOS. 2008

* En productos envasados, en recipientes estañados

PECTINA

La pectina es una sustancia que se forma en la pared primaria y tejidos de los frutos y vegetales, tiene la propiedad de absorber una gran cantidad de agua, por lo que se da la formación de coloides elementales. Las pectinas pertenecen a la familia de los oligosacáridos y polisacáridos, está constituido por largas cadenas de 1,4- α -D-ácido galacturónico (GalpA) (Figura 1)(Alimentos y Bebidas Procesados. Néctares de frutas. Especificaciones, 2003).

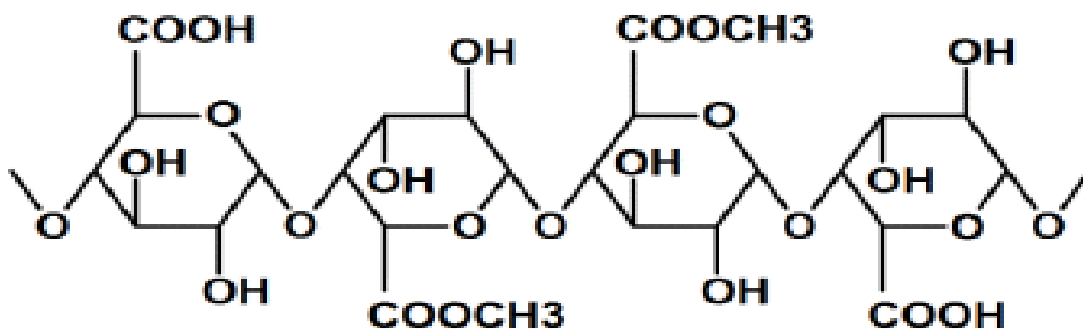


Figura 1. Estructura molecular básica de la pectina.

Fuente: Zegada, F., & Vanesa, Y. (2015).

ENZIMAS

Las enzimas son biomoléculas de naturaleza proteica que aceleran la velocidad de reacción, disminuyendo la energía que requiere esta para poder ser realizada, denominada energía de activación, y toda enzima actúa sobre una molécula en particular, esa molécula se le denomina sustrato, el que va a ser convertido en un producto de interés, sin afectar a las características de la enzima. Constituyen el tipo de proteínas más numeroso y especializado ya que actúan como catalizadores de reacciones químicas específicas en los seres vivos o sistemas biológicos (Willats, Knox, & Daalgard, 2006).

Son catalizadores con varias propiedades notables que se caracterizan por aumentar su velocidad de reacción, dando como resultado un aumento del producto que se forma en menor tiempo. Además, las enzimas disminuyen la energía de activación, que es la mínima cantidad de energía necesaria para llevar a cabo la reacción química. Para que la enzima pueda actuar, debe existir una molécula y zona específica a las cuales se les denomina sustrato y sitio activo, respectivamente.

La clasificación de las enzimas según el sistema recomendado por la Comisión Internacional de Enzimas, se encuentra de acuerdo al tipo de reacción que éstas realizan: oxidorreductasas, transferasas, liasas, isomerasas, ligasas e hidrolasas. Dentro de esta última clasificación se encuentran las pectinasas, que son las más utilizadas en la industria alimentaria, principalmente en la elaboración de bebidas.

2.2.9 PREPARADOS ENZIMÁTICOS

PECTINASAS

Las pectinasas son un grupo de enzimas hidrolasas encargadas de degradar la pectina hasta sus compuestos monoméricos elementales, actúan sobre los enlaces α -1,4-glicosídicos. Estas enzimas pueden tener distintas funciones, en dependencia del organismo que las produce (Cremosi, 2002).

Existen diversas aplicaciones industriales de las enzimas pectinasas, una de ellas es el procesamiento de jugos de frutas, el cual generalmente es viscoso, debido a que la pectina disuelve y turbia por la suspensión de los fragmentos de paredes celulares. Para lograr obtener

un líquido más atractivo, se requiere de la adición de pectinasas, el cual mediante un centrifugado o filtrado posterior se puede eliminar dichas partículas en suspensión y además una disminución de viscosidad(De Vries & Visser, 2001). Además, la cantidad de energía demandada para este tipo de proceso puede disminuir por la utilización de estas enzimas Montes Horcasitas and Magaña Plaza (2002).

2.2.10 AGENTES ESTABILIZADORES

Son cadena de monómeros que reducen la cantidad de agua libre, absorbiendo parte de las moléculas de agua por enlaces de hidrógeno. El proceso es suplementado por una inmovilización del agua, por lo que no toda el agua es absorbida y llega a formar una red tridimensional que reduce el movimiento del agua que queda. Esta absorción del agua aumenta la viscosidad y en algunos casos se forma una estructura de gel en la solución(De Vries & Visser, 2001).

En la industria alimentaria son utilizados como aditivos que aseguran las características físicas de emulsiones y suspensiones, siendo usualmente aplicados en conservas, dulces, postres, productos lácteos, sopas, caldos concentrados, panificación, masas, alimentos procesados, galletas, helados, chocolates y jugos.

CARBOXIMETICELULOSA (CMC)

Es un éter que se produce por modificación química de la celulosa y es aplicado en gran variedad de aplicaciones industriales, procede de productos naturales vegetales y posee carácter higroscópico, es decir tiene la capacidad de absorber humedad, posee una alta viscosidad en soluciones diluidas y buenas propiedades para formar películas, inocuidad y excelente comportamiento como coloide protector y adhesivo (Hughes, 2018).

La CMC es soluble en agua fría y caliente, sin embargo, al igual que todos los polímeros solubles en agua, las partículas tienen tendencia a aglomerarse y formar grumos cuando es humectada en agua. La CMC es compatible con muchos otros coloides orgánicos como almidones, gelatinas, alginatos, harinas, éteres y ésteres celulósicos, detergentes tensioactivos, gomas y en general con la mayoría de los polímeros aniónicos y no iónicos solubles en agua (Barba, 2002).

GOMA XANTANA

Es un polisacárido de alto peso molecular obtenido de un proceso de fermentación aeróbico de la bacteria *Xanthomonas campestris*. Es utilizado como agente reológico en sistemas acuosos, aumentando la viscosidad, lo cual ayuda a estabilizar las emulsiones y evita la precipitación de sólidos en algunas formulaciones. Además, posee un alto poder espesante para sistemas acuosos. A concentraciones de 0.1% tiene un aumento característico de la viscosidad (aprox. 100mPas), mientras que a una concentración del 1.0% resulta una viscosidad muy alta (aprox. 1000mPas)(INCI, 2018).

CAPITULO III

3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 LOCALIZACIÓN

El presente proyecto será realizado en el cantón Palora, que se encuentra ubicado en el Noroccidente de la Provincia de Morona Santiago, posee una superficie aproximada de 145.670 ha. La Finca Procel ubicada en el sector Numbayme, vía Tarqui S/N facilitará la materia prima para el procesamiento de la bebida. Además, se dispondrá de los laboratorios de la Universidad Estatal Amazónica para el procesamiento y análisis del producto.

El tiempo de duración de esta investigación fue de 400 horas para la obtención de datos, materia prima, trabajo y estudio de campo y realización.

3.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN

Este proyecto de investigación es de carácter explorativo ya que mediante datos bibliográficos y antecedentes de diferentes autores se indagará sobre las características de la pitahaya y su comportamiento en el procesamiento de diferentes productos, principalmente en la elaboración de bebidas o refrescos. Se considera también aplicada y experimental debido a la utilización de diferentes mecanismos y estrategias para lograr la estabilidad y aceptabilidad de una bebida de fruta a base de pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*). Además, es descriptiva y comparativa ya que se debe determinar las características físico - químicas y sensoriales de la bebida de fruta para poder definir su análisis y los procesos que involucran en los mismos.

3.3 MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN

Los métodos aplicados en el presente proyecto son de carácter inductivo y experimental, es decir parte de lo específico a lo general. Asimismo, el método experimental permitirá la recopilación de datos entre diferentes ejemplares para así comparar los diferentes comportamientos durante el proceso técnico.

3.3.1 DISEÑO EXPERIMENTAL COMPLETAMENTE AL AZAR

Este proyecto de investigación será realizado mediante un Diseño Completamente al Azar (DCA), el cual constará de 21 unidades experimentales (Tabla 5 y 6). Tales que, 3 unidades experimentales denominadas “patrón” (N), y elaboradas de agua más pulpa servirán para determinar el comportamiento de la pectina en su ambiente natural. Mientras que las 18 unidades experimentales restantes serán direccionadas a los tres distintos tratamientos C=carboximetilcelulosa CMC, X=Goma Xantana y E=Enzima pectinasa. Cada tratamiento poseerá dos diferentes concentraciones regidas a las normativas técnicas.

Tabla 5. Modelo de Diseño Completamente al Azar

FACTORES	CONCENTRACIÓN DE PULPA [P]	CONCENTRACIÓN DE AGENTE ESTABILIZANTE [AE] / ENZIMA [E]
Carboximetilcelulosa CMC	20%	Sin [AE]
		1g/kg
		2g/kg
Goma Xantana	20%	Sin [AE]
		5mg/kg
		10mg/kg
Enzima Pectinasa	20%	Sin [E]
		0,5g/kg
		1g/kg

Para una mejor organización y distribución, se rotulará a cada muestra de los tratamientos pertinentes de la siguiente manera:

Tabla 6. Rotulación de las pruebas del Modelo de Diseño Completamente al Azar

TRATAMIENTO	RÉPLICA 1	RÉPLICA 2	RÉPLICA 3
Concentración	Réplica1	Réplica2	Réplica3
Tratamiento Natural (Patrón)	N₁	N₂	N₃
Tratamiento con Carboximetilcelulosa			
[1g/kg]	C₁₁	C₁₂	C₁₃
[2g/kg]	C₂₁	C₂₂	C₂₃
Tratamiento con Goma Xantana			
[5mg/kg]	X₁₁	X₁₂	X₁₃
[10mg/kg]	X₂₁	X₂₂	X₂₃
Tratamiento con Enzima pectinasa			
[0,5g/kg]	E₁₁	E₁₂	E₁₃
[1g/kg]	E₂₁	E₂₂	E₂₃

Finalmente, para determinar el producto con mayor aceptabilidad y que cumpla con los estándares de calidad, estos deberán pasar por las pruebas físico-químicas, microbiológicas y sensoriales. El producto que cumpla con estos requerimientos, será el producto final.

Para la elaboración de una bebida de fruta a base de pitahaya que cumpla con los estándares técnicos se llevarán a cabo diferentes procesos en los laboratorios pertinentes de la universidad como se explica a continuación:

3.3.2 PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL:

En el laboratorio de procesos de Agroindustria se llevó a cabo la elaboración y obtención de la bebida de fruta, la cual se la realiza cumpliendo las Buenas Prácticas de Fabricación.

Tabla 7. Equipos, instrumentos, utensilios e insumos utilizados en el proceso experimental.

INSUMOS	EQUIPOS	UTENSILIOS	INSTRUMENTOS
Carboximetilcelulosa CMC	Olla de doble fondo INDUSTRIA PEÑA	Cuchillos	pH-metro YAMI® portátil
Enzima Pectinasa Pectin Enzyme POWDER BSG	Despulpadora	Lienzo para filtro	Refractómetro (0-32) WESTOVER modelo RHB-62
Goma Xantana	Refrigerador	Recipientes	Termómetro de mercurio
Reguladores de acidez Ácido cítrico	Balanza analítica EUROTECH-JF-2204	Botellas de 400ml	--
Conservantes: Sorbato de potasio Benzoato de sodio Edulcorantes	--	--	--

Proceso de elaboración:

Los jugos, pulpas, néctares y bebidas de frutas se deben preparar mediante procedimientos adecuados que mantengan las características nutricionales esenciales de la fruta de que proceden. Estos productos podrán ser turbios o claros pero deben conservar el color, sabor y Grados Brix de las frutas originalmente, con excepción de productos con azúcares añadidos (INCI, 2018).

En los siguientes diagramas de bloque se detalla las operaciones unitarias que se llevó a cabo para la elaboración de una bebida de pitahaya, existiendo diferencia de procedimiento al momento del tratamiento enzimático y como se especifica mediante sus diagramas de bloque.

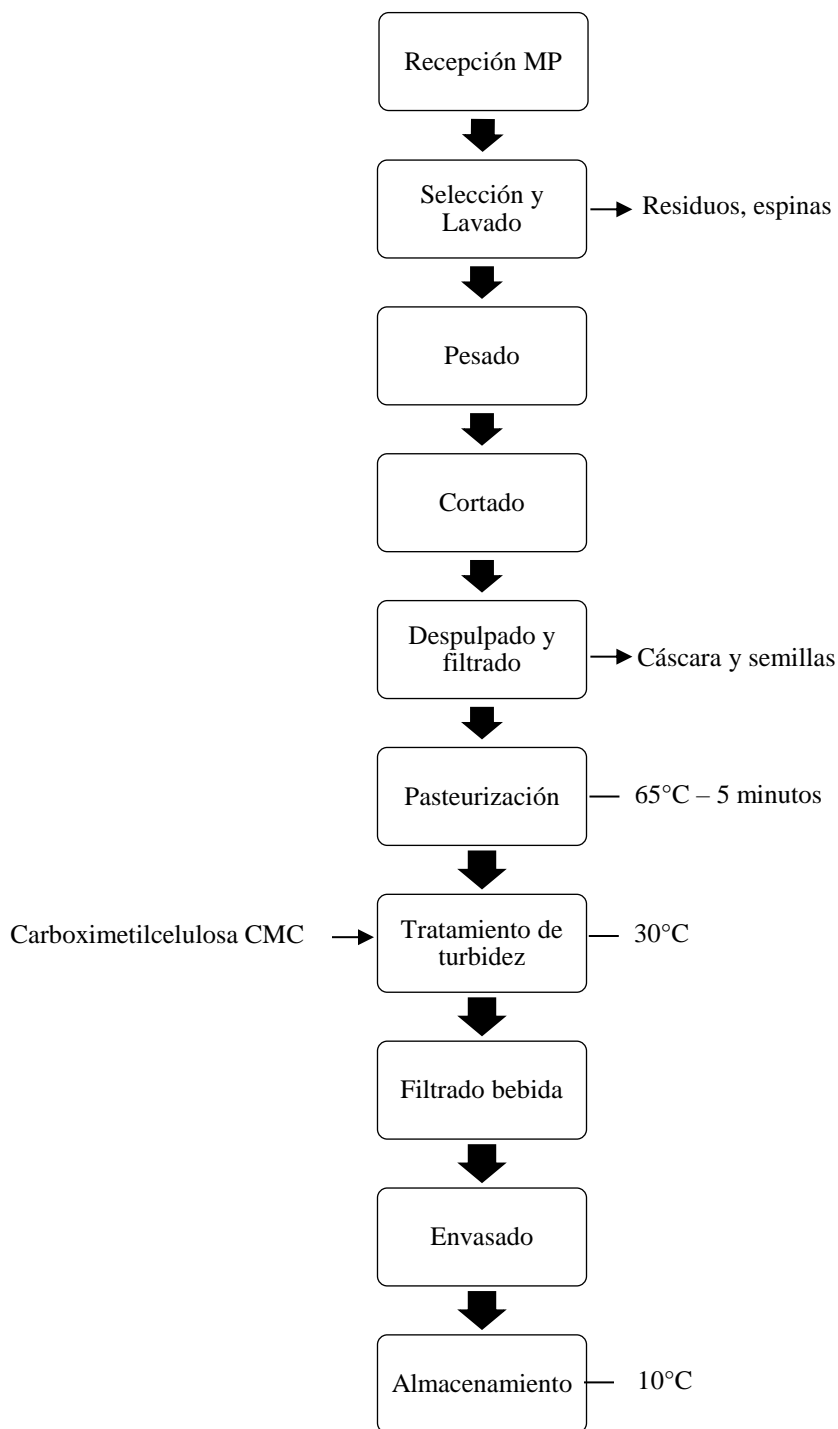


Figura 2. Diagrama de bloque de elaboración de una bebida de pitahaya con tratamiento de turbidez a base de Carboximetilcelulosa CMC.

Fuente: Adaptado de: Flores Avila, E. (19 de Mayo de 2004). *Repositorio Udlap*. Obtenido de Repositorio Udlap: <http://repositorio.udlap.mx/xmlui/handle/123456789/8345>

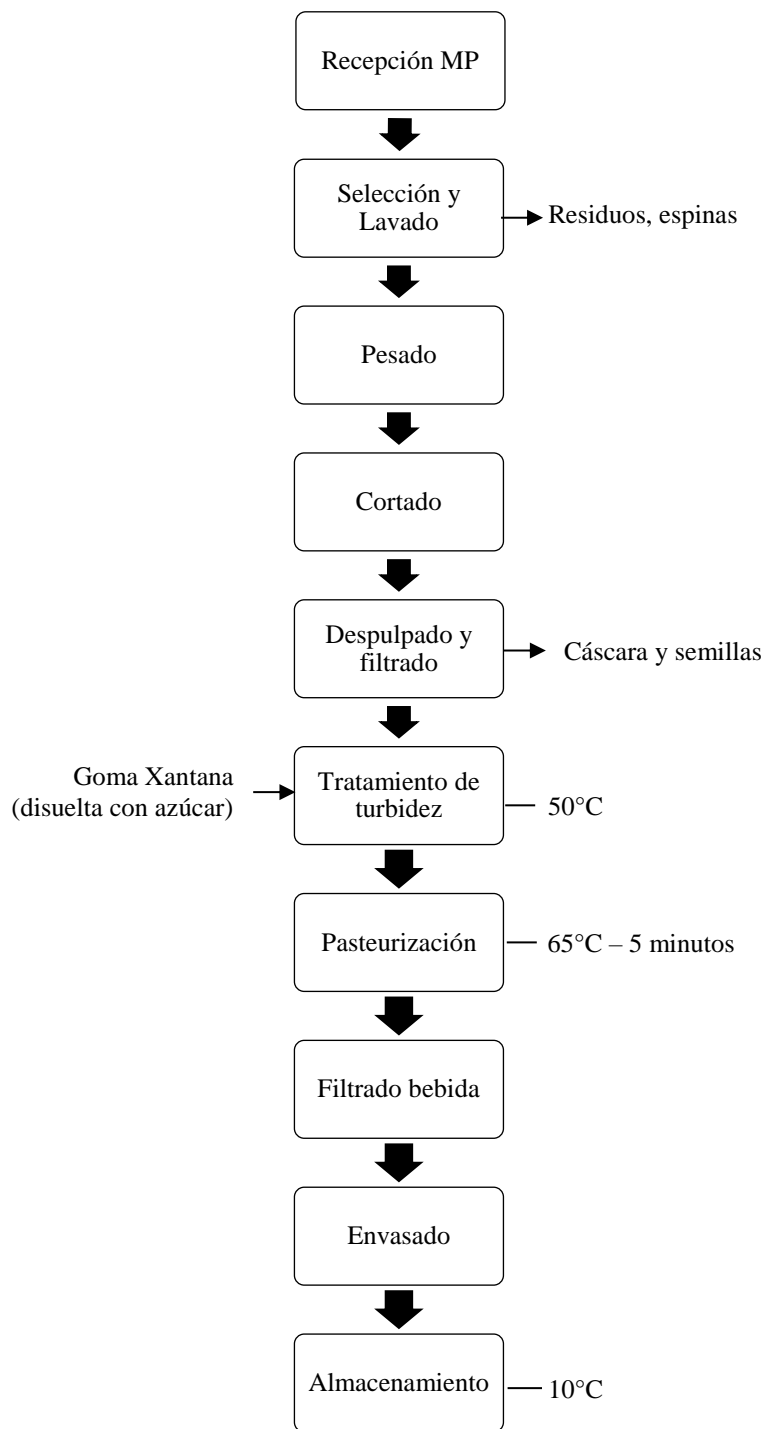


Figura 3. Diagrama de bloque de elaboración de una bebida de pitahaya con tratamiento de turbidez a base de Goma Xantana.

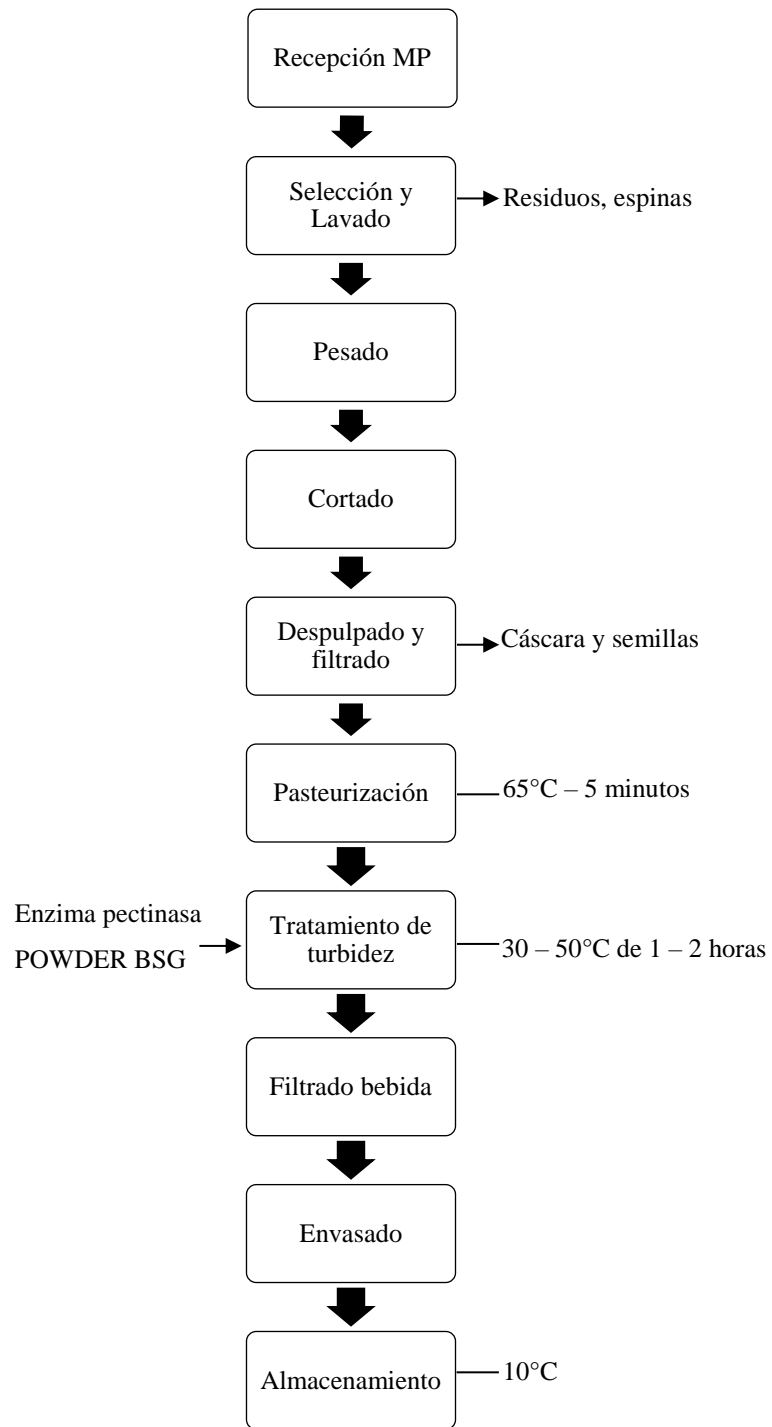


Figura 4. Diagrama de bloque de elaboración de una bebida de pitahaya con tratamiento de turbidez a base de Enzima Pectinasa.

Fuente: Adaptado de: Flores Avila, E. (19 de Mayo de 2004).

Descripción del proceso:

Recepción, selección y lavado de la materia prima: al llegar la pitahaya a la sala de procesamiento, es necesario separar todas las frutas en mal estado, sea por golpes, roturas de la cáscara, exceso o falta de madurez. Una vez seleccionada la fruta se realiza un lavado absoluto con el fin de cautelar la contaminación por agentes patógenos o prevenir deterioros externos, se debe desinfectar con una solución de agua y desinfectante de uso alimentario, lo más utilizado es una solución de cloro a 5 mg/kg.

Pesado: La pitahaya una vez seleccionada y lavada debe ser pesada en conjunto, y será el dato inicial de entrada para calcular el rendimiento final de la fruta a pulpa. Se hace uso de una balanza.

Cortado: se separa la cáscara de la pulpa, mediante corte o cortes, mientras menos existan, es menor la cantidad de contaminantes en la pulpa, por lo que es un proceso que debe hacerse en condiciones de buena higiene y con mucho cuidado. A nivel industrial, existen máquinas denominadas cortadoras, que realizan esta operación de forma que la fruta entra directamente desde el proceso de lavado, sin que haya intervención de personas, lo que contribuye a que el proceso sea más limpio y seguro.

Despulpado y filtrado: es la operación que permite separar la parte comestible de la fruta, de la cáscara y semillas. Este proceso a nivel industrial es realizado a través de una despulpadora con tamices aptos para separar cuidadosamente las semillas que poseen actividad laxante de la pulpa. En procesos artesanales se lo lleva a cabo mediante cedazos caseros.

Con la utilización de lienzos para filtrado, se busca retirar los sólidos indeseables para el producto final, tales como residuos que pudieran quedar a consecuencia de la rotura de las semillas u otras fibras no deseadas.

Pasteurización: se lleva una pasteurización lenta de 5 minutos a 65°C, en donde los agentes patógenos como mohos, levaduras, bacterias y protozoos se reducen para la obtención del producto.

Tratamiento de turbidez: este paso depende del tratamiento a seguir, sea por la agregación de Goma Xantana, CMC, o enzima pectinasa.

Carboximetilcelulosa - CMC: este se procede a agregar mediante una solución de 10ml de agua a 30°C y se lo añade luego de pasteurizar, puede ser agregado conjuntamente que los conservantes.

Goma Xantana: este agente estabilizante previamente se lo mezcla con el azúcar a agregar, y a temperatura de 45°C se lo agrega, se debe mantener una agitación, hasta llegar a temperaturas de 65°C y proceda la pasteurización.

Enzima pectinasa: esté preparado enzimático se activa a temperaturas de 30-50°C y tiempos de pectólisis de 1-2horas, se lo puede agregar directamente al jugo ya pasteurizado.

Filtrado de bebida: con la utilización de filtros y a temperatura de 45°C se procede al filtrado, en donde se obtendrá una bebida menos turbia y con la menor presencia de residuos como fibrillas o mucílago de la pulpa. Este paso se repite por triplicado.

Envasado y almacenado: previo a este paso, se debe esterilizar las botellas a una temperatura de 45°C durante 20minutos. Se envasa y almacena en refrigeración.

3.3.3 PROCEDIMIENTO FÍSICO-QUÍMICO:

Para la determinación de las propiedades químicas de los tres tipos de bebidas que se obtuvieron: con enzima pectinasa, goma xantana y carboximetilcelulosa CMC, se siguieron los respectivos procedimientos para cada análisis:

Tabla 8. Equipos, instrumentos, materiales y reactivos utilizados en el proceso experimental.

EQUIPOS	INSTRUMENTOS	MATERIALES	REACTIVOS
Incubadora MEMMERT modelo UNB500	pH-metro YAMI® portátil	Cajas Petri	Agar Papa Dextrosa PDA
Autoclave SHENAN modelo LDZX- 50FBS	Refractómetro (0-32) WESTOVER modelo RHB-62	Matraz Erlenmeyer	Plate Count
Espectrofotómetro Spectronic modelo GENESYS 5	Agitador magnético BOECO Modelo 8013100	Pipetas de 100 y 1000ml	Fenolftaleína

Determinación de Sólidos Solubles Totales (STT)

Con la utilización de un refractómetro (0-32) WESTOVER modelo RHB-62 se procedió a medir los SST o Grados Brix de las bebidas. Para ello se tomó de una a dos gotas por muestra y el refractómetro marcó la cantidad por cada una.

Determinación de Potencial de Hidrógeno (pH)

Para la determinación de pH se utilizó un pH-metro YAMI® portátil preciso para medir el rango de 0-14pH, 0,1 de resolución y calibrado en un rango de 4 a 7pH. Se sumergió el electrodo en las tres muestras de 50ml de cada bebida, y el equipo marcó los pH de cada una.

Determinación de Acidez titulable

Para este análisis fue necesario tomar 10ml de la muestra en un matraz Erlenmeyer y se agregó de 3 a 4 gotas de fenolftaleína. En la bureta se agrega una solución de Hidróxido de Sodio (NaOH) al 0,1 y se coloca el matraz en un Agitador magnético BOECO Modelo 8013100. Para determinar la acidez titulable depende de la cantidad de NaOH que se va consumiendo hasta que la solución presente una coloración rosada y se utiliza la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de acidez} = \frac{A \times B}{C} \times D$$

(Ec. 2)

Donde:

A: Mililitros gastados de NaOH

B: Normalidad de NaOH

C: g de muestra a analizar

D: Masa molar del Ac. Cítrico

El valor resultante es calculado en g/L, el cual debe ser convertido a g/100ml según los requisitos establecidos en la NTON 03 043-02.

Determinación del Color

Según la Comisión Internacional de Métodos Uniformes de Análisis de Azúcar Ltd. (ICUMSA) ha presentado un método basado en la densidad óptica que presenta una solución filtrada de azúcar y es proporcional a la cantidad de materia atenuada presente, la cual permite determinar cuantitativamente el color, mediante la utilización de la siguiente fórmula (Ec. 2).

$$U.I. = \frac{As}{bc} \times 1000$$

(Ec. 2)

Donde:

U.I: Unidad de color ICUMSA

As: Absorbancia

b: es la longitud de la celda (1cm)

c: concentración de sólidos totales (g/cm^3) determinada por refractómetro y calculada a partir de la densidad.

Previamente las diluciones de las réplicas deben ser reguladas al 5% de Grados Brix y a un pH neutro. Con el manejo de un espectrofotómetro Spectronic Modelo GENESYS 5 ajustado a cero y una celda con agua a una longitud de onda de 420 nm, se determinó la Absorbancia de las soluciones, para proceder a la utilización de la ecuación antes mencionada.

3.3.4 PROCEDIMIENTO MICROBIOLÓGICO:

El uso de Buenas Prácticas Alimentarias (BPA) ayuda a restar la contaminación microbiológica que puede existir desde las primeras etapas de producción, sin embargo, el uso de conservantes es indispensable para prevenir contaminaciones que perturben el comportamiento del producto final.

Determinación de Aerobios mesófilos:

Se preparan los medios de cultivo con 6,63g Plate count Agar en 250ml de agua destilada, después de pasar por un proceso de autoclavado, se procede a situar en cada caja Petri

correspondiente a las muestras respectivas y por duplicado, hasta que solidifique y se pueda depositar 1ml de cada dilución. Para ello es importante homogenizar y utilizar una pipeta diferente para cada dilución.

Una vez depositado y homogenizada la dilución en los medios de cultivo, se procede a sellar e invertir las cajas Petri para colocarlas en la incubadora a una temperatura de 35°C-37°C durante 24horas. Transcurrido este tiempo se realiza el conteo de las UFC y determinar la cantidad resultante en cada dilución.

Para calcular las Unidades Formadoras de Colonias por mililitro (UFC/ml) se hace referencia la siguiente fórmula:

$$UFC = \frac{N \times FD}{m}$$

(Ec.3)

Donde:

UFC: Unidades formadoras de colonias (UFC/ml)

N: Número de colonias por placa

FD: Inversa de la dilución

m: ml de la muestra sembrada

Determinación de mohos y levaduras:

Se utiliza la técnica de recuento en placa por siembra en profundidad, esta se basa en la exposición de los cultivos a temperaturas ambiente de 22°C a 25°C en un medio con extracto de levadura, glucosa y sales minerales.

Se realiza dos diluciones decimales (10^{-1} y 10^{-2}) en tubos con 9ml de solución diluyente. Se adiciona en cada caja Petri por duplicado y por muestra de bebida, 15-20ml de Agar Papa Dextrosa (PDA), una vez solidificado este medio se procede a depositar 1ml de cada dilución en las cajas Petri respectivas, se homogeniza, rotula y sella para dejarlas a temperatura ambiente en posición inversa por un tiempo de 24 horas.

Para determinar y contar las Unidades Formadoras de Colonias (UFC/g) se procede al cabo de 24 horas visualizar las cajas Petri y marcarlas dividiéndolas en 4 partes, contar una sección y multiplicarla por 4. Se hace uso de la Ec.3 antes mencionada.

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS

4.1 FORMULACIÓN Y ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA DE FRUTA A BASE DE PITAHAYA AMARILLA

Para la obtención de una bebida de fruta a base de pitahaya mediante tres diferentes tipos de tratamiento de turbidez, previamente es necesario conocer las características físico-químicas de la pulpa de pitahaya amarilla a utilizar.

Formulación: para la obtención de una bebida de fruta a base de pitahaya, partimos con una pulpa sin concentrar al 20% y con una cantidad de Sólidos Solubles Totales de 16°Brix. A continuación, se presenta la concentración y cantidad de materias primas por kilogramo de bebida de fruta.

Es importante destacar que esto varía con respecto a la cantidad de Agentes estabilizadores o preparados enzimáticos, ya que dependen de la normativa vigente y de las Buenas Prácticas de Fabricación (BPF), además esta formulación es por 1kg por tratamiento.

Tabla 9. Cantidad de materia prima para la elaboración de 1kg de bebida de fruta a base de pitahaya amarilla.

INGREDIENTES	CONCENTRACIÓN (%)	CANTIDAD (g)
Agua	72.97%	800g
Pulpa	18.24%	200g
Azúcar	8.21%	90g
Conservantes	0.03%	0.300g
Regulador de acidez	0.55%	6g
Agentes estabilizadores / preparados enzimáticos	BPF	BPF
TOTAL	100%	1096.3g

Para la obtención de las bebidas de fruta a base de pitahaya amarilla según diferentes tratamientos de turbidez se realizó los procedimientos antes mencionados en el Capítulo III,

ítem 3.3.2. A continuación se presentan los diferentes esquemas tecnológicos utilizados para la obtención de la bebida de fruta mediante los diferentes tratamientos.

4.1.1 ESQUEMA TECNOLÓGICO DEL PROCESO CON CARBOXIMETILCELULOSA- CMC

En el proceso de elaboración de una bebida de fruta a base de pitahaya amarilla obtenida mediante la utilización de Carboximetilcelulosa, se realizó las siguientes operaciones plasmadas en el esquema tecnológico (Fig. 5), en donde además se pueden visualizar las materias entrantes y salientes de cada operación.

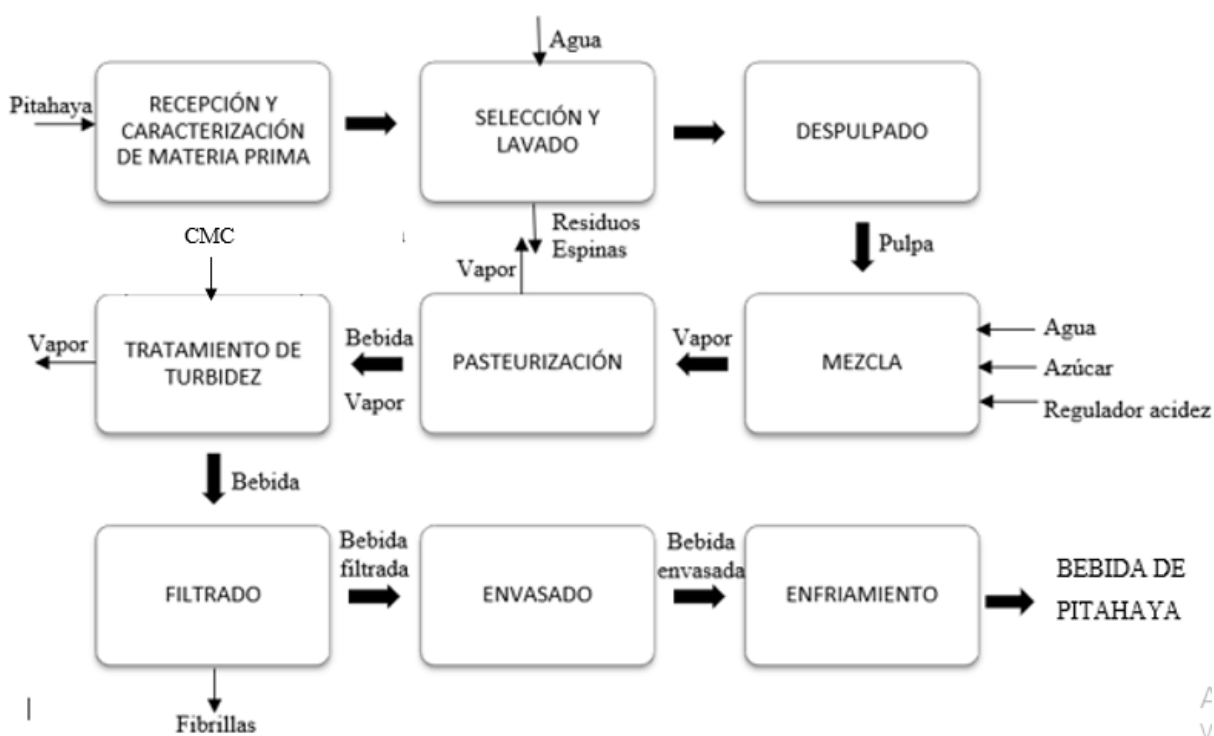


Figura 5. Esquema tecnológico del proceso para la elaboración de una bebida de fruta a base de pitahaya amarilla con Carboximetilcelulosa-CMC.

4.1.2 ESQUEMA TECNOLÓGICO DEL PROCESO CON GOMA XANTANA

En la Figura 6 se puede visualizar las operaciones realizadas en el proceso de elaboración de una bebida de fruta a base de pitahaya amarilla obtenida mediante la utilización de Goma Xantana, además se pueden concebir las materias entrantes y salientes de cada operación.

Es importante resaltar que este esquema tecnológico se diferencia del esquema utilizado en el proceso de elaboración con Carboximetilcelulosa- CMC, en el orden de las operaciones unitarias con respecto a la Pasteurización y Tratamiento de turbidez, como se presenta a continuación:

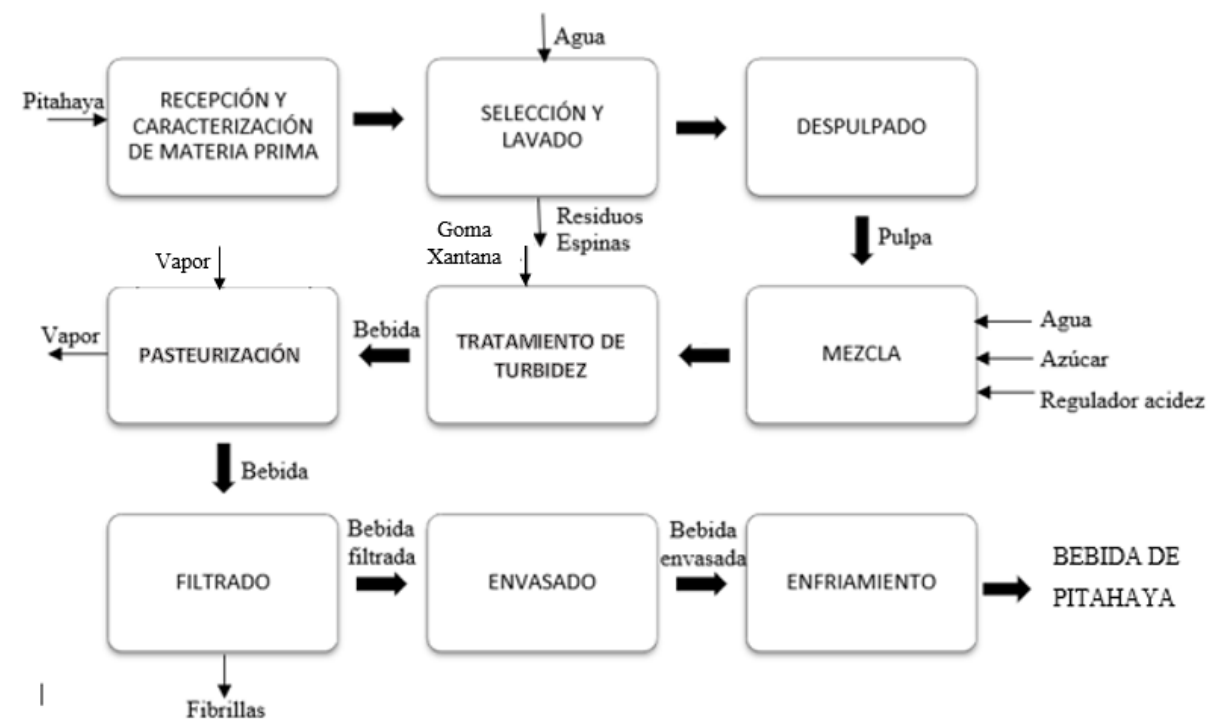


Figura 6. Esquema tecnológico del proceso para la elaboración de una bebida de fruta a base de pitahaya amarilla con Goma Xantana.

4.1.3 ESQUEMA TECNOLÓGICO DEL PROCESO CON PECTIN ENZYME POWDER BSG

El esquema tecnológico utilizado en el proceso de elaboración con enzima pectinasa, Pectin Enzyme POWDER BSG, es el mismo antes mencionado en el proceso con Carboximetilcelulosa- CMC (Figura 7).

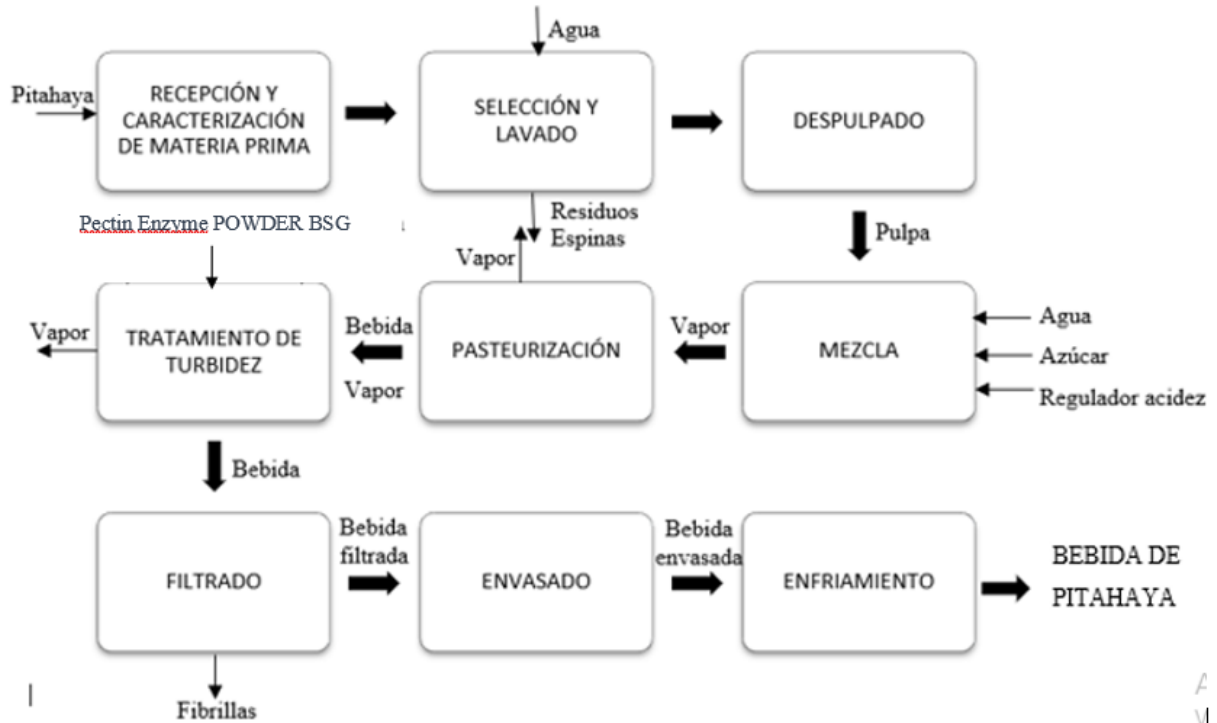


Figura 7. Esquema tecnológico del proceso para la elaboración de una bebida de fruta a base de pitahaya amarilla con Enzima pectinasa - Pectin Enzyme POWDER BSG

4.2. CARACTERIZACIÓN FÍSICO-QUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA DE LOS TRATAMIENTOS

4.2.1 DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS

Una vez elaborado los tres tipos de bebidas por diferentes tratamientos de turbidez, es necesario realizar los análisis físico-químicos para determinar si cumplen con los requisitos necesarios planteados por la NTE INEN 2337. A continuación, se presentan los datos recolectados de los diferentes productos expuestos a sus tratamientos correspondientes.

Determinación de Sólidos Solubles Totales

Una vez realizado el procedimiento planteado en el Capítulo III, ítem 3.3.3 al cabo de la elaboración de las bebidas, se han podido acumular los siguientes datos:

Tabla 10. Cantidad de Sólidos Solubles en los diferentes tratamientos y concentraciones.

VARIABLE	RÉPLICA 1	RÉPLICA 2	RÉPLICA 3	UNIDAD
Tratamiento Natural - (Patrón)				
[--]	14	14	14	
Tratamiento con agente estabilizador – Carboximetilcelulosa CMC				
[1g/kg]	12,2	12,3	12,2	
[2g/kg]	13,1	13,1	13,0	
Tratamiento con agente estabilizador - Goma Xantana				
[5mg/kg]	13,5	13,4	13,5	
[10mg/kg]	13,8	13,7	13,7	
Tratamiento con preparado enzimático - Pectin Enzyme POWDER BSG				
[0,5g/kg]	12,1	12,3	12,2	
[1g/kg]	12,3	12,3	12,3	

° Brix

Determinación de potencial de Hidrógeno (pH)

Para la medición de potencial de Hidrógeno de los diferentes tratamientos y sus respectivas réplicas se ha utilizado un pH-metro YAMI® portátil, el cual ha permitido recolectar lo siguiente:

Tabla 11. Cantidad de pH en los diferentes tratamientos y concentraciones.

VARIABLE	RÉPLICA 1	RÉPLICA 2	RÉPLICA 3
Tratamiento Natural - (Patrón)			
[--]	4,2	4,1	4,2
Tratamiento con agente estabilizador – Carboximetilcelulosa CMC			
[1g/kg]	3,75	3,75	3,77
[2g/kg]	3,82	3,81	3,81
Tratamiento con agente estabilizador - Goma Xantana			
[5mg/kg]	3,61	3,62	3,60
[10mg/kg]	3,80	3,79	3,80
Tratamiento con preparado enzimático - Pectin Enzyme POWDER BSG			
[0,5g/kg]	3,06	3,08	3,08
[1g/kg]	3,11	3,11	3,10

Determinación de acidez titulable

Como se menciona en el Capítulo III, ítem 3.3.3, para este parámetro es necesario la utilización de la Ec. 1

$$\% \text{ de acidez} = \frac{A \times B}{C} \times D$$

Donde:

A: Mililitros gastados de NaOH (según la Tabla 12)

B: Normalidad de NaOH (0,1)

C: g de muestra a analizar (10ml)

D: Masa molar del Ac. Cítrico (192,124 g/mol)

Durante el proceso de determinación de acidez titulable, la cual se establece por la cantidad de mililitros de Hidróxido de Sodio (NaOH) utilizados en la muestra por titulación, hasta que está presente una notable coloración rosa, la Tabla 12 presenta los datos recolectados en el dispendio de ml por cada réplica:

Tabla 12. Cantidad de ml de NaOH utilizados en la titulación.

CONCENTRACIÓN	RÉPLICA 1	RÉPLICA 2	RÉPLICA 3
Mililitros gastados de NaOH del Tratamiento Natural - (Patrón)			
[--]	11,51	11,38	11,29
Mililitros gastados de NaOH con Carboximetilcelulosa CMC			
[1g/kg]	2,86	2,89	2,86
[2g/kg]	2,97	2,98	2,95
Mililitros gastados de NaOH con Goma Xantana			
[5mg/kg]	3,45	3,43	3,41
[10mg/kg]	3,41	3,39	3,28
Mililitros gastados de NaOH con Pectin Enzyme POWDER BSG			
[0,5g/kg]	2,98	2,95	2,94
[1g/kg]	3,1	3,12	2,99

Una vez recolectado los anteriores datos, para determinar la acidez titulable de cada réplica se hizo uso de la fórmula antes mencionada (Ec. 1), en donde los resultados dependen de la Normalidad de NaOH utilizada (0,1N), de la masa molar del ácido cítrico, ya que la acidez titulable se representa en este ácido y también depende de la masa de la muestra a analizar.

En la Tabla 13 se presentan los datos resultantes de la acidez de cada réplica de los diferentes tratamientos y concentraciones.

Tabla 13. Porcentaje de acidez de los diferentes tratamientos y concentraciones.

VARIABLE	RÉPLICA 1	RÉPLICA 2	RÉPLICA 3
Tratamiento Natural - (Patrón)			
[--]	2,211	2,186	2,169
Tratamiento con agente estabilizador – Carboximetilcelulosa CMC			
[1g/kg]	0,549	0,555	0,549
[2g/kg]	0,571	0,573	0,567
Tratamiento con agente estabilizador - Goma Xantana			
[5mg/kg]	0,663	0,659	0,655
[10mg/kg]	0,655	0,651	0,630
Tratamiento con preparado enzimático - Pectin Enzyme POWDER BSG			
[0,5g/kg]	0,573	0,567	0,565
[1g/kg]	0,596	0,599	0,574

Determinación de color

Como se menciona en el Capítulo III, ítem 3.3.3, para este parámetro es necesario la utilización de la Ec. 2

$$U.I. = \frac{As}{bc} \times 1000$$

Donde:

U.I: Unidad de color ICUMSA

As: Absorbancia

b: es la longitud de la celda (*cm*)

c: concentración de sólidos totales (g/cm^3) determinada por refractómetro y calculada a partir de la densidad.

En donde *c* es la concentración de sólidos totales (g/cm^3) dependiente de la cantidad de SST de cada réplica de los diferentes tratamientos y de su densidad calculada. Los datos de *c* se presentan a continuación, y son basados en la Tabla de conversión para sustituir valores en la fórmula de color planteados por la Comisión Internacional de Métodos Uniformes de Análisis

de Azúcar Ltd. (ICUMSA). Además, la Absorbancia percibida por cada réplica no son las mismas y se las detalla en la Tabla 14

Tabla 14. Valores de las diferentes concentraciones de sólidos totales (g/cm³) – Absorbancia.

TRATAMIENTO	RÉPLICAS	° Brix	c (g/cm ³)	Absorbancia
Natural	N1	14	0,149	0,415
	N2	14	0,149	0,414
	N3	14	0,149	0,416
CMC [1g/kg]	C11	12,2	0,129	0,265
	C12	12,3	0,130	0,264
	C13	12,2	0,129	0,266
CMC [2g/kg]	C21	13,1	0,139	0,271
	C22	13,1	0,139	0,273
	C23	13	0,138	0,271
Goma Xantana [5mg/kg]	X11	13,5	0,143	0,303
	X12	13,4	0,142	0,305
	X13	13,5	0,143	0,301
Goma Xantana [10mg/kg]	X21	13,8	0,147	0,299
	X22	13,7	0,145	0,300
	X23	13,7	0,145	0,300
Pectine Enzyme [0,5g/kg]	E11	12,1	0,127	0,365
	E12	12,3	0,130	0,368
	E13	12,2	0,129	0,366
Pectine Enzyme [1g/kg]	E21	12,3	0,130	0,371
	E22	12,3	0,130	0,373
	E23	12,3	0,130	0,372

Una vez determinado los valores de c y A_s , se remplazan en la ecuación planteada por el método ICUMSA, en donde la Unidad de color (UI) está relacionada también con la longitud de la celda (1cm).

Los valores resultantes obtenidos de la aplicación de la Ec.2 se presentan a continuación en la Tabla 15 y son expresados en Unidades ICUMSA a 420nm (U.I. 420).

Tabla 15. Valores de las Unidades ICUMSA a 420nm de los diferentes tratamientos y concentraciones.

VARIABLE	RÉPLICA 1	RÉPLICA 2	RÉPLICA 3	UNIDAD
Tratamiento Natural - (Patrón)				
[--]	2789,691	2782,969	2769,413	
Tratamiento con agente estabilizador – Carboximetilcelulosa CMC				
[1g/kg]	2061,718	2036,135	2069,498	
[2g/kg]	1954,593	1969,018	1970,565	
Tratamiento con agente estabilizador - Goma Xantana				UI/420nm
[5mg/kg]	2116,764	2147,597	2102,792	
[10mg/kg]	2040,755	2063,407	2063,407	
Tratamiento con preparado enzimático - Pectin Enzyme POWDER BSG				
[0,5g/kg]	2864,772	2838,249	2847,504	
[1g/kg]	2861,387	2876,812	2869,100	

4.2.2 DETERMINACIÓN DE PARÁMETROS MICROBIOLÓGICOS

Análisis microbiológico de Aerobios mesófilos

Para el conteo de Unidades Formadoras de Colonias (UFC/ml) como se menciona en el Capítulo IV, ítem 3.3.4, se lo realiza mediante la utilización de la Ec.3 y la sustitución de datos obtenidos que se muestran en el Tabla 16.

$$UFC = \frac{N \times FD}{m}$$

(Ec.3)

Donde:

UFC: Unidades formadoras de colonias (UFC/ml)

N: Número de colonias contadas (Nx4)

FD: Inversa de la dilución 10^{-2} (10)

m: ml de la muestra sembrada (1ml)

Tabla 16. Cantidad de aerobios mesófilos en los diferentes tratamientos y concentraciones (UFC/ml)

TRATAMIENTO	RÉPLICAS	N	UFC/ml
Natural	N1	76	3040
	N2	75	3000
	N3	75	3000
CMC [1g/kg]	C11	26	1040
	C12	23	920
	C13	22	880
CMC [2g/kg]	C21	24	960
	C22	24	960
	C23	24	960
Goma Xantana [5mg/kg]	X11	25	1000
	X12	26	1040
	X13	26	1040
Goma Xantana [10mg/kg]	X21	25	1000
	X22	25	1000
	X23	26	1040
Pectine Enzyme [0,5g/kg]	E11	61	2440
	E12	60	2400
	E13	62	2480
Pectine Enzyme [1g/kg]	E21	71	2840
	E22	70	2800
	E23	73	2920

Análisis microbiológico de mohos y levaduras

Como se mencionó en el Capítulo III, ítem 3.3.4 para determinar la cantidad de Unidades Formadoras de Colonias (UFC/ml) se hace uso de la Ec.3, reemplazando los datos obtenidos de cada réplica que se los puede observar en el Tabla 17.

Una vez llevado a cabo el procedimiento mencionado en el Capítulo IV, ítem 3.3.4, se llegó a contabilizar las siguientes cantidades según respecta cada tratamiento y cada réplica:

Tabla 17. Cantidad de aerobios mesófilos en los diferentes tratamientos y concentraciones (UFC/ml)

TRATAMIENTO	RÉPLICAS	N	UFC/ml
Natural	N1	380	380
	N2	240	240
	N3	270	270
CMC [1g/kg]	C11	64	64
	C12	63	63
	C13	64	64
CMC [2g/kg]	C21	67	67
	C22	65	65
	C23	66	66
Goma Xantana [5mg/kg]	X11	68	68
	X12	68	68
	X13	65	65
Goma Xantana [10mg/kg]	X21	64	64
	X22	67	67
	X23	64	64
Pectine Enzyme [0,5g/kg]	E11	58	58
	E12	58	58
	E13	59	59
Pectine Enzyme [1g/kg]	E21	58	58
	E22	57	57
	E23	56	56

4.3 DETERMINACIÓN DEL MEJOR PROCESO TECNOLÓGICO PARA LA ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA DE FRUTA A BASE DE PITAHAYA AMARILLA

Para la determinación del mejor proceso tecnológico en la elaboración de una bebida de fruta a base de Pitahaya amarilla se empleó el Diseño Experimental de Análisis de Varianza Aleatorizado, a una confiabilidad del 95% y se aplicó la prueba de comparaciones múltiples de LSD Fisher para determinar la diferencia significativa entre cada parámetro a medir.

Los resultados fueron obtenidos mediante la utilización del Software estadístico Infostat Versión 2008.

Para poder ingresar los datos obtenidos al Software, cada tratamiento fue identificado con una letra diferente y por triplicado, según corresponde sus repeticiones. Es decir, de la siguiente manera:

- Tratamiento Natural [---] → A
- Tratamiento con Carboximetilcelulosa-CMC [1g/kg] → B
- Tratamiento con Carboximetilcelulosa-CMC [2g/kg] → C
- Tratamiento con Goma Xantana [5mg/kg] → D
- Tratamiento con Goma Xantana [10mg/kg] → E
- Tratamiento con Pectin Enzyme POWDER BSG [0,5g/kg] → F
- Tratamiento con Pectin Enzyme POWDER BSG [1g/kg] → G

La estructura del diseño experimental se estableció de la siguiente manera, basándose en los datos recolectados por cada réplica de tratamiento y por cada parámetro a medir, a continuación se presenta una tabla resumen con los resultados finales obtenidos, antes de ingresarlos al Software Infostat:

Tabla 18. Resumen de resultados obtenidos por cada réplica de los tratamientos en los diferentes parámetros a medir.

PARÁMETRO	SST			pH			Acidez			Color			Aerobios mesófilos			Mohos y levaduras		
TRATAMIENTO	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
Natural [---]	14	14	14	4,2	4,1	4,2	2,211	2,186	2,169	2789,69	2782,97	2796,41	3040	3000	3000	380	240	270
CMC [1g/kg]	12	12	12	4,2	4,1	4,2	0,549	0,555	0,549	2061,72	2036,14	2069,50	1040	920	880	64	63	64
CMC [2g/kg]	13	13	13	4,2	4,1	4,2	0,571	0,573	0,567	1954,59	1969,02	1970,57	960	960	960	67	65	66
Goma Xantana [5mg/kg]	14	13	14	4,2	4,1	4,2	0,663	0,659	0,655	2116,76	2147,60	2102,79	1000	1040	1040	68	68	65
Goma Xantana [10mg/kg]	14	14	14	4,2	4,1	4,2	0,655	0,651	0,630	2040,76	2063,41	2063,41	1000	1000	1040	64	67	64
Enzima [0,5g/kg]	12	12	12	4,2	4,1	4,2	0,573	0,567	0,565	2864,77	2838,25	2847,50	2440	2400	2480	58	58	59
Enzima [1g/kg]	12	12	12	4,2	4,1	4,2	0,596	0,599	0,574	2861,39	2876,81	2869,10	2840	2800	2920	58	57	56

4.3.1 EVALUACIÓN DE LOS SÓLIDOS SOLUBLES TOTALES EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS

En la Tabla 19 y Grafico 1 se puede observar que los tratamientos identificados como G, B y F, no muestran diferencia significativa ya que presentan una media de los SST entre 12,20 – 12,30°Brix, mientras que los tratamientos identificados como A, E, D, C estadísticamente si muestran diferencia significativa; sin embargo, de acuerdo a la NTE INEN 2337 todos los tratamientos están dentro del rango de aceptación, ya que la cantidad de SST de las bebidas de frutas deben ser proporcionales a los SST de la fruta, y en este caso la pitahaya amarilla con 14-16°Brix.

Tabla 19. Análisis de varianza y prueba de comparaciones múltiples de LSD Fisher en los Sólidos Solubles Totales (°Brix)

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
°BRIX	21	1,00	0,99	0,44

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	10,43	6	1,74	521,67	<0,0001
RÉPLICA	10,43	6	1,74	521,67	<0,0001
Error	0,05	14	3,3E-03		
Total	10,48	20			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,10111

Error: 0,0033 gl: 14

RÉPLICA	Medias	n	E.E.	
A	14,00	3	0,03	A
E	13,73	3	0,03	B
D	13,47	3	0,03	C
C	13,07	3	0,03	D
G	12,30	3	0,03	E
B	12,23	3	0,03	E
F	12,20	3	0,03	E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

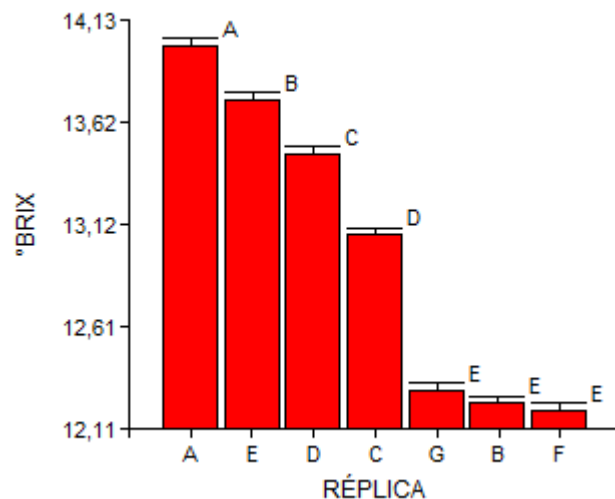


Gráfico 1. Comparación gráfica de los análisis de SST

4.3.2 EVALUACIÓN DEL pH EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS

En la Tabla 20 se puede observar que los tratamientos identificados como C y E no presentan diferencia significativa, al igual que entre los tratamientos E y B, G y F, ya que presentan una media similar, como se puede constatar en el Gráfico 2. Mientras que los tratamientos identificados como A y D estadísticamente si muestran diferencia significativa entre todos los tratamientos, ya que los valores floculan entre 3,07-4,17; sin embargo, la NTE INEN 2337 exige que las bebidas de frutas deben presentar un pH inferior a 3,5; por lo que se deduce que todos los tratamientos están dentro del rango de aceptación.

Tabla 20. Análisis de varianza y prueba de comparaciones múltiples de LSD Fisher en el pH

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
pH	21	1,00	1,00	0,64

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	2,85	6	0,47	873,64	<0,0001
RÉPLICA	2,85	6	0,47	873,64	<0,0001
Error	0,01	14	5,4E-04		
Total	2,85	20			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,04080

Error: 0,0005 gl: 14

RÉPLICA	Medias	n	E.E.	
A	4,17	3	0,01	A
C	3,81	3	0,01	B
E	3,80	3	0,01	B C
B	3,76	3	0,01	C
D	3,61	3	0,01	D
G	3,11	3	0,01	E
F	3,07	3	0,01	E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

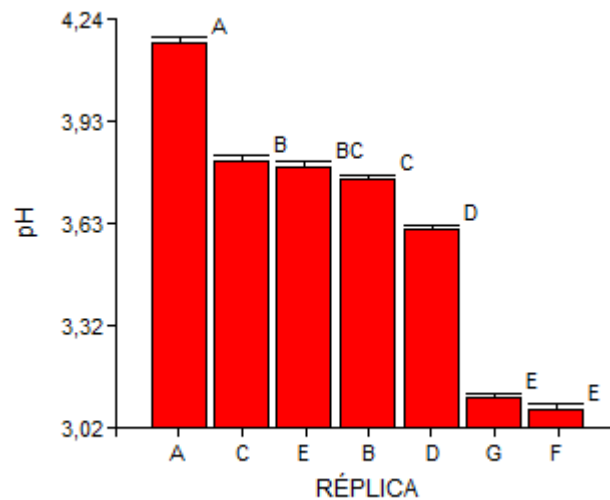


Gráfico 2. Comparación gráfica de los análisis de pH

4.3.3 EVALUACIÓN DE LA ACIDEZ EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS

En la Tabla 21 se puede percibir que los tratamientos D y E, G y C, C-F y B no presentan diferencia significativa, debido a que su media en el porcentaje de acidez se encuentra en el rango de 0,55-0,66. Mientras que el tratamiento identificado como A, correspondiente el tratamiento natural, estadísticamente si muestra diferencia significativa entre todos los tratamientos, ya que presenta valores con una media de 2,17% de acidez (Gráfico 3) y es considerado una acidez alta para bebidas de frutas.

Tabla 21. Análisis de varianza y prueba de comparaciones múltiples de LSD Fisher en la Acidez

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
%acidez	21	1,00	1,00	1,35

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	6,54	6	1,09	8796,17	<0,0001
RÉPLICA	6,54	6	1,09	8796,17	<0,0001
Error	1,7E-03	14	1,2E-04		
Total	6,54	20			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=0,01950

Error: 0,0001 gl: 14

RÉPLICA Medias n E.E.

A	2,19	3	0,01	A
D	0,66	3	0,01	B
E	0,65	3	0,01	B
G	0,59	3	0,01	C
C	0,57	3	0,01	C D
F	0,57	3	0,01	D
B	0,55	3	0,01	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

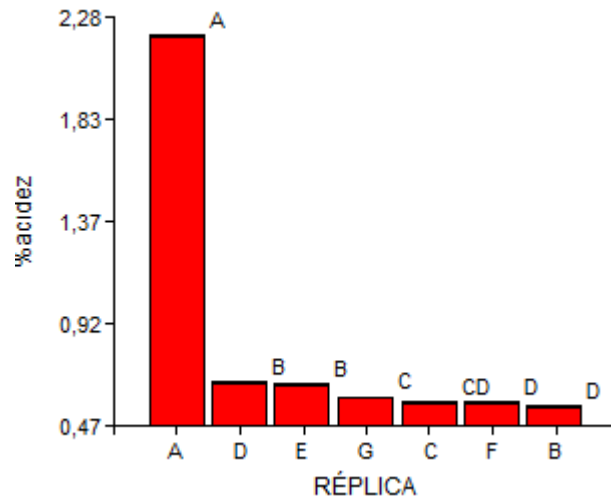


Gráfico 3. Comparación gráfica de los análisis de Acidez

4.3.4 EVALUACIÓN DEL COLOR EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS

En la Tabla 22 se puede observar que los tratamientos G y F, E y B no presentan diferencia significativa entre sí, debido a que su media en las Unidades ICUMSA se encuentran en el rango de 2869,10-2850,18 y 2055,86-2055,78 Unidades ICUMSA/420nm, respectivamente. Mientras que los tratamientos A y D y el tratamiento C, estadísticamente si muestra diferencia significativa entre todos los tratamientos. Sin embargo, es importante destacar que el color mediante el método ICUMSA se basa en la densidad óptica de una solución con la cantidad de materia coloreada presente, y en este caso el tratamiento que presentó una mejor coloración corresponde al tratamiento C (Tratamiento con Carboximetilcelulosa-CMC [2g/kg]) con 1964,73 Unidades ICUMSA/420nm (Gráfico 4).

Tabla 22. Análisis de varianza y prueba de comparaciones múltiples de LSD Fisher en el Color

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
COLOR UI	21	1,00	1,00	0,59

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	3230426,12	6	538404,35	2761,52	<0,0001
RÉPLICA	3230426,12	6	538404,35	2761,52	<0,0001
Error	2729,54	14	194,97		
Total	3233155,66	20			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=24,45225

Error: 194,9668 gl: 14

RÉPLICA	Medias	n	E.E.	
G	2869,10	3	8,06	A
F	2850,18	3	8,06	A
A	2789,69	3	8,06	B
D	2122,38	3	8,06	C
E	2055,86	3	8,06	D
B	2055,78	3	8,06	D
C	1964,73	3	8,06	E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

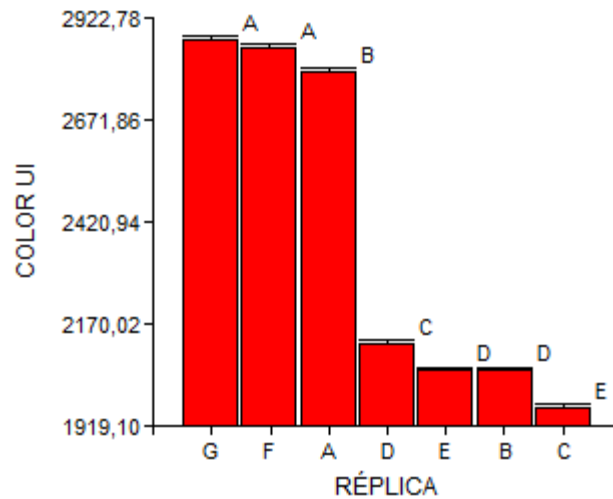


Gráfico 4. Comparación gráfica de los análisis de Color

4.3.5 EVALUACIÓN DE AEROBIOS MESÓFILOS EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS

En la Tabla 23 y Gráfico 5 se puede observar que los tratamientos D, E, C y E, C, B no presentan diferencia significativa entre sí, mientras que los tratamientos A, G, F, estadísticamente si indican diferencia significativa entre todos los tratamientos. Sin embargo, el Decreto 2333 de 1982 y de la Resolución 14712 de 1984 del Ministerio de Salud concluye que el rango aceptado de microorganismos mesófilos en las bebidas de frutas es de 1000-3000 UFC/ml, por lo cual se puede deducir que todos los tratamientos, con excepción del tratamiento A (tratamiento natural), cumplen con esta normativa, ya que se rigen a este rango, mientras que el tratamiento A se excede con 13,3.

Tabla 23. Análisis de varianza y prueba de comparaciones múltiples de LSD Fisher en el Análisis de aerobios mesófilos.

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
UFC/ml	21	1,00	1,00	2,54

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	16874361,90	6	2812393,65	1419,72	<0,0001
RÉPLICA	16874361,90	6	2812393,65	1419,72	<0,0001
Error	27733,33	14	1980,95		
Total	16902095,24	20			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=77,94269

Error: 1980,9524 gl: 14

RÉPLICA	Medias	n	E.E.	
A	3013,33	3	25,70	A
G	2853,33	3	25,70	B
F	2440,00	3	25,70	C
D	1026,67	3	25,70	D
E	1013,33	3	25,70	D E
C	960,00	3	25,70	D E
B	946,67	3	25,70	E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

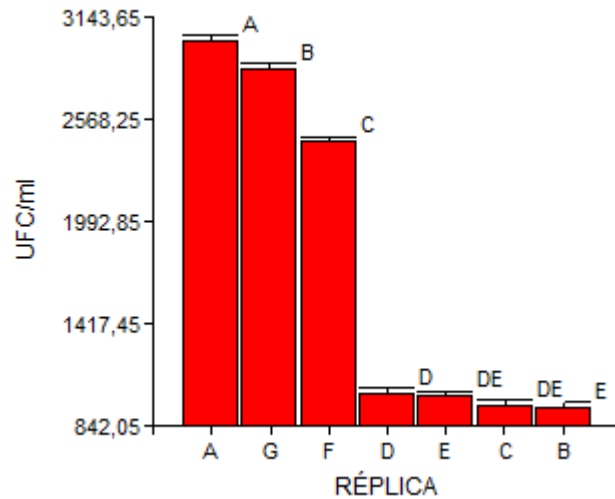


Gráfico 5. Comparación gráfica de los Análisis de aerobios mesófilos.

4.3.6 EVALUACIÓN DE MOHOS Y LEVADURAS EN LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS

En la Tabla 24 y Gráfico 6 se puede observar que los tratamientos B, C, D, E, F, G no presentan diferencia significativa entre sí, ya que los valores de sus medias radican entre 57-67UFC/ml, mientras que el tratamiento A, el cual corresponde al tratamiento natural presenta gran diferencia con los demás tratamientos, su valor se encuentra en 296,67 UFC/ml, el cual no es aceptado por la NTE INEN 2337 y tampoco concuerda con el Decreto 2333 de 1982 y de la Resolución 14712 de 1984 del Ministerio de Salud el cual exige que el rango aceptado de mohos y levaduras en las bebidas de frutas sea entre 100-200UFC/ml, por lo cual se puede deducir que todos los tratamientos, con excepción del tratamiento A, cumplen con estas normativas.

Tabla 24. Análisis de varianza y prueba de comparaciones múltiples de LSD Fisher en el Análisis de mohos y levaduras

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
UFC/ml	21	0,93	0,90	28,97

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	140861,81	6	23476,97	30,20	<0,0001
RÉPLICA	140861,81	6	23476,97	30,20	<0,0001
Error	10884,00	14	777,43		
Total	151745,81	20			

Test:LSD Fisher Alfa=0,05 DMS=48,82796

Error: 777,4286 gl: 14

RÉPLICA	Medias	n	E.E.
A	296,67	3	16,10
D	67,00	3	16,10
C	66,00	3	16,10
E	65,00	3	16,10
B	63,67	3	16,10
F	58,33	3	16,10
G	57,00	3	16,10

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

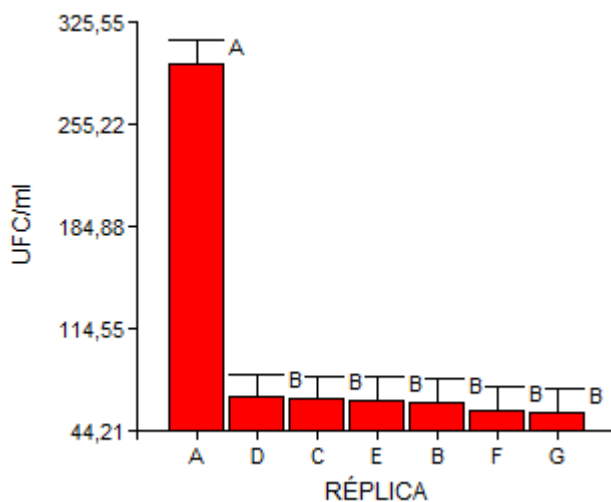


Gráfico 6. Comparación gráfica de los Análisis de mohos y levaduras

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- El diseño del flujograma para cada tratamiento varía en lo mínimo, ya que la secuencia de las operaciones unitarias solo se diferencia entre la pasteurización y tratamiento de turbidez, además de que este tratamiento depende del agente estabilizante o preparado enzimático a utilizar, como también de las diferentes concentraciones de cada uno.
- La caracterización de las propiedades físico-químicas y microbiológicas de la bebida mediante los diferentes procesos, dependen estrictamente de estos y de la materia prima a utilizar, ya que factores como el estado de madurez influye en las propiedades físico-químicas de la fruta como también en las del producto final, no obstante las propiedades microbiológicas son afectadas directamente por factores como la contaminación cruzada o por la ausencia de las Buenas Prácticas de Fabricación y Buenas Prácticas de Manejo. Sin embargo, se puede concluir que estas características físico-químicas y microbiológicas entre los diferentes tratamientos no inciden mayormente, pero si tienen diferencia significativa con respecto al tratamiento natural.
- Se selecciona el proceso tecnológico con adición de Carboximetilcelulosa-CMC a una concentración de 2g/kg debido a que la bebida de fruta a base de pitahaya presentó mejores características en el parámetro Color. Este tratamiento presentó la menor cantidad de materia coloreada en la bebida.

5.2 RECOMENDACIONES

Una vez concluido este proyecto investigativo es recomendable que:

- Se estudie la posibilidad de combinar la fruta con otras que fortalezcan las características organolépticas del producto final, para así disminuir la extenuación en sabor y olor.
- Se realice un estudio de vida útil del producto.
- Se realice una evaluación de costos para la elaboración de esta bebida de fruta, tomando en cuenta la disponibilidad de materia prima, equipos e insumos.

CAPÍTULO VI

6. BIBLIOGRAFÍA

- ANFAB, A. N. (2015). *Asociación Nacional de Fabricantes de Alimentos y Bebidas (ANFAB)*. Obtenido de Asociación Nacional de Fabricantes de Alimentos y Bebidas (ANFAB): <https://anfab.com/wp/>
- Badui, S. (2006). *Química de los alimentos*. México: 4 ed. Pearson Educación.
- Barba, P. C. (2002). *Síntesis de carboximetilcelulosa (CMC) a partir de pastas de plantas anuales*. Tarragona, Escola Técnica Superior Departament d'Enginyeria Química, UNIVERSITAT ROVIRA I VIRGILI: Departament d'Enginyeria Química.
- Betancourt, B., Toro, J., Mosquera, H., Castellanos, J., Martínez, R., Aguilera, A., . . . Franco, A. (2010). *Agenda prospectiva de investigación y desarrollo tecnológico para la cadena productiva de la pitaya amarilla en fresco en el valle del Cauca*. Bogotá, Colombia: Giro editores.
- Borbolla Sala, M. E., Vidal Pérez, M., Piña Gutierrez, O. E., Ramírez Messner, I., & Vidal Vidal, J. J. (enero-agosto de 2004). Contaminación de los alimentos por vibrio cholerae, coliformes fecales, salmonella, hongos, levaduras y Staphylococcus aureus en Tabasco durante 2003. *Salud en Tabasco*, 10(1-2). Obtenido de mborbolla@saludtab.gob.mx
- CONAMA, C. N. (1998). Industria procesadora de frutas y hortalizas. *Guía para el control y prevención de contaminación industrial - Industria procesadora de frutas y hortalizas*, 6. Obtenido de Comisión Nacional del Medio Ambiente de Chile (CONAMA).
- Cremonesi, P. (2002). Enzimas. En *L'uso degli enzimi nella pulitura di oprer policrome* (págs. 15-25). Padova: Ed. II prato.
- De Vries, R., & Visser, J. (2001). Aspergillus Enzymes Involved in Degradation of Plant Cell Wall Polysaccharides. *Microbiology and Molecular Biology Reviews*, LXV, 497-522.

- Dembitsky, V., Poovarodom, S., Leontowicz, H., Vearasilp, S., Trankhtenberg, S., & Gorintin, S. (2011). The multiple nutrition properties of some exotic fruits: Biological activity and active metabolites. *Food Research International*, 1671-1701.
- Díaz Pérez, V. (2015). FRUTAS TROPICALES: ELABORACIÓN DE PULPAS, JUGOS Y DESHIDRATADOS. En V. Díaz Pérez, *Elaboración de jugos de frutas* (págs. 17-22). Buenos Aires: Instituto Nacional de Tecnología Industrial.
- Díaz, J. U. (2005). Biología y manejo postcosecha de pitahaya roja y amarilla (*Hylocereus* spp. y *Selenicereus* spp.). *La Calera*, 44-49.
- ECORAE. (2018). *Instituto para el Ecodesarrollo Regional Amazónico*. Obtenido de Instituto para el Ecodesarrollo Regional Amazónico:
<https://www.desarrolloamazonico.gob.ec/en-el-canton-palora-se-apoya-al-cultivo-de-la-pitahaya/>
- Esquivel, P., & Araya, Y. (2012). Características del fruto de la pitahaya (*Hylocereus* sp) y su potencial de uso en la industria alimentaria. *Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 114-129.
- FAO. (Junio de 2005). *Organizaciones de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*. Obtenido de FAO:
www.fao.org/ag/agn/pfl_report_en/_annexes/.../Ecuador/Importancereport.doc
- García, M. (2003). *Pitaya: cosecha y poscosecha (Ira. ed.)*. Colombia: CORPOICA.
- Gudiño, D. M., & Villegas, D. B. (2006). Reconversión agroindustrial en busca de la integración al mercado mundial: oasis del oeste argentino. *Red Cuadernos Geográficos*. Obtenido de
<https://ebookcentral.proquest.com/lib/epnsp/detail.action?docID=3171839>
- Hughes, C. C. (2018). *Guía de Aditivos*. Zaragoza (España): Ed Acribia.
- INCI. (2018). *Instituto Dermocosmética*. Obtenido de Instituto Dermocosmética:
<http://www.institutodermocosmetica.com/wp-content/uploads/2017/01/CARBOXIMETILCELULOSA-ficha.pdf>

- INEC. (2000). *Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC)*. Obtenido de Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC): <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/censo-nacional-agropecuario/>
- INEC. (2010). *Instituto Nacional de Estadísticas y Censos*. Obtenido de Instituto Nacional de Estadísticas y Censos: <http://www.ecuadorencifras.gob.ec/estadisticas/>
- Instituto Colombiano Agropecuario. (1987). IX Conferencia Interamericana de Ministros de Agricultura., (pág. 79). Costa Rica.
- Lezama, A., Tapia, A., Muñoz, G., & Zepeda, V. (2000). *El cultivo de pitahaya (1ra. ed.)*. México: SAGARPA.
- Madigan MT, M. J. (2009). *Brock: Biología de los microorganismos* (Vol. 11va). Madrid, España: Pearson Prentice Hall.
- Molina, D. J., Vásquez Cruz, J. S., & Veliz Quinto, C. D. (2009). Producción y exportación de la Pitahaya hacia el mercado europeo. Guayaquil, Ecuador.
- Montes Horcasitas, M. d., & Magaña Plaza, I. (2002). Enzimas con aplicación industrial. XXX *Aniversario de Biotecnología y Bioingeniería*, 279-282.
- N.T.E. INEN 2337. (2008). *JUGOS, PULPAS, CONCENTRADOS, NÉCTARES, BEBIDAS DE FRUTAS Y VEGETALES: REQUISITOS*. Quito: 1ra Edición.
- NTON. (2003). *Alimentos y Bebidas Procesados. Néctares de frutas. Especificaciones*.
- Palomino Cuya, J. L. (2015). *Potenciometría y acidez titulable*. Perú: Universidad de San Cristobal de Huamanga.
- Pittaluga, J. P. (11 de Noviembre de 2015). *Envasando Ideas By TetraPak*. Obtenido de Envasando Ideas By TetraPak: <http://www.envasandoideas.com/es/growth/nuevas-tendencias-muestran-gran-potencial-para-el-jugo-100-natural.htm>
- Rebolledo, M., Del Ángel, A., Becerra, E., Rosas, X., & Zetina, R. (2009). *Frutales tropicales no tradicionales para Veracruz (1ra. ed.)*. Veracruz, México: INIFAP.

- Ricalde, M., & Andrade, J. (2009). Pitahaya, una delicia tropical. *Revista Ciencia*, 36-43.
- Rodríguez, A., García, J., González, M., Pallares, L., Ramírez, V., Rosas, L., . . . Zárata, E. (Mayo de 2013). *El cultivo de pitahaya en Yucatán*. Obtenido de <http://www.crupyuach.org.mx/img/biblioteca/doc/47f37f0d62841fc3895f03ac3f6e3c21.pdf>
- Rodríguez, S. C., Asmundis, C. L., Ayala, M. T., & Arzú, O. R. (2018). Presencia de indicadores microbiológicos en agua para consumo humano en San Cosme (Corrientes, Argentina). *Revista Veterinaria*, 29(1), 9-12.
doi:<http://dx.doi.org/10.30972/vet.2912779>
- Rolle, R. (2007). Buenas prácticas para la producción en pequeña escala de agua de coco embotellada. Roma.
- Sánchez, O., Aguirre, Z., & Kvist, L. P. (2006). Bosques secos en Ecuador y sus plantas útiles. En M. Moraes R, B. Ollgaard, L. P. Kvist, B. F., & H. Balslev, *Botánica Económica de los Andes Centrales* (Vol. 42, págs. 188-204). Universidad Mayor de San Andrés, La Paz.
- Santacruz, C., Santacruz, V., & Huerta, V. (2009). *Agroindustrialización de pitaya (Ira. ed.)*. La Habana, Cuba: Editorial Universitaria.
- SENADI. (28 de Junio de 2018). SENADI entrega el certificado de Denominación de Origen por la Pitahaya Amazónica de Palora. Obtenido de <https://www.propiedadintelectual.gob.ec/senadi-entrega-el-certificado-de-denominacion-de-origen-por-la-pitahaya-amazonica-de-palora/>
- Torre, D. (1995). La reestructuración y sus impactos territoriales: la agroindustria de base vitivinícola en la Región de Cuyo, 1990-1994. *Seminario Internacional sobre Impactos territoriales de los procesos de reestructuración*. Pontificia Universidad Católica de Chile, Inst. de estudios Urbanos, Santiago de Chile.
- Vázquez Contreras, E., & Rojas Pérez, T. G. (2016). *pH: Teoría y 232 problemas*. México: UNIVERSIDAD AUTONOMA METROPOLITANA.

VISTAZO. (22 de Agosto de 2015). LA INDUSTRIA DE BEBIDAS SE FORTALECE CON INVERSIÓN. *VISTAZO*. Obtenido de <https://www.vistazo.com/seccion/pais/la-industria-de-bebidas-se-fortalece-con-inversion>

Willats, W., Knox, I., & Daalgard, M. (2006). Pectin: new insights into and old polymer are starting to gel. *J.Sci. Technol.*, 17.

Zegada, F., & Vanesa, Y. (2015). EXTRACCIÓN DE PECTINA DE RESIDUOS DE CÁSCARA DE NARANJA POR HIDRÓLISIS ÁCIDA ASISTIDA POR MICROONDAS (HMO). *Investigación & Desarrollo*, 1(15), 65-76. Obtenido de http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2518-44312015000100007&lng=es&tlng=es.