



**ELABORACIÓN DE CERVEZA ARTESANAL TIPO LAGER MEDIANTE LA INFUSIÓN
DE PITAYA Y REUTILIZACIÓN DE LA BIOMASA COMO FUENTE DE
APROVECHAMIENTO**

JUAN FRANCISCO GONZÁLEZ AMAYA JULIÁN

ANDRÉS GONZÁLEZ DE LA OSSACÉSAR

ALEJANDRO ORTEGA JURADO MILTHON

ESTEBAN CAMELO DÍAZ

UNIVERSIDAD EAN FACULTAD

DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE INGENIERÍA QUÍMICA

PROYECTO DE GRADO

DIRECTOR PROYECTO DE GRADO

SERGIO ISRAEL ROJAS SERRANO

BOGOTÁ D.C 2022

ELABORACIÓN DE CERVEZA ARTESANAL TIPO LAGER MEDIANTE LA INFUSIÓN DE PITAYA Y REUTILIZACIÓN DE LA BIOMASA COMO FUENTE DE APROVECHAMIENTO.....	1
UNIVERSIDAD EAN FACULTAD DE INGENIERÍA	1
DIRECTOR PROYECTO DE GRADO	1
BOGOTÁ D.C 2022	1
ABSTRACT.....	4
1.	INTRODUCCIÓN 5
2.	OBJETIVOS 7
Objetivos específicos:	7
3.	DEFINICIÓN DEL PROBLEMA 7
4.	ANTECEDENTES 8
5.	JUSTIFICACIÓN 9
6.	ÁNÁLISIS DE REQUERIMIENTOS 11
7.	MARCO TEÓRICO 13
7.1 Materia prima.....	15
7.2 Tipos de cerveza	16
7.3 Especificación del producto	17
8.	ANÁLISIS DE RESTRICCIONES 17
8.1 Restricciones Ambientales.....	17
8.2 Restricciones Económicas.....	18
8.3 Restricciones Legales.....	20
8.4 Restricciones de Salud	21
8.5 Restricciones técnicas	22
8.6 Restricciones sociales	23
9.	METODOLOGIA 23
10.	ANÁLISIS DE COSTOS 28
11.	ANÁLISIS Y RESULTADOS 29
12.	CONCLUSIONES 33
13.	REFERENCIAS 35

RESUMEN

El siguiente documento habla acerca de la producción de cerveza artesanal tipo lager mediante la infusión o incorporación de sabores típicos colombianos como es el caso de la pitahaya (*Selenicereus megalanthu*), esta fruta provee elementos fisicoquímicos muy importantes en el campo de la agroindustria que permite la incorporación a nuevos productos consumibles, es por ello, que se ha convertido en una de las frutas más exóticas en Colombia del cual se está generando un reciente campo de consumo en el país, ocasionando nuevas brechas comerciales en bebidas, alimentos y demás tipo de consumo para el ser humano. La cerveza por ser una bebida alcohólica con facilidades de producción y adaptación al mercado actual y por ser un tipo de fermentación azucarada permite la incorporación de nuevos sabores naturales como es el limón, maracuyá, kiwi, café, mandarina y demás tipos de frutas que fomentan la nueva generación de cervezas en las bebidas alcohólicas como se ha evidenciado hoy en día con cervecerías artesanales como BBC, Central Cervecera, Bavaria y otras empresas dedicadas a la producción de cerveza. Es con base a lo anterior que el documento se centrara en el estudio de la producción de cerveza artesanal mediante la incorporación de la Pitahaya como sabor base de la cerveza, además de esto, se quiere obtener una reutilización de la biomasa generada por la producción de la cerveza como enfoque principal la malta usada que queda como residuo orgánico y que hoy en día no se usa como reprocesamiento en la fabricación del producto. Es por ello, que se quiere generar un papel reciclado que se puede optar por la etiqueta de la cerveza o en como un producto secundario de la producción de la cerveza, con esto se quiere lograr un enfoque sostenible y que opte por las normativas ODS en la producción de responsable.

Palabras clave: Cerveza Tipo Lager, Biomasa, Pitaya, Fermentación natural, Reutilización.

ABSTRACT

The following document talks about the production of craft lager beer through the infusion or incorporation of typical Colombian flavors such as pitahaya (*Selenicereus megalanthu*), this fruit provides very important physicochemical elements in the field of agribusiness that allows the incorporation of new consumable products, This is why it has become one of the most exotic fruits in Colombia and is generating a new field of consumption in the country, causing new commercial gaps in beverages, food and other types of consumption for human beings. Beer, being an alcoholic beverage with production facilities and adaptation to the current market and being a type of sugary fermentation allows the incorporation of new natural flavors such as lemon, passion fruit, kiwi, coffee, tangerine, and other types of fruits that promote the new generation of beers in alcoholic beverages as evidenced today with craft breweries such as BBC, Central Cervecera, Bavaria and other companies engaged in beer production. It is based on the above that the document will focus on the study of the production of craft beer by incorporating Pitahaya as a base knowledge of beer, in addition to this, we want to obtain a reuse of the biomass generated by the production of beer as the focus the used malt that remains as organic waste and that today is not used as reprocessing in the manufacture of the product. For this reason, we want to generate recycled paper that can be used as a beer label or as a secondary product of beer production. With this we want to achieve a sustainable approach and opt for the ODS regulations in the production of responsible.

Keywords: Lager Beer, Biomass, Pitaya, Natural Fermentation, Reuse.

1. INTRODUCCIÓN

En Colombia la cerveza tuvo inicio en el año 1539 con las primeras semillas de cebada las cuales llegaron por empresarios en la época antigua, con el paso de los años en 1825 se generó una producción primaria de un tipo de cerveza europea la cual se vio afectada por los equipos utilizados y por la baja tecnología que tenía el país en esa época (Plano Danais, 2011). Con el transcurrir de los años el campo de la cervecería se iría fortaleciendo y generando nuevos campos de producción agroindustrial, esto permitió que las microempresas empezaran a crear nuevos sabores de la cerveza y se conocieron posteriormente como cerveza artesanal ya que su enfoque se basa en los sabores y aromas de la cerveza, esto ocasiono que los sabores frutales se empezaran a incorporar en las cervezas como un nuevo tipo de bebida la cual consiguió fama rápidamente por sus sabores, aromas, textura y nivel de alcohol. (Plano Danais, 2011)

La cerveza se ha convertido en una de las bebidas alcohólicas más consumidas a través de los siglos por su bajo nivel de alcohol (4 a 7 °GL) y se origina de antiguas civilizaciones en la región de Mesopotamia, Egipto y Europa, con el pasar de los años su gran cantidad de sabores y tipos de cerveza que se han producido como Ale, Lager entre la familia de las cervezas, fueron generando un comportamiento de desarrollo en la cerveza por sus modificaciones químicas entre la levadura, malta y el lúpulo (Del Río Morona, 2016). Es con base a lo mencionado que la cerveza artesanal tiene un campo de producción enfocado a la calidad, sabores, texturas y aromas que la cerveza da al momento de ser bebida por el consumidor. En la industria cervecera existen dos ramas para la elaboración de esta, las podemos clasificar en dos: Industrial y Artesanal. La primera clasificación se caracteriza por la cantidad de producto que se fabrica al día y entre más cantidad se produzca mejores ventas tendrá. La segunda clasificación se destaca más por la calidad que le brindan al producto para llevar al consumidor a vivir experiencias diferentes en cada sorbo o en cada espacio donde consume su bebida. (Suárez, 2013).

La cerveza consta principalmente en componentes o materias primas basadas en el almidón el cual es la base principal de la fermentación de los azúcares en la cerveza, es por ello por lo que en el paso de tiempo en distintos países se usaba materias primas de varios orígenes como en Europa, América y Australia, que se elaboraba tradicionalmente con cebada, en comparación a otros países como Japón que se hace en base del arroz como materia prima, y Ruanda se hacían con corazón de palma, semillas de bambú o raíces de jengibre (Suárez, 2013). Con consecuencia los cimientos de la producción de cerveza en el siglo XXI se enfocaron en la malta, azúcar, lúpulo, agua y levadura.

Como fuente principal en los nuevos sabores de la cerveza se encontró que las frutas generaban una buena incorporación en la cerveza, debido a los componentes moleculares que se basaban en un bajo nivel de azúcar, es por lo que se buscan frutas ácidas como maracuyá, naranja, limón entre algunas frutas en el mercado actual, las permiten que el nivel de alcohol (Grados Brix) en el momento de la incorporación no se eleve de manera drástica debido a los azúcares presentes.(Alfonita, 2018). Con esto se quiere lograr equilibrar el nivel de sabores con el nivel de alcohol debido que estos van relacionados por la vía de fermentación al momento de la maduración de la cerveza que se basa en uno de los procesos más importantes en la cerveza, debido que esto genera algunos alcoholes de importancia como propanol, isobutanol, alcohol isoamílico y feniletanol entre algunos alcoholes de importancia en dar sabores aromáticos y frutales en la cerveza. (Loviso & Libkind, 2019)

2. OBJETIVOS

Objetivo general:

Elaborar una cerveza artesanal tipo lager mediante la infusión de pitahaya como sabor principal en la bebida, en paralelo, reutilización de los residuos orgánicos de la cebada (Bagazo) para la creación de papel reciclado.

Objetivos específicos:

- Determinar la cantidad de materia prima y equipos necesarios para la elaboración de cerveza artesanal con infusión de pitahaya.
- Analizar las propiedades físicas y químicas del producto obtenido; como: °Bx (volumen de alcohol), color, pH y niveles de CO₂.
- Fabricar papel reciclado con el residuo orgánico de la cebada.

3. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

La industria cervecera genera grandes cantidades de residuos y pérdidas de agua respecto con su producto final, particularmente la malta de cerveza representa el 85% de los residuos totales generados por esta industria (Esteban Torrente, 2019). En cuanto al desperdicio de los recursos hídricos en el proceso de elaboración requiere grandes cantidades de agua, de modo que por cada litro de cerveza producida se generan de 3 a 15 L de agua residual. (Choi, 2016)

Cuando se analizan estos porcentajes de pérdidas a gran escala se identifica la gran deficiencia en la industria cervecera en el consumo de agua para la producción de esta, tan solo en china, el cual es el principal productor de cerveza en el mundo que para el 2020 elaboro 376.3 millones de hectolitros por lo tanto se establece que al menos 900M de hectolitros son perdidos en la producción de esta. En el caso de la malta de cerveza (RMC) el principal residuo

es conveniente aprovechamiento de está generando una economía circular para nuestra empresa, ya que se estima que se producen alrededor de 20 kg de RMC húmedo por cada 100 L de cerveza elaborada (Mussatto, S. I. 2014), creando una oportunidad de beneficio para este subproducto.

4. ANTECEDENTES

La cerveza es uno de los productos más consumidos a nivel mundial detrás del agua y del té. (Ferreyra, 2014) Es por ello por lo que la cerveza tiene un desarrollo desde épocas antiguas con aproximación en la época egipcia y su origen no es aún definido con exactitud debido a las tantas variantes y teorías desarrolladas por la comunidad científica, por lo que se cree este proceso de fermentación germino gracias a la creación de pan, debido que en la edad antigua la preparación de harina se realizaba mediante la absorción de agua extraída del Rio Tigris (Ferreyra, 2014), esto genero una fermentación del almidón de pan ocasionando en la población que la consumía efectos alcohólicos en el pan . Con el paso del tiempo del tiempo la popularidad de la cerveza fue creciendo, ocasionando que en la edad media la población que consumiera la cerveza en niveles más altos y que principalmente estas fueran consumidas por personas adineradas y con poder (Ferreyra, 2014). Esto ocasiono que la cerveza tuviera más explotación y se empezara a producir de manera industrial para saciar la necesidad de la población para esta bebida. Consecuente a esto en la revolución industrial resulto en un aumento exponencial en las bebidas alcohólicas y primordialmente el consumo de cerveza en la población obrera (Luis & Andrés, 2010).

Con el transcurso del tiempo la civilización humana iba desarrollando más modelos de producción biotecnológicos y con ello se encontró soluciones las cuales afectaban la calidad de la cerveza y los métodos usados como el “Steinberg” el cual se basaba en un método de pasteurización primitivo que se ejerce mediante la transferencia de calor en rocas hasta dejarlas en color rojo e introducirlas en cocción (Ferreyra, 2014). Con el progreso de la

industrialización el químico Louis Pasteur creó un tratamiento térmico de gran importancia como es la pasteurización que se basa principalmente en elevar o someter un alimento en general líquidos a temperaturas similares o superiores a 80 °C y dejándolas por un tiempo en esta temperatura los microorganismos perjudiciales para la salud humana se destruirían gracias al calor y con ello evitar contaminación o efectos no deseados perjudiciales para la salud. (Ferreira, 2014). Con todo esto la cerveza fue creando procesos más especializados para adaptar sabores, colores, texturas y nuevas variaciones como es el proceso de fermentación rápida y fermentación lenta la cual se basa en la temperatura de trabajo, con todo esto la variedad, familias y procesos de producción mediante tipo artesanal o industrial ha generado cientos de cervezas y con ello se puede incursionar en este nuevo mundo de desarrollo.

5. JUSTIFICACIÓN

Una de las razones por la cual se lleva a cabo el proyecto es por la gran cantidad de desechos o pérdidas que se genera en la elaboración de cerveza, tanto a nivel industrial como artesanal. Las mayores pérdidas de todo el proceso se evidencian en el agua.

El agua es el principal componente durante toda la elaboración de la cerveza y es la que mayor cantidad de pérdidas tiene. La primera pérdida importante en el proceso está en la maceración. Cuando se calienta el agua a unos 70°C y se introduce el grano molido para dejar macerando por aproximadamente una hora. El agua en el proceso se va evaporando poco a poco y el volumen inicial dejaría de ser el mismo que al final del proceso.

En el proceso de maceración, el grano molido que se está calentando, absorbe agua para que el almidón contenido en el grano se vuelva azúcar fermentable y se disuelva con el agua de su entorno (Nicolas Felicia, 2011). La evaporación en el proceso de maceración y cocción también influye en la pérdida de agua. La temperatura constante del agua hace que las partículas empiecen a ganar energía, lo que hace que las moléculas que están en la parte superior del volumen de agua venzan las fuerzas atractivas que tienen entre sí y se escampen y quiten temperatura al sistema. A esto se le llama evaporación. (Manzur & Cardoso, 2015).

Lo que buscamos es llegar a diferentes diseños de planta o de equipos utilizados en la

industria cervecera donde se pueda recuperar la mayor cantidad de agua posible para que las

perdidas no sean tan altas, ya que según los grandes cerveceros se pierde un 5% de agua en cada proceso de fabricación (Nicolas Felici, 2011).

El bagazo se utiliza comúnmente para fabricación de alimento para mascotas gracias a su alto contenido nutricional y como fertilizante ya que tiene un gran contenido de carbono, lo que ayuda a mantener los nutrientes en el suelo. A este subproducto se le ha dado una mayor comercialización en los últimos años, por lo que su importancia está empezando a crecer y algunas empresas ya están recogiendo el bagazo de grandes cervecerías para transformarlo en cubiertas de azoteas y jardines. (Cerveza isla verde, 2019)

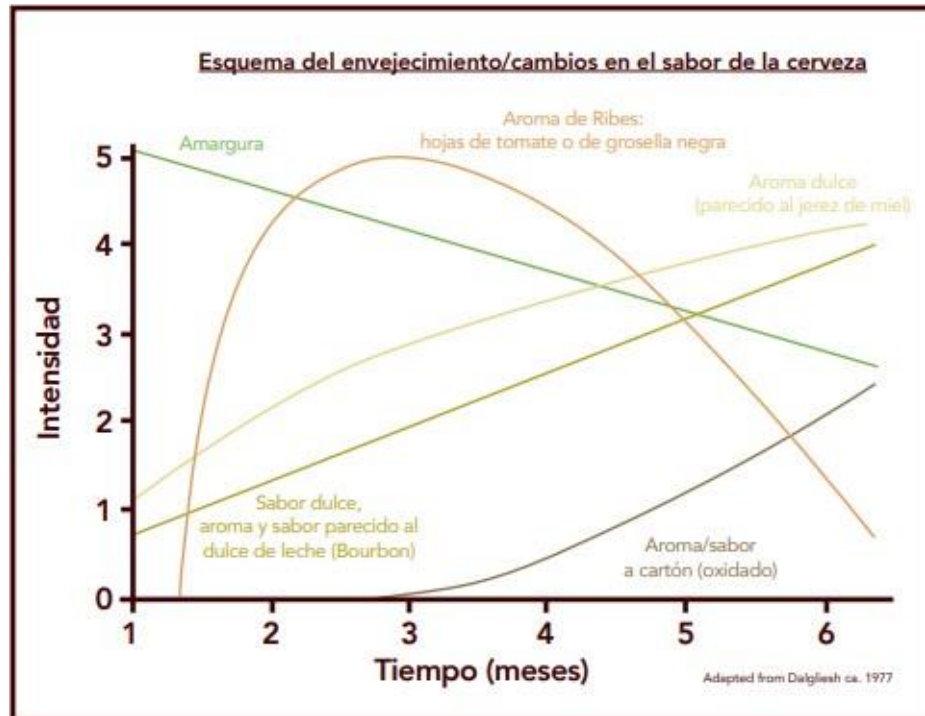
El bagazo es el residuo sólido de mayor cantidad que se produce en la fabricación de cerveza representando un 85% de todos los residuos que se pueden generar en el proceso (Esteban Torrente, 2019). Al ser residuo orgánico se puede transformar en celulosa para la creación de papel; lo que buscamos es transformar este residuo sólido en la etiqueta de nuestro producto para así llevar a cabo un proceso más sostenible que impacte positivamente lo ambiental al no talar árboles, socialmente para beneficio de nuevos empleados en la planta de producción donde este método se industrialice y económicamente en analizar cómo podríamos tener un buen producto con la mejor calidad/precio posible.

6. ANÁLISIS DE REQUERIMIENTOS

El modelo de producción de cerveza a nivel mundial ha ocasionado nuevas brechas comerciales entre la creación de un producto y las necesidades de los clientes al buscar un nuevo sabor de cerveza, esto ocasiono que las materias primas y modelos de investigación de la cerveza tuvieran un cambio radical (Brewers Association, 2017), lo que logro cambios en una germinación a un nivel de producción de cerveza artesanal, la cual se enfocaba en la creación de nuevos sabores para la adaptación de la cerveza, con ello se empezaron a crear cervezas con infusiones de frutos los cuales se caracterizaban por ser ácidos debido a la buena

composición que genera el sabor, cuerpo y aroma en la cerveza la cual se toma por estándares de estabilidad en el envejecimiento de la cerveza como se muestra en el *Figura 1*.

Figura 1: Intensidad de sabor Vs. Tiempo (meses)



Referencia: Cortés, H., et al. (2020). *Estudio descriptivo de los factores determinantes para la permanencia de las micro cervecerías en el mercado de cerveza artesanal en Bogotá*

Con el pasar de los años las nuevas experiencias de los clientes demandaban más sabores y distintos tipos de cerveza las cuales se fueron ratificando los distintos tipos de cerveza que hoy se encuentran en la familia de las cervezas de fermentación baja y alta como el tope principal en la ramificación de las cervezas (Brewers Association, 2017). Es con base a esto que los picos principales para la calidad máxima en la cerveza se rige desde la selección de los más altos niveles en su materia prima y equipamientos para la producción de esta, cabe aclarar que en cualquier tipo de producción de cerveza a nivel industrial o artesanal el saneamiento es vital para evitar contaminaciones o afectaciones no deseadas en la cerveza, como también la selección y estudio previo del agua utilizada para el producto como fuente hídrica debido que su base principal es de casi 90% de agua, es por ello que la cerveza antes de su consumo tiene

estudios microbiológicos (*Metodología ISO15214*) y fisicoquímicos como *densidad, pH, grados Brix, rama de colores* y otros tipos de estudios para ratificar la calidad y la aceptabilidad de la cerveza para el consumo humano (Lataza Rovaletti, Mercedes & Sosa, Gladis & Benítez, Elisa., 2020).

Con base a lo anterior se concluye que el estudio de la cerveza no solo se tiene que hacer a nivel físico sino la importancia de pruebas microbiológicas nos verifica el comportamiento molecular y biológico que tiene la cerveza artesanal, por lo que la introducción de un sabor como la pitahaya debe cumplir las normas ya asignadas en calidad de la cerveza y estabilidad de dicho producto. Además, la pitahaya es un producto de origen latinoamericano en climas cálidos, por consiguiente, Colombia es el mayor productor y exportador de pitahaya a nivel mundial (Macgayver, M., & Morales, B., 2014), lo que produce un valor agregado en el producto deseado ya que se quiere implementar y aumentar el consumo de la pitahaya en la civilización por los beneficios que esta fruta posee.

7. MARCO TEÓRICO

En el desarrollo teórico de la cerveza tiene métodos de producción variados los cuales tienen como énfasis las fases generadas por esta, que en múltiples ocasiones se dividen por elaboración de cerveza industrial y artesanal, estas dos se diferencian por la importancia de la calidad del producto, en estos casos la fermentación hace un papel fundamental ya que se divide en fermentaciones altas las cuales se caracterizan por tener levadura *Saccharomyces Cerevisiae*. Esto significa que las levaduras fermentan a una temperatura mayor que las de fermentación baja y que estas comienzan su fermentación en la parte alta del mosto para luego bajar al fondo y sus tipos de cerveza son Pale Ale, Bitter, Brown Ale entre algunos tipos. Por otra parte, la fermentación alta se hace con base a la levadura *Saccharomyces Carlsbergensis* o *Uvarum*, la cual se caracteriza por fermentarse en la parte fonda del tanque generando unas temperaturas

menores de fermentación, esta se caracteriza por tener unos sabores menos complejos del lúpulo y la malta que se encuentran más “limpias”, por último, se encuentra las cervezas en base a fermentación espontánea que se basan en contener aire en su levadura y son usadas para unión de sabores frutales y la cual es ideal para el proyecto generado.

Las materias primas que conforman la cerveza son de gran importancia debido a que el 90% de la materia prima de la cerveza es agua y es por esto que para la elaboración de infusiones se busca aguas minerales las cuales tengan niveles bajos de calcio y otros componentes que pueden generar sabores diferentes deseados al momento de ingresar infusiones como zapote u otro tipo de fruta, como consecuencia la procedencia del agua es de vital importancia para el objetivo que tenga la cerveza debido que esta se puede usar para el mismo proceso pero puede generar distintos productos como es el caso de cervezas oscuras la que usa un tipo de agua más “robusta” que tienen niveles distintos de componentes los cuales ayudan a dar los sabores deseados para este tipo de cerveza.

El lúpulo, cebada, malta y levadura es la clave de las materias primas en la producción de cerveza ya que estas tienen una gran variedad que con el tiempo ha crecido más y más con los tipos de producción casera, artesanal e industrial donde los distintos tipos de cerveza son la clave de producción, es debido a esto que el lúpulo a planta que confiere el sabor amargo y el aroma tan característicos de la cerveza, en cambio la cebada se basa en el ingrediente principal y su grano de la cebada es el más rico en almidón y posee las proteínas suficientes para proporcionar el alimento necesario para el crecimiento de la levadura, por otra parte la malta proporciona las enzimas necesarias para convertir el almidón en azúcares donde la levadura genera que estos azúcares tengan una reacción bioquímica la cual produce CO_2 y $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}$.

Figura 2: Reacción fermentación alcohólica



Referencia: Fuente propia

La industria cervecera genera grandes residuos de bagazo proveniente de la cebada de malta, materia prima en la elaboración de cerveza, de la cual el 20% de ese residuo se destina para la elaboración de comida de ganado, otro porcentaje se aprovecha para otros usos y lo demás se desecha. (Cebada Cervecera, 2018)

El residuo de la malta es rico en proteínas, fósforo y calcio comparándolos con el heno de alfalfa y el silaje de maíz, que son dos productos en la industria ganadera. El bagazo es el resultado de la maceración de la malta con tal de extraer los azúcares fermentables para su posterior fermentado. Con el bagazo resultante la industria cervecera normalmente lo desecha. Otras empresas son las encargadas de recoger ese residuo para transformarlo en materia prima para otros productos. (Ferrari Javier L., 2017)

7.1 Materia prima

La pitaya amarilla es una de las frutas más consumidas y es originaria de Colombia de la región caribe. Su foco de cultivo se localiza en los departamentos Cauca, Caldas, Cundinamarca y Tolima entre algunas de las regiones con más nivel de cultivo (Duarte, 2005). Esta fruta es conocida como *Acanthocereus pitajaya* y tiene un color amarillo intenso que tiene coloraciones de café en las puntas, tiene un sabor dulce, con un aspecto de cascara amarilla y pulpa blanca rica en vitaminas y minerales. (Vázquez, C. S., Vázquez, V. S., & Espinosa, V. M.H, 2020)

Se refleja que esta fruta tiene componentes fibrosos los cuales ayudan a la digestión y con lleva a una nueva incorporación de elementos químicos que favorecen el consumo y el beneficio para la población civil. (Duarte, 2005)

Tabla 1: Componentes vitamínicos y minerales de la pitaya

Pitaya amarilla		Pitaya roja	
Factor Nutricional*	Contenido	Factor Nutricional*	Contenido
Ácido Ascórbico	4.0 mg	Ácido Ascórbico	25.0 mg
Agua	85.4 g	Agua	89.4 g
Calcio	10.0 mg	Calcio	6.0 mg
Calorías	50.0	Calorías	36.0
Carbohidratos	13.2 g	Carbohidratos	9.2 g
Cenizas	0.4 g	Cenizas	0.5 g
Fibra	0.5 g	Fibra	0.3 g
Fósforo	16.0 mg	Fósforo	19.0 mg
Grasa	0.1 g	Grasa	0.1 g
Hierro	0.3 mg	Hierro	0.4 mg
Niacina	0.2 mg	Niacina	0.2 mg
Proteínas	0.4 g	Proteínas	0.5 g
Riboflavina	0.0 mg	Riboflavina	0.0 mg
Tiamina	0.0 mg	Tiamina	0.0 mg
Vitamina A	-U.I.	Vitamina A	- U.I.

Referencia: Tabla de composiciones de alimentos. ICBF. Sexta edición. 1992. INCAP y FAO

7.2 Tipos de cerveza

Lager: Utilizan levaduras que al final del proceso de fermentación van al fondo del tanque. Tienen contenidos de alcohol entre los 4 y 13 grados, su amargo y color son menos intensos, además de ser las más populares del mundo.

Ale: Utilizan levaduras que al final del proceso de fermentación van a la parte superior de los tanques y tienen grados de alcohol de entre 2.5 y 10 grados, el amargo y el color son más intensos que la lager

Lambic: Son cervezas que se ponen en contacto con el ambiente de modo que las levaduras y bacterias presentes se encargan de realizar la fermentación sin controlarse como en la lager o ale.

7.3 Especificación del producto

El producto principal para este proyecto es una cerveza tipo lager con infusión de sabor a pitahaya, que cuenta con un color rubio, con tonos dorados, un aroma y sabor amargo el cual se lo otorga el lúpulo en el proceso de elaboración del mosto, las pruebas físico químicas realizadas en el refractómetro arrojan resultados de 7.5 grados de alcohol, el pH obtenido mediante el picnómetro es de 5.5.

La materia prima utilizada en esta cerveza fue seleccionada de la mejor calidad, junto con los equipos y ollas, al ser así y por el cuidado de los diferentes factores a intervenir en el proceso de infusión, el precio del producto será más elevado de lo manejado a nivel industrial

8. ANÁLISIS DE RESTRICCIONES

Las restricciones en la producción de cualquier tipo de alimento para el consumo humano tienen de vital importancia, debido a que estas nos rigen y nos hacen énfasis en las normativas que los alimentos tienen que ejecutar para evitar riesgos, sociales, económicos, ambientales. Es por ello por lo que los análisis de restricción se hacen en base a la producción de alimentos en bebidas alcohólica. En base a esto las restricciones se planean para dar solución y claridad en los tópicos que la cerveza artesanal puede tomar en la normativa colombiana en base a los entes regulatorios y de auditoría.

8.1 Restricciones Ambientales

En la producción de cerveza los temas de restricción ambiental se ven muy asociados con normas ISO para un consumo viable de la energía y agua en las etapas de producción como cocción, enfriado, macerado entre algunas etapas de producción de la cerveza donde el agua es la materia prima principal (RGI, 2019). Es por ello por lo que la regulación de la cerveza va regida por el decreto 1686, este abarca todas las normativas que se deben realizar para la cumplir los requisitos sanitarios y ambientales de la producción de bebidas alcohólicas en Colombia, como el uso adecuado de las fuentes hídricas, reutilización de en bases de vidrio para evitar la producción desmedida de elementos de empaque y con ello disminuir el impacto ambiental,

además de esto las BPM (Buenas Prácticas de Manufactura) son el foco principal para una producción adecuada (RGI, 2019) con las legalizaciones finales de disposición de residuos como el bagazo como fuente de reutilización para subproductos.

Con consecuencia ha esto las restricciones ambientales que se evidencian son principalmente en el uso adecuado de la materia prima con una fuente hídrica de tal importancia como el agua que constituye el 90% de la cerveza, además de la reutilización del bagazo como foco principal en campos de la industria como la alimentación animal gracias a su composición química ricas en ácido ferúlico con una actividad prebiótica alta (Torrente, 2019). Cabe resaltar que en Colombia actualmente el uso desmedido de las fuentes hídricas ha ocasionado que industrias que se basan en el consumo o productos proveniente de agua tengan un ente regulatorio más estricto como es CRAPS (Comisión de Regulación de Agua Potable y Saneamiento Básico), Administración del Recurso Hídrico, Ministerio de ambiente y desarrollo, entre algunos otros los cuales buscan regular el consumo y generar leyes de sostenibilidad y sustentabilidad en los recursos hídricos en Colombia.

8.2 Restricciones Económicas

Se encuentra que en Colombia el campo de la cerveza artesanal ha crecido un 0,5% en el año 2020 (Cortés, H.2020) , el cual refleja que las micro cervecerías en Bogotá están ejerciendo nuevos campos de explotación de la cerveza, es por ello que las restricciones económicas están asociadas a los altos niveles de monopolización en el campo, que se refleja con las materias primas y los costos que pueden fluctuar por ser importados desde otros países y que son variables que fluctúan con definiciones e instrumentos de medición como se evidencia en la Tabla 2;

Tabla 2: Definiciones de variables económicas

Hipótesis	Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Instrumento de Medición
Un factor de permanencia en el mercado es la preferencia de los consumidores por los sabores novedosos y la innovación ofrecida por la cerveza artesanal; aspectos que inciden en un 60% sobre la decisión de compra.	Preferencias de consumo	Son los motivadores de compra establecidos por los consumidores. Estos criterios satisfacen las necesidades que los consumidores tienen y que pueden conseguir teniendo en cuenta sus restricciones presupuestarias. (Economipedia, 2020)		Encuesta. Medición porcentual.
Los consumidores actuales que se encuentren entre los 20 y 30 años, prefieren en más de un 70% adquirir la cerveza artesanal en bares especializados, gracias a la experiencia ofrecida.	Lugar de compra	El lugar de compra de cerveza artesanal es el sitio idóneo donde el cliente lleva a cabo la adquisición del producto. Por definición el punto de venta es el punto de contacto del consumidor con las marcas o productos para su compra. (Informa BTL, 2015)		Encuesta. Medición porcentual.
Las micro cervecerías artesanales permanecen en el mercado gracias a su rentabilidad sobre sus activos de más del 20%, que les permite dar continuidad en su operación.	Rentabilidad sobre activos (ROA).	El rendimiento sobre los activos (ROA, siglas de return on assets) es una medida de la utilidad por dólar de activos.	$ROA = \frac{Utilidad\ Neta}{Total\ de\ Activos}$	Análisis de ratios financieros. Medición porcentual.
Las micro cervecerías artesanales también permanecen en el mercado gracias a su rentabilidad sobre su patrimonio de más del 20%, que les permite ser atractivas para los inversionistas del negocio.	Rentabilidad sobre el patrimonio (ROE).	El rendimiento sobre el capital (ROE, siglas de return on equity) es una medida de cómo les fue a los accionistas durante el año. Debido a que la meta consiste en beneficiar a los accionistas, el ROE, en términos contables, es la verdadera medida del desempeño del renglón básico. (Ross, Randolph, & Bradford, 2010).	$ROE = \frac{Utilidad\ Neta}{Patrimonio}$	Análisis de ratios financieros. Medición porcentual
Otro factor de permanencia es el capital de trabajo (KT) de las micro cervecerías, que consiste en sus activos menos pasivos de corto plazo, el cual arroja un valor positivo que contribuye al sostenimiento de las compañías.	Capital de Trabajo (KT)	El término capital de trabajo se refiere a los activos de corto plazo de una empresa, como el inventario, y a los pasivos de corto plazo, como dinero adeudado a los proveedores. La administración del capital de trabajo es una actividad cotidiana que le garantiza a la empresa suficientes recursos para seguir adelante con sus operaciones y evitar costosas interrupciones.	$KT = AC - PC$ AC = Activo Corriente PC= Pasivo Corriente	Análisis de ratios financieros. Medición en pesos colombianos.

Referencia: Cortés, H., et al. (2020). *Estudio descriptivo de los factores determinantes para la permanencia de las micro cervecerías en el mercado de cerveza artesanal en Bogotá*

Están restricciones económicas se asocian a todas las actividades en la producción decerveza a nivel industrial como artesanal debido que estas varían con las actividades

económicas del país como se ha evidenciado en la Tabla 2, donde lo más importante son las actividades en la producción con la implementación de sabores y nuevos métodos de producción.

8.3 Restricciones Legales

En Colombia el ministerio de salud establece los requisitos que se deben cumplir para regular la fabricación, elaboración, hidratación, envase, almacenamiento, distribución, comercialización, expendio, exportación e importación de las bebidas alcohólicas para el consumo humano.

El decreto 1686 de 2012 cuenta con los requisitos sanitarios permitidos en la elaboración de este tipo de bebidas, además de las prácticas permitidas y no permitidas en la elaboración de estas.

Soportando el decreto anterior, el decreto 162 de 2021, hace énfasis en las buenas prácticas de fabricación (BPF) y buenas prácticas de manufactura (BPM), avalando los establecimientos donde se fabrique, elabore, hidrate y se envasen bebidas alcohólicas de este tipo mediante alguno de los siguientes documentos:

- Certificado de buenas prácticas de manufactura expedido por el instituto nacional de vigilancia de medicamentos y alimentos, INVIMA.
- Certificado del sistema de análisis de peligros y de puntos críticos de control (HACCP por sus siglas en inglés)
- Certificación emitida por la autoridad competente donde se consta que la bebida alcohólica y el productor, cumplen con las normas, procesos o procedimientos de carácter técnico o son objetos de control e inspección.

8.4 Restricciones de Salud

El artículo 6 del decreto número 1686 de 2012 establece los procesos permitidos en la elaboración de la cerveza, las cuales son:

- Añejamiento
- Centrifugación
- Decantación y sedimentación
- Desodorización y decoloración
- Destilación continua o discontinua
- Fermentación controlada
- Filtración
- Hidratación
- Maceración, extracción, decoloración
- Pasterización
- Rectificación
- Trasiego
- Tratamiento de calor y frío

El artículo 11 del presente decreto establece las prácticas permitidas en la elaboración de la cerveza, las cuales son:

- El agua utilizada debe ser química y bacteriológicamente potable.
- Los granos y lúpulos deben ser exentos de moho, insectos, larvas, y sustancias químicas nocivas para la salud, provenientes de la fumigación.
- El mosto clarificado obtenido después de las operaciones de maceración se debe someter a ebullición vigorosa durante el tiempo que sea necesario, después se proceda su enfriamiento hasta la temperatura inicial de fermentación.
- La coloración se puede obtener mediante el uso de colorantes provenientes de la caramelización de azúcares.

- Se pueden emplear agentes antioxidantes de uso permitidos por el ministerio de salud y protección social como el ácido ascórbico y sus sales.
- Para evitar la turbiedad por el frío, se pueden emplear enzimas proteolíticas, tales como papaína, pepsina y otras enzimas de uso permitido.

El artículo 12 trata las prácticas no permitidas en la elaboración de la cerveza, las cuales son:

- La adición de alcoholes, agentes edulcorantes artificiales, sustitutos del lúpulo u otros principios amargos, saponinas, materias colorantes, diferentes al caramelo de azúcar, sustancias conservantes, cualquier ingrediente que sea nocivo para la salud, adición de bromato de potasio solo o en sus mezclas
- Uso de materiales filtrantes como asbesto, u otros materiales prohibidos en la industria de alimentos y bebidas alcohólicas

8.5 Restricciones técnicas

En la producción de cualquier tipo de cerveza las especificaciones técnicas son de vital importancia debido a que estas rigen el modelo de producción que va desde una cerveza de fermentación baja hasta una de alta fermentación, es por ello que la técnica es una parte vital en el modelo de producción de cualquier tipo de cerveza y debido a esto se vieron restricciones en el proyecto principalmente en la evaporación del agua como foco principal en las temperaturas óptimas de uso que estaban por encima de los 80°C durante tiempos largos y afectaban principalmente la constancia de las temperaturas que oscilaban entre 70-80 °C, esto dio como resultado que las estabilidades dentro de los componentes de la cerveza tuvieran algunas afectaciones como el nivel de fermentación, el nivel de alcohol como control de la temperatura, cuerpo de la cerveza y más importante el color de la cerveza se ve afectada por la temperatura al no tener una variable tan controlada como es la temperatura.

8.6 Restricciones sociales

En Colombia no existen restricciones para el consumo de bebidas alcohólicas para la población civil, pero el gobierno colombiano ha generado campañas de socialización y conciencia para el mercado consumista de estas bebidas alcohólicas gracias a los efectos que con lleva en la población, además de ocasionar impactos adictivos y ocasionar daños en el cuerpo humano como cáncer de hígado, sirosis y otras enfermedades que se asocian al consumo desmedido de bebidas alcohólicas. (World Health Organización, 2015).

Consecuente a esto una restricción social que se ha generado gracias al consumo de bebidas alcohólicas son los sitios autorizados para el consumo de esta ya que se elevó la problemática de consumo en espacios públicos en el cual se encuentran menores de edad, esto crea una problemática psicosocial en la población infantil-.

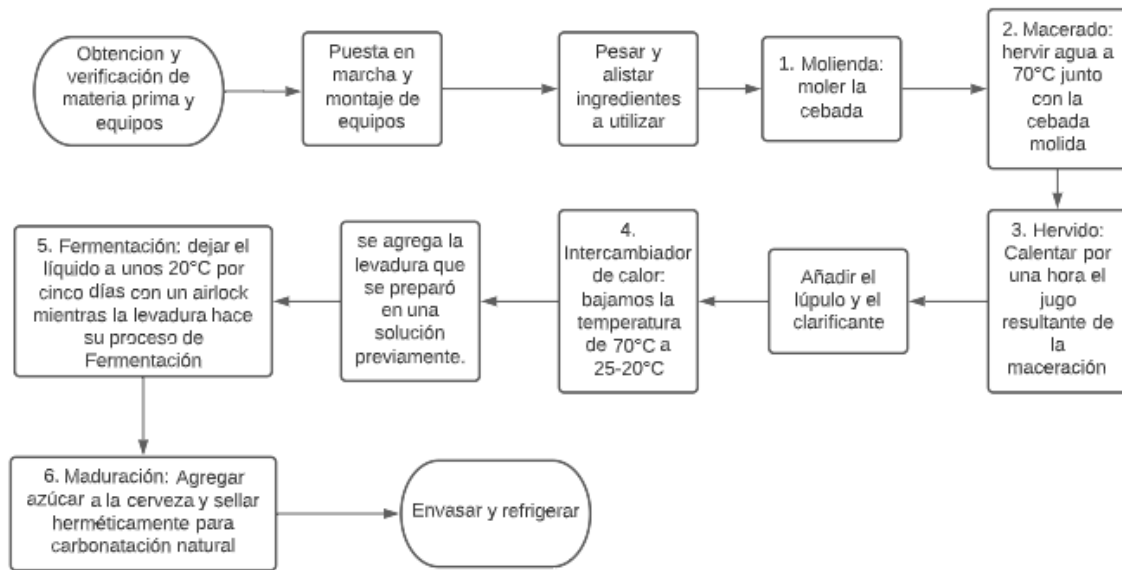
9. METODOLOGIA

La metodología usada fue recrear el proceso de elaboración de cerveza de acuerdo con la información encontrada en diferentes bases de datos, páginas de internet y consulta con diferentes académicos de la institución. Donde previamente ya habíamos tenido acercamiento desarrollando la bebida, pero el diferencial con esta nueva producción fue agregar el proceso de saborización de la Pitaya y la reutilización del Bagazo de cebada para elaborar papel reciclado.

En la fabricación de la cerveza realizamos el mismo proceso mencionado anteriormente (Molienda, Maceración, Hervido, Clarificador, Enfriamiento, Fermentación, Envase), también con equipos más sofisticados que en la primera producción de cerveza.

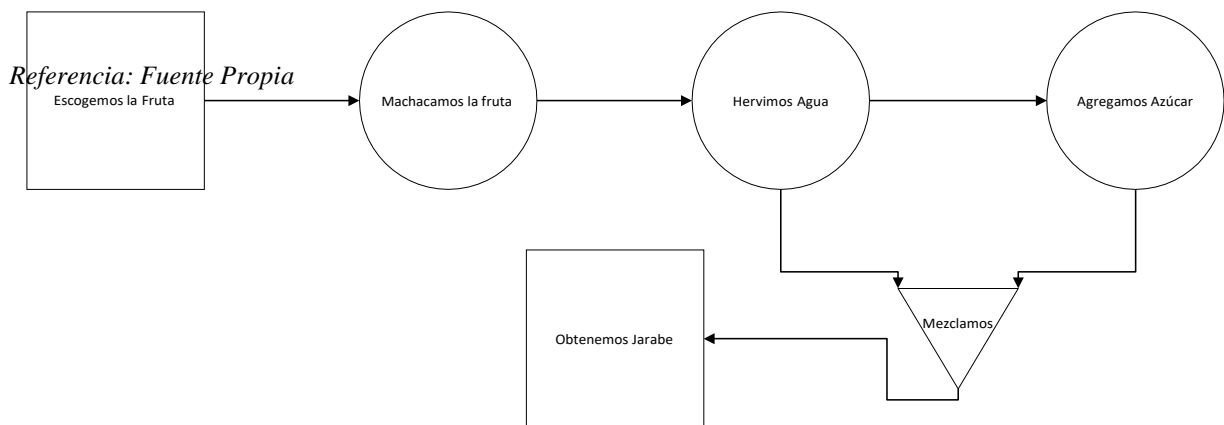
Para el sabor, escogimos la pitaya por ser una fruta tropical que se da muy bien en Colombia. Partimos la pitaya en trozos para hacer la infusión con agua y azúcar. El resultado es un jarabe con extractos de fruta para luego agregar a la cerveza después de la fermentación. Se hace después del fermentado porque el azúcar del jarabe se puede descomponer en alcohol y subiría considerablemente los grados brix al producto.

Figura 3: Diagrama de proceso elaboración de cerveza tipo lager



La importancia de agregar el jarabe después de la fermentación es que ayuda a darle textura a la cerveza y nos contribuye con la gasificación de esta.

Figura 4: Diagrama de proceso elaboración Jarabe de Pitaya



Los problemas de hacer cerveza en condiciones no aptas para su elaboración o con múltiples procesos es la contaminación de esta o por no tener los elementos necesarios para hacerla. La tabla N°3 nos da un enfoque de esos problemas.

Tabla 3: Enfoque de la Metodología de la cerveza

Producto	Error frecuente	Recomendación
Cerveza Artesanal	El uso desmedido y de origen no confiable del agua en el proceso de producción.	Garantizar un suministro idóneo de agua mineral, así como la reutilización del agua usada en el proceso de enfriamiento para el cumplimiento de las normativas ambientales y de calidad alimenticias.
	Carencia de materia prima debido a los altos costos de	Asegurar un suministro de estos insumos

	<p>importación y la monopolización de los restantes por las grandes compañías.</p>	<p>buscando y contratando productores colombianos apoyando la economía local y propia.</p>
	<p>Bajo crecimiento nacional en la producción y venta de cerveza artesanal.</p>	<p>Impulsar el crecimiento explotando los sabores autóctonos de Colombia diferenciándose de los demás productos importados.</p>
	<p>Cumplimiento de las restricciones legales</p>	<p>Hacer énfasis en la atención puesta a las leyes que atañen nuestro producto, implementado las y manteniéndolas en cada uno de los procesos ya sean ambientales logísticos o de salubridad.</p>

Referencia: Fuente propia

Proceso de elaboración de papel a base de RMC

Figura 5: Diagrama de proceso elaboración de papel reciclado

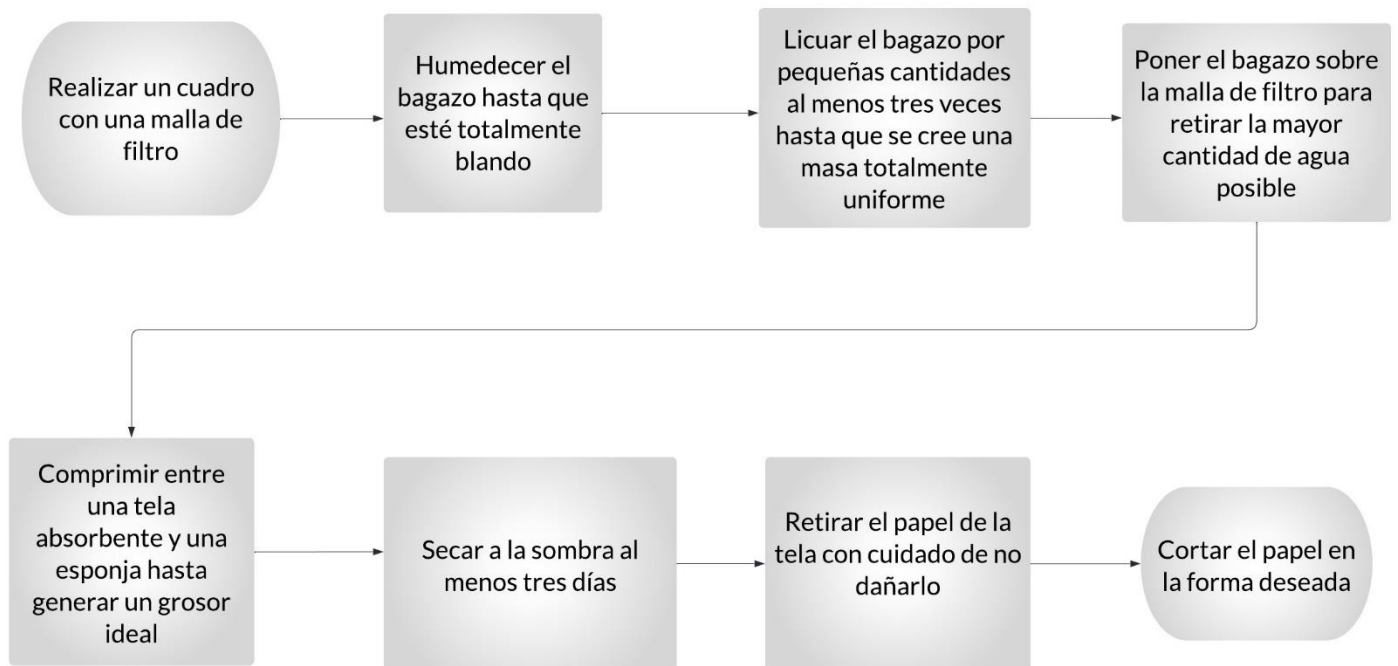


Imagen 1. Extracción de humedad



Referencia: Fuente propia

10. ANÁLISIS DE COSTOS

10.1 Costos de funcionamiento:

En el siguiente estudio se dará el a conocer los valores asociados con el funcionamiento para la producción anual en una escala piloto, por ello esto se asocian a la venta de 150000 botellas por mes que constituye menos 1% de las ventas totales de cerveza a nivel nacional, con un precio de unidad de 12000\$ COP se evidencia una utilidad neta.

Tabla 4: Costos operativos

COSTOS OPERATIVOS (MES)	
SERVICIOS	VALOR
Servicios públicos	12.000,00 \$
Gastos publicitarios	8,000,000 \$
Pitaya	5,576,082 \$
Personal	15,000,00 \$
Limpieza	14,400,00 \$
Gastos varios	7,744,848 \$

Referencia: *Fuente propia*

El estudio previo de los costos se realizó mediante la investigación de los precios actuales en el mercado con énfasis en las variaciones de costos de la pitaya, el valor consecutivo que tiene el incremento del dólar con base a materias primas de importación para la producción de la cerveza, con ello se busca crear una prees cala en costos básicos de la cerveza.

Tabla 4: Costos operativos

ESTADO DE RESULTADOS				
		2021	2022	
VENTAS	\$	1.800.000.000,0	\$	1.850.448.600,0 \$
COSTO VENTAS	\$	1.050.000.000,0	\$	1.078.902.825,0 \$
UTILIDAD BRUTA	\$	750.000.000,0	\$	771.545.775,0 \$
GASTOS ADTIVOS Y VTAS	\$	139.350.000,0	\$	143.112.450,0 \$
GASTOS FIJOS DEL PERIODO	\$	106.879.786,0	\$	109.765.540,2 \$
OTROS GASTOS	\$	10.000.000,0	\$	8.000.000,0 \$
DEPRECIACIÓN	\$	24.381.370,2	\$	24.381.370,2 \$
UTILIDAD OPERATIVA	\$	469.388.843,8	\$	486.286.414,6 \$
GASTOS FINANCIEROS	\$	81.383.659,7	\$	68.573.079,7 \$
UTILIDAD ANTES DE IMPTOS	\$	388.005.184,1	\$	417.713.334,9 \$
IMPUESTOS	\$	131.921.762,6	\$	142.022.533,9 \$
UTILIDAD NETA	\$	256.083.421,5	\$	275.690.801,0 \$

Referencia: *Fuente propia*

Estos análisis de costos nos dan a conocer el planteamiento piloto para una planta de producción anual

11. ANÁLISIS Y RESULTADOS

El principal producto de nuestro proyecto fue la cerveza tipo lager, al final del proceso esta cuenta con todas las especificaciones y características físico químicas esperadas, cuenta con un color rubio rojizo, con un amargor agradable al paladar otorgado por el lúpulo y niveles de carbonatación aceptables gracias a la levadura y azúcares utilizados en el proceso, cuenta con sabores y toques cítricos suaves, dulzor moderado gracias a la infusión realizada con la pitahaya, todo este proceso y los ingredientes utilizados para su realización, hacen de este un muy buen producto, ideal para cualquier ocasión.

Tabla 5: Resultados de la cerveza con análisis fisicoquímicos

GENERALIDADES	
Nombre del producto	Cerveza de pitahaya
Fruta empleada	Pitahaya
Presentación comercial	Botella de 330 ml
ANÁLISIS FISICOQUIMICO	
Contenido de alcohol	12.5% Volumen
pH	5.5
Densidad	1,1067 g/cm ³
ANÁLISIS SENSORIAL	
Color	Rubio, con tonos cobre y rojizos
Sabor	Amargo, suave, cítrico
Aroma	Amargo, con características de malta y lúpulo
Sedimentos y turbidez	
CONSUMO	
Recomendaciones	Servir y consumir en temperaturas bajas, entre 4 y 8 °C Consumir todo el producto una vez abierta la botella

Con esta tabla de datos se evidencia que gracias a la aportación de los ácidos de la pitaya la cerveza tuviera un toque cítrico que era el objetivo principal del estudio en la elaboración de la cerveza, además de contener un alto nivel de grados de alcohol, que nos da entender que los azúcares de la cebada en especial del almidón fueron los esenciales para primero la adaptación de la pitaya en la bebida y generar ese color rubio característico de una cerveza rubia. Por otro lado, el sabor amargo es gracias al lúpulo que se usó debido que este se especializa en aromatizar la cerveza.

Imagen 2. Reactores de cerveza para fermentación



Referencia: *Fuente propia*

Imagen 3. Resultado final



Referencia: *Fuente propia*

El producto secundario en este proyecto fue papel reciclado, como principal ingrediente utilizamos el RMC (residuo del mosto cervecero) triturado y mezclado con un poco cantidad de papel para darle uniformidad y consistencia. Este bagazo utilizado no solo puede ser utilizado para producción de papel, sino para producción de madera aglomerada debido a su textura.

Este producto cuenta con una textura áspera, color marrón y dureza intermedia.

Tabla 6: Resultados de la cerveza con análisis fisicoquímicos

GENERALIDADES	
Nombre del producto	Papel de bagazo
Presentación comercial	Papel tamaño carta o tarjetas
ANÁLISIS SENSORIAL	
Color	Marrón, con tonos cafés
Textura	Áspero, dureza intermedia
USOS	
Recomendaciones	No mojar Evitar contacto con materiales que puedan afectar sus propiedades

Imagen 4. Resultado final papel y madera aglomerada con RMC



Referencia: *Fuente propia*

El producto muestra una innovación hacia la sostenibilidad gracias al aprovechamiento del bagazo que resultó del proceso de maceración. Este se destinó a la creación de un papel combinado con papel reciclado de periódico, además, se realizó un aglomerado muy parecido a los que son de madera.

Las ventajas de este proceso es el aprovechamiento total de la materia prima ya que se obtuvo un 90% de rendimiento. Prácticamente todo el bagazo se convirtió en un aglomerado. Los usos que se les puede dar son muy variados ya que pueden ir desde la decoración de algún espacio del hogar como en la creación de puestos de pupitres para las escuelas o universidades.

La sostenibilidad es un concepto que abarca lo social, económico y ambiental. Nosotros con nuestro producto logramos generamos impacto en las tres.

- **Social:** Es un producto con gran impacto social. La cerveza es de las bebidas más consumidas a nivel mundial, y con el papel y aglomerado generado a partir del residuo de cerveza se crea un sentido de responsabilidad social al no ver que no solo de los árboles se pueden crear estos productos.
- **Económico:** La rentabilidad de la cerveza es muy alta precisamente por ser de las bebidas más famosas y de las más consumidas a nivel mundial. Además del valor agregado que se obtiene por el reaprovechamiento del bagazo que nos generaría un ingreso extra.
- **Ambiental:** Gracias al aprovechamiento de este, evitamos la generación de residuos sólidos que contaminan el suelo y generamos una materia prima alternativa diferente de los árboles para la creación de papel y aglomerados.

12. CONCLUSIONES

Se puede concluir que efectivamente se generan varios residuos orgánicos de la cebada (Bagazo) que en la industria cervecera no se aprovecha del todo y no se le buscan más subproductos para reprocesar.

El bagazo efectivamente puede usarse como materia prima en la creación de papel reciclado para darle un poco más de dureza, la lignina presente en la cebada ayuda con esa característica de papel.

El proceso de elaboración de cerveza es mucho más eficiente con los instrumentos adecuados, evitando más pérdidas de las que se pueden generar con los instrumentos no adecuados, eso resulta en una producción mayor en volumen de bebida que en términos económicos de la industria es mucho más rentable.

Al agregar un sabor natural a base de Pitaya se incrementa los grados de alcohol de la cerveza debido al azúcar natural de la fruta que se fermenta con la fermentación de la cerveza. Esto también aporta con la gasificación de esta.

Con el ingreso de infusiones dentro del proceso de elaboración de la cerveza se deben controlar más variables para llegar a los puntos de calidad requeridos para su consumo, debido

a que estas infusiones ejercen nuevas reacciones bioquímicas en el reactor de fermentación que pueden generar fallos y pérdidas numerosas de materia prima.

El aprovechamiento del bagazo en la industria cervecera es prácticamente inexistente, sus usos se enfocan principalmente en el alimento para ganado. Por lo cual es importante encontrar una solución más útil, en nuestro caso encontrando la manera de realizar un papel hecho totalmente de este residuo. Aunque se encontraron problemas para dar el grosor deseado por falta de equipo especializado, nuestro proceso cuenta con la ventaja de ser fácil y replicable, creando una alternativa útil para el bagazo.

Cuando se realiza el proceso del filtrado de humedad del RMC se observa que, dependiendo del grosor final de la lámina, se encuentran otros potenciales usos, ya que cuando se conserva y se seca de un grosor mayor se abren posibilidades de aprovechamiento, el más claro es un tipo de madera de aglomerado utilizado en procesos de fabricación de pupitres o de cuadros decorativos.

13. REFERENCIAS

1. Macgayver, M., & Morales, B. (2014). *DE PITAHAYA AMARILLA [Selenicereus megalanthus] (K. SCHUM. July)*
2. Del Río Morona, L. (2016). *Trabajo Fin De Grado Título: Producción De Cerveza Y Efectos De Un Consumo Moderado.* 1–20.
3. Suárez, M. (2013). Cerveza: componentes y propiedades. *MBtA*, 99.
[http://digibuo.uniovi.es/dspace/bitstream/10651/19093/8/TFM_ María Suarez Diaz.pdf](http://digibuo.uniovi.es/dspace/bitstream/10651/19093/8/TFM_María%20Suarez%20Diaz.pdf)
4. Plano Danais, R. (2011, agosto). La Red Cultural del Banco de la Republica. *PlanoDanais, Ricardo*. [https://www.banrepcultural.org/biblioteca-virtual/credencial- historia/numero-260/la-industria-cervecera-en-colombia](https://www.banrepcultural.org/biblioteca-virtual/credencial-historia/numero-260/la-industria-cervecera-en-colombia)
5. Loviso, C. L., & Libkind, D. (2019). Synthesis and regulation of flavor compounds derived from brewing yeast: fusel alcohols. *Revista Argentina de Microbiología*, 51(4), 386–397.
<https://doi.org/10.1016/j.ram.2018.08.006>
6. Alfonita, F. (2018). No. Elaboración de cerveza amber ale de alta fermentación saborizada y aromatizada con frutas y plantas aromáticas ecuatorianas .*Computers and Industrial Engineering*, 2(January), 6. [http://ieeauthorcenter.ieee.org/wp- content/uploads/IEEE-Reference-Guide.pdf](http://ieeauthorcenter.ieee.org/wp-content/uploads/IEEE-Reference-Guide.pdf)
<http://www.lib.murdoch.edu.au/find/citation/ieee.html>
<https://doi.org/10.1016/j.cie.2019.07.022>
<https://github.com/ethereum/wiki/wiki/White-Paper>
<https://tore.tuhh.de/hand>
7. Nicolas Felici (2011). Somos cerveceros: Agua. Recuperado de:
<http://somoscerveceros.com/2011/03/03/agua/>

8. A. Manzur y J. Cardoso. (2015). Velocidad de evaporación del agua. Revista Mexicana de Física, 61, 31-34. Recuperado de:
<http://www.scielo.org.mx/pdf/rmfe/v61n1/v61n1a7.pdf>
9. Cerveza isla verde (17 de junio del 2019). Una segunda vida para el bagazo. Recuperado de: <https://cervezaislaverde.com/2019/06/17/una-segunda-vida-para-el-bagazo/#:~:text=El%20bagazo%20o%20cebadilla%20de,la%20elaboraci%C3%B3n%20de%20la%20cerveza.>
10. Esteban Torrente. S. (2019). Aprovechamiento de los subproductos generados en la industria cervecera. [Trabajo fin de grado, Universidad Complutense]. Recuperado de:
<http://147.96.70.122/Web/TFG/TFG/Memoria/SANDRA%20ESTEBAN%20TORRENTE.pdf>
11. Mussatto, S. I. (2014) Brewer's spent grain: A valuable feedstock for industrial applications, J. Sci. Food Agric. ("Solid-state fermented brewer's spent grain enzymatic ...")
12. Mussatto, S. I., Dragone, G., and Roberto, I. C. (2006) Brewers' spent grain: Generation, characteristics and potential applications, J. Cereal Sci
13. Brewers Association. (2017.). *Guía de buenas prácticas de producción, distribución y comercialización para la cerveza artesanal de calidad.*<https://www.brewersassociation.org/>.
https://s3-us-west-2.amazonaws.com/brewersassoc/wp-content/uploads/2017/04/Best_Practices_Guide_To_Quality_Craft_Beer_Spanish.pdf
14. Lataza Rovalletti, Mercedes & Sosa, Gladis & Benítez, Elisa. (2020). EVALUACIÓN DE LA CALIDAD FÍSICOQUÍMICA Y MICROBIOLÓGICA DE CERVEZAS ARTESANALES EN LA PROVINCIA DEL CHACO.
15. Toledo Garrido, S., Garcia Fayos, B., Sancho Fernandez, M., & Arnal Arnal, J. M.(2018, 13 junio). *DISEÑO DEL PROCESO PRODUCTIVO DE CERVEZA ARTESANAL Y EMPRENDIMIENTO DE UNA MICROCERVECERÍA PARA LA PRODUCCIÓN DE 300 LITROS POR DÍA.* Dspace.

http://dspace.aepro.com/xmlui/bitstream/handle/123456789/1617/AT03-032_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y

16. Javier Luis Ferrari, Sebastián Villagra, Leonardo Claps, Pablo Tittone, (2017), Reutilización de bagazo de cebada cervecera por secado y pelletización como suplemento forrajero, Presencia N°67 – 2017. Recuperado de: https://inta.gob.ar/sites/default/files/imagenes/articulo_ferrari.pdf
17. Cebada Cervecera, (2018), Utilizan residuo de la industria cervecera para la fabricación de ladrillos, CERVEZA Y MALTA. Recuperado de: <https://cebadacervecera.com.ar/utilizan-residuo-de-la-industria-cervecera-para-la-fabricacion-de-ladrillos/>
18. R. (2021, 19 november). *Contexto estratégico en el Sector Cervecero de Colombia*. RGI Grupo. Geraadpleegd op 24 april 2022, van <https://www.rgi.com.co/contexto-estrategico-en-el-sector-cervecero-de-colombia/>
19. Decreto 1686 de 2012 [con fuerza de ley]. *Por medio se expide el Código sobre los requisitos sanitarios que se deben cumplir para la fabricación, elaboración, hidratación, envase, almacenamiento, distribución, transporte, comercialización, expendio, exportación e importación de bebidas alcohólicas destinadas para el consumo humano*. 9 de agosto de 2012. D.O. No.
20. Torrente, S. (2019, juni). *Aprovechamiento de los subproductos generados en la industria cervecera*. UNIVERSIDAD COMPLUTENSE. <http://147.96.70.122/Web/TFG/TFG/Memoria/SANDRA%20ESTEBAN%20TORRENTE.pdf>
21. Cortés, H., et al. (2020). *Estudio descriptivo de los factores determinantes para la permanencia de las micro cervecías en el mercado de cerveza artesanal en Bogotá*

[Tesis de especialización, Universidad EAN]. Recuperado de:

<http://hdl.handle.net/10882/9916>.

22. Rodríguez, E. L. & Palacios, J. D. (2021). *Obtención de bebida alcohólica a partir de Mango Tomy Atkins a través del uso de procesos químicos, reduciendo los desperdicios post cosecha* [Trabajo de grado, Universidad EAN]. Recuperado de:
<http://hdl.handle.net/10882/1079>
23. Cocinista.es. n.d. *Carbonatación de la cerveza* / www.cocinista.es. Recuperado de:
<https://www.cocinista.es/web/es/recetas/hacer-cerveza/trucos-y-consejos/carbonatacion-de-la-cerveza.html>
24. Baquero Duarte, L. E., Castro Rivera, J. A., & Narváz Cuenca, C. E. (2005). Catalasa, peroxidasa y polifenoloxidasa en pitaya amarilla (*Acanthocereus pitajaya*): maduración y senescencia. *Acta Biológica Colombiana*, 10(2), 49-60.
25. Vázquez, C. S., Vázquez, V. S., & Espinosa, V. M. H. (2020). *Agroindustrialización de pitaya*. Editorial Universitaria (Cuba).
26. Toledo Garrido, S., Garcia Fayos, B., Sancho Fernandez, M., & Arnal Arnal, J. M. (2018, 13 junio). *DISEÑO DEL PROCESO PRODUCTIVO DE CERVEZA ARTESANAL Y EMPRENDIMIENTO DE UNA MICROCERVECERÍA PARA LA PRODUCCIÓN DE 300 LITROS POR DÍA*. Dspace.
http://dspace.aepro.com/xmlui/bitstream/handle/123456789/1617/AT03-032_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y

27. Arroyo, J., Cuervo, P., Flores, J., Ipanaqué, C., & del Rosario Torres, D. (2017, 18 noviembre). *DISEÑO DE UNA LÍNEA DE PRODUCCIÓN PARA LA ELABORACIÓN DE CERVEZA ARTESANAL DE MARACUYÁ*. Universidad de Piura.
https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/3229/PYT_Informe_Final_Proyecto_Cerveza.pdf?sequence=1&isAllowed=y
28. TZUN GÓMEZ, M. (14-08-05). *Formulación, elaboración y carbonatación de una bebida natural tipo infusión a partir de hierba María Luisa*. UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA.
<http://www.repositorio.usac.edu.gt/1644/1/22T%28532%29Ali%20MAYNOR%20MATEO%20TZUN%20G%C3%93MEZ.pdf>
29. Ferreyra, L. (2014). *Elaboración de cerveza: Historia y evolución, desarrollo de actividades de capacitación e implementación de mejoras tecnológicas para productores artesanales*. Cátedra de Agroindustrias y Laboratorio de investigación en Productos Agroindustriales, Facultad de Cs. Agrarias y Forestales UNLP. <https://lipa.agro.unlp.edu.ar/wp-content/uploads/sites/29/2020/03/Trabajo-Final-Leonel-Ferreyra-.pdf>

