



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la
Producción**

**“Implementación de una línea de proceso a escala semi-
industrial para la elaboración de una bebida a base de
Chamaemelum nobile”**

PROYECTO DE TITULACIÓN

Previo a la obtención del Título de:

**MAGÍSTER EN GESTIÓN DE PROCESOS Y SEGURIDAD DE
LOS ALIMENTOS**

Presentada por:

Daniel Eduardo Estévez Suárez

GUAYAQUIL – ECUADOR

Año: 2021

AGRADECIMIENTO

A Dios, a mi familia, a mi director de proyecto, el PhD. Sócrates Palacios, y a todas las personas que han colaborado de una u otra forma con el desarrollo y realización de este trabajo.

DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado en especial a mis padres, quienes son y han sido un pilar fundamental en mi vida. A mis hijos, quienes me motivan a seguir creciendo y desarrollándome en todos los ámbitos. A mi familia y amigos por su apoyo incondicional.

A mi profesora, colega, mentora y amiga, MSc. María Fernanda Morales Romo Leroux. Y a todos los seres queridos, familiares y amigos que ya no están con nosotros.

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

Sócrates Palacios P., Ph.D.
DIRECTOR DE PROYECTO

Jonathan Coronel, Ph.D.
VOCAL

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido de este proyecto de titulación, me corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual del mismo a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

DANIEL
EDUARDO
ESTEVEZ SUAREZ



Firmado digitalmente
por DANIEL EDUARDO
ESTEVEZ SUAREZ
Fecha: 2021.10.11
23:43:39 -05'00'

Daniel Eduardo Estévez Suárez

RESUMEN

El presente proyecto tuvo como objetivo diseñar una línea de proceso para la elaboración de una bebida de manzanilla (*Chamaemelum nobile*) dentro de una línea de producción de cerveza artesanal. Inicialmente se realizó un diseño experimental de mezclas analizado en el programa estadístico, con el cual se establecieron como variables independientes la cantidad de agua, manzanilla y panela dentro de la formulación; y como variables dependientes ° Brix, pH y acidez de la bebida. Estos parámetros se escogieron de acuerdo con los requisitos fisicoquímicos que debe cumplir una bebida no carbonatada, bajo la normativa INEN 2304. La formulación final obtenida tuvo un porcentaje de agua 92,62%, panela 4,76% y manzanilla 2,62%.

A la formulación resultante se le realizó una evaluación sensorial de aceptación con escala hedónica de 9 puntos, en la cual se determinó el grado de aceptabilidad que tuvo la bebida. El resultado proveniente de 30 panelistas no entrenados indicó que la bebida de manzanilla con panela tuvo una aceptación del 100% mayor o igual a un “me gusta moderadamente” que tiene un valor de 7 dentro de la escala de 9 puntos. En análisis estadístico de los resultados no paramétricos se hicieron en el Minitab 19.

La línea de proceso de la bebida fue diseñada e implementada de acuerdo con el layout de la elaboración de cerveza artesanal, para ello se elaboró un análisis simple de las dimensiones y equipos del área de producción. En este análisis se consideraron los diagramas de flujo de cada producto y los parámetros de procesamiento, a través de la metodología SLP (Systematic Layout planning). El rendimiento del proceso para la elaboración de la bebida de manzanilla es del 97% y cada lote es de 38,8 litros. Finalmente, considerando la materia prima, envase, formulación y los equipos dentro del proceso, se calcularon los costos de producción para el producto y se realizó un análisis financiero. Como resultado se obtuvo un precio de venta de \$0,996 con un margen de ganancia del 58%.

Palabras claves: Manzanilla, diseño de mezclas, Layout, formulación.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN	II
ÍNDICE GENERAL	III
ABREVIATURAS	V
SIMBOLOGÍA	VI
ÍNDICE DE FIGURAS	VII
ÍNDICE DE TABLAS	VIII
ÍNDICE DE PLANOS	IX
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1	
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
1.1. Descripción del problema.....	2
1.2. Área de Estudio.....	3
1.3. Objetivos.....	3
1.3.1. Objetivo General.....	3
1.3.2. Objetivos Específicos.....	3
1.4. Justificación.....	4
CAPÍTULO 2	
2. MARCO TEÓRICO.....	5
2.1. Generalidades.....	5
2.2. Materias Primas.....	6
2.2.1. Manzanilla (<i>Chamaemelum nobile</i>).....	6
2.2.2. Panela.....	7
2.2.3. Botella de vidrio.....	7
2.2.4. Conservante.....	7
2.3. Etapas del proceso y equipos.....	8
2.4. Diseño de las instalaciones.....	10
2.5. Evaluación Sensorial.....	10
2.5.1. Prueba de aceptación.....	10
2.6. Caracterización del producto final.....	10
CAPÍTULO 3	
3. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	11
3.1. Formulación.....	11
3.2. Análisis del diseño experimental.....	12

3.3. Análisis Físicoquímico.....	13
3.3.1. Sólidos solubles	13
3.3.2. Acidez titulable	13
3.4. Prueba sensorial	13
3.4.1. Prueba de aceptación	13
3.5. Diseño de la línea.....	14
3.6. Flujo de producción.....	15
3.7. Costos	15

CAPÍTULO 4

4. RESULTADOS	16
4.1. Análisis bromatológico	16
4.2. Diseño Experimental	16
4.3. Formulación.....	21
4.4. Prueba sensorial y análisis estadístico.....	23
4.5. Diagrama de flujo de proceso	24
4.6. Diagrama de recorrido sencillo	26
4.7. Diagrama multi-producto.....	27
4.8. Layout de la línea	28
4.9. Producción.....	29
4.10. Estimación de Costos.....	30

CAPÍTULO 5

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	33
5.1. Conclusiones.....	33
5.2. Recomendaciones	34

BIBLIOGRAFÍA

ANEXOS

ABREVIATURAS

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
SLP	Systematic Layout Planning
pH	Potencial de Hidrógeno
NTE	Norma Técnica Ecuatoriana
INEN	Instituto Ecuatoriano de Normalización
ANOVA	Análisis de varianza
PVP	Precio de Venta al Público

SIMBOLOGÍA

°C	Grados centígrados
m	Horas
Kg	kilogramos
m	Metros
KW	Kilovatio
min	Minutos
m ²	Metros cuadrados
kWh	Kilovatio-hora
R ²	Coeficiente de determinación
p	Nivel de significancia

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Simbología estandarizada para elaboración del diagrama de recorrido	15
Figura 2 Diagrama de Pareto de la variable Brix	18
Figura 3 Diagrama de Pareto de la variable pH	19
Figura 4 Diagrama de Pareto de la variable Acidez	19
Figura 5 Diagrama de superficie ajustada de la variable Brix	20
Figura 6 Diagrama de superficie ajustada de la variable pH.....	20
Figura 7 Diagrama de superficie ajustada de la variable Acidez	21
Figura 8 Perfiles de valores deseados y pronosticados	22
Figura 9 Resumen estadístico de la evaluación sensorial	23
Figura 10 Prueba de signos para muestra 947	24
Figura 11 Diagrama de flujo del proceso	25
Figura 12 Diagrama de recorrido sencillo del proceso	26
Figura 13 Diagrama multi-producto.....	27
Figura 14 Gráfica del punto de equilibrio	32

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Detalle de las etapas del proceso.....	8
Tabla 2 Equipos para la elaboración de la bebida.....	9
Tabla 3 Fórmulación referencial de la bebida de manzanilla	11
Tabla 4 Componentes variables de la formulación de la bebida con sus niveles	12
Tabla 5 Tratamientos para determinación de la formulación de bebida	12
Tabla 6 Requisitos físicos y químicos para refrescos o bebidas no carbonatas	13
Tabla 7 Escala hedónica de 9 puntos	14
Tabla 8 Resultados de Brix, pH y acidez por duplicado	16
Tabla 9 Datos de las variables independientes y dependientes	17
Tabla 10 Valores de p y R ² ajustado resultante de ANOVA.....	17
Tabla 11 Ecuaciones de las variables dependientes	18
Tabla 12 Niveles de deseabilidad para la variable Brix.....	21
Tabla 13 Resultado de la formulación obtenida del software.....	22
Tabla 14 Hipótesis para prueba “Signo para 1 muestra”.....	24
Tabla 15 Áreas de las planta con sus medidas	28
Tabla 16 Estimación del tiempo de producción de un lote	29
Tabla 17 Balance de la línea del proceso.....	29
Tabla 18 Consideraciones para el cálculo de costo de producción	30
Tabla 19 Costos de producción	31
Tabla 20 Resultado del punto de equilibrio	31
Tabla 21 Análisis financiero anual	32

ÍNDICE DE PLANOS

Plano 1 Layout de la línea de proceso.....	28
--	----

INTRODUCCIÓN

Las plantas medicinales y hierbas aromáticas han formado parte de la cultura ancestral, arraigada en las zonas rurales por tener mejor accesibilidad y bajos costos en comparación a la medicina tradicional. La utilización de ellas ha sido orientada como medicina alternativa en el tratamiento de diversas enfermedades o malestares por su contenido de compuestos activos. En Ecuador, desde el año 2013 se estableció como objetivo del buen vivir, el fortalecer la salud intercultural, incorporando la medicina ancestral como alternativa para los ciudadanos (Gallegos, 2016). La integración de hierbas ancestrales en la vida cotidiana es parte de la cultura ecuatoriana y va de la mano con las tendencias de consumo de alimentos saludables de hoy en día. El presente proyecto busca utilizar la hierba aromática *Chamaemelum nobile* (manzanilla) como materia prima principal en la formulación de una bebida refrescante lista para el consumo.

A nivel mundial existe una tendencia marcada hacia el consumo de alimentos y bebidas más naturales, por querer cambiar y mejorar sus hábitos alimenticios. Los consumidores buscan productos más sanos y nutritivos procurando mantener una buena alimentación y por ende una mejor salud. Las plantas medicinales y aromáticas están dentro de las opciones del mercado que apoya la ideología de un consumo saludable (Fretes, 2010). En la industria de alimentos, las hierbas naturales son comúnmente comercializadas como infusiones de té en bolsitas o como especias de uso culinario. Son escasas las opciones de encontrar hierbas aromáticas en presentación de bebida embotellada en el mercado, y aquellas que están disponibles contienen aditivos como colorantes y perseverantes.

Ante la demanda creciente de los consumidores por el consumo de bebidas naturales, las industrias se ven en la obligación de invertir en maquinaria, tecnología e insumos que permitan cubrir las necesidades del cliente. El presente trabajo de titulación tiene como objetivo diseñar una línea de proceso para la elaboración de una bebida a base de *Chamaemelum nobile* endulzado con panela. Para esto, se realizará una serie de análisis y pruebas que permitirán obtener una formulación base con sabor característico de la manzanilla endulzado panela en reemplazo de azúcares refinados. Además, se busca establecer la línea de proceso conforme a los equipos que se encuentran disponibles dentro de una línea de producción de cerveza artesanal, obteniendo un producto final que cumpla los requisitos implantados por la normativa ecuatoriana para una bebida no alcohólica.

CAPÍTULO 1

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción del problema

Hoy en día el mercado ecuatoriano busca brindar una variedad de productos que aparte de satisfacer las necesidades del consumidor, aporte con algún beneficio para su salud. Este hecho se fundamenta en las tendencias actuales que tiene la sociedad, la cual está optando por el consumo de productos más nutritivos y saludables con el fin de mejorar su calidad de vida. Hasta el año 2020, de acuerdo con un estudio de estimación de demanda en Ecuador, las bebidas no alcohólicas azucaradas siguen representando un alto porcentaje de consumo en el país, siendo la gaseosa la que más se produce, en comparación a las bebidas de bajo nivel calórico y de origen natural (Segovia, Orellana, & Sarmiento, 2020).

El Ecuador posee una diversidad de hierbas curativas y aromáticas, y gran parte de ellas necesita ser explotada, con el fin de poder impulsar la agricultura comunitaria (Willman, 2015). Normalmente estas hierbas medicinales se expenden en mercados nacionales en forma de bolsitas empacadas listas para preparar en infusiones o té. El problema se refleja al no darle un mayor valor agregado de lo que actualmente existe en el mercado. A pesar, de las propiedades que poseen, existe una escasez en la oferta en cuanto a la utilización variada de estas hierbas, es decir, no han sido aprovechadas en su totalidad por las industrias alimenticias. Por este motivo, se recurre a las plantas medicinales para incorporarlas en una bebida no alcohólica ni carbonatada, y así sacar ventaja de los efectos positivos en la salud que estas proporcionan, además, esto representaría un crecimiento económico para el país.

En este trabajo se afirma la necesidad que existe de crear una fórmula refrescante a partir de la manzanilla que pueda ser una nueva opción ante una gama de bebidas en el mercado, las cuales tienen un aporte nutricional muy bajo o carente. Por otro lado, se considerará a la tecnificación de las que ya existen en el medio, ajustándose a una planta productora de cerveza artesanal, la cual no está siendo utilizada en toda su capacidad por un limitante de tanques fermentadores. En el presente proyecto se plantea la factibilidad de implementar una línea de proceso para elaboración de una bebida que no requiera del proceso de fermentación y aprovechar su capacidad de producción.

1.2. Área de Estudio

El área de estudio del proyecto de titulación se sesga hacia una mejora a nivel de proceso, es decir, busca la adecuación del equipamiento para la producción de una bebida a base de manzanilla en las condiciones actuales de la línea.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo General

- Diseñar una línea de proceso para elaboración de una bebida a base de *Chamaemelum nobile* a partir de una línea elaboradora de cerveza artesanal.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Realizar un diseño experimental de mezclas para la obtención de la formulación de la bebida, considerando como ingrediente principal la hierba *Chamaemelum nobile* (manzanilla).
- Diseñar la línea de proceso acorde a los equipos que se tienen en planta, para la optimización de su capacidad operativa.
- Estimar los costos de producción de la bebida considerando la variabilidad y rentabilidad del proyecto en mención.

1.4. Justificación

En estos últimos años, ante la gran producción y disminución en el consumo de bebidas que contienen aditivos químicos, las industrias alimenticias han entrado en constantes cambios en cuanto a la tecnología y desarrollo de productos que aporten un valor nutricional que contribuya a mejorar la calidad de vida de los consumidores. Las empresas alimentarias se encuentran compitiendo entre ellos, todos enfocados en brindar un producto de calidad y cubriendo las necesidades del consumidor; una desventaja de aquello son los productos que cumplen las mismas funciones y que precisamente no están relacionados con las bebidas.

Las plantas medicinales tienen un gran impacto e interés sobre las empresas alimentarias, naturistas y farmacéuticas permitiéndoles desarrollar productos que ayudan a mejorar la salud (Pérez B. , 2013). La manzanilla y entre otras hierbas medicinales, contienen propiedades funcionales y se ha comprobado en estudios la efectividad curativa hacia algunos malestares en general (Akbar, 2020). Debido a esto, surge la necesidad de elaborar una bebida de manzanilla y que mediante los análisis sensoriales y fisicoquímicos que permitirán seleccionar y desarrollar un producto que cumpla con las necesidades de un grupo específico.

Esta propuesta innovadora, ayuda a la promoción de la industrialización de las plantas medicinales, proporcionando una nueva opción ante la diversidad de productos y así mismo crear una cultura al consumo de estas bebidas a nivel nacional. Mediante este proyecto se implementará una línea de proceso a escala semi-industrial para elaborar una bebida refrescante natural a base de manzanilla endulzada con panela, una gran alternativa para calmar la sed y que en parte se aprovechará de las bondades de esta hierba. A futuro lo que se requiere es obtener grandes ventajas económicas que permita construir nuevas alternativas de desarrollo productivo y expandirse en los mercados locales del país.

Este trabajo de titulación también se justifica con mejorar una línea de proceso que es utilizada para elaborar cerveza artesanal, lo que da la oportunidad de ajustar a las condiciones que se quiere llegar para obtener el producto objetivo; se requiere aplicar un método de conservación a la bebida principal como es la pasteurización, conservando sus propiedades organolépticas y funcionales de la manzanilla, ofreciendo un producto saludable, de buena calidad y seguro para el consumo.

CAPÍTULO 2

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Generalidades

La manzanilla, también conocida como *Chamaemelum nobile*, por varios años ha formado parte del hábitat silvestre y herbolaria tradicional en pueblos de Europa, Norteamérica, Asia y África. Ha sido ampliamente utilizada en la medicina tradicional por sus principales beneficios como un antiséptico, antibiótico, desinfectante y bactericida (Almeida, 2011). Esta especie vegetal puede ser comercializada como materia prima principal de muchas industrias alimenticias, cosmetología y medicina naturista e incluso han llegado ser exportadas y comercializadas en varios países de Europa. En Ecuador cuenta con aproximadamente 500 especies de hierbas medicinales, dónde 228 de ellas tienen un mayor uso y 125 son las que más se comercializan en mercados; además, el área destinada a estos cultivos corresponde a 600 hectáreas aproximadamente (Willman, 2015).

La manzanilla posee componentes activos que le brindan propiedades calmantes y de bienestar ante las enfermedades estomacales por lo que se recomienda el uso de esta planta aromática en forma de té o infusiones e incluso puede combinarse con otras hierbas para potenciar sus efectos (Escobar, 2007). En la actualidad, innovar productos que representen un beneficio para la salud es la nueva tendencia que se proyecta en los mercados a nivel mundial incluyendo al nuestro son estrategias que se plantean las grandes y pequeñas empresas productoras de bebidas.

En la industria de bebidas se registra un gran número de productos diversificados que van desde gaseosas, aguas, tés saborizados, jugos envasados, entre otros, que de acuerdo con las demandas o exigencias del consumidor existe una competencia muy grande en el mercado ecuatoriano e internacional (Segovia, Orellana, & Sarmiento, 2020). Según estudios, los ecuatorianos consumen alrededor de 1560 millones de litros por año de bebidas no alcohólicas y que en su mayor parte la gaseosa resulta ser la bebida que más se consume al nivel nacional por su gran aceptación en el mercado, cifras que han disminuido en estos tres últimos años, es decir, de los 53 litros de consumo per cápita disminuyó a 26 litros por persona al año de bebidas carbonatadas (Segovia, Orellana, & Sarmiento, 2020). Las cifras disminuyeron abruptamente debido a las grandes campañas que se realizaron en Ecuador por temas de salud y nutrición, además de las recomendaciones impartidas por la FAO y la OMS debido a los problemas de sobrepeso y obesidad (FAO & OPS, 2018). El consumo de bebidas azucaradas en general fue disminuyendo desde un 90% a un 60% frente a las bebidas de bajas calorías que del 9% se incrementaron a un 34% aproximadamente (AIBE; Grupo Spurrier, 2019).

En Ecuador, se estima que las ventas por volumen en donde intervienen el té preparado, concentrados entre otros, es alrededor de 1% al 3% (AIBE; Grupo Spurrier, 2019). La poca producción de las mismas se deben a varios factores: el desconocimiento de la forma de la producción, la carencia de estudios en la variedad de especies, el insuficiente nivel de investigación en abordar las propiedades funcionales, déficit de capacitaciones en los pequeños productores sobre el manejo de los cultivos e incluso el crecimiento de la población de las zonas rurales, lo que desfavorece al aprovechamiento de todos los recursos que se hallan en diferentes regiones del territorio nacional (Rivera, y otros, 2008).

2.2. Materias Primas

2.2.1. Manzanilla (*Chamaemelum nobile*)

Hierba aromática con fines medicinales comúnmente usada en la preparación de té o infusiones para aliviar dolores, inflamaciones o malestares gastrointestinales, también cumple la función de ser un antibacterial y antifúngico (Yamely, 2019). Es originaria de Europa y debido a la colonización crece en varias regiones de Latinoamérica, en climas semi cálidos, semisecos y templados, puede llegar hasta los 60 cm de altura (Castro, 2015). Se compone de partes verdes, con tallos finos y flores en la que se estructuran tubulares en el centro con lígulas blancas, siendo ésta la parte más usada por poseer aceites esenciales y sus principios activos (Aliaga & Acevedo, 2018).

Composición y propiedades

La mayor parte de sus componentes principales se encuentran en la parte superior, específicamente en la cabezuela que es representada por las flores. Estas poseen la esencia de la manzanilla, la cual suele ser extraída por destilación. Además, la hierba aromática posee compuestos como el ácido salicílico, ácido octílico, camazuleno, L-bisabolol, entre otros que brindan propiedades beneficiosas para los humanos (Moreta, 2010). La composición de la manzanilla es compleja, sin embargo, su ingesta tiene varios efectos medicinales como su poder antiinflamatorio, antiespasmódico, calmante, poder antimicrobiano, entre otros, que la catalogan como una planta medicinal ancestral (Cárdenas, 2009).

Cultivo en Ecuador

La manzanilla es cultivada en estado silvestre, mayormente en caminos, una mezcla con otros sembríos, potreros, jardines y en pequeños huertos. Las condiciones óptimas en las que esta hierba crece se dan en un clima seco con un rango de temperaturas de 10-18°C y una altitud 2000 a 2600 metros sobre el nivel del mar (Cárdenas, 2009). En las regiones Sierra y Amazonía, principalmente en las provincias de Loja, Morona Santiago, Azuay, Bolívar, Chimborazo, Tungurahua y Pichincha destinan parte de sus tierras a la producción de este tipo de hierba natural (El Comercio, 2013).

Procesamiento

La manzanilla además de ser comercializada en forma natural de planta también es comercializada en estado seco en bolsitas de té. Para llevar a cabo este proceso, se realiza una selección de las flores aromáticas para luego lavarlas y secarlas en bandejas a una temperatura de 40 – 45°C, estas deben ser colocadas de la forma que tenga una buena superficie de contacto con el aire. El tiempo de secado al aire es alrededor de 3 días hasta que alcance un nivel de humedad del 6%; por otro lado, si el secado se lo hace sin equipo, la materia prima tarda 10 días en secarse, pero esta no debe estar en contacto directo con el sol porque podría perder sus propiedades (Moreta, 2010).

2.2.2. Panela

Proveniente del jugo de caña de azúcar, una vez que este haya pasado por su proceso de evaporación para obtener la melaza cuya sacarosa ha sido cristalizada para ser transformada en panela. Este tipo de endulzante es de color oscuro debido a que no es refinado y gracias a ello contiene un alto contenido de minerales como potasio, calcio, cobre, magnesio, entre otros (Maciatti, 2014).

2.2.3. Botella de vidrio

El envase de vidrio es un material químicamente inerte, permite que el producto sea esterilizado dentro del mismo envase, y además posee propiedades que posibilitan que el alimento conserve sus características por más tiempo, por su impermeabilidad ante los líquidos, vapores y gases (SGS, 2009).

2.2.4. Conservante

El sorbato de potasio es la sal del ácido sórbico, es un polvo cristalino de color blanco usado principalmente en la conservación de varios alimentos (Cedeño & Vera, 2017). Posee propiedades fungicidas y bactericidas, no es recomendable usar este compuesto en productos cuyo proceso de elaboración intervenga la fermentación (Pérez B. , 2013).

2.3. Etapas del proceso y equipos

En la tabla 1 a continuación se detallan las etapas del proceso para la elaboración de la bebida de hierba aromática de manzanilla con panela.

Tabla 1 Detalle de las etapas del proceso

Etapa	Descripción	Referencia
Pesado	Una vez receptada la materia prima, y después de ser lavada y clasificada, la misma procede a ser pesada en base a la formulación final de la bebida.	(Ardila & García, 2015)
Purificación del agua	El agua potable proveniente del servicio de Interagua de la ciudad de Guayaquil es filtrada por osmosis inversa. Una vez terminado este proceso, el agua pasa a calentarse para realizar el proceso de cocción.	(Solis, 2017)
Cocción	Los ingredientes, la manzanilla y panela son agregados al agua caliente (100°C) para la etapa de la cocción de acuerdo con los parámetros del proceso. Durante esta fase el agua tomará coloración amarilla característica de la manzanilla y color caramelo por la añadidura de la panela.	(Marcillo & Naranjo, 2012)
Tamizado	Una vez finalizado el proceso de cocción, los tallos y las flores de la hierba aromática deben ser retirados del componente líquido a través del filtro que se encuentra en el tanque maceración. Luego, se deja que la bebida caliente llegue a una temperatura entre 65 - 70 °C para que pase a ser enfriada.	(Marcillo & Naranjo, 2012)
Enfriamiento	El enfriamiento se realiza a una temperatura de 35°C, a través de un intercambiador de calor de serpentín que utiliza agua fría a 15 °C. El proceso es rápido para que posteriormente el producto sea envasado en botellas de vidrio de 300 ml.	(Pérez, Pérez, Heredia, & Pazos, 2019)
Envasado y etiquetado	Previo al envasado, las botellas son desinfectadas con un limpiador de botellas semi-manual. Luego el producto una vez enfriado se envasa en frío de manera aséptica y es finalmente etiquetado.	(BMI Machines LLC., 2020)

Fuente: Autor.

Los equipos utilizados para la producción de la bebida de manzanilla con panela se detallan en la tabla 2.

Tabla 2 Equipos para la elaboración de la bebida

Equipo	Descripción	Referencia
Báscula	Se pesa la materia prima de acuerdo con lo que se requiere en la formulación para la bebida. La capacidad que posee el equipo es de hasta 6 kg.	(PCE, 2016)
Filtro de osmosis inversa	El filtro consta una membrana semipermeable con el fin de separar los metales pesados, microorganismos, el exceso de sales o de sustancias tóxicas del fluido.	(Solis, 2017)
Limpiador de botellas	El limpiador tiene la capacidad de limpiar y desinfectar 24 botellas simultáneamente, las cuales pasan por etapas de prelavado, lavado y desinfección para mantener las propiedades de un recipiente aséptico.	(Gebo Cermex, 2015)
Bomba	Proporciona la energía necesaria para el transporte de los fluidos que pasan a través de las tuberías. Para aquellos de baja viscosidad se utiliza una bomba de tipo centrífuga. Esta se caracteriza por la transformación de la energía mecánica en hidráulica.	(Medina & Gallo, 2021), (Domínguez, 2020)
Tanque calentador de agua	El equipo es utilizado para transferir calor en el proceso de calentamiento de agua a grandes volúmenes. El agua dentro del equipo puede ser calentada a través de resistencias, vapor o gas.	(Magusa, 2017)
Tanque macerador	Permite realizar la cocción de la bebida, filtrarla y agitarla, debido a que posee un filtro interno y un brazo agitador que posibilita la mezcla.	(Brito & Galarza, 2020)
Intercambiador de calor de serpentín	El principio de transferencia de calor del equipo es a través de convección y conducción. Dentro del equipo circulan dos fluidos a diferentes temperaturas y direcciones. El gradiente de temperaturas permite el intercambio de calor entre ambos fluidos.	(Astralpool, 2009)
Llenadora	Utilizada para depositar el volumen deseado de la bebida en los envases. El nivel de precisión y la velocidad con la cual el líquido es colocado en las botellas por gravedad, hace que sea indispensable para el proceso.	(Medina & Gallo, 2021)

Fuente: Autor.

2.4. Diseño de las instalaciones

El diseño de las instalaciones de una planta manufacturera influye directamente en la productividad y rentabilidad de una compañía. Es un factor que afecta los costos, producción e inclusive la calidad del producto, debido a esto, el diseño de las instalaciones es un desafío ingenieril que requiere de organización y criterios para la toma de decisiones. Un buen diseño debe promover el uso eficiente de los recursos, equipos, espacios, instalaciones y energía. El diseño engloba la distribución y el flujo de materiales que circulan en la planta como materia prima y el personal, la mejora de estos permite que la producción sea más eficiente y así se disminuyan costos (Meyers & Stephens, 2006). Para obtener un buen resultado en el diseño, el ingeniero puede implementar la metodología SLP (*Planeación Sistemática de la Distribución de Planta*) la cual ofrece un esquema de los pasos a seguir para un correcto diseño, satisfaciendo las necesidades de la planta, optimizando costos y tiempos de producción (Casp, 2005).

2.5. Evaluación Sensorial

La evaluación sensorial de los productos alimenticios es una disciplina científica utilizada para analizar e interpretar las respuestas a ciertas características de los alimentos y cómo estos son percibidos por los sentidos humanos: olfato, gusto, visión, tacto y audición. Para la evaluación sensorial de alimentos existen dos métodos principales: el primero es la prueba de afectiva que evalúa la preferencia o aceptabilidad que tienen los consumidores ante un producto; la segunda metodología es la prueba analítica que se subdivide en los test de discriminación y descripción, los cuales analizan los atributos específicos del alimento en cuanto a las preferencias de los consumidores (Mason & Nottingham, 2002).

2.5.1. Prueba de aceptación

Es un tipo de evaluación que permite evaluar la aceptabilidad que tiene un alimento para el consumidor, a través del uso de escalas que posibilitan obtener una calificación para el nivel de agrado o desagrado sobre el producto. La escala facilita la medición de la aceptación sensorial que tiene un producto, siendo un método de elección simple para el consumidor que proporciona datos cuantitativos para el análisis estadístico. El tipo de escala más utilizada es la hedónica de 9 niveles, por su especificidad y facilidad en pruebas de aceptación (Lawless & Heymann, 2010).

2.6. Caracterización del producto final

Se pretende ofrecer una bebida aromática a base de manzanilla endulzada con panela. Es un producto de consumo masivo que va dirigido al grupo de personas que buscan bebidas con características más naturales. Este brebaje, además de ser refrescante, aportará varios beneficios que otorga la manzanilla como calmante, relajante, ayudante de problemas estomacales, entre otros debido a su pH casi neutro. La presentación hacia el mercado será en botella de vidrio transparente con un contenido de 300 ml. Se conserva al medio ambiente debido al proceso de pasteurización, pero es preferible que sea refrigerado antes de su consumo.

CAPÍTULO 3

3. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

El diseño del proyecto de titulación se fundamentó en la obtención de la formulación base para la elaboración de una bebida de manzanilla endulzada con panela que fuese capaz de adaptarse a una línea de proceso de cerveza artesanal. La experimentación inició con las pruebas preliminares realizadas en la línea, en la que se definió una proyección de una fórmula para la bebida en la cual se trabajó para hacer el diseño de experimentos con distintos porcentajes con rangos variaciones a la inicial. El análisis experimental se realizó bajo los resultados de los análisis fisicoquímicos ejecutados en las bebidas. Después de obtener la formulación de acuerdo con la solución del software estadístico se desarrolló una prueba sensorial para determinar la aceptabilidad de la bebida. Finalmente, se estableció la línea de proceso de la bebida para calcular el nivel de producción y los costos que se generan a partir de ello.

3.1. Formulación

La formulación del producto se desarrolló a través de ensayos con la variación en los porcentajes de los ingredientes principales de la bebida: agua, manzanilla y panela. Este proceso se lo realizó con el fin de determinar la formulación óptima que cumpliera con las características fisicoquímicas y sensoriales de una bebida de calidad. En la tabla 3 se muestran los valores en porcentajes y la cantidad para producir 20 litros, utilizados como referencia de punto de partida inicial para la elaboración de la bebida.

Tabla 3 Fórmulación referencial de la bebida de manzanilla

Ingredientes	Porcentaje (%)	Cantidad (kg)
Agua	93	20
Panela	4,7	1,0
Manzanilla	1,9	0,4
Sorbato de Potasio	0,1	0,03
Total	100	21,43

Fuente: Autor

3.2. Análisis del diseño experimental

El diseño de experimentos utilizado para la determinación de la formulación de la bebida fue un diseño de mezclas. La experimentación fue escogida debido a que el producto en desarrollo consta de varios componentes y la respuesta a obtener depende de las proporciones a la que fueron añadidas de cada uno de ellos. Se utilizaron tres factores para la experimentación: porcentaje de agua, manzanilla y el de panela; las variables respuestas fueron tres parámetros: Brix, pH y acidez, con dos réplicas cada uno. El objetivo de este análisis estadístico fue determinar el porcentaje en el que cada ingrediente debe participar en la formulación deseada que cumpla con las características fisicoquímicas especificadas en la normativa INEN 2304.

En la tabla 4 se presentan los niveles de mínimos y máximos de cada uno de los factores que se evaluaron, cantidad de agua, manzanilla y panela. En el software utilizado, se definió un número de 10 tratamientos, es decir que por cada variable respuesta se obtuvieron 10 resultados, adicionando una réplica.

Tabla 4 Componentes variables de la formulación de la bebida con sus niveles

Ingredientes	Mínimo	Máximo
Agua	0,9142	0,9502
Manzanilla	0,0356	0,0716
Panela	0,0142	0,0502
Total	0,9640	1,0720

Fuente: Autor

Dentro de la formulación, el conservante del producto, sorbato de potasio, fue considerado como constante. En la tabla 5 se detallan los 10 tratamientos que se evaluaron para diseño de mezclas; estos se encuentran dentro del rango establecido que se mostró en la tabla 4.

Tabla 5 Tratamientos para determinación de la formulación de bebida

N° de tratamiento	Agua	Panela	Manzanilla
1	0,9502	0,0356	0,0142
2	0,9142	0,0716	0,0142
3	0,9142	0,0356	0,0502
4	0,9262	0,0596	0,0142
5	0,9262	0,0356	0,0382
6	0,9142	0,0476	0,0382
7	0,9382	0,0476	0,0142
8	0,9382	0,0356	0,0262
9	0,9142	0,0596	0,0262
10	0,9262	0,0476	0,0262

Fuente: Autor

La realización del análisis estadístico tuvo como objetivo identificar la relación de las variables dependientes (agua, panela y manzanilla) con las variables independientes que corresponde a las propiedades fisicoquímicas y así determinar el modelo estadístico que más se ajusta a estas para la obtención de la formulación de la bebida.

3.3. Análisis Fisicoquímico

Los análisis bromatológicos fueron elaborados de acuerdo con la Normativa Técnica Ecuatoriana INEN 2304, Refrescos o bebidas no carbonatadas, en la cual se establece que la bebida no carbonatada debe cumplir con los requisitos fisicoquímicos que se indican en la tabla 4.

Tabla 6 Requisitos físicos y químicos para refrescos o bebidas no carbonatas

Requisitos	Unidad	Mínimo	Máximo	Método de ensayo
Sólidos solubles a 20°C, fracción másica como % de sacarosa	° Brix	0	15	NTE INEN-ISO 2173
pH a 20°C	pH	2,0	4,5	NTE INEN-ISO 1842
Acidez titulable, como ácido cítrico a 20°C	g/100 mL	0,1	-	NT INEN-ISO 750

Fuente: Autor.

3.3.1. Sólidos solubles

La determinación de sólidos solubles en la bebida no carbonatada se realizó por duplicado a través del método refractométrico, de acuerdo con la norma INEN-ISO 2173. En la normativa se indica que el contenido de sólidos solubles se determina conociendo el índice de refracción de la concentración de sacarosa en una solución acuosa en condiciones de concentración y temperatura especificadas.

3.3.2. Acidez titulable

En este ensayo se determinó la acidez titulable de acuerdo con la norma INEN 750: Productos vegetales y de frutas – Determinación de la acidez titulable. La metodología que se aplicó fue utilizando un indicador de color para conocer el punto final de la titulación. Los reactivos de grado analítico para el ensayo fueron el hidróxido de sodio (0,1 M) y fenolftaleína en 10 g/l de etanol al 95%. El factor de corrección para el valor del ácido con mayor porcentaje en la bebida fue de 0,064.

3.4. Prueba sensorial

3.4.1. Prueba de aceptación

Para la determinación de la aceptabilidad que tuvo la bebida con su formulación final,

se requirió de 30 panelistas. Se utilizó una escala hedónica de 9 puntos para obtener mayor especificidad en las respuestas. En el anexo A se detalla el formato utilizado para la evaluación de aceptabilidad de la bebida, y en la tabla 5 se muestra el valor numérico asignado para cada uno de los niveles de la escala hedónica.

Tabla 7 Escala hedónica de 9 puntos

Valor	Escala con grado de aceptabilidad
9	Me gusta extremadamente
8	Me gusta mucho
7	Me gusta moderadamente
6	Me gusta ligeramente
5	Ni me gusta ni me disgusta
4	Me disgusta ligeramente
3	Me disgusta moderadamente
2	Me disgusta mucho
1	Me disgusta extremadamente

Fuente: (Mason & Nottingham, 2002)

3.5. Diseño de la línea

Para la elaboración del diseño de la línea, inicialmente se realizaron los diagramas de procesos, el de flujo y el de recorrido que fueron necesarios para el levantamiento de información y para realizar la representación gráfica.

Diagrama de flujo

En este diagrama se presentó el flujo del proceso de elaboración de la bebida de manzanilla con sus respectivos parámetros de procesamiento. Específicamente en este diagrama se mostró las temperaturas y los tiempos de cada una de las etapas como la pasteurización y envasado.

Diagrama de recorrido

El diagrama de recorrido presentó gráficamente el tipo de actividades que se realiza en cada etapa del proceso y cómo este esquema indicó las operaciones precisas para elaborar el producto. Además, este diagrama permitió orientar la relación que existe en cada una de las operaciones de manera secuencial. Para su ejecución fue necesario aplicar la simbología establecida por *American Society of Mechanical Engineers (ASME)*, la cual se muestra en la figura 1.

Figura 1 Simbología estandarizada para elaboración del diagrama de recorrido

Símbolos y acción en los diagramas de flujo*		Símbolos para identificar actividades y áreas		Blanco y negro	Identificación por color
○	Operación	○	Proceso o fabricación		Verde**
		○	Montaje		Rojo**
▽	Almacenamiento	▽	Actividades/áreas de almacén		Naranja Amarillo**
⇒	Transporte	⇒	Actividades/áreas de transporte		Naranja Amarillo**
□	Inspección	□	Áreas de control/inspección		Azul**
D	Espera	D	Áreas de espera		Naranja Amarillo**
			Áreas/actividades de servicios		Azul**
			Oficinas, administración		Marrón** (Gris)

Fuente: (Casp, 2005)

3.6. Flujo de producción

Los volúmenes de producción se analizaron a través de los resultados calculados de acuerdo con las capacidades de los equipos que tiene la línea de proceso. Estos fueron necesarios para el análisis del tiempo y la cantidad de producción en cada batch de la línea de proceso. Adicionalmente, se utilizó el diagrama de Gantt, el cual fue necesario para conocer los tiempos de cada una de las etapas del proceso. El diagrama permitió identificar los cuellos de botella que están en la línea. La finalidad de su elaboración fue el de analizar y visualizar parte de la planificación del sistema productivo de la línea.

3.7. Costos

Se realizó una estimación de costos de producción, en la cual se consideraron los principales factores variables inmersos en la elaboración del producto, como la materia prima, mano de obra e insumos. Además de los costos fijos que tendría el proceso para la producción de la bebida. El análisis financiero involucró la realización de un flujo de caja y la determinación del punto de equilibrio para la factibilidad de futuras ventas del producto.

CAPÍTULO 4

4. RESULTADOS

4.1. Análisis bromatológico

Los resultados de los análisis fisicoquímicos se presentan en la tabla 8, estos fueron obtenidos por duplicado y sus ensayos se realizaron de acuerdo con las normativas INEN 2173, 1842 y 7450 para medir los ° Brix, pH y acidez, respectivamente en cada una de las formulaciones.

Tabla 8 Resultados de Brix, pH y acidez por duplicado

N° de tratamiento	° Brix ($\pm 0,1$)		pH ($\pm 0,001$)		Acidez ($\pm 0,001$)	
	Lectura 1	Lectura 2	Lectura 1	Lectura 2	Lectura 1	Lectura 2
1	2,8	2,8	6,337	6,339	0,006	0,006
2	7,4	7,5	6,201	6,198	0,011	0,009
3	2,7	2,8	6,335	6,339	0,006	0,006
4	7,2	7,2	6,206	6,201	0,010	0,011
5	2,6	2,6	6,326	6,333	0,006	0,006
6	6,2	6,1	6,243	6,254	0,008	0,008
7	6,1	6,1	6,312	3,313	0,008	0,008
8	2,8	2,7	6,328	6,331	0,007	0,006
9	6,9	7,1	6,207	6,205	0,009	0,009
10	5,7	5,8	6,216	6,217	0,008	0,008

Fuente: Autor

4.2. Diseño Experimental

El análisis del diseño experimental fue realizado a través de un software estadístico, en este se ingresaron los valores resultantes de los análisis bromatológicos de los parámetros de ° Brix, pH y acidez, que representan a las variables dependientes, además de los tratamientos generados por el mismo programa con los respectivos factores evaluados (agua, manzanilla y panela), como variables dependientes. En la tabla 9 se detallan los valores obtenidos de los ensayos correspondientes para cada uno de los tratamientos junto a su réplica.

Una vez obtenidos las respuestas de los parámetros, a estas se les realizó un análisis de varianza ANOVA con un nivel de confianza del 95%. Con este análisis se pudo obtener el modelo matemático (lineal, cuadrático y cúbico) que más se ajustaba a los resultados obtenidos. En el anexo B se detallan los análisis de varianza correspondiente a ° Brix, pH y acidez.

Tabla 9 Datos de las variables independientes y dependientes

N° de Tratamiento	Variables Independientes (kg)			Variables Dependientes		
	Agua	Panela	Manzanilla	° Brix	pH	Acidez
1	0,9502	0,0356	0,0142	2,8	6,337	0,0064
2	0,9142	0,0716	0,0142	7,4	6,201	0,0109
3	0,9142	0,0356	0,0502	2,7	6,335	0,0063
4	0,9262	0,0596	0,0142	7,2	6,206	0,0102
5	0,9262	0,0356	0,0382	2,6	6,326	0,0064
6	0,9142	0,0476	0,0382	6,2	6,243	0,0077
7	0,9382	0,0476	0,0142	6,1	6,312	0,0077
8	0,9382	0,0356	0,0262	2,8	6,328	0,0067
9	0,9142	0,0596	0,0262	6,9	6,207	0,0090
10	0,9262	0,0476	0,0262	5,7	6,216	0,0083
11	0,9502	0,0356	0,0142	2,8	6,339	0,0064
12	0,9142	0,0716	0,0142	7,5	6,198	0,0090
13	0,9142	0,0356	0,0502	2,8	6,339	0,0063
14	0,9262	0,0596	0,0142	7,2	6,201	0,0109
15	0,9262	0,0356	0,0382	2,6	6,333	0,0064
16	0,9142	0,0476	0,0382	6,1	6,254	0,0077
17	0,9382	0,0476	0,0142	6,1	6,313	0,0077
18	0,9382	0,0356	0,0262	2,7	6,331	0,0064
19	0,9142	0,0596	0,0262	7,1	6,205	0,0090

Fuente: Autor

De acuerdo con los resultados del análisis de varianza ANOVA que se muestran en la tabla 10, se trabajó con el modelo matemático lineal para las variables pH y acidez, y el modelo cuadrático para la variable ° Brix debido a que en estos modelos el valor p se mantenía menor a 0,05, es decir que la ecuación predictora se ajusta más a las variables respuestas. Sin embargo, el valor de R cuadrado ajustado para cada una de las variables no resultaron ser tan próximas a 0,999 en comparación a los valores resultantes con los otros modelos matemáticos por la varianza que se obtuvo de los análisis de ° Brix, pH y acidez.

Tabla 10 Valores de p y R² ajustado resultante de ANOVA

Modelo matemático	Brix		pH		Acidez	
	p	R ² ajustado	p	R ² ajustado	p	R ² ajustado
Lineal	0,0013	0,8091	0,0034	0,7452	0,00002	0,9402
Cuadrado	0,0105	0,9745	0,3295	0,7949	0,52685	0,9367
Cúbico	0,8396	0,9666	0,2254	0,8456	0,59219	0,9246

Fuente: Autor

Las ecuaciones lineales de cada una de las variables respuesta se muestran en la tabla 11, teniendo en cuenta que las variables A, B y C corresponden a la cantidad de agua, panela y manzanilla respectivamente.

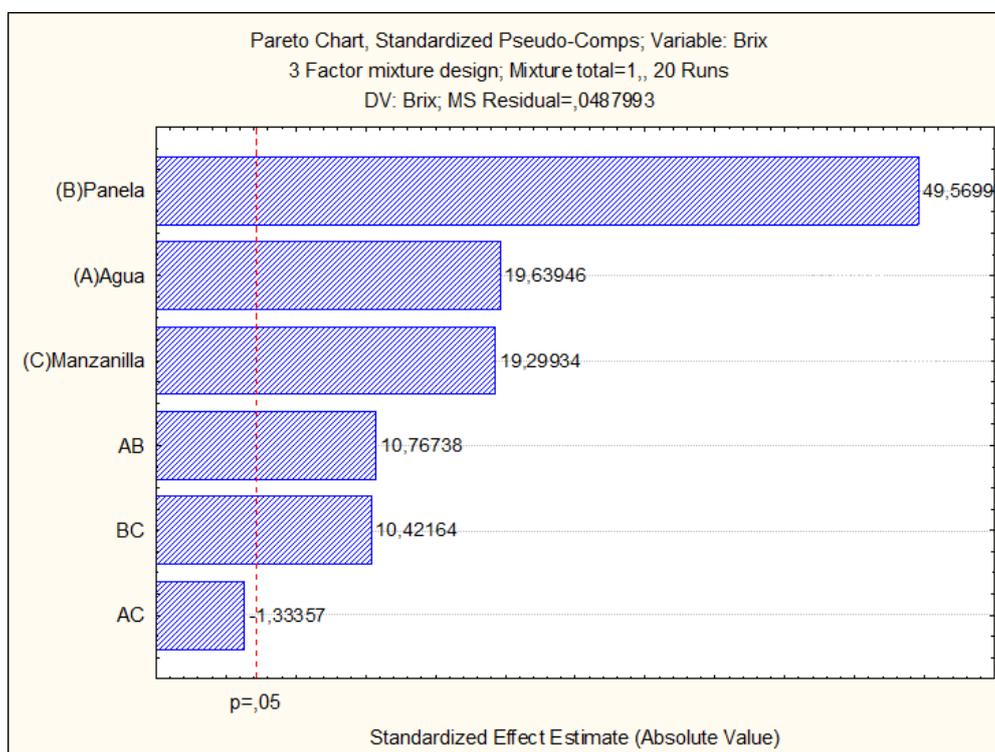
Tabla 11 Ecuaciones de las variables dependientes

Variabes	Ecuación
Brix	$Brix = -14,50 A - 4726,46 B + 5406,75AB + 5233,13BC$
pH	$pH = 6,3367 A + 6,1689 B + 6,3077 C$
Acidez	$Acidez = 0,0066 A + 0,0110 B + 0,0062 C$

Fuente: Autor

La visualización gráfica de los efectos que tienen las variables independientes dentro de las variables dependientes se presenta en los diagramas de Pareto que se muestran en la Figura 2, 3 y 4.

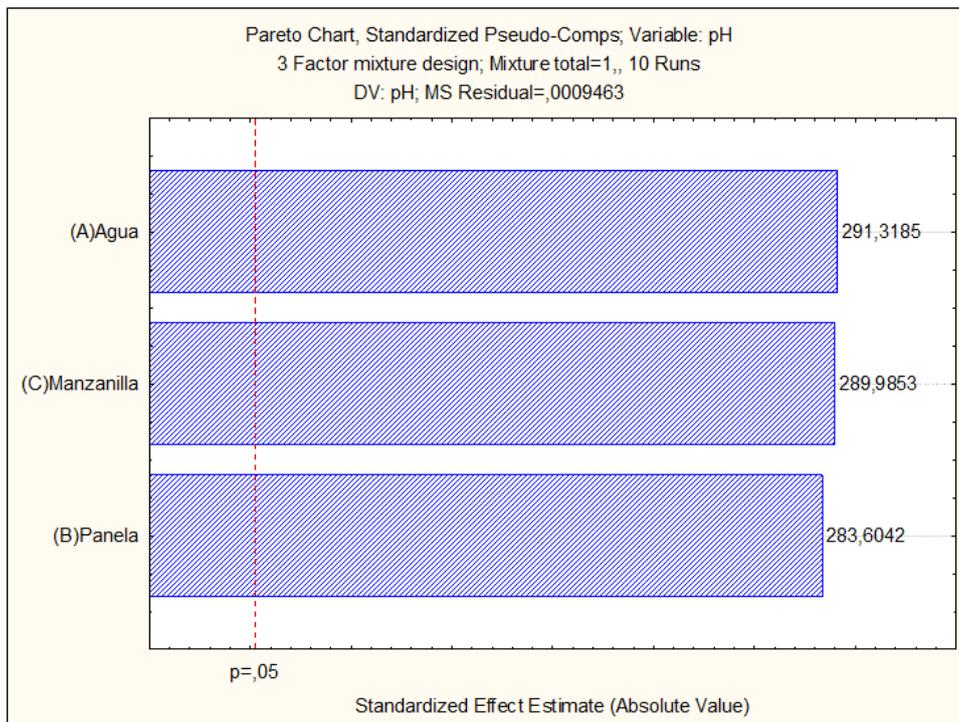
Figura 2 Diagrama de Pareto de la variable Brix



Fuente: Autor

En la figura 2 se observa que la panela tiene una influencia significativa en cuanto a los resultados obtenidos en los grados brix de la bebida. La multiplicación de las variables A y C (agua y manzanilla) no tienen efecto sobre los resultados en los grados Brix. Lo cual está dentro de un cuadro lógico debido a que es un parámetro que mide los sólidos solubles dentro de una solución para determinar el contenido de sacarosa. Por otro lado, la figura 3 muestra que cada una de las variables independientes tienen un efecto significativo similar en cuanto al valor de pH de las bebidas.

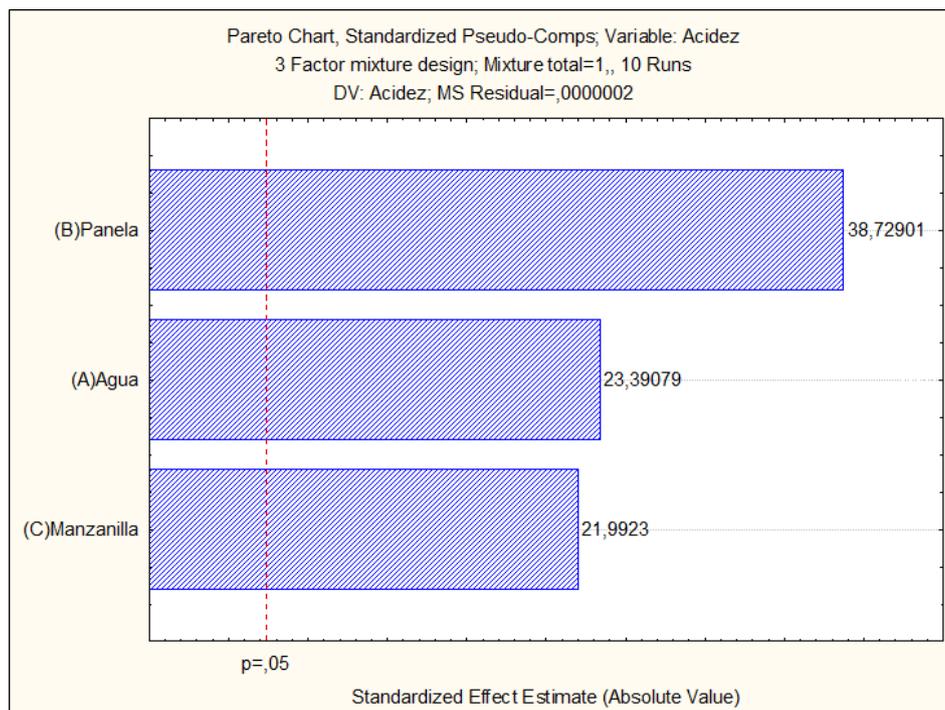
Figura 3 Diagrama de Pareto de la variable pH



Fuente: Autor

Se observa que en la Figura 4, la variable independiente panela tiene un efecto significativo en el parámetro de la acidez, es decir que entre más panela tiene la bebida, mayor será el nivel de acidez.

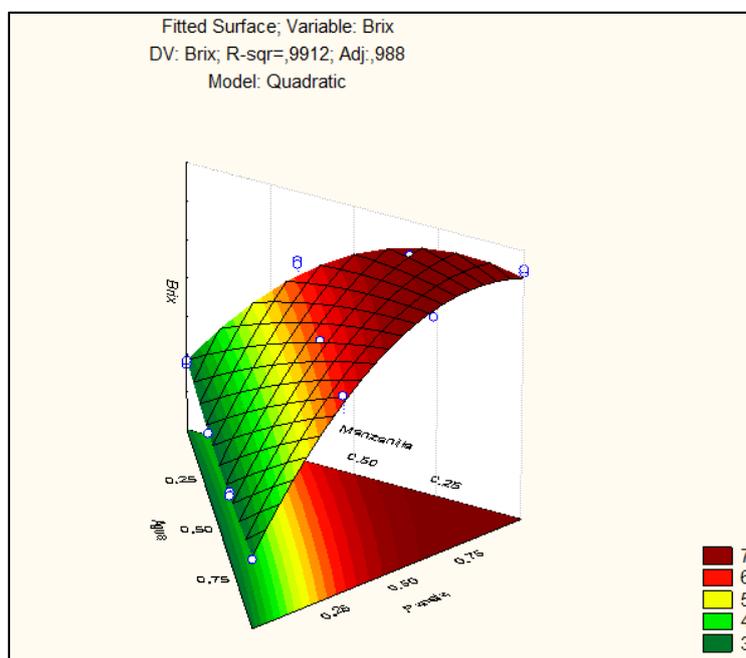
Figura 4 Diagrama de Pareto de la variable Acidez



Fuente: Autor

Además de las gráficas de Pareto, se obtuvieron las gráficas de superficie ajustadas de los parámetros evaluados. En estas se muestra la relación que hay entre las variables independientes (agua, manzanilla y panela) y cada una de las variables dependientes ($^{\circ}$ Brix, pH y acidez). En estas se observa la variación de color desde verde a rojo oscuro, entre más rojo sea el color, significa que la variable tiene mayor efecto sobre el parámetro evaluado. En la Figura 5 se muestra que la concentración de panela tiene mayor efecto sobre la variable $^{\circ}$ Brix, en comparación a la manzanilla y el agua que poseen un reducido contenido de sólidos dentro de la bebida.

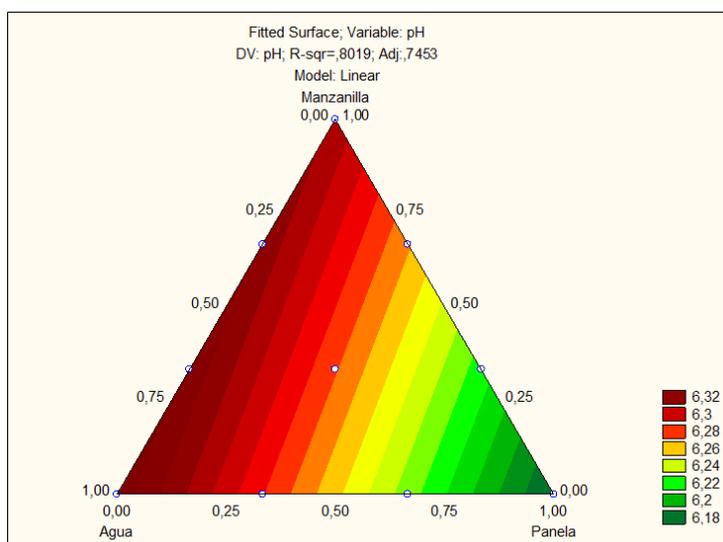
Figura 5 Diagrama de superficie ajustada de la variable Brix



Fuente: Autor

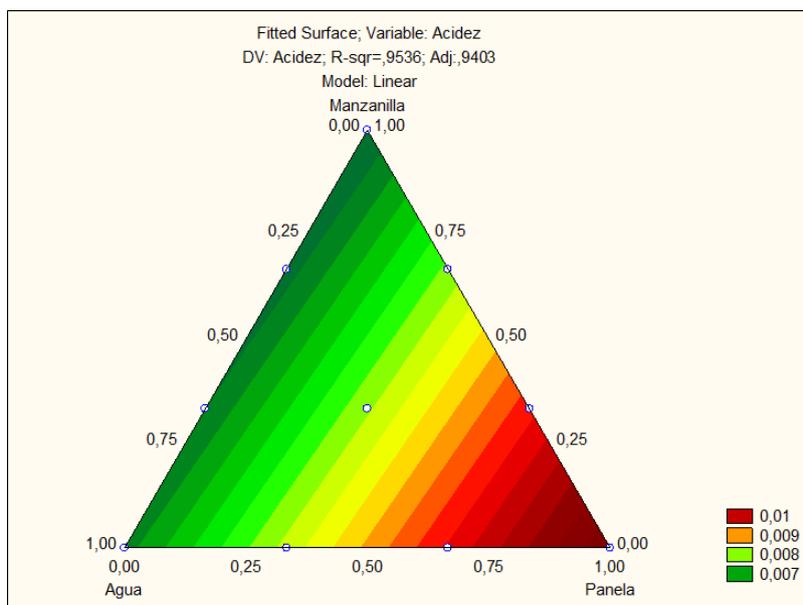
En la Figura 6 se observa que el agua tiene mayor influencia en la variable pH, seguido de la manzanilla. Es decir que a mayor contenido de agua o de manzanilla, la acidez de la bebida disminuye.

Figura 6 Diagrama de superficie ajustada de la variable pH



Por último, en la Figura 7 indica que la panela ejerce un mayor efecto sobre la variable acidez y que la manzanilla es el componente que menos influye sobre este debido a que el color verde es mucho más intenso en el lado de la manzanilla.

Figura 7 Diagrama de superficie ajustada de la variable Acidez



Fuente: Autor

4.3. Formulación

Para pronosticar la formulación idónea se definió el perfil de los valores mínimos y máximos de la variable Brix, en la tabla 12 se muestra el perfil de deseabilidad que fue necesaria para hacer el pronóstico de la formulación final.

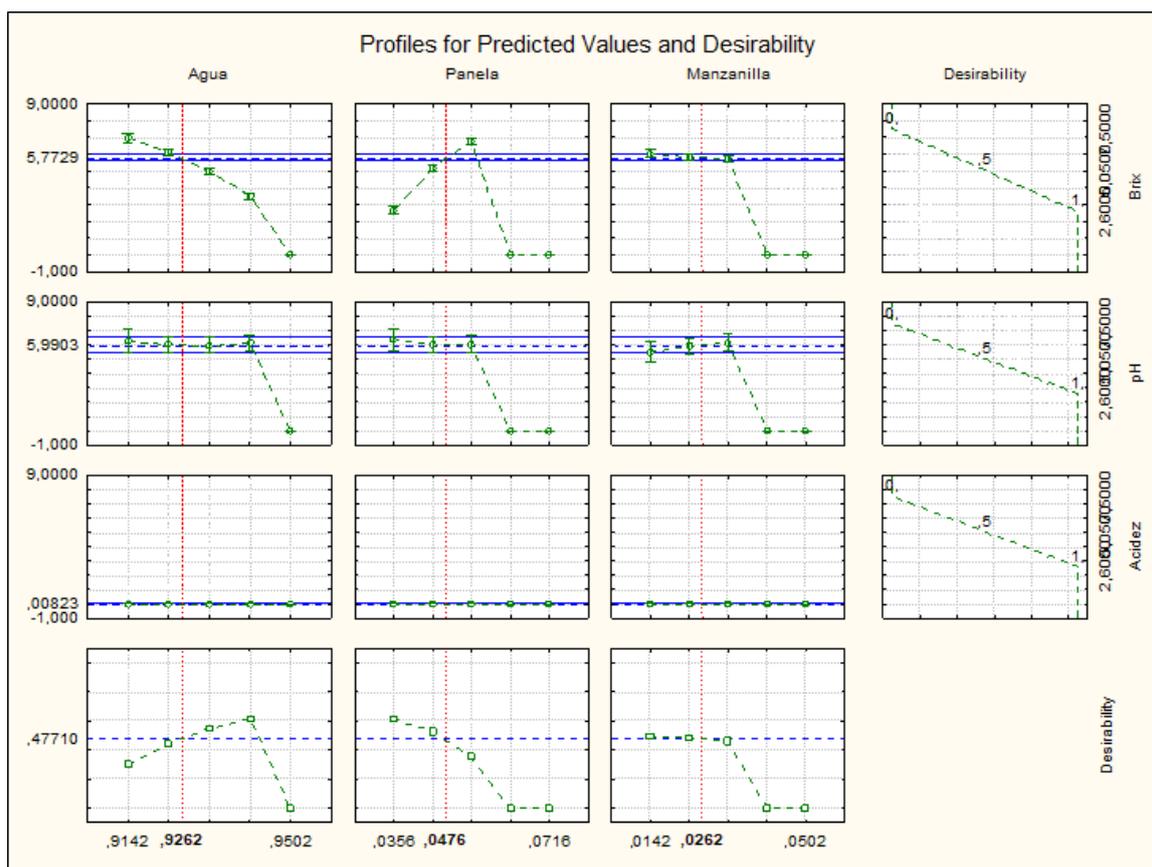
Tabla 12 Niveles de deseabilidad para la variable Brix

Niveles	Variable dependiente	Nivel de deseabilidad
	° Brix	° Brix
Mínimo	2,6	1
Intermedio	5,05	0,5
Máximo	7,5	0

Fuente: Autor

En la figura 8 se puede observar el gráfico de predicción y deseabilidad, en el cual indica en la parte inferior la formulación óptima de acuerdo con los estándares deseados.

Figura 8 Perfiles de valores deseados y pronosticados



Fuente: Autor

La formulación idónea corresponde al tratamiento 10, el cual se detalla en la tabla 13 junto con sus parámetros alcanzados. A esta fórmula de bebida se le realizó la evaluación sensorial de aceptabilidad.

Tabla 13 Resultado de la formulación obtenida del software

Formulación		Parámetros		
Ingredientes	Resultado (%)	° Brix	pH	Acidez
Agua	92,62	5,7	6,216	0,0083
Panela	4,76			
Manzanilla	2,62			

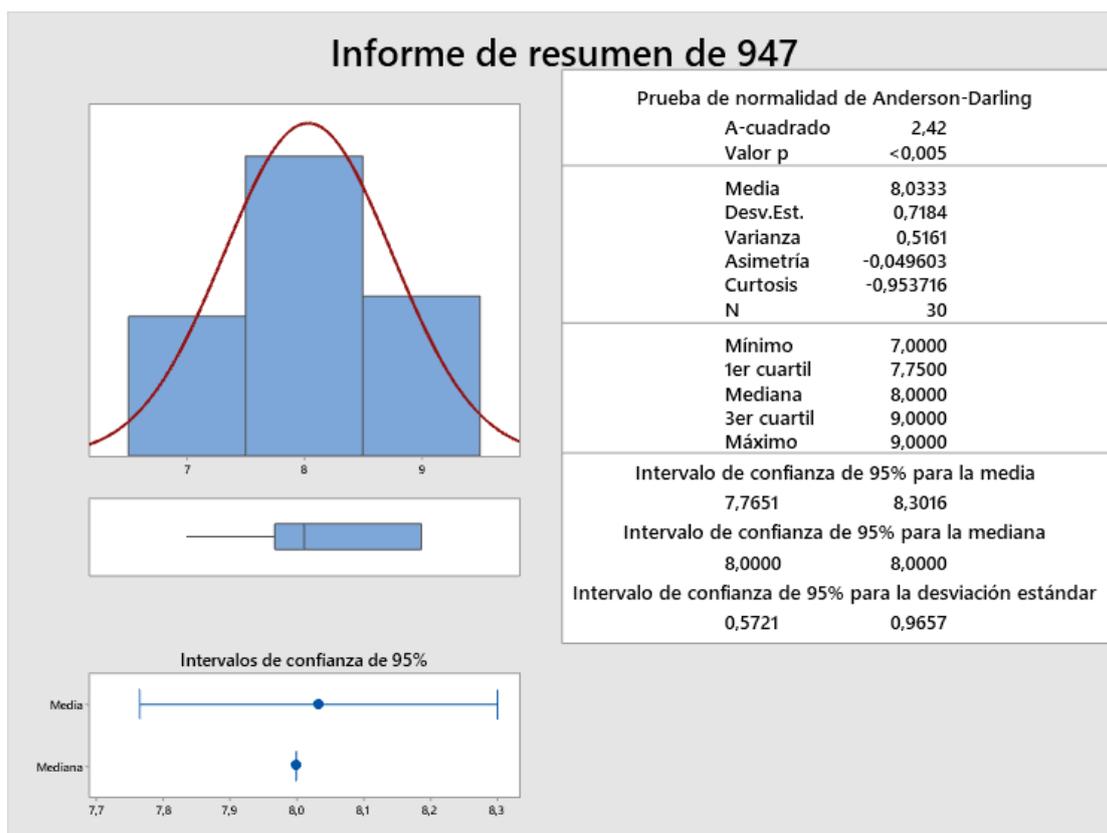
Fuente: Autor

En los resultados, cabe indicar que los valores de pH están por encima de lo requerido por la normativa INEN 2304 ($\text{pH} < 4,5$), por lo cual es necesario que en el proceso se considere trabajar a temperaturas cercanas a 100°C durante la pasteurización, y una vez envasado el producto, incorporar una cadena de frío para su comercialización como lo recomiendan Ana Sederati y Suchart Chaven, en una revisión bibliográfica de los sistemas de seguridad alimentaria para bebidas asépticas de baja acidez (Chaven & Sederati, 2012). Otra alternativa, sería la incorporación de un aditivo acidulante como lo son el ácido cítrico o el ácido ascórbico (Sylwia, y otros, 2020).

4.4. Prueba sensorial y análisis estadístico

La evaluación tuvo el objetivo de determinar el grado de aceptabilidad que tuvo el tratamiento 10 de la bebida de manzanilla con panela a través de una prueba sensorial de aceptación con escala hedónica. Se requirieron de 30 muestras codificadas como “947” y 30 panelistas no entrenados para la prueba sensorial. Los resultados tabulados se adjuntaron en el anexo C y estos fueron analizados en el software Minitab versión 19, con un nivel de confianza del 95%. Se realizó una prueba de normalidad para conocer el comportamiento de ellos como se muestra en la figura 9, y así determinar si estos tendían a ser paramétricos o no, para continuar con el análisis.

Figura 9 Resumen estadístico de la evaluación sensorial



Fuente: Autor

El resumen gráfico de la Figura 9 indica que los datos no se comportan de manera normal debido a que el valor p es menor a 0.005. Esto quiere decir que los datos no siguen una distribución normal y se analizaron con una prueba no paramétrica; en este caso fue el test “Signo para 1 muestra” la cual utiliza la mediana de los datos para comparar con una mediana propuesta. En la tabla 14 se detallan las hipótesis que se comprobaron con el test.

Tabla 14 Hipótesis para prueba “Signo para 1 muestra”

Hipótesis	
H_0 :	La muestra 947 tiene un grado de aceptabilidad mayor o igual a un “Me gusta moderadamente” $H_0 = \tilde{X}_1 \geq 7$
H_1 :	La muestra 947 tiene un grado de aceptabilidad menor a un “Me gusta moderadamente” $H_1 = \tilde{X}_1 < 7$

Fuente: Autor

En la Figura 10 se observa que el valor p obtenido es de 1, indicando que es mayor a 0.05 y por lo tanto se acepta la hipótesis nula con un nivel de confianza del 95%. Es decir, que la muestra 947 tiene un grado de aceptabilidad mayor o igual a un “me gusta moderadamente” por parte de los panelistas.

Figura 10 Prueba de signos para muestra 947

Método				
η : mediana de 947				
Estadísticas descriptivas				
Muestra	N	Mediana		
947	30	8		
Prueba				
Hipótesis nula		$H_0: \eta = 7$		
Hipótesis alterna		$H_1: \eta < 7$		
Muestra	Número < 7	Número = 7	Número > 7	Valor p
947	0	7	23	1,000

Fuente: Autor

Adicionalmente se procedió a calcular el porcentaje de aceptabilidad de la muestra 947 de acuerdo con los datos obtenidos de la Figura 10.

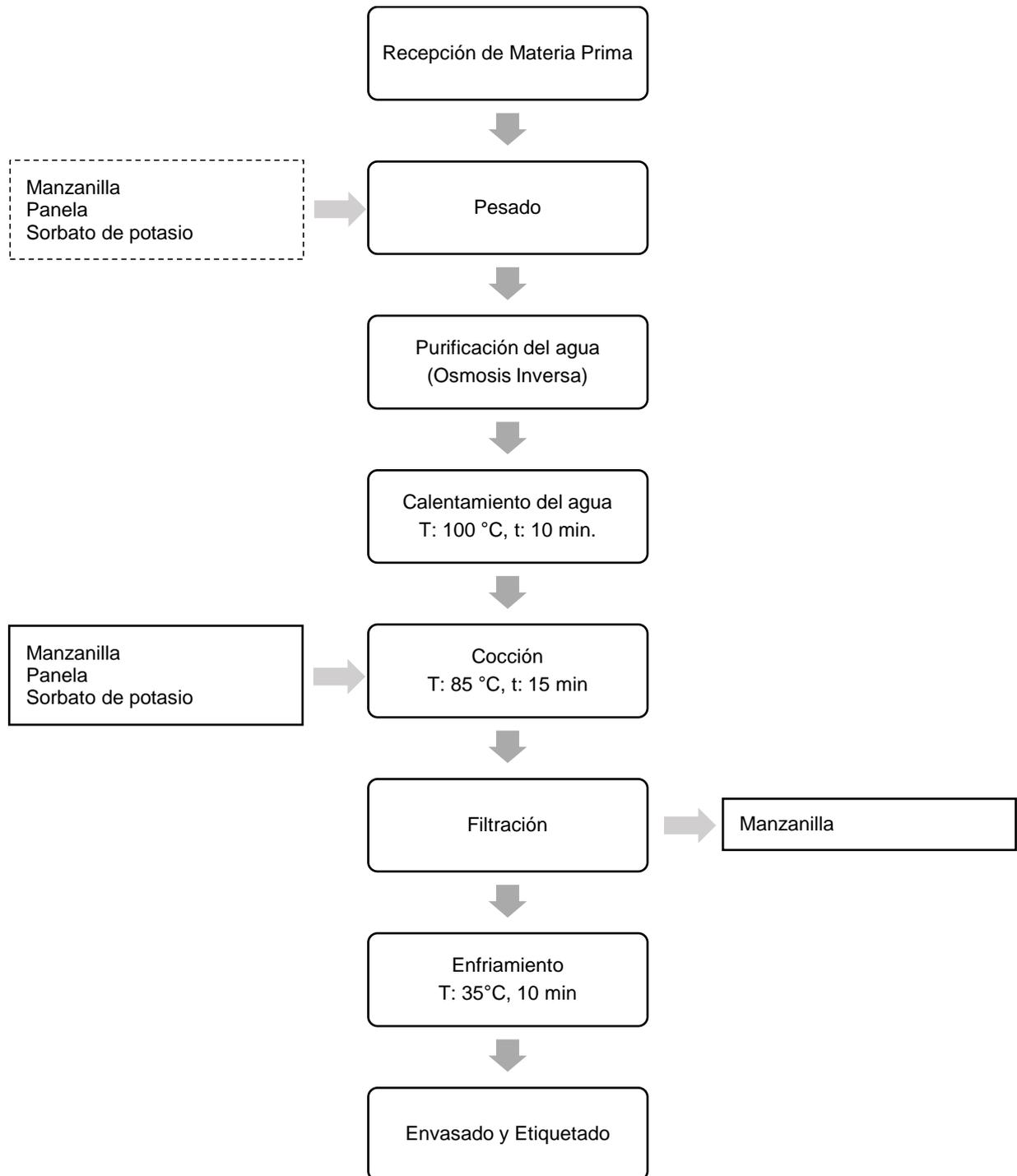
$$\% \text{ de aceptabilidad} = \frac{(7 + 23)}{30} \times 100 = 100 \%$$

El porcentaje obtenido de aceptabilidad, indica que 30 de los 30 panelistas valoraron a la bebida de manzanilla endulzada con panela con un puntaje igual o mayor a 7, es decir 100% de los panelistas les gustó más o moderadamente el producto.

4.5. Diagrama de flujo de proceso

El diagrama de flujo para la elaboración de la bebida de manzanilla con panela cuenta con 5 etapas en el proceso, se encuentra detallado en la Figura 11. En el esquema se indican los parámetros de la línea.

Figura 11 Diagrama de flujo del proceso

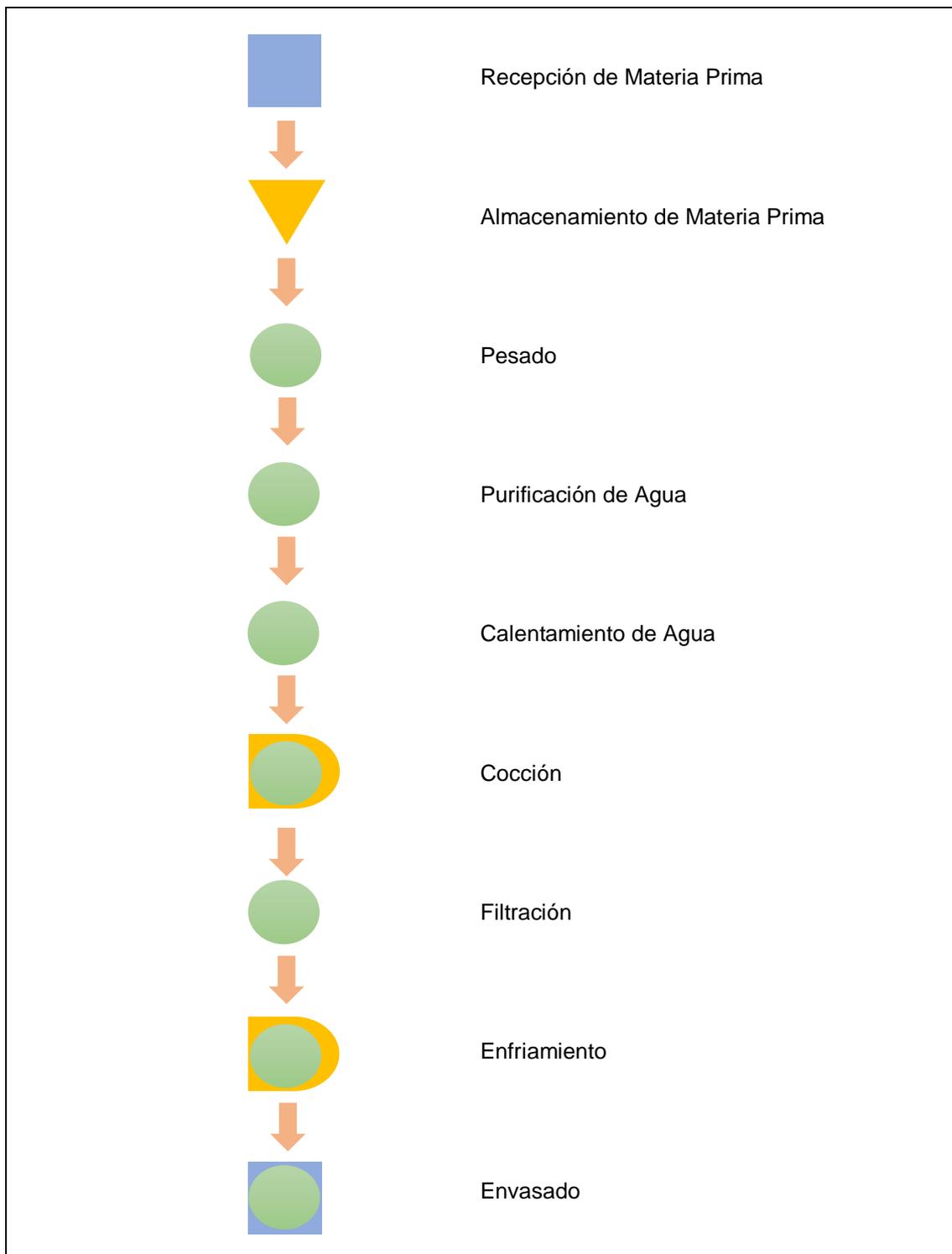


Fuente: Autor

4.6. Diagrama de recorrido sencillo

En la Figura 12 se detalla el diagrama de recorrido sencillo del proceso en el cual se describen el tipo de actividades de cada una de las etapas (inspección, operación, espera, transporte y almacenamiento).

Figura 12 Diagrama de recorrido sencillo del proceso



Fuente: Autor

4.7. Diagrama multi-producto

En la figura 13 se muestra el diagrama de los productos de cerveza artesanal y bebida manzanilla que recorren la misma línea de proceso.

Figura 13 Diagrama multi-producto

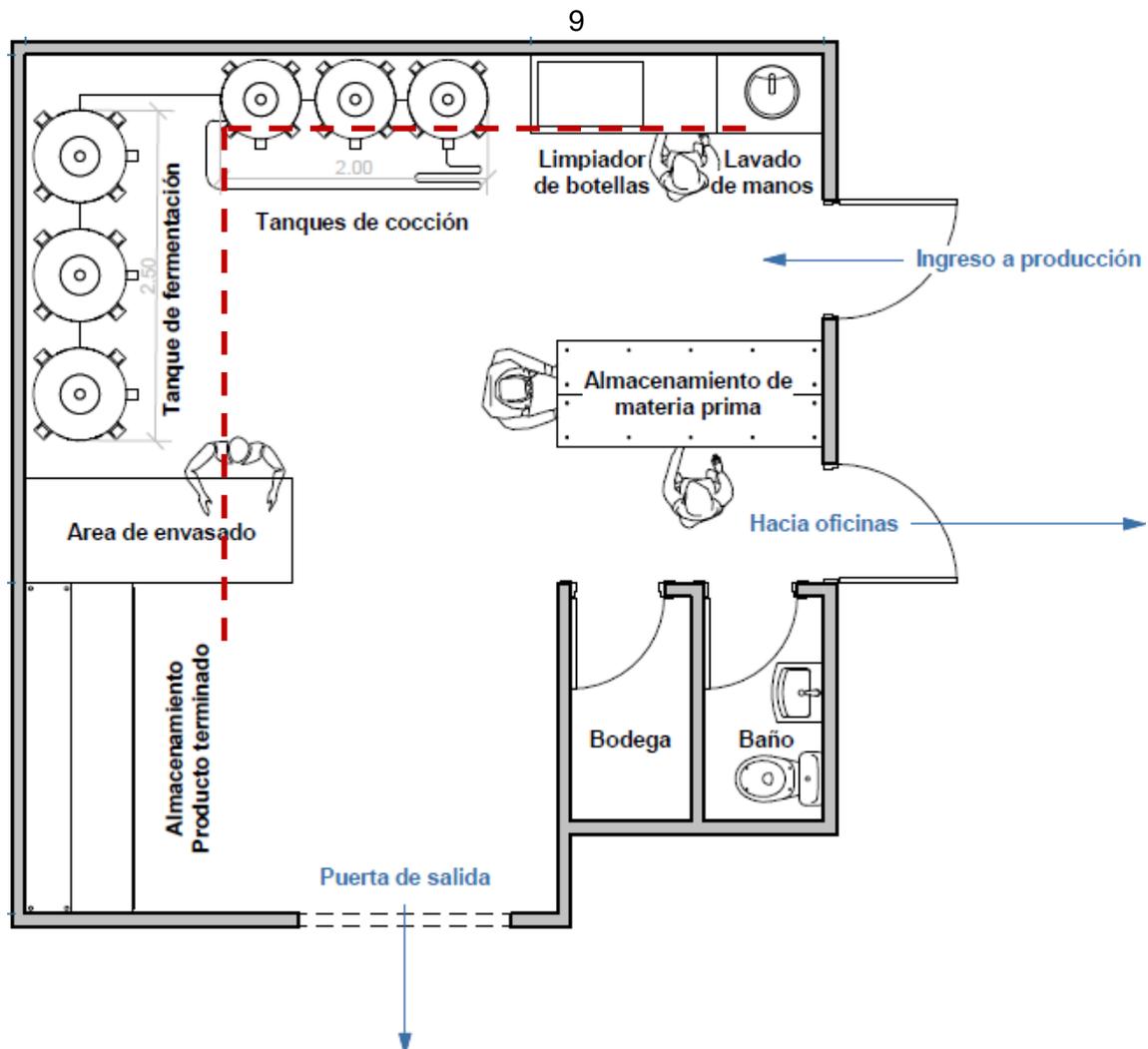


Fuente: Autor

4.8. Layout de la línea

En la figura 14 se muestra el esquema de layout para la distribución de la planta en 2D, mismo que fue realizado empleando el software AutoCAD, en la escala 1:100. En este se visualiza el layout de la línea de proceso para cerveza artesanal y la bebida de manzanilla. El flujo de la línea se mantiene ascendente, en forma de “L” para evitar riesgos de inocuidad durante el procesamiento. El área de proceso cuenta con el espacio necesario para la producción de los dos productos en la misma línea.

Plano 1 Layout de la línea de proceso



Fuente: Autor

Para la elaboración del plano se requirió de las mediciones del área y la distribución actual que posee la línea de procesamiento, estas se muestran en la tabla 15.

Tabla 15 Áreas de las planta con sus medidas

Áreas de la Planta	Superficie (m ²)
Producción	24,0
Almacenamiento	9,50
Sanitarios y Bodega	4,40

Fuente: Autor

4.9. Producción

Para la proyección en la capacidad de producción de la bebida, se elaboró un diagrama de Gantt, el cual se encuentra en el anexo D, en este se detalló el tiempo aproximado para un lote, es de 155 minutos. Los equipos requeridos dentro del proceso se observan en la tabla 16, junto con las capacidades que poseen y el tiempo estimado que demoran en el desarrollo de la etapa productiva.

Tabla 16 Estimación del tiempo de producción de un lote

Actividad	Equipos/Elementos requeridos	Capacidad de Equipo	Unidades	Cantidad	Tiempo (min)
Almacenamiento de MP.	Estante	100	kg	1	20
Pesado	Báscula	6	kg	1	10
Purificación del agua	Filtro	8	L/h	1	10
Calentamiento del agua	Tanque calentador	100	L/h	1	10
Cocción	Tanque Macerador	100	L/h	1	30
Filtración	Filtro	100	L/h	1	5
Enfriamiento	Intercambiador de calor de serpentín	25	L/h	1	10
Lavado de botellas	Limpiador de botellas	72	Uds/h	1	20
Envasado y etiquetado	Mesa			1	35
Almacenamiento de PF.	Estante	100	Kg	1	5
TOTAL				10	155

Fuente: Autor

Adicional al cálculo de producción, se realizó un análisis de balance de materia para la determinación de mermas presentes en el proceso. En la tabla 17 se describe el porcentaje de pérdidas tomadas en consideración para cada etapa.

Tabla 17 Balance de la línea del proceso

Proceso	Porcentaje de mermas	Peso inicial del batch (kg)	Cantidad de merma (kg)	Peso final del batch (kg)	Justificación de la pérdida
Calentamiento del agua	0,20%	41,00	0,08	40,92	El vapor condensado que queda en el tanque
Cocción	0,20%	40,92	0,08	40,84	El vapor condensado que queda en el tanque
Filtración	2,60%	40,84	1,06	39,77	Se filtra la hierba de manzanilla
Enfriamiento	0,00%	39,77	0,00	39,77	-
Envasado y etiquetado	0,00%	39,77	0,00	39,77	-
Total, mermas	3,00%				
Rendimiento	97,00%				

Fuente: Autor

La capacidad productiva es de 39,77 litros por lote, siempre y cuando el agua a utilizar esté previamente filtrada. La bebida de manzanilla está considerada para distribuirse en una presentación de 300 ml, es decir que por lote se obtienen 132 botellas.

4.10. Estimación de Costos

La determinación de los costos para la producción de la bebida de manzanilla con panela, fueron calculados a partir de la formulación final obtenida. Además, de la producción de solo dos lotes de producto diarios, es decir que se trabajó con la producción de 264 botellas. En la tabla 18 se detallan los tipos de costos considerados la determinación del costo de producción y el análisis financiero.

Tabla 18 Consideraciones para el cálculo de costo de producción

Costos	Detalle
Materia prima	En el anexo E se muestra el detalle de los costos de materia prima considerados para la elaboración de la bebida de manzanilla. Los valores colocados fueron cotizados de distintos proveedores.
Mano de obra directa	Se consideraron los costos de dos operarios con un sueldo básico, con una carga laboral de 7 horas diarias ya descontando el tiempo muerto, 5 días a la semana, 20 días laborables al mes y 240 días al año. Además, se tomó en cuenta las aportaciones que representan el 12,15% del sueldo.
Mano de obra indirecta	En estos costos se valoraron del personal técnico y administrativo, los cuales solo constan de tres personas, quienes tendrían un sueldo entre \$800 - \$750. El anexo F detalla los costos de mano de obra directa e indirecta.
Depreciación de equipos	Para este rubro se tomó en cuenta el costo de los equipos necesarios para elaborar el producto, más la vida útil de ellos y la depreciación anual. Dentro del anexo G se especifican dichos valores.
Consumo de energía eléctrica	En el anexo H se puntualizan los consumos de energía por cada equipo en base a sus tiempos de operación por lote y la potencia de cada uno de ellos. El costo de kWh es de \$ 0,1047 de acuerdo con lo establecido en el CNEL EP.
Consumo de agua	Este rubro detalla la cantidad de agua requerida para la elaboración de la bebida. El costo de 1 m ³ de agua es de \$0,32 de acuerdo con Interagua.

Fuente: Autor

Costos de producción

En la tabla 19 se detalla la obtención del costo estimado para la producción de una botella de 300 ml de bebida de manzanilla.

Tabla 19 Costos de producción

Descripción		Cantidad/ Batch	*UMB	Costo UMB	Costo/ Mes	Costo/ Batch	Costo/ Botella
Materia prima	Agua		37,01	Kg	\$0,00	\$1,63	\$0,01
	Panela		1,90	Kg	\$2,58	\$677,90	\$4,91
	Manzanilla		1,05	Kg	\$1,66	\$240,08	\$1,74
	Sorbato de potasio		0,04	Kg	\$0,20	\$1,10	\$0,01
Material empaque	Botella de vidrio 300 ml		132	und	\$0,42	\$7.650,72	\$55,44
	Etiqueta		132	und	\$0,08	\$1.457,28	\$10,56
Costo total de materia prima					\$ 10.028,71	\$ 72,67	\$ 0,551
Mano de obra	*MOD	2	Operarios		\$ 900	\$ 7,11	\$ 0,054
Total de Costos Directos					\$ 10.928,71	\$ 79,79	\$ 0,604
Servicios	Agua	0,04	m3	0,32	\$ 3,56	\$ 0,03	\$ 0,000
	*EE	7,65	KW/h	0,10	\$ 212,97	\$ 1,68	\$ 0,013
Total de costos indirectos					\$ 216,53	\$ 1,71	\$ 0,013
Total de costos de producción					\$ 11.145,25	\$ 81,50	\$ 0,617
						Costo/ Botella	\$ 0,630
						Margen	\$ 0,366
						*PVP	\$ 0,996

Fuente: Autor

Punto de Equilibrio

En la tabla 20 se detallan los valores de los costos fijos y variables, que fueron necesarios para la obtención del punto de equilibrio.

Tabla 20 Resultado del punto de equilibrio

Detalle	Valor
Costos Fijos mensuales	\$ 4.210,16
Costos variables por unidad	\$ 0,62
P.V.P ponderado	\$ 1,00
Punto de equilibrio	\$ 10.992,58
Punto de equilibrio (unidades)	10993

Fuente: Autor

Los resultados indican que se requeriría vender 10993 unidades de bebida mensual para alcanzar el punto de equilibrio. En la figura se muestra el gráfico del punto de equilibrio.

Figura 14 Gráfica del punto de equilibrio



Fuente: Autor

Análisis Financiero

Finalmente se realizó un análisis financiero dentro del periodo de un año, en el cual se hizo consideración de las ventas necesarias en el punto de equilibrio más un 40% de ingresos. En la tabla 21 se muestra el resumen del resultado de dicho análisis.

Tabla 21 Análisis financiero anual

Detalle	Valor
Ingresos por venta	\$ 184675,34
Gastos de producción	\$ 133742,95
Gastos en mano de obra	\$ 48926,30
Depreciación de equipos	\$ 1595,64
Utilidad Neta	\$ 410,45

Fuente: Autor

Los resultados indican que se debe vender al menos un 40% más de lo estipulado en el punto de equilibrio para que el primer año no haya pérdidas.

CAPÍTULO 5

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- La formulación final para la bebida de manzanilla se logró obtener a través del diseño experimental de mezclas, y a pesar de que la formulación generada no cumplía por completo los parámetros de calidad de una bebida no carbonatada (INEN 2304), este pudo obtener un grado de aceptabilidad del 100% con respecto a un valor mayor a 7 correspondiente a un “me gusta moderadamente” dentro de la escala hedónica de 9 puntos.
- El rango de valores de pH en las formulaciones del producto (6,2 - 6,4) no cumplieron con los requisitos de la normativa de bebida no carbonatada INEN 2304, en la cual dichos valores van más acorde a bebidas ácidas pH (2- 4,5) como aquellas que tienen contenido frutal o ácidos añadidos. Sin embargo, hay que considerar que la manzanilla es una hierba de pH más alcalino, por lo que este parámetro es característico para el perfil de la bebida.
- El tratamiento térmico y la adición del preservante sorbato de potasio dentro de la formulación cumplen la función de contribuir a la conservación de la bebida. Sin embargo, al tener un pH con valores que tienden hacia la alcalinidad, es necesario que estos dos procesos sean llevados a cabo junto con un almacenamiento refrigerado; es decir, una distribución con cadena de frío controlada.
- El flujo del proceso para la elaboración de la bebida de manzanilla se adapta a la línea de procesamiento para la producción de cerveza artesanal. Mientras la bebida alcohólica se encuentra en la etapa de fermentación (en espera), la bebida de manzanilla puede ser procesada sin mayor grado de dificultad. Aprovechando de esa manera los tiempos muertos en la línea de procesamiento de la cerveza artesanal.
- El costo de producción de la bebida de manzanilla con presentación de 300 ml tiene un valor aproximado de \$1,00 por botella, con un margen de contribución del 58% y un rendimiento del proceso de 97%.

5.2. Recomendaciones

- Es necesario garantizar la inocuidad del producto en condiciones de almacenamiento, es decir la calidad microbiológica de la bebida, para lo cual se necesita realizar los controles microbiológicos pertinentes que cumplan con los requerimientos de la normativa.
- Existe la necesidad de que se realice un análisis de vida útil de la bebida bajo las condiciones actuales formuladas para determinar su estabilidad respecto al tiempo y de ser necesario, considerar disminuir los valores de pH con la adición de un ácido en la formulación.
- Se podría considerar al ácido cítrico como un aditivo, que permita acidificar la bebida para lograr cumplir los estándares de calidad en cuanto a pH y acidez de una bebida no carbonatada de acuerdo con la norma INEN 234.
- El color de las bebidas podría considerarse como una variable dependiente y esta puede ser considerada para futuros análisis de calidad.
- Realizar corridas experimentales dentro del proceso para determinar si es necesario el uso de los tres tanques utilizados para la elaboración de la bebida o se podría trabajar con dos, siempre y cuando cumplan con los estándares de bebida y así reducir costos de producción.

BIBLIOGRAFÍA

- AIBE; Grupo Spurrier. (12 de Abril de 2019). Ecuatorianos toman al año unos 1.560 millones de litros de bebidas no alcohólicas. *El Universo*, pág. 1.
- Akbar, S. (2020). *Handbook of 200 Medicinal Plants*. Stockton: Springer.
- Aliaga, E., & Acevedo, J. (2018). Factores para el procesamiento de la manzanilla común en la industria peruana de infusiones. *Revista de Ingeniería Industrial*, 1(36), 213-239.
- Almeida, M. (2011). Sector de hierbas aromáticas y certificación del sistema de gestión de inocuidad alimentaria ISO 2200. *EIDOS*, 1(4), 1-8.
- Ardila, L., & García, M. (2015). *Elaboración de una bebida refrescante a base de flor de jamaica (Hibiscus SADBADARIFFA) en la ciudad de Bucaramanga*. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander.
- Astralpool. (2009). *Intercambiador de placas*. Barcelona: Fluidra.
- BMI Machines LLC. (2020). *Paso a paso: Cómo se realiza el proceso de llenado en caliente o hot filling*. Recuperado el 26 de julio de 2021, de <https://www.bmimachines.com/>
- Brito, J., & Galarza, J. (2020). *Diseño e implementación de un sistema de monitoreo y control en los procesos de cocción y fermentación para la planta de producción de la cervecería artesanal "Cuatro Ríos"*. Cuenca: Universidad Politécnica Salesiana.
- Cárdenas, G. (2009). *Optimización del proceso de secado de la manzanilla (Matricaria chamomilla) y del toronjil (Melissa officinalis) con la unión de comunidades indígenas y campesinas de Juan Montalvo (UCICJUM)*. Quito: Escuela Politécnica Nacional.
- Casp, A. (2005). *Diseño de industrias agroalimentarias*. Madrid: Mundi-Prensa.
- Castro, S. (2015). *Evaluación del efecto desinflamatorio y cicatrizante de 3 diferentes concentraciones de una infusión de manzanilla (matricaria chamomilla L.) vía tópica, en orquitectomía de lechones*. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.
- Cedeño, O., & Vera, J. (2017). *Determinación del tipo de preservante apto para la preservación del jugo de zanahoria*. Chone: Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí extensión Chone.
- Chaven, S., & Sederati, A. (2012). Food Safety Systems for Low-Acid Aseptic Beverages. *Food Safety magazine*, 1-4.
- Domínguez, D. (2020). *Diseño y simulación de un sistema de succión y filtración de 8000 m³/día, para purificar el agua en la comunidad de Tunshi en la provincia de Chimborazo*. Quito: Universidad Politécnica Salesiana.
- El Comercio. (2013). Las plantas Naturales llevan alivio al Extranjero. *Revista Líderes*, pág. 1.
- Escobar, K. (2007). La Manzanilla: Una forma de consumo global. *Iberóforum: Revista de Ciencias Sociales de la Universidad Iberoamericana*, III(6), 37-57.
- FAO, & OPS. (2018). *Políticas y programas alimentarios para prevenir el sobrepeso y la obesidad*. Recuperado el 08 de Julio de 2021, de www.fao.org/publications
- Fretes, F. (2010). *Plantas medicinales y aromáticas: Una Alternativa de producción comercial*. Asunción: Paraguay Vende.
- Gallegos, M. (2016). Las plantas medicinales: principal alternativa para el cuidado de la salud en la población rura de Babahoyo, Ecuador. *Anuales de la Facultad de Medicina*, 327-332.
- Gebo Cermex. (2015). *Oceano: Bottle Washer*. Corcelles lès Cîteaux: CERMEX.
- Lawless, H., & Heymann, H. (2010). *Sensory Evaluation of Food*. New York: Springer.
- Maciotti, M. (2014). *Panela: Propiedades, información y aceptación*. Buenos Aires: Universidad FASTA.
- Magusa. (2017). *Eficiencia energética en el uso del vapor para la cocción de alimentos*.

- Barcelona: Magusa: Equipamiento para cerveza.
- Marcillo, E., & Naranjo, D. (2012). *Diseño de la línea de producción de una bebida de hierbas denominada horchata*. Guayaquil: Escuela Superior Politécnica del Litoral.
- Mason, R., & Nottingham, S. (2002). *Sensory Evaluation*. Phitsanulok: Naresuan University.
- Medina, J., & Gallo, G. (2017). *Diseño piloto de una bebida dirigida a personas que padecen de Diabetes tipo I*. Guayaquil: Escuela Superior Politécnica del Litoral.
- Meyers, F., & Stephens, M. (2006). *Diseño de instalaciones de manufactura y manejo de materiales*. México: Pearson Education.
- Moreta, J. (2010). *Obtención de té medicinal nutracéutico a partir de plantas ancestrales menta (Mentha arvensis) manzanilla (Matricaria chamomilla) llantén (Plantaginaceae) malva (Malváceas o malvacear)*. Ambato: Universidad Técnica de Ambato.
- PCE. (11 de Julio de 2016). *Básculas comerciales*. (PCE - Ibérica) Recuperado el 26 de julio de 2021, de PCE Ibérica: <https://www.pce-iberica.es/>
- Pérez, A., Pérez, E., Heredia, A., & Pazos, A. (2019). Diseño de un intercambiador de calor de serpentín para el enfriamiento de acetona. *Nexo*, 61-74.
- Pérez, B. (2013). *Elaboración de una bebida funcional a base de hierba luisa, manzanilla y toronjil*. Arequipa: Universidad Católica de Santa María.
- Rivera, J., Muñoz, O., Rosas, M., Aguilar, C., Popkins, B., & Willett, W. (2008). Consumo de bebidas para una vida saludable: recomendaciones para la población mexicana. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 1(65), 208-237.
- Segovia, J., Orellana, M., & Sarmiento, P. (2020). Estimación de la demanda de bebidas no alcohólicas en Ecuador. *Revista: ECA Sinergia*, 11(3), 72-83.
- SGS. (Junio de 2009). *Guía de envases y embalajes*. Recuperado el 14 de Agosto de 2021, de <https://www.mincetur.gob.pe>
- Solis, M. (2017). *Sistema de tratamiento de aguas mediante osmosis inversa*. México DF: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Sylwia, S., krystian, M., Łukasz, W., Justyna, S., Joanna, D., & Katarzyna, Z. (2020). The Development and Consumer Acceptance of Functional Fruit-Herbal Beverages. *MDPI Journal*, 1-16.
- Willman, S. (2015). *Estudio de Factibilidad para la creación de una empresa dedicada a la producción y comercialización de infusiones y bebidas de horchata agroecológica a establecerse en el cantón Nabón*. Cuenca: Universidad Politécnica Salesiana.
- Yamely, A. (2019). *Efecto antibacteriano del aceite esencial de hojas de Matricaria chamomilla "mazanilla" sobre Streptococcus mutans comparado con Azitromicina: Estudio in vitro*. Trujillo: Universidad César Vallejo.

ANEXOS

ANEXO A
FORMATO DE PRUEBA DE ACEPTACIÓN

PRUEBA DE ACEPTACIÓN	
Fecha: 11 – 08 – 2021	
Sexo: M_ F_	
Edad: _____	
Tipo de muestra: Bebida	
<p>Por favor, enjuague su boca con agua antes de empezar la prueba. Puede enjuagar su boca las veces que requiera durante la evaluación.</p> <p>Frente a usted se encuentra una muestra de bebida refrescante, proceda a degustarla y por favor marque con una X la frase que mejor describa su opinión sobre el producto.</p>	
Escala	Muestra 947
Me gusta extremadamente	_____
Me gusta mucho	_____
Me gusta moderadamente	_____
Me gusta ligeramente	_____
Ni me gusta ni me disgusta	_____
Me disgusta moderadamente	_____
Me disgusta mucho	_____
Me disgusta extremadamente	_____

Fuente: Autor

ANEXO B

TABLAS ANOVA DE LAS VARIABLES DEPENDIENTES

ANOVA; Var.:Brix (Spreadsheet1)
3 Factor mixture design; Mixture total=1,, 10 Runs
Sequential fit of models of increasing complexity

Model	SS Effect	df Effect	MS Effect	SS Error	df Error	MS Error	F	p	R-Sqr	R-Sqr Adjusted
Linear	32,41200	2	16,20600	5,652000	7	0,807429	20,07113	0,001262	0,851513	0,809088
Quadratic	5,22229	3	1,74076	0,429714	4	0,107429	16,20390	0,010559	0,988711	0,974599
Special Cubic	0,00686	1	0,00686	0,422857	3	0,140952	0,04865	0,839590	0,988891	0,966673
Total Adjusted	38,06400	9	4,22933							

Análisis de Varianza de la variable ° Brix

Fuente: Autor

ANOVA; Var.:pH (Spreadsheet1)
3 Factor mixture design; Mixture total=1,, 10 Runs
Sequential fit of models of increasing complexity

Model	SS Effect	df Effect	MS Effect	SS Error	df Error	MS Error	F	p	R-Sqr	R-Sqr Adjusted
Linear	0,026813	2	0,013406	0,006624	7	0,000946	14,16753	0,003460	0,801897	0,745296
Quadratic	0,003576	3	0,001192	0,003048	4	0,000762	1,56436	0,329551	0,908846	0,794902
Special Cubic	0,001328	1	0,001328	0,001720	3	0,000573	2,31497	0,225486	0,948548	0,845645
Total Adjusted	0,033437	9	0,003715							

Análisis de Varianza de la variable pH

Fuente: Autor

ANOVA; Var.:Acidez (Spreadsheet1)
3 Factor mixture design; Mixture total=1,, 10 Runs
Sequential fit of models of increasing complexity

Model	SS Effect	df Effect	MS Effect	SS Error	df Error	MS Error	F	p	R-Sqr	R-Sqr Adjusted
Linear	0,000023	2	0,000012	0,000001	7	0,000000	71,85197	0,000022	0,953551	0,940280
Quadratic	0,000000	3	0,000000	0,000001	4	0,000000	0,86951	0,526853	0,971886	0,936743
Special Cubic	0,000000	1	0,000000	0,000001	3	0,000000	0,35716	0,592193	0,974877	0,924630
Total Adjusted	0,000024	9	0,000003							

Análisis de Varianza de la variable Acidez

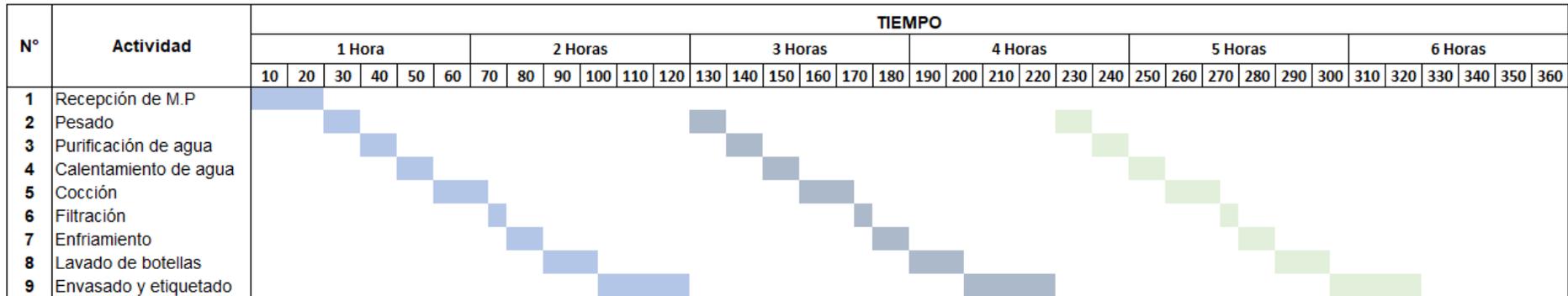
Fuente: Autor

ANEXO C**TABULACIÓN DE RESULTADOS DE LA EVALUACIÓN SENSORIAL**

N° de panelista	Sexo	Muestra 947
1	F	8
2	M	8
3	M	7
4	M	8
5	M	8
6	M	9
7	F	9
8	M	8
9	F	8
10	M	8
11	M	7
12	F	9
13	F	9
14	M	7
15	M	9
16	M	9
17	F	7
18	M	8
19	F	7
20	M	8
21	F	8
22	F	9
23	F	8
24	F	7
25	M	8
26	F	9
27	M	8
28	M	8
29	F	8
30	M	7

Fuente: Autor

ANEXO D DIAGRAMA DE GANTT



Lote 1	
Lote 2	
Lote 3	

Fuente: Autor

ANEXO E
COSTO DE MATERIA PRIMA Y EMPAQUE

Materia Prima	Formulación	Cantidad/Batch (kg)	Precio MP (\$/kg)	Costo/Batch (\$)
Agua	92,52%	37,008	\$0,00032	\$0,01
Panela	4,76%	1,904	\$2,58	\$4,91
Manzanilla	2,62%	1,048	\$1,66	\$1,74
Sorbato de potasio	0,10%	0,04	\$0,20	\$0,01
Empaque		Unidades/Batch	Precio Unitario	Costo/Batch (\$)
Botella de vidrio 300 ml		132	\$0,42	\$55,44
Etiqueta		132	\$0,08	\$10,56
Total				\$72,67

Fuente: Autor

ANEXO F
COSTO DE MANO DE OBRA DIRECTA E INDIRECTA

Costo	Cargo	Salario Anual	Décimo 1	Décimo 2	Aportaciones anuales	Total
Mano de obra directa	Operario 1	\$5.400,00	\$450,00	\$450,00	\$656,10	\$6.300,00
	Operario 2	\$5.400,00	\$450,00	\$450,00	\$656,10	\$6.300,00
Mano de obra indirecta	Técnico de Producción	\$9.600,00	\$800,00	\$800,00	\$1.166,40	\$12.366,40
	Supervisor de Calidad	\$9.600,00	\$800,00	\$800,00	\$1.166,40	\$12.366,40
	Contador	\$9.000,00	\$750,00	\$750,00	\$1.093,50	\$11.593,50
Total						\$48.926,30

Fuente: Autor

ANEXO G
COSTO DE DEPRECIACIÓN DE EQUIPOS

Detalle	Costo	Cantidad	Costo total	Vida útil (Años)	Depreciación de Activos	Valor residual	Depreciación anual
Tanque de maceración	\$2.400	1	\$2.400	10	10%	\$240	\$288
Tanque de calentamiento	\$2.300	2	\$4.600	10	10%	\$460	\$552
Tanques de fermentación	\$1.700	3	\$5.100	10	10%	\$510	\$612
Intercambiador de calor de Serpentin	\$400	1	\$400	10	10%	\$40	\$48
Estantes	\$80	2	\$160	5	10%	\$16	\$19,20
Bomba 2 HP	\$175	1	\$175	5	10%	\$17,5	\$21
Limpiador de botellas	\$110	1	\$110	5	10%	\$11	\$13,2
Filtro de agua	\$352	1	\$352	5	10%	\$35,20	\$42,24
Total			\$13.297	5	10%	\$1.329,7	\$1.595,64

Fuente: Autor

ANEXO H
COSTOS DE CONSUMO ENERGÉTICO

Equipos	Potencia (KW)	Tiempo operacional (h)	Consumo kWh	Costo	Costo por batch
Tanque de maceración	3,5	0,5	1,75	\$0,10	\$0,18
Tanque de calentamiento	2,3	0,5	1,15	\$0,10	\$0,12
Intercambiador de calor de Serpentin	0,75	0,25	0,1875	\$0,10	\$0,02
Bomba 2 HP	0,25	0,5	0,125	\$0,10	\$0,01
Limpiador de botellas	0,08	0,5	0,04	\$0,10	\$0,00
Filtro de osmosis inversa	1,1	4	4,4	\$0,10	\$0,46
Total	7,98	6,25	7,6525	\$0,63	\$0,80

Fuente: Autor

ANEXO I**FOTOGRAFÍA DE LAS 10 FORMULACIONES DE BEBIDA**

Fuente: Autor