

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la
Producción

"Diseño de un proceso relacionando materias primas y equipos para la
obtención de ATOLE (bebida de maíz)"

PROYECTO INTEGRADOR

Previo la obtención del Título de:

INGENIERO EN ALIMENTOS

Presentado por:

Gabriela Elizabeth Puga Hidalgo

Katherine Del Rosario Macancela Chimbo

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2017

AGRADECIMIENTO

A Dios por la fortaleza, la bendición y su gran amor por mí y por abrirme las puertas que parecían cerradas. A Sócrates Palacios por su gran ayuda, orientación y apoyo para realizar este trabajo y a mi familia.

Gabriela Puga H.

A Dios por guiarme y darme la fortaleza, para realizar este proyecto de graduación, a mis padres que son los pilares de mi vida por su confianza y apoyo incondicional.

Katherine Macancela

DEDICATORIA

A mi padre que siempre espero por este logro, a mi familia y a mis hijas mi razón de ser para darles el mejor ejemplo de esfuerzo y disciplina.

Gabriela Puga H.

A mis padres, que siempre están motivándome a crecer profesionalmente, a mis sobrinos y mi hermana que los amo incondicionalmente.

Katherine Macancela

DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido desarrollado en la presente propuesta de la materia integradora corresponde exclusivamente al equipo conformado por:

GABRIELA ELIZABETH PUGA HIDALGO

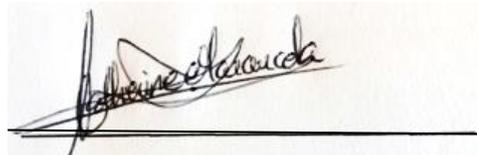
KATHERINE DEL ROSARIO MACANCELA CHIMBO

PHD ARTURO SÓCRATES PALACIOS

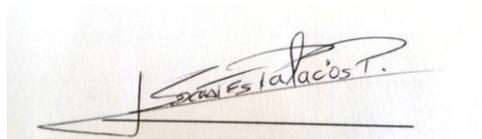
y el patrimonio intelectual del mismo a la Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción (FIMCP) de la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”.



GABRIELA PUGA H.



KATHERINE MACANCELA CH.



PROFESOR TUTOR
PROYECTO INEGRADOR
Ph.D. ARTURO PALACIOS P.

RESUMEN

En el presente trabajo se desarrollo la formulación de una bebida con un aporte de contenido calórico medio, así como el planteamiento del esquema de proceso y la selección de equipos que permitan una producción a escala piloto para la comercialización del producto en una presentación de 500 ml.

Para el desarrollo de la formulación, se realizaron varias pruebas donde se utilizaron 3 diferentes concentraciones de espesante, seleccionando la mejor formulación a través de pruebas sensoriales con panelistas no entrenados, estudiantes universitarios de la FIMCP. Una vez desarrollada la formulación, se procedió a evaluar el proceso térmico tomando como base la temperatura de pasteurización de la leche lo que nos permitirá obtener un producto inocuo. Posteriormente, se planteo el esquema de proceso y se realizó la selección de equipos para una producción de 900 litros de producto terminado. Finalmente se estimo el costo de producción y el precio de venta al público de la bebida desarrollada.

Palabras Clave:

Atole, pruebas sensoriales, equipos, costos.

SUMMARY

In the present work the formulation of a beverage with a contribution of average caloric content was developed, as well as the approach of the process scheme and the selection of equipment that allow a production at pilot scale for the commercialization of the product in a presentation of 500 ml.

For the development of the formulation, several tests were performed where 3 different concentrations of thickener were used, selecting the best formulation through sensory tests with untrained panelists. Once the formulation was developed, the heating and cooling times were estimated on the basis of the pasteurization temperature of the milk to ensure the safety of the product. Subsequently the process scheme was proposed and the selection of equipment was carried out for a production of 900 liters of finished product. Finally, we estimated the cost of production and the retail price of the beverage developed.

Keywords:

Atole, sensory tests, equipment, costs.

INDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN.....	I
ÍNDICE GENERAL.....	III
ABREVIATURAS.....	V
SIMBOLOGÍA.....	VI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VII
ÍNDICE DE TABLAS.....	VIII
CAPÍTULO 1	
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Descripción del diseño de un proceso relacionando materias primas y equipos para la obtención de atole (bebida de maíz).....	1
1.2. Objetivos.....	1
1.3. Marco teórico.....	2
1.3.1 Materia Prima.....	2
1.3.2 Proceso.....	3
1.3.3 Equipos.....	4
1.3.4 Características de Producto.....	5
CAPÍTULO 2	
2. METODOLOGÍA DE DISEÑO.....	6
2.1. Formulación.....	6
2.1.1 Fórmulas Propuestas.....	6
2.1.2 Evaluación Sensorial de las Fórmulas Propuestas.....	7
2.1.3 Tratamiento de Muestras.....	7
2.2 Caracterización Parámetros Físico Químicos.....	8
2.3 Selección de Equipos.....	8
2.3.1 Cálculo estimado del Calentamiento y Enfriamiento del Producto en La marmita.....	8
2.3.2 Cálculo de Consumo de Diésel.....	14
2.3.3 Cálculo de carga de la Potencia y Presión de Salida de la Bomba..	14
2.4 Características del Producto.....	16
2.5 Estimación de Costos.....	17
CAPÍTULO 3	
3. RESULTADOS.....	20
3.1. Análisis Estadístico del Test Sensorial.....	20
3.2 Selección de Fórmula Final.....	21
3.3 Análisis Físico-Químicos.....	22
3.4 Análisis Microbiológico.....	22
3.5 Determinación del Tiempo de Calentamiento.....	23

3.6 Selección de Equipos.....	32
3.7 Diagrama de Flujo para la Elaboración de la Bebida.....	34
3.8 Lay Out de Equipos.....	35
3.9 características del Producto Final.....	36
3.10 Estimación de Costos.....	37

CAPÍTULO 4

4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....	40
4.1. Conclusiones	40
4.2. Recomendaciones	41

BIBLIOGRAFÍA

APÉNDICES

ABREVIATURAS

INEN	Instituto Nacional Ecuatoriano de Normalización
PET	Polietileno
EMAPAG	Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Guayaquil
CNEL	Corporación Nacional de Electricidad
UMB	Unidad de Medida Base
EE	Energía Eléctrica
MOD	Mano de Obra Directa
PVP	Precio Venta Público
UND	Unidades

SIMBOLOGÍA

ml	Mililitro
m	metro
Kg	Kilogramos
gr	Gramos
mm	Milímetro
Kcal	Kilocalorías
Kj	Kilojoules
Cal	Calorías
°C	Grados Celsius
l/h	Litros por hora
%	Porcentaje
\$	Dólares
pH	Concentración de iones hidrógeno
CO ₂	Dióxido de Carbono
cp	Calor específico
k	Conductividad térmica
h	Coefficiente de transferencia de calor
Q	Calor
PCI	Poder calorífico inferior
m _{diesel}	Masa de Diesel
L	Longitud
P	Presión
v	Velocidad
g	Gravedad
h _L	Coefficiente de pérdidas de fricción
hw	Coefficiente de pérdidas de carga
Kw-h	Kilovatios/hora
°T	Temperatura
U	Coefficiente global de transferencia calor
A	Área de transferencia de calor
θ	tiempo
M	Masa del líquido contenido
K ₂	Número de Grashof
D	Diámetro
H	Altura
Re	Reynolds
ρ	Densidad
N	Velocidad del agitador
μ	Viscosidad
Pr	Número de Prandtl
m	Valor constante en función del tipo de agitador
Nu	Número nusselt
R cond	Resistencia térmica de conducción
LMTD	Media logarítmica
W	Flujo del fluido de enfriamiento
Pa-seg	Pascal – segundo

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 2.1 Muestras codificadas.....	7
Figura 3.1. Puntuaciones Medias de Evaluación Sensorial de la Bebida Tipo Atole.....	20
Figura 3.2 Análisis de pH.....	22
Figura 3.3 Esquema de Proceso Propuesto.....	34
Figura 3.4 Layout de Equipos.....	36
Figura 3.5 Semáforo Nutricional del Atole.....	36
Figura 3.6 a. Etiqueta del Producto.....	37
Figura 3.6 b. Presentación 500ml de producto.....	37

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Dosis Indicada de Sorbato de Potasio para Usarse como Conservante en Diferentes Grupos de Alimentos.....	3
Tabla 2: Tipos de Llenadoras para Productos Alimenticios Líquidos.....	5
Tabla 3. Fórmulas Propuestas para la Bebida Tipo Atole.....	6
Tabla 4. Escala Hedónica para la Evaluación Sensorial.....	7
Tabla 5. Muestras Codificadas para la Evaluación Sensorial.....	8
Tabla 6. Especificaciones del Tanque Marmita y Agitador.....	9
Tabla 7. Parámetros del Agua al Interior de la Chaqueta.....	9
Tabla 8. Tabla de Accesorios y Tuberías.....	14
Tabla 9. Parámetros para Cálculo de Potencia de Bomba	15
Tabla 10. Concentraciones de Componentes.....	16
Tabla 11. Costos de Equipos.....	17
Tabla 12. Costos de Materia Prima por Fórmula.....	17
Tabla 13. Costos de Mano de Obra Directa.....	18
Tabla 14. Consumo de Energía Eléctrica.....	18
Tabla 15. Costos de Servicios y Suministro.....	19
Tabla 16. Tabla ANOVA.....	20
Tabla 17. Contraste Múltiple de Rango para Puntuaciones por Media.....	21
Tabla 18. Fórmula final de la bebida tipo atole.....	21
Tabla 19. Resultados de Análisis Físicos- Químicos.....	22
Tabla 20. Análisis Microbiológico de la Bebida Tipo Atole.....	23
Tabla 21. Selección de Equipos.....	33
Tabla 22. Costos de producción.....	38
Tabla 23. Análisis Financiero.....	39

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Descripción del diseño de un proceso relacionando materias primas y equipos para la obtención de atole (bebida de maíz)

El atole es una bebida de origen prehispánico conocida también como jarabe de atole, se prepara originalmente cociendo el almidón de maíz en agua o leche, en proporciones que permitan obtener una baja viscosidad, se endulza, y es condimentada con especias aromáticas y saborizantes. (Atole, 2017)

El mercado de bebidas en América Latina y nuestro país es diverso, pero la tendencia actual en nuestro mercado se está inclinando por lo saludable, es decir; en productos como leche de soya, jugo de sábila, entre otros, que suprimen la adición de colorantes y son bebidas con contenidos bajo y medios en azúcar.

En el presente trabajo se desarrolló una bebida tipo Atole como alternativa a las bebidas ya existentes en el mercado, con contenido medio de azúcar, sin gluten, y con un aporte de proteína y calcio para ser comercializado en una presentación de 500 ml.

1.2. Objetivos

Objetivo General

Diseñar un proceso térmico relacionando materias primas y equipos para la obtención de una bebida tipo Atole.

Objetivos Específicos

- Realizar pruebas de formulación a escala laboratorio utilizando tres diferentes concentraciones de espesante.
- Cuantificar el grado de preferencia de las bebidas formuladas mediante pruebas sensoriales.

- Realizar caracterizaciones fisicoquímicas y microbiológicas del producto final formulado.
- Seleccionar los equipos para el proceso de elaboración de la bebida tipo Atole a escala piloto.
- Diseñar el esquema grafico (lay-out) de la línea piloto de producción de la bebida tipo atole.
- Estimar los costos de producción a escala piloto de la bebida formulada para una presentación de 500 ml.

1.3. Marco teórico

En la elaboración del producto se detallan las características generales de las materias primas a usarse, a continuación.

1.3.1 Materia Prima

La elaboración de una bebida consiste en una combinación de materias primas básicas e ingredientes auxiliares. Para la bebida tipo Atole se utilizaron como materias primas:

Leche en polvo

Es la leche que ha sido reducida al máximo la cantidad de agua, quedando solo el agua vecinal y la ligada, adquiriendo un polvo de color marfil claro que conserva las propiedades naturales y sus nutriciones que tiene la leche normalmente, contiene un 4% de materia grasa y un tercio aproximadamente de su peso de proteína. (Hernandez, 2010)

Espesante (Almidón)

Este polisacárido es obtenido de semillas de cereales como trigo, maíz, varios tipos de arroz y tubérculos, particularmente de batata, patata y tapioca. El Almidón de Maíz modifica la textura de los alimentos por lo que industrialmente se usa como espesante, estabilizador, adhesivo y coloidal (Cagua & Hidalgo, 2015)

Especias (Canela y Clavo de olor)

Sustancias vegetales aplicadas para diversos usos culinarios, tales como conservantes, colorantes y aromatizantes de los alimentos, algunas con capacidad de excitar fuertemente el paladar, que hacen que la cocina de cada cultura y civilización posea un toque particular que la caracteriza. (Ubillos, 2009)

Esencias (Vainilla)

Preparadas de sustancias extraídas de algún vegetal o sustancias artificiales. Son caracterizados por tener altos principios aromáticos y de sabor. Por lo

general, son empleados para actuar sobre el olfato y el gusto, transmitiendo al alimento un sabor y aroma determinado. Estas esencias son muy común encontrarlos en polvo, líquido y en pastas. (Katya, 2012)

Conservante (sorbato de potasio)

El sorbato de potasio es la sal de potasio del ácido sórbico utilizado en alimentación como conservante. Se encuentra en forma natural en algunos frutos. Usualmente en la industria alimenticia se utiliza el sorbato de potasio ya que este es más soluble en agua que el ácido sórbico. Es un conservante fungicida y bactericida. (Bristhar, 2013)

Tabla 1. Dosis Indicada de Sorbato de Potasio para Usarse como Conservante en Diferentes Grupos de Alimentos

Producto	Dosis (g/Kg de producto)
Derivados Lácteos	0,5 - 2,0
Frutas y Derivados	*1,25 - 5 cm ³

Fuente: <http://www.bristhar.com.ve/sorbato.html>

1.3.2 Proceso

Existen muchos métodos de preservación de alimentos, que ayudan a eliminar los microorganismos que contaminan al alimento. Para la fabricación de la bebida tipo atole se empleará el tratamiento térmico de la pasteurización lenta que nos permitirá garantizar la inocuidad del proceso.

Pasteurización lenta

Conocida también como pasteurización baja, discontinúa, por retención o sostenimiento. Es un tratamiento térmico de baja intensidad (64°C por 30 minutos) que tiene diferentes objetivos relacionados con los alimentos a los que se aplique: para la leche líquida (alimento de poca acidez), tiene como objetivo principal la destrucción de la flora bacteriana, lo que permite conseguir un producto de conservación corta, pero con condiciones organolépticas muy cercanas a la leche cruda evitando los riesgos para la salud. (Abril, 2003)

Para poder determinar el microorganismo de interés, donde aseguramos inocuidad del producto en el tratamiento térmico, nos basamos en la naturaleza del producto cuyo componente mayoritario es la leche (más del 80%) tomamos como referencia a la *Salmonella*. Este microorganismo presenta un valor de termoresistencia $Z=5.5$ °C, un F_0 teórico= 1.50 minutos, a temperatura de referencia, tiempo de destrucción térmica, un tiempo de reducción decimal $D_0= 0.25$ min, valor de esterilización para pasteurización $V_s= 5$ y Temperatura de referencia $TR= 75$ °C.

1.3.3 Equipos

Existen diversos equipos que pueden ser utilizados para el tratamiento térmico y envasado de bebidas pero para la bebida tipo Atole usaremos básicamente los siguientes:

Tanque de doble camisa

Los productos de baja y media viscosidad son calentados en recipientes de capacidad variable (generalmente de 200 a 1.500 litros), estos recipientes o tanques son de acero inoxidable y están encamisados, es decir tienen doble pared, provisto de un agitador para hacer más homogéneo el tratamiento.

El fluido se calienta por medio de vapor o agua caliente que circula entre las paredes del tanque. (Pilcita, 2013) Para la etapa de enfriamiento se utiliza agua al ambiente, que deberá circular en el mismo tanque doble chaqueta hasta que la bebida llegue a la temperatura deseada para su envasado. El uso de la pasteurización lenta es adecuado para procesar pequeñas cantidades de fluido ligeramente viscoso.

Bomba

Existen 2 clases de bombas comúnmente que se utilizan en instalaciones relacionadas a procesos alimenticios:

- Bomba centrífuga: Están indicadas especialmente para el manejo de productos de baja viscosidad, no siendo aptas para líquidos fuertemente aireados, estas se adapta a las diferentes condiciones de operaciones. Se acudirá a ella para bombear líquidos de viscosidad relativamente baja.
- Bomba de desplazamiento positivo: Existen diversas clases, como las alternativas (pistón) y las rotativas (lóbulos), son especialmente indicadas para el bombeo de fluidos de viscosidad elevada.

Para la selección del modelo adecuado de bomba se requiere conocer los siguientes factores (biblioteca de la UGR, 2017)

- El fluido a bombear, la temperatura de bombeo y las propiedades físicas del fluido (densidad y viscosidad) a dicha temperatura.
- Establecer el caudal volumétrico a desarrollar.
- Carga de la bomba
- Cálculo de las pérdidas de carga

Tipo de Llenadoras

Estos equipos son fabricados en acero inoxidable, que pueden incluir un control de temperatura digital, sistema de accionamiento electro neumático con velocidad regulable es decir puede ser manual, semiautomática o automática. Son equipos diseñados específicamente para dosificar líquidos, cremas o polvo, según el tipo de producto a ser envasado.

Tabla 2: Tipos de Llenadoras para Productos Alimenticios Líquidos.

Líquidos de Nivel	Volumétrico	Automático	Flujométrico
Compacto Lineal Rotativo	Compacto Lineal	Isobárico	Rotativo

Elaborado por: Macancela Katherine, Puga Gabriela (2017)

Las llenadoras de nivel son equipos que pueden ser usados para pequeñas y medianas capacidades de producción. Estos equipos están diseñados para el envasado de productos líquidos de baja viscosidad. La diferencia existente entre este tipo de llenadoras es que las del tipo rotativo, está dirigida para producciones de hasta 200 envases por minuto dependiendo del número de boquillas, envase y producto a envasar, siendo un equipo automático y eficiente, pensado para grandes lotes de producción. Este equipamiento se ofrece generalmente acompañado de un cabezal de enroscado rotativo montado en el mismo equipo, para lograr una operación eficiente y un mayor control en un menor espacio.

Las envasadoras volumétricas están diseñadas para el llenado de productos líquidos de alta, mediana o baja viscosidad, con o sin sólidos de forma automática. Las del tipo automático isobárico funcionan con inyección/purga de CO₂, llenado bajo superficie, des-presurizado controlado, cambio rápido y engargolado de tapa automático controlado por medio de un PLC. Las de flujo volumétrico funcionan bajo un esquema de control de volumen o peso, logrando manejar una amplia gama de productos y viscosidades, y que por sus características de diseño puede ser utilizado en aplicaciones con altos requerimientos de control, como la industria farmacéutica. (Equitek). Por volumen de producción a envasar y costos, se recomienda una llenadora manual.

1.3.4 Características del Producto

El desarrollo y la elaboración de un producto, con lleva a realizar énfasis en una amplia gama de características. En específico para el desarrollo de esta bebida se consideran las siguientes:

- Bajo costo relativo.
- Adecuado nivel nutricional: contenido bajo en grasa, bajo en sal y medio de azúcar.
- Limitado uso de ingredientes auxiliares.

CAPÍTULO 2

2. METODOLOGÍA DE DISEÑO

En la parte experimental para realizar las pruebas de desarrollo de la bebida, la selección de la fórmula definitiva por medio de pruebas sensoriales, lo validamos con Análisis de Varianza (ANOVA) y la caracterización física y química de la fórmula final, se usaron los equipos: pH metro, termo balanza, viscosímetro, baño María y materiales de los laboratorios de la Carrera de Ingeniería en Alimentos, de la Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción.

2.1 Formulación

Para el desarrollo de la formulación de la bebida tipo Atole, se realizaron varias pruebas, las que fueron elaboradas en base a recetas tradicionales. Este producto fue preparado principalmente por la mezcla de los siguientes ingredientes: Leche, azúcar, esencia y espesante, para lo cual se aplicó un diseño unifactorial 3ⁿ, probando 3 niveles del espesante considerando como variable respuesta el grado de aceptación o preferencia de los productos a través de un testeo sensorial con jueces no entrenados. (Morales, 2007).

2.1.1 Fórmulas Propuestas

Pruebas preliminares tuvieron como propósito el obtener los parámetros dulzor y sabor deseado, para posteriormente determinar el nivel o grado de espesor adecuado dado por la cantidad de almidón de maíz a usarse en el desarrollo de la fórmula. La tabla 3 detalla las fórmulas propuestas para la evaluación sensorial.

Tabla 3. Fórmulas Propuestas para la Bebida Tipo Atole.

INGREDIENTES	A	B	C
	%	%	%
Leche	85.6	86.5	87.4
Azúcar	6.9	6.9	6.9
Canela	0.2	0.2	0.2
Clavo de olor	0.1	0.1	0.1
Espesante	7.0	6.0	5.0
Esencia vainilla	0.2	0.2	0.2
Conservante	0.1	0.1	0.1
Total Atole	100	100	100

Elaborado por: Macancela Katherine, Puga Gabriela (2017)

2.1.2 Evaluación Sensorial de Formulas Propuestas

Para la selección de la fórmula final, se realizaron pruebas de preferencia (Morales, 2007) de escala hedónica de 7 puntos a 30 jueces no entrenados y los resultados fueron evaluados por un análisis comparativo de medias. Los jueces no entrenados testearon las fórmulas propuestas por medio de una escala de 7 puntos que se detalla en la tabla 4.

Tabla 4. Escala Hedónica para la Evaluación Sensorial.

Escala	Nivel de afectividad
1	Le gusta mucho
2	Le gusta moderadamente
3	Le gusta ligeramente
4	Ni le gusta ni le disgusta
5	Le disgusta ligeramente
6	Le disgusta moderadamente
7	Le disgusta mucho

Elaborado por: Macancela Katherine, Puga Gabriela (2017)

Las muestras fueron colocadas en vasos de plásticos previamente codificados numéricamente y servidas a temperatura de refrigeración junto con agua para ayudar como enjuague entre muestra y muestra a cada juez evaluador. Ver Figura



Figura 2.1 Muestras Codificadas

2.1.3 Tratamiento de Muestras

Las muestras fueron elaboradas el día anterior a las pruebas de degustación y refrigeradas posteriormente. Al momento de la evaluación sensorial, las muestras fueron servidas a la temperatura de refrigeración 4 °C y colocadas en vasos pequeños acorde a la codificación que se detalla en tabla 5.

Tabla 5. Muestras Codificadas para la Evaluación Sensorial.

Códigos	% Espesante
872	7
390	6
547	5

Elaborado por: Macancela Katherine, Puga Gabriela (2017)

Conjuntamente con las muestras se entregó una ficha a cada panelista, donde fue evaluada cada muestra, según el grado de preferencia, siendo el máximo nivel: me gusta mucho y el mínimo: me disgusta mucho (Ver Anexo 1).

2.2 Caracterización Parámetros Físico Químicos

Una vez desarrollada y seleccionada la fórmula se procedió a realizar la caracterización del producto, en donde se midió los parámetros físicos y químicos del mismo, como viscosidad, ensayo realizado en el Viscosímetro de Brookfield DVII+Pro del laboratorio de Bromatología de Alimentos de la Facultad de Ingeniería Mecánica, densidad determinado por método volumétrico, calor específico utilizando el manual del Ingeniero en Alimentos.

2.3 Selección de Equipos

Para la seleccionar los equipos se tomo como base la producción de 900 litros de la bebida tipo atole. Al tratarse de una propuesta a escala piloto se seleccionó la adquisición de un equipo de tratamiento térmico tipo marmita de doble camisa. Se determinaron a través de cálculos matemáticos los requerimientos energéticos necesarios (calentamiento y enfriamiento) para el producto en el sistema de tratamiento térmico. Posteriormente se realizaron los cálculos de capacidad de bomba (potencia necesaria requerida) para realizar el envasado del producto en una llenadora.

2.3.1 Cálculo estimado del calentamiento y enfriamiento del producto en la marmita.

Para determinar el tiempo de calentamiento y enfriamiento en la producción de la bebida, se efectuaron los cálculos matemáticos de transferencia de calor en el interior y exterior del tanque marmita doble chaqueta que es la propuesta a utilizar en el esquema de proceso a escala piloto, en el siguiente orden:

1. Área de transferencia de calor interna y externa de la marmita.

2. Cálculo de la resistencia térmica de conducción.
3. Cálculo estimado del coeficiente de transferencia de calor en interior del tanque, basado en los parámetros físico químicos del producto tipo Atole. El calor específico y la conductividad térmica se calculan con las fórmulas de Choi y Okos.
4. Cálculo estimado de coeficiente de transferencia de calor (hch) al exterior del tanque para la etapa de enfriamiento. El hch se considera 8000 W/m°C, en la etapa de calentamiento cuando el fluido que pasa en la camisa es vapor según bibliografía (A. Cenguel & Ghajar, 2016)
5. Cálculo de coeficiente global de transferencia.
6. Cálculo estimado del tiempo de calentamiento y enfriamiento en el tanque.

Para los cálculos energéticos de calentamiento y enfriamiento se usarán las especificaciones de la marmita que se especifican en la tabla 6 y las propiedades de agua saturada utilizadas para el cálculo del coeficiente de convección en la chaqueta del equipo, por donde fluye el agua para el proceso de enfriamiento del producto que se detallan en la tabla 6.

Tabla 6. Especificaciones del Tanque Marmita y Agitador

Dimensiones del Tanque		
Diámetro Externo	1,25	m
Diámetro Interior	1,1	m
espesor	0,15	m
Altura	1,47	m
Características del Agitador		
Tipo de Agitador	Paleta	
Velocidad Agitador	30	RPM
Ancho Paleta	1,06	m

Elaborado por: Macancela Katherine, Puga Gabriela (2017)

Tabla 7. Parámetros del Agua (al Interior de la Chaqueta)

Enfriamiento		Agua
Concepto	Valor	Unidades
t1A (temperatura inicial)	25	°C
t2A (temperatura en tiempo dado)	35	°C
W (flujo de fluido)	1,38	kg/s
c (calor específico líquido de tanque)	4180	J/Kg °C
K (constante)	0,607	W/m °C
u (viscosidad)	0,000891	Pa-seg
P (densidad)	997	Kg/m ³
u/uo (constante)	1	adimensional
B (constante)	0,000247	1/°C
g (gravedad)	9,81	m/s ²

Fuente: (A.Cengel, 2016),

Estimación del tiempo de Calentamiento

El medio de calentamiento a utilizar en un recipiente doble camisa con agitación constante será vapor de agua, por lo que se emplea la siguiente fórmula para medios isotérmico (A. Cenguel & Ghajar, 2016)

$$\ln\left(\frac{T_1-t_1}{T_1-t_2}\right) = \frac{U \cdot A_s}{M \cdot C} \theta \quad (1)$$

Dónde:

A_s = Área de transferencia de calor, m²

θ = tiempo en segundos, min

M = Masa del líquido contenido, kg

c = Calor específico del líquido contenido, KJ/ kg °

T_1 = Temperatura del medio calefactor, ° C

t_1 = Temperatura inicial del líquido frío, ° C

t_2 = temperatura del líquido frío a un tiempo dado, ° C

U = Coeficiente global de transferencia calor, W / m²°C

Estimación de Tiempo de Enfriamiento.

El medio de enfriamiento a utilizar en un recipiente doble camisa con agitación constante será agua a temperatura ambiente, por lo que se emplea la siguiente fórmula para medios no isotérmico (A. Cenguel & Ghajar, 2016)

$$\ln\frac{T_1-t_1}{T_2-t_1} = \frac{WC}{Mc} \left(\frac{K_2-1}{K_2}\right)\theta \quad (2)$$

Dónde:

θ = tiempo en segundos, s

A = Área de transferencia de calor, m²

K_2 = Constante

U = Coeficiente global de transferencia calor, W / m²°C

T_1 = Temperatura inicial del líquido a enfriar, ° C

T_2 = Temperatura del líquido a enfriar a un tiempo dado, ° C

t_1 = Temperatura del medio refrigerante, ° C

W = Flujo del fluido de enfriamiento, kg / s

M = Masa del líquido en el recipiente, kg

c = Calor específico del fluido en el tanque, KJ / kg ° C

C = Calor específico del fluido en la chaqueta, KJ / kg ° C

Las ecuaciones relacionadas para la estimación del consumo de energía para el proceso de calentamiento y enfriamiento son las que se detallan a continuación.

Área de transferencia de calor

$$A = \pi DH \quad (3)$$

Dónde;

A = Área de transferencia de calor, m²

D= Diámetro del tanque marmita, m

H= Altura del tanque marmita, m

Resistencia térmica de conducción

$$R_{cond} = \frac{\ln(D_o/D_i)}{2 * \pi * k * h} \quad (4)$$

Dónde;

Do= Diámetro externo del tanque marmita, m

Di= Diámetro interno del tanque marmita, m

k= Conductividad térmica del material, W /m°C

h= Altura del tanque marmita, m

π = constante

Números adimensionales en determinación el coeficiente de transferencia de calor:

- Reynolds

$$Re = \frac{\rho * N * (d^2)}{\mu} \quad (5)$$

Dónde;

Re= Numero adimensional

ρ =densidad, kg/m³

N= Velocidad del agitador, Rev/s

d= diámetro, m

μ = viscosidad del producto, Pa-seg

- Prandtl

$$Pr: \frac{Cp * \mu}{k} \quad (6)$$

Dónde;

Pr= Número adimensional

Cp= Calor específico, kj/kg °C

μ= viscosidad del producto, Pa-seg

k= Conductividad térmica del producto, W /m°C

- Nusselt

$$Nu = \frac{h * D}{k} = a * Re^b * Pr^c * \left(\frac{\mu}{\mu_w}\right)^m \quad (7)$$

Dónde;

Nu= Número adimensional

h=altura del tanque marmita, m

D= Diámetro del tanque marmita, m

k= Conductividad térmica del producto, W /m°C

a= valor constante en función del tipo de agitador

b= valor constante en función del tipo de agitador

c= valor constante en función del tipo de agitador

Re= Número de Reynolds,

Pr= Número de Prandtl

μ/μw= constante

m= valor constante en función del tipo de agitador

Coefficiente de transferencia de calor

$$h: \frac{Nu * k}{D} \quad (8)$$

Dónde;

h= Coeficiente de transferencia de calor, W/m2 °C

Nu= Numero adimensional

k= Conductividad térmica del producto, W /m°C

D= Diámetro del tanque marmita, m

Coefficiente global de transferencia de calor

$$\frac{1}{UA_s} = \frac{1}{h * A} + \frac{1}{h_{ch} * A_{ch}} + R_{cond} \quad (9)$$

Dónde;

U= Coeficiente global de transferencia, W/°C

h= Coeficiente de transferencia de calor al interior del tanque, W/m²°C

A= Área de transferencia de calor al interior del tanque marmita, m²

h_{ch}= Coeficiente de transferencia de calor al exterior del tanque marmita, W/m²°C

A_{ch}= Área de transferencia de calor al exterior del tanque, m²

R cond= Resistencia térmica, °C/W

Para la etapa de enfriamiento, adicionalmente se utilizarán las siguientes ecuaciones:

Media logarítmica

$$LMTD_{enfriamiento} = \frac{(T1 - t2) - (T2 - t1)}{\ln \left(\frac{T1 - t2}{T2 - t1} \right)} \quad (10)$$

Dónde;

LMTD= Media logarítmica, °C

T1= Temperatura de calentamiento del producto, °C

t2= Temperatura final del agua de enfriamiento, °C

T2= Temperatura de enfriamiento del producto, °C

t1= Temperatura inicial de agua de enfriamiento, °C

Número de Grashof

$$K_2 = e^{UA/WC} \quad (11)$$

Dónde;

K₂= m²

U= Coeficiente global de transferencia, W/°C

A= Área de transferencia de calor, m²
W = Flujo del fluido de enfriamiento, kg / s
C= Calor específico del agua saturada, J/kg °C

Las ecuaciones relacionadas para la estimación del consumo de energía para el proceso de calentamiento y enfriamiento son las que se detallan a continuación.

2.3.2 Cálculo de Consumo de Diésel.

Para saber el consumo de diésel se consideró el uso de vapor como medio de calentamiento, suministro que es obtenido por medio de un caldero. Para lo cual, se plantea conocer el consumo de energía requerido para el calentamiento del volumen de bebida piloto propuesto.

$$Q = m C_p (T_2 - T_1) \quad (12)$$

$$Q_{\text{producto}} = Q_{\text{caldero}} (\epsilon) \quad (13)$$

2.3.3 Cálculo de carga de la Potencia y Presión de Salida de la bomba

Para determinar la carga de la bomba se considerará un flujo volumétrico de 18 litros/minutos relacionado a la capacidad de llenadora. Los valores de presión y potencia necesarios para el manejo del fluido en el esquema de proceso serán obtenidos en base a los accesorios y tuberías detallados en la tabla 8 y 9.

Tabla 8. Tabla de Accesorios y Tuberías

<u>Accesorios y Tuberías</u>	Succión	Descarga
Codos 90 °	1	3
Válvulas de globo abierta	-	1
L1 (m)	0,5	-
L2 (m)	1	-
L3 (m)	-	2
L4 (m)	-	2
L5 (m)	-	1
L6 (m)		0,25

Elaborado por: Macancela Katherine, Puga Gabriela (2017)

Tabla 9. Parámetros para Cálculo de Potencia de Bomba

	Mínimo	Máximo	Unidades
Diámetro de Tubería	0,0127	0,01905	m
Caudal de Llenadora	0,2	18	m ³ /h

Elaborado por: Macancela Katherine, Puga Gabriela (2017)

Los cálculos de Potencia requerida y presión de salida para seleccionar la bomba están relacionados al uso de las siguientes ecuaciones:

Ecuación de Bernoulli

$$\frac{P_1}{\rho g} + \frac{V_1^2}{2g} + Z_1 + h_w - h_L = \frac{P_2}{\rho g} + \frac{V_2^2}{2g} + Z_2 \quad (14)$$

Pérdidas por fricción

$$h_L = f \frac{L V^2}{D 2g} + \sum K_i \frac{V^2}{2g} = \left(f \frac{L}{D} + K_{ent} + K_{VG} + 2K_{codo} + K_{sal} \right) \frac{V^2}{2g} \quad (15)$$

Velocidad

$$V = \frac{Q}{A} = \frac{4Q}{\pi D^2} \quad (16)$$

Reynolds

$$Re = \frac{\rho V D}{\mu} \quad (17)$$

Carga

$$h_w = Z_2 - Z_1 + h_L \quad (18)$$

Trabajo

$$W = \rho g Q h_w \quad (19)$$

Dónde:

P_1 = Presion de entrada de la bomba

P_2 = Presion de salida de la bomba

V_1 y V_2 = Velocidad 1 y 2

Z_1 y Z_2 = Altura 1 y 2

h_w = coeficiente de perdidas de carga

h_l = coeficiente de perdidas por friccion

ρ = Densidad del fluido

g = gravedad

f = valor f

L = Longitud

D = Diametro de tuberia

K_i = coeficiente de perdidas secundarias por accesorios

Cálculo de Presión de Salida de Bomba

Para el cálculo de presión usaremos las siguientes ecuaciones:

Presión

$$P_s = (Z_2 - Z_s - \frac{V_s^2}{2g} + h_L) \rho g \quad (20)$$

2.4 Características del Producto

Se elaboró un semáforo nutricional conforme a la norma Ecuatoriana de Etiquetado NTE INEN 1334-2. La tabla 10 nos ayuda a determinar los niveles del producto en cuanto al contenido de grasas, azúcares y sal.

Tabla 10. Concentraciones de Componentes.

Nivel	CONCENTRACION BAJA	CONCENTRACION MEDIA	CONCENTRACION ALTA
Componentes			
Grasa Total	Menor o igual a 3 gramos en 100 gramos	Mayor a 3 y menor a 20 gramos en 100 gramos	Igual o mayor a 20 gramos en 100 gramos
	Menor o igual a 1.5 gramos en 100 gramos	Mayor a 1.5 y menor a 10 gramos en 100 mililitros	Igual o mayor a 10 gramos en 100 mililitros
Azucares	Menor o igual a 5 gramos en 100 gramos	Mayor a 5 y menor a 15 gramos en 100 gramos	Igual o mayor a 15 gramos en 100 gramos
	Menor o igual a 2.5 gramos en 100 gramos	Mayor a 2.5 y menor a 7.5 gramos en 100 gramos	Igual o mayor a 7.5 gramos en 100 mililitros
Sal (Sodio)	Menor o igual a 120 miligramos en 100 gramos	Mayor a 120 y menor a 600 miligramos en 100 gramos	Igual o mayor a 600 miligramos de sodio en 100 gramos
	Menor o igual a 120 miligramos en 100 gramos	Mayor a 120 y menor a 600 miligramos en 100 mililitros	Igual o mayor a 600 miligramos de sodio en 100 mililitros

Fuente: Norma Ecuatoriana de Etiquetado NTE INEN 1334-2

2.5 Estimación de Costos

Con la fórmula y equipos seleccionados para el proceso a escala piloto, se realizó la estimación de los costos de producción que nos ayudará a tener una idea global de la inversión necesaria para montaje de la línea de proceso. Esta estimación asocia los costos de equipamiento, costos de materia prima, consumo energético, mano de obra y otros gastos para el precio de venta al público del producto. En la Tabla 11 se detallan los costos de los equipos necesarios para la producción de 900 litros por batch de la bebida.

Tabla 11. Costos de Equipos

Equipos	Precio (\$)
Bomba Centrífuga	\$ 1.200,00
Llenadora	\$ 4.800,00
Marmita	\$ 8.000,00
Accesorios	\$ 1.000,00
Caldero	\$ 8.000,00
Total	\$ 23.000,00

Elaborado por: Macancela Katherine, Puga Gabriela (2017)

Los costos de materias primas y material de empaque se estimaron en base a la fórmula final seleccionada por la evaluación sensorial realizada, los cuales se detallan en la tabla 12. Se han considerado los valores unitarios de cada ítem para producir 16 batch de 900 litros de producto al mes.

Tabla 12. Costos de Materia Prima por Fórmula

Ingredientes	Fórmula final C	
	Precio Unitario (\$)	Total (\$)
Leche	\$0,39	\$5666,32
Azúcar	\$0,06	\$838,64
Canela	\$0,01	\$148,00
Clavo de olor	\$0,01	\$74,00
Espesante	\$0,06	\$858,38
Esencia vainilla	\$0,03	\$443,99
Conservante	\$0,00	\$28,12
botella PET/etiqueta	\$0,22	\$3.168,00
Total	\$1,09	\$8507,44

Elaborado por: Macancela Katherine, Puga Gabriela (2017)

La estimación del costo de mano de obra directa está realizada en base a la cantidad de 2 trabajadores, considerando el valor del sueldo básico determinado por el Ministerio de Relaciones Laborales en Enero del 2017, más beneficios de Ley mismos que se detallan en la Tabla 13.

Tabla 13. Costos de Mano de Obra Directa

BENEFICIOS	Costo (\$)
Sueldos (2 trabajadores)	\$750,00
Décimo Tercer Sueldo	\$62,50
Décimo Cuarto Sueldo	\$62,50
Vacaciones	\$0
Fondo de Reserva	\$0
Aporte Patronal 12.15%	\$91,13
Total	\$966,13

Elaborado por: Macancela Katherine, Puga Gabriela (2017)

Para la estimación del costo indirecto se consideró el consumo de agua potable, energía eléctrica, los valores estimados con respecto a este servicio son detallados en la tabla 14. Las estimaciones se realizaron bajo las siguientes consideraciones:

- El costo de consumo del servicio básico agua, establecido por la Empresa Municipal de Agua Potable y Alcantarillado de Guayaquil (Emapag) es de \$0.50 por m³. Para el cálculo del costo de consumo en el proceso se consideró el volumen calculado de agua necesario para enfriar el producto.
- El costo establecido por la Corporación Nacional de Electricidad (CNEL) es de 0.04\$ Kw-h especificado. Para el cálculo de consumo de Energía Eléctrica en el proceso, se consideraron los consumos indicado en las especificaciones de los equipos y el tiempo de uso por batch de producción.

Tabla 14. Consumo de Energía Eléctrica

Equipos	Consumo estándar	Consumo Kw-h	Costo Kw -h (\$)	Tiempo (h) batch	Costo por batch (\$)	Kw-h batch
Llenadora	20 watts	0,02	\$0,04	2	\$0,00	0,04
Agitador	2HP	1,49	\$0,04	3	\$0,18	4,47
Bomba centrifuga	1100W	1,1	\$0,04	2	\$0,09	2,2
Total					\$0,27	6,71

Elaborado por: Macancela Katherine, Puga Gabriela (2017)

- El costo de consumo de diésel se calculó considerando el consumo de energía por el calentamiento del producto, números de paradas por mes (batches). El valor por litro de este suministro es de \$0,27.

$$\left(\frac{63,028Kg}{mes}\right)\left(\frac{1 l}{0,850Kg}\right)\left(\frac{\$0,27}{1 l}\right) = \$20,02 \text{ mensual}$$

- Se realiza el cálculo considerando una efectividad esperada del caldero del 80%.

La tabla 15, detalla el total de los costos indirectos estimados para la producción de la bebida propuesta.

Tabla 15. Costos de Servicios y Suministro

Materiales	UMB	Cantidad	Costo/UMB	Costo (\$)
Agua	m ³	3,00	\$ 0,50	\$ 1,50
EE	Kw-h	6,71	\$ 0,04	\$ 0,27
Diesel	Lt.	0,5	\$ 18,02	\$ 9,01
Total \$				\$ 10,78

Elaborado por: Macancela Katherine, Puga Gabriela (2017)

CAPÍTULO 3

3. RESULTADOS

3.1 Análisis Estadístico del test sensorial

El análisis de varianza realizado para las respuestas de las pruebas sensoriales con jueces no entrenados (tabla 16), el valor P obtenido del Test F es mayor a 0.05, es decir un valor de $P= 0.720$, por lo que podemos afirmar que no hay diferencia estadísticamente significativa entre las medias obtenidas entre muestras evaluadas para un nivel de confianza del 95%.

Tabla 16. Tabla ANOVA

Fuente	Suma de Cuadrados	GI	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	1,35556	2	0,677778	0,33	0,7204
Inter grupos	179,133	87	2,059		
Total	180,489	89			

Elaborado por: Macancela Katherine, Puga Gabriela (2017)

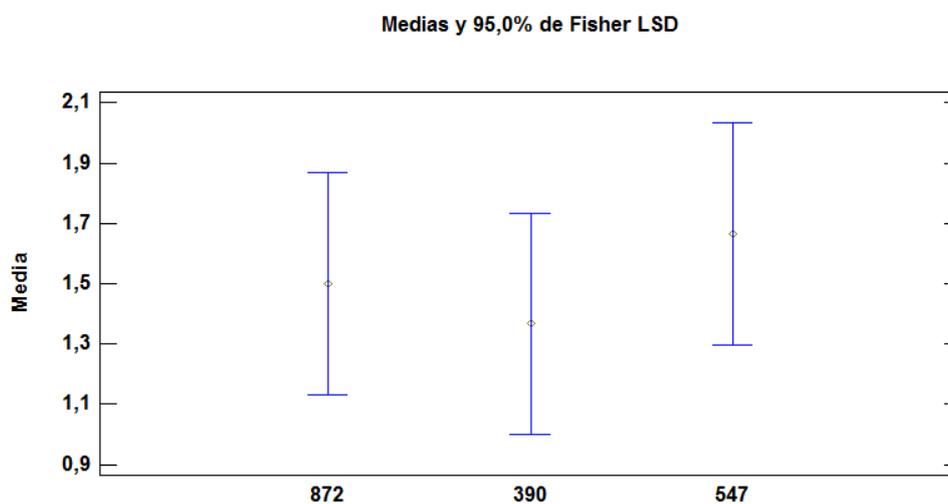


Figura 3.1. Puntuaciones Medias de Evaluación Sensorial de la Bebida Tipo Atole.

La figura 3.1 nos muestra las puntuaciones medias que se obtuvieron de las evaluaciones sensoriales a 3 muestras de bebida tipo atole con diferentes proporciones de espesante, datos que son bases para hacer un análisis de contraste de las mismas que se muestran en la tabla 17

Tabla 17. Contraste Múltiple de Rango para Puntuaciones por Media

Método 95,0 porcentaje LSD			
Muestras	Frecuencia	Media	Grupos Homogéneos
390	30	136,667	X
872	30	1,5	X
547	30	166,667	X
Contraste		Diferencia	+/- Límites
872 - 390		0,133333	0,883465
872 - 547		-0,166667	0,883465
390 - 547		-0,3	0,883465

* indica una diferencia significativa.

Elaborado por: Macancela Katherine, Puga Gabriela (2017)

La tabla 17 en su parte superior detalla de menor a mayor que muestras fueron las más agradables. Según criterios de los jueces, la más agradable es la muestra 547. Al realizar el análisis de comparación de límites con las diferencias, podemos decir que las tres diferencias son menores que sus límites por tanto se considera a las medias como iguales, observando que no existen estadísticamente diferencias significativas a un nivel de confianza del 95 %. Así pues, la muestra 547 es más agradable que la muestra 390 y 872, sin embargo, existe la posibilidad de usar cualquiera de las fórmulas propuestas.

3.2 Selección de Fórmula final

En base a resultados obtenidos del test sensorial se definió que las formulas 547 y 872, no muestran diferencias significativas para los panelistas, es decir que las 2 fórmulas pueden ser seleccionadas como fórmula final. Teniendo en cuenta que la fórmula 547 tiene menor cantidad de espesante y un mayor puntaje frente a las otras muestras, se selecciona como la fórmula final, misma que se detalla en la tabla 18.

Tabla 18. Fórmula final de la bebida tipo atole

Ingredientes	%
Leche	87.4
Azúcar	6.9
Canela	0.2
Clavo de olor	0.1
Espesante	5.0
Esencia vainilla	0.2
Conservante	0.1

Elaborado por: Macancela Katherine, Puga Gabriela (2017)

3.3 Análisis Físico-químicos

Luego de la obtención de la fórmula se determinaron los parámetros físicos y químicos: Humedad, sólidos totales (° Brix), % acidez titulable, pH, viscosidad, densidad para caracterizar nuestra bebida. La tabla 19 resume los resultados obtenidos de dichas caracterizaciones.

Tabla 19. Resultados de Análisis Físicos- Químicos

Parámetros Físico - Químicos							
Materia Prima		Brix	pH	Acidez	Sólidos Totales	Viscosidad	Densidad
Muestra	# 1	19.6	6.79	1.15	Humedad: 81.25% sólidos 18.75%	40cp.	1.0204 gr/cm ³

Elaborado por: Macancela Katherine, Puga Gabriela (2017)

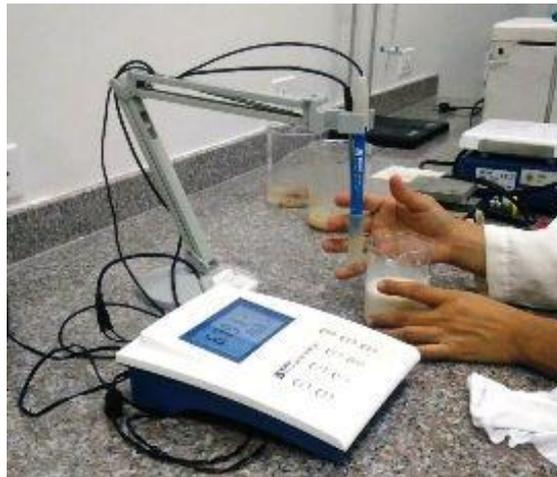


Figura 3.2 Análisis de pH

3.4 Análisis Microbiológico

Para asegurar la inocuidad de la bebida, se realizó todo el proceso de elaboración y envasado siguiendo los procedimientos de buenas prácticas de manufactura. Posteriormente, se tomaron muestras y se realizaron pruebas microbiológicas según la norma INEN EC.NTE 2564 (Requisitos para bebidas lácteas Ver Anexo 3). Los resultados se muestran en la tabla 20. Los mismos indican que están dentro de los parámetros permisibles de la norma.

Tabla 20. Análisis Microbiológico de la Bebida Tipo Atole

Parámetros	Unidades	Requisitos		Resultado
		Min	Max	
Recuento <i>Aerobios mesófilos</i> Totales	UFC/ml	30x10 ³	50x10 ³	16x10 ³
Recuento <i>Coliformes</i> Totales	UFC/ml	<1	10	<1
Recuento <i>Escherichia Coli</i>	UFC/ml	<1	---	<1
Investigación de <i>Listeria Monocitogenes</i>	----	Ausencia		No detectable/25ml
Investigación de <i>Salmonella spp</i>	—	Ausencia		No detectable/ 25 g

Elaborado por: Macancela Katherine, Puga Gabriela (2017)

3.5. Determinación del tiempo de calentamiento

Los cálculos matemáticos para determinar el tiempo estimado de calentamiento y enfriamiento del proceso para elaboración de bebida en una mamita de doble camisa de 0.9m³se detallan a continuación.

Tiempo de calentamiento

- Cálculo de área de transferencia de calor en tanque:

$$As_1 = \pi D_i H \quad (3)$$

$$As_1 = \pi(1,1)(1,32) = 4,56 \text{ m}^2 \quad (21)$$

$$As_0 = \pi D_o H$$

$$As_0 = \pi(1,25)(1,47) = 5,77 \text{ m}^2$$

- Cálculo de resistencia térmica de la conductividad:

$$R_{cond} = \frac{\ln(D_o/D_i)}{2 * \pi * k * L} \quad (4)$$

$$R_{cond} = \frac{\ln(1,25 \text{ m}/1,10 \text{ m})}{2 * \pi * 16,3 \frac{W}{m \text{ } ^\circ C} * 1,47 \text{ m}}$$

$$R_{cond}: 8,49 \times 10^{-4} \frac{^{\circ}\text{C}}{\text{W}}$$

- Cálculo del coeficiente de transferencia estimado de calor h_t , al interior de tanque.

a. Cálculo del número de Reynolds para el fluido en el tanque

$$Re = \frac{\rho N d^2}{\mu i} \quad (17)$$

$$Re = \frac{1020,4 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 0,5 \frac{\text{rev}}{\text{s}} * (1,06 \text{ m})^2}{4 \times 10^{-3} \frac{\text{Pa}}{\text{s}}}$$

$$Re = 143315,18$$

b. Cálculo del Número de Prandal para el fluido en el tanque

$$Pr = \frac{Cp * \mu}{k} \quad (6)$$

$$Pr = \frac{2,396 \frac{\text{Kj}}{\text{Kg}} ^{\circ}\text{C} * \frac{1000 \text{ J}}{1 \text{ Kj}} * 4 \times 10^{-3} \frac{\text{Pa}}{\text{s}}}{1,99 \text{ W/m}^{\circ}\text{C}}$$

$$Pr = 4,81$$

c. Cálculo de Nussel para el fluido en el tanque

$$Nu: \frac{h * D}{k} = a * Re^b * Pr^c * \left(\frac{\mu}{\mu_w}\right)^m \quad (7)$$

$$Nu = 0,36 * (143315,18)^{0,67} * (4,82)^{0,33} * (1)^{0,14}$$

$$Nu = 1722,97$$

d. Cálculo de Coeficiente de Transferencia del calor h_t .

$$h: \frac{Nu * k}{D} \quad (8)$$

$$h = \frac{1723,55 * 1,99 \frac{W}{m} ^\circ C}{1,1 m}$$

$$h = 3117,77 \frac{W}{m^2 ^\circ C}$$

- **Determinación de Coeficiente global de transferencia**

El h_{ch} considerado para los cálculos fue de 8000 W/m °C, según bibliografía de la Tesis “Evaluación y Adecuación de un Tanque agitador y chaqueta de vapor de 0.9m³ para la pasteurización de 880kg de pulpa de fruta”, información levantada mediante descripción propia del equipo y ensayos realizados tomando como referencia agua (fluido newtoniano).

$$\frac{1}{UA_s} = \frac{1}{h_i * A_i} + \frac{1}{h_{ch} * A_{ch}} + R_{cond} \quad (9)$$

$$\frac{1}{UA_s} = \frac{1}{3118,06 \frac{W}{m^2 ^\circ C} * 4,56 m^2} + \frac{1}{8000 \frac{W}{m^2 ^\circ C} * 5,77 m^2} + 8,49x10^{-4} \frac{^\circ C}{W}$$

$$\frac{1}{UA_s} = 9,41x10^{-4} \frac{^\circ C}{W}$$

$$UA_s = 1062,62 \frac{W}{^\circ C}$$

- **Cálculo del tiempo de Calentamiento estimado**

Para un medio de calentamiento isotérmico (vapor de agua) se emplea la ecuación siguiente:

$$\ln\left(\frac{T_1 - t_1}{T_1 - t_2}\right) = \frac{U * A_s}{M * C} \theta \quad (2)$$

$$\theta = \left(\frac{\ln\left(\frac{128^\circ C - 28^\circ C}{128^\circ C - 75^\circ C}\right)}{\frac{1062,70 \frac{W}{^\circ C}}{918,36 kg * 2,396 \frac{Kj}{Kg} ^\circ C}} \right)$$

$$\theta = 21,91min$$

Se requiere un tiempo de 21,91 min para el proceso de calentamiento de la bebida.

Tiempo de enfriamiento

- **Calor cedido durante el enfriamiento**

$$Q = mC_p(T_2 - T_1) \quad (12)$$

$$Q = 918,36 \text{ Kg} \left((2,21) \frac{\text{Kj}}{\text{Kg}} \text{ } ^\circ\text{C} \right) (75 - 40) ^\circ\text{C}$$

$$Q = 71035,14 \text{ Kj}$$

- **Cálculo del coeficiente de transferencia estimado de calor h_t , en interior de tanque.**

- a. Cálculo de #Reynolds para el fluido en tanque. Este es dada por la velocidad de agitación del aspa de la marmita.

$$Re = \frac{\rho N d^2}{\mu} \quad (5)$$

- b. **Cálculo del Número de Prandal para fluido en el tanque**

$$Pr = \frac{C_p * \mu}{k} \quad (6)$$

$$Pr = \frac{2210 \text{ J/Kg}^\circ\text{C} (4 \times 10^{-3} \text{ Pa.s})}{1,830 \text{ W/m}^\circ\text{C}}$$

$$Pr = 4,830$$

- c. **Cálculo de Nussel para el fluido en el tanque**

$$Nu = a Re^b Pr^c \left(\frac{\mu}{\mu_w} \right)^m \quad (7)$$

$$Nu = 0,36 (143315,18)^{0,67} 4,830^{0,33} (1)^{0,14}$$

$$Nu = 1725,60$$

- d. **Cálculo del coeficiente de transferencia de calor para interior del tanque**

$$h: \frac{Nu * k}{D} \quad (8)$$

$$h = \frac{(1724,73)(1,827W/m^{\circ}C)}{1,1m}$$

$$h = 2867,46 W/m^2{}^{\circ}C$$

- Cálculo estimado del coeficiente de transferencia de calor Hch, en interior de la chaqueta.
- Los datos del fluido externo corresponden al agua de enfriamiento que fluye por la chaqueta. Las propiedades térmicas del vapor fueron obtenidas de las tablas de vapor del libro transferencia de masa de Yunus Cengel.

a. **Cálculo del Número de Prandtl para el fluido en el tanque**

$$Pr = \frac{Cp * \mu}{k} \quad (6)$$

$$Pr = \frac{4180 J/Kg^{\circ}C(0,891 \times 10^{-3} Pa.s)}{0,607 W/m^{\circ}C}$$

$$Pr = 6,136$$

b. **Cálculo de coeficiente de transferencia de calor Hch.**

$$Nu = 0,15Pr^{0,33} \left(\frac{\rho g \beta (LMTD)}{\mu^2} \right)^{0,33} \quad (22)$$

Dónde;

$$LMTD_{enfriamiento} = \frac{(T1 - t2) - (T2 - t1)}{\ln \left(\frac{T1 - t2}{T2 - t1} \right)}$$

$$LMTD_{enfriamiento} = \frac{(75 - 35) - (40 - 25)}{\ln \left(\frac{75 - 35}{40 - 25} \right)}$$

$$LMTD_{enfriamiento} = 25,49^{\circ}C$$

El producto se va a enfriar de 75°C a 40°C y el agua de enfriamiento se va a calentar de 25°C a 35°C.

$$Nu = 0,15(6,136)^{0,33} \left(\frac{\left(\frac{997Kg}{m^3} \right) \left(9,81 \frac{m}{s^2} \right) (0,247 \times 10^{-3} 1/^{\circ}C)(25,48^{\circ}C)}{(0,891 \times 10^{-3} Pa.s)^2} \right)^{0,33}$$

$$Nu = 109,56$$

$$h = \frac{Nu \cdot k}{D} \quad (8)$$

$$h = \frac{(401,41) \left(0,607 \frac{W}{(m^{\circ}C)}\right)}{1,25m}$$

$$h = 53,20 W/(m^2^{\circ}C)$$

- **Determinación de coeficiente global de transferencia**

$$\frac{1}{UA_s} = \frac{1}{h_i \cdot A_i} + \frac{1}{h_{ch} \cdot A_{ch}} + R_{cond} \quad (9)$$

$$\frac{1}{UA_s} = \frac{1}{2867,46/(m^2^{\circ}C)(4,56 m^2)} + \frac{1}{50,20W/(m^2^{\circ}C)(5,77m^2)} + 8,49 \times 10^{-4} C/W$$

$$UA_s = 239,15 W/^{\circ}C$$

- **Determinación de tiempo de enfriamiento**

$$K_2 = e^{UA/WC} \quad (11)$$

$$K_2 = e^{\frac{610,98 W/^{\circ}C}{1,38 Kg/s(4180 \frac{J}{Kg^{\circ}C})}}$$

$$K_2 = 1.112$$

$$\ln \frac{T1-t1}{T2-t1} = \frac{WC}{Mc} \left(\frac{K2-1}{K2} \right) \theta \quad (2)$$

$$\theta = \frac{\ln \frac{75-25}{40-25}}{\frac{1,38 Kg/s(4,180 \frac{KJ}{Kg^{\circ}C})}{918,36 Kg (2,21^{\circ}C)} \left(\frac{1,04m^2-1}{1,04m^2} \right)}$$

$$\theta = 2,89 horas$$

Se requiere un tiempo de 2,89 horas para enfriar la bebida previa a su envasado.

Adicionalmente se obtuvieron el perfil de tiempo y temperatura del producto a escala de laboratorio para determinar las letalidades del microorganismo de referencia, que en nuestro caso fue la de salmonella con un valor de Fo teórico de 1.5 minutos Logrando un valor de Fo estudio a 15 minutos y determinamos que el producto esta reprocesado

Cálculo de consumo de Diésel

Se calcula la cantidad de diésel requerida para una producción de 16 batch mensuales.

- **Cálculo de calor necesario para calentar el producto.**

$$Q = mC_p(T_2 - T_1) = \quad (12)$$

$$Q = 918,36 \text{ Kg} \left((2,396) \frac{\text{Kj}}{\text{Kg}} \text{°C} \right) (75 - 28)$$

$$Q = 113765,37 \text{ Kj}$$

$$Q = \left(\frac{113765,37 \text{ Kj}}{21,91 \text{ min}} \right) \left(\frac{60 \text{ min}}{1 \text{ h}} \right) \left(\frac{0,36 \text{ h}}{\text{día}} \right) \left(\frac{19 \text{ días}}{1 \text{ mes}} \right) \left(\frac{0,239006 \text{ Kcal}}{\text{Kj}} \right)$$

$$Q = 509269,07 \text{ kcal/mes}$$

- **Cálculo de la masa del Diesel**

$$Q_{\text{producto}} = Q_{\text{caldera}} (\varepsilon) \quad (13)$$

$$Q_{\text{producto}} = m_{\text{diesel}} (PCI) (\varepsilon)$$

$$m_{\text{diesel}} = \frac{(Q \text{ producto})}{(\text{Poder calorifico inferior})(\text{efectividad})}$$

$$m_{\text{diesel}} = \frac{509269,05 \frac{\text{Kcal}}{\text{mes}}}{(0,8)10100 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}}}$$

$$m_{\text{diesel}} = 63,02 \text{ Kg/mes}$$

- **Dimensionamiento de caldero (Determinación de NTU)**

$$NTU = -\ln (1 - \varepsilon) \quad (23)$$

$$NTU = -\ln(1 - \varepsilon)$$

$$NTU = -\ln(1 - 0,8)$$

$$NTU = 1,6$$

Nota: Se considera una efectividad esperada del caldero del 80%

Cálculo de la Potencia de Bomba

Con la ecuación de Bernoulli generalizada entre la salida de la bomba(s) y la superficie del tanque 2.

$$\frac{P_1}{\rho g} + \frac{V_1^2}{2g} + Z_1 + h_w - h_L = \frac{P_2}{\rho g} + \frac{V_2^2}{2g} + Z_2 \quad (14)$$

Dónde:

$$P_1 = P_2 = 0 \text{ Presiones manométricas}$$

$$V_1 = V_2 = 0 \text{ Suponiendo áreas de tanque suficientemente grandes}$$

$$Z_1 - Z_2 = 2 \text{ m}$$

$$h_L = f \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g} + \sum Ki \frac{V^2}{2g} = \left(f \frac{L}{D} + K_{ent} + K_{VG} + 2K_{codo} + K_{sal} \right) \frac{V^2}{2g} \quad (15)$$

- Cálculo de la velocidad:

$$V = \frac{Q}{A} \quad (16)$$

$$V = \frac{4Q}{\pi D^2} = \frac{4(0.003) \text{ m}^3/\text{s}}{3.1416 * 0.0127^2}$$

$$V = 2.37 \text{ m/s}$$

- Cálculo de Reynolds

$$Re = \frac{\rho V D}{\mu} \quad (17)$$

$$Re = \frac{1024 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3} * 2.37 \frac{\text{m}}{\text{s}} * 0.0127 \text{ m}}{0.004 \text{ Pa}\cdot\text{s}} =$$

$$Re = 7.7 * 10^3$$

- Cálculo la rugosidad al interior de la tubería.

$$\frac{e}{D} = \frac{0.024}{12.7}$$

$$\frac{e}{D} = 0.0019 \text{ De la grafica (Ver anexo II)}$$

En diagrama de Moody: $f \cong 0.0319$

- De tabla para coeficiente de pérdidas secundarias:

$$K_{ent} = 1.0 ; K_{vg} = 0 ; K_{codo} = 3.6 ; K_{sal} = 1$$

$$K_i = 1 + 0 + 3.6 + 1 =$$

$$K_i = 5.6$$

- Cálculo las longitudes tanto de succión como descarga y la total de tubería:

$$\text{Longitud de Succión} = L_1 + L_2 = 0.5 + 1$$

$$\text{Longitud de Succión} = 1.5 \text{ m}$$

$$\text{Longitud de Descarga} = L_3 + L_4 + L_5 + L_6 = 2 + 2 + 1 + 0.25$$

$$\text{Longitud de Descarga} = 5.25 \text{ m}$$

$$\text{Longitud Total} = 6.75 \text{ m}$$

- Cálculo por separado los siguientes factores

$$f \frac{L}{D} = 16.9547$$

$$\frac{V_2^2}{2} = 2.8042$$

- Cálculo de las pérdidas por fricción:

$$h_L = \left(f \frac{L}{D} + K_i \right) * \frac{V_2^2}{2}$$

$$h_L = (16.9547 + 5.6) * 2.8042$$

$$h_L = 63.2490 \text{ m}$$

$$\frac{h_L}{g} = \frac{63.2490}{9.8}$$

$$\frac{h_L}{g} = 6.4540 \text{ Pa}$$

Dónde:

$$\alpha_1 = 0$$

$$\alpha_2 = 1.075$$

$$Z_2 - Z_1 = 2 \text{ m}$$

- Cálculo los siguientes factores:

$$\alpha_2 \frac{v_2^2}{2g} = 1.075 * 2.8042/9.8 =$$

$$\alpha_2 \frac{v_2^2}{2g} = 0.308$$

- **La carga de la bomba** con los factores calculados por separado anteriormente:

$$H = W = (Z_2 - Z_1)(h_L) \left(\alpha_2 \frac{v_2^2}{2} \right) =$$

$$H = 2 * 63.2490 * 0.308$$

$$H = W = \mathbf{8.762 \text{ m}}$$

- Para calcular **la potencia de la bomba** aplicamos la siguiente ecuación

$$\text{Potencia} = \rho g Q H =$$

$$1024 \left(\frac{\text{kg}}{\text{m}^3} \right) * 9.81 \left(\frac{\text{m}}{\text{s}} \right) * 0.0003 (\text{m}^3/\text{s}) * 8.762 \text{ m}$$

$$\text{Potencia} = 26.377 \text{ Watts} = 0.026 \text{ KW} = \mathbf{0.035 \text{ HP}}$$

- Calculo de Presión de salida de la bomba

$$P_s = (Z_2 - Z_s - \frac{v_2^2}{2g} + h_p) \rho g$$

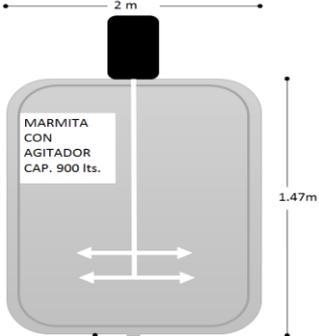
$$P_s = (2 - 2.8042 + 63.2490) 1024 * 9.8$$

$$P_s = 81966 \text{ Pa} = 81.96 \text{ KPa} = \mathbf{0.81 \text{ atm}}$$

3.6 Selección de Equipos

En base a una producción diaria no excedente de 1000 lt de bebida tipo atole, se planteó la adquisición de los siguientes equipos para una escala piloto de fabricación misma que se detallan en la tabla 21.

Tabla 21. Selección de Equipos

Equipo	Especificación
<p><u>Marmita doble chaqueta</u></p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Altura: 1,47m • Diámetro interno: 1,25m • Diámetro externo: 1,1m • Velocidad agitadora: 30 RPM • Ancho de paleta: 1,06m • Capacidad del tanque: 0,9m³ • Presión máxima de trabajo de tanque: ATMf (100 °C) • Presión máxima de trabajo de chaqueta: 42 PSI (142°C)
<p><u>Bomba centrífuga sanitaria</u></p> 	<ul style="list-style-type: none"> • Presión nominal: 10 bar • Caudal máximo: 130m³/h • Velocidad máxima: 3500 rpm • Diámetro: • Aspiración: 40mm • Descarga: 32mm • Potencia: 0.9 KW
<p><u>Llenadora manual de líquidos viscosos</u></p> 	<ul style="list-style-type: none"> • LVM-1000 • Voltaje (V/Hz): 110V/60Hz • Potencia (W): 20 • Presión del Aire (Mpa): 0.4 – 0.6 • Rango del Llenado (ml): 200 - 1000 • Capacidad de Llenado (b/min): 10 - 18 • Precisión de Llenado: <1% • Dimensiones (L*A*H) (mm): 101*25*77 • Peso Kg: 32

Elaborado por: Macancela Katherine, Puga Gabriela (2017)

Marmita doble chaqueta (mezclador)

La marmita es muy necesaria para la etapa de la mezcla de las materias primas, cuenta con un agitador tipo paleta con una velocidad de 30 rpm, debido a que el proceso requiere una agitación durante el proceso de cocción, que nos permite obtener una mezcla sin grumos y más uniforme.

Llenadora

Se estima una producción de 3600 botellas de 500ml para un batch de 900lt de bebida tipo atole. La llenadora seleccionada tiene una capacidad de llenado de 18 botellas/minutos, con lo cual se estima un tiempo de llenado de 50 minutos en una presentación de 500 ml.

Bomba Centrifuga

En base a la producción estimada y al comportamiento reológico del producto (baja viscosidad), se seleccionó una bomba centrifuga de acero inoxidable con una potencia estimada de 0,035 hp, la cual permite bombear hasta 18lt/min acorde al requerimiento de la llenadora de producto seleccionada.

3.7 Diagrama de flujo para la elaboración de la bebida

La figura 3.7 esquematiza el diagrama de flujo del proceso para la obtención de la bebida tipo atole. En la representación gráfica se detalla los parámetros de cada etapa del proceso.

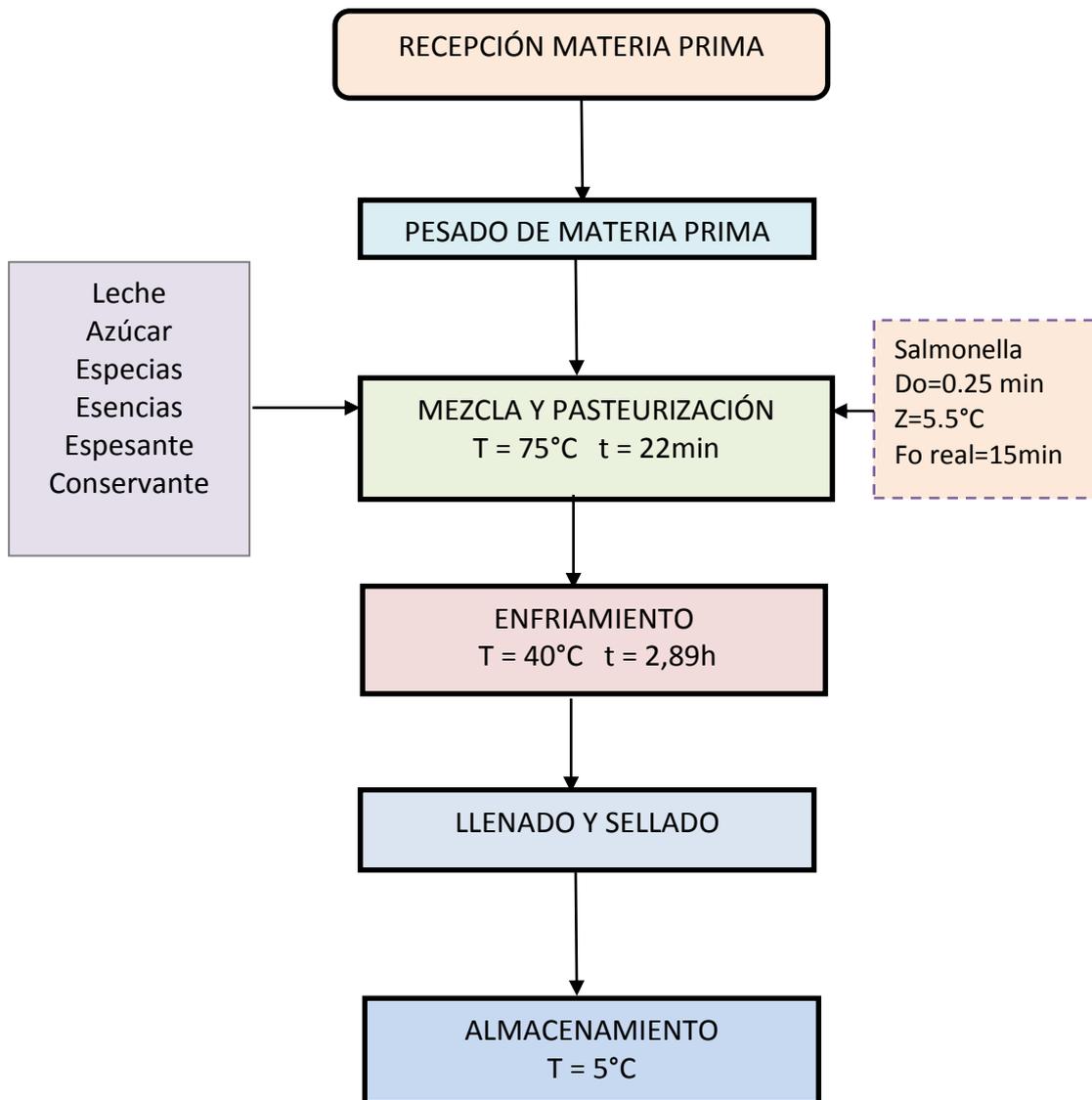


Figura 3.3 Esquema de Proceso Propuesto.
 Elaborado por: Macancela Katherine, Puga Gabriela (2017)

Recepción de materias primas

Se receipta la materia prima conforme a la necesidad de la producción, las mismas que deben ingresar con un certificado de calidad que valide la seguridad del producto para el proceso. La materia prima leche se almacena a una temperatura controlada de 18°C, los otros insumos se almacenan en área limpia y fresca a una temperatura ambiente no mayor a 27°C.

Mezcla y calentamiento

Se caliente agua a temperatura de 50 °C y se adiciona la leche en polvo junto con el azúcar y especias manteniendo esta mezcla en constante agitación, posteriormente se adiciona el saborizante, conservante y el espesante

(almidón de maíz) que por efectos de temperatura y constante agitación nos permite obtener la viscosidad requerida para el producto final, hasta llegar a una temperatura de 75°C, con un tiempo de retención de 5 min.

Enfriamiento

Finalizada la etapa de calentamiento, el producto es enfriado a 40 °C para su envasado.

Llenado y Cerrado

La bebida es transportada por una bomba centrífuga hasta la máquina llenadora, la que pasa a los inyectores de la máquina que se encargan de dosificar hasta una capacidad 18litros por minutos. El envase con producto es sellado con una tapa rosca por parte del personal operativo.

Almacenamiento

El producto final es almacenado a temperatura de refrigeración de 5 °C hasta su distribución al mercado, manteniendo la cadena de frío a lo largo de la misma

3.8 Lay out de Equipos

Una vez seleccionado los equipos a usarse, se realizó el bosquejo o diseño a proponer para el procesamiento de la bebida tipo atole a escala piloto.

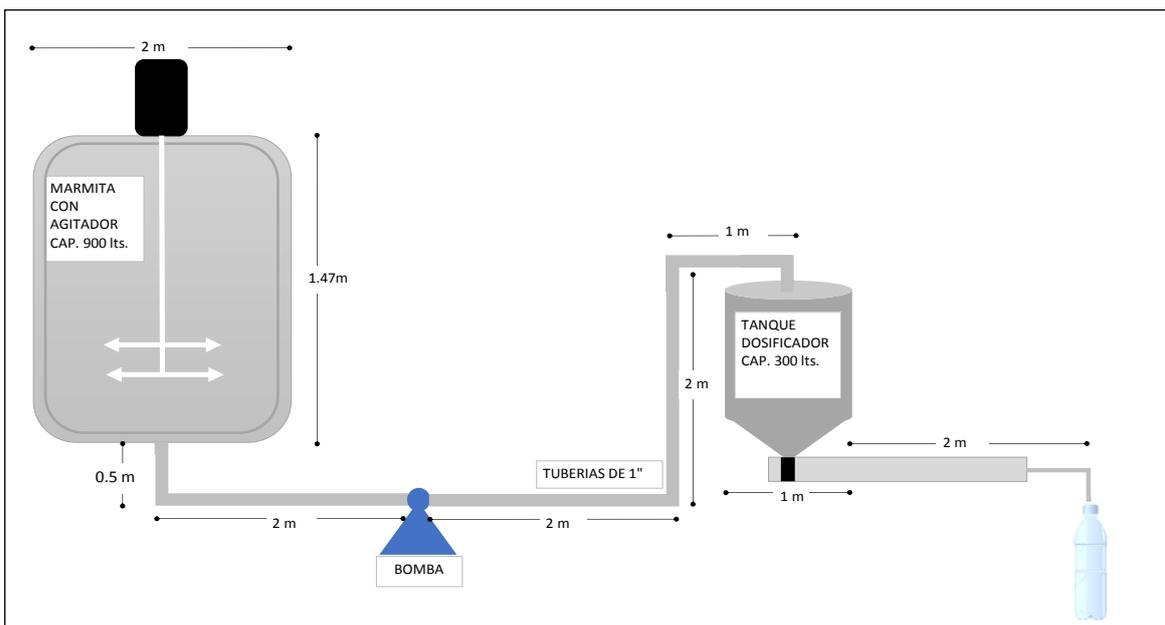


Figura 3.4 LAYOUT DE EQUIPOS

Elaborado por: Macancela Katherine, Puga Gabriela (2017)

3.9 Características del Producto Final

Se elaboró un semáforo nutricional conforme a la norma Ecuatoriana de Etiquetado. El resultado obtenido, acorde al cálculo realizado, en base a los ingredientes de la fórmula seleccionada fueron: Medio en azúcar, bajo en grasa y bajo en sal (Ver figura 3.8). En base a estos resultados podemos manifestar que la bebida es un producto de contenido calórico medio, libre de gluten.

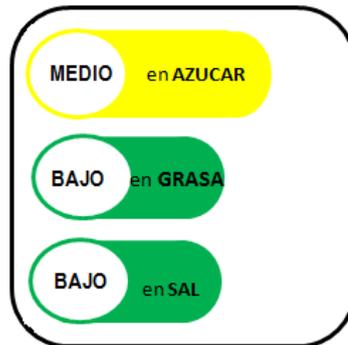


Figura 3.5 Semáforo Nutricional del Atole

El etiquetado del producto se realizó con polipropileno de alta densidad, un material resistente a humedad. Las dimensiones son 20.7x5cm. (Ver figura 3.6 a). Para la comercialización del producto se usará inicialmente una presentación de 500ml (Ver figura 3.9 b). El envase por utilizar es un envase de polietileno de alta densidad transparente (Ver anexo III). La tapa para el sellado de los envases es tapa tipo rosca PVC amarilla (Ver anexo IV).



Figura 3.6 b. Presentación 500ml de producto

18 x 5 cm

Tabla Nutricional		
Tamaño de una Porción: 200 ml		
		por porción
Calorías	209 kcal	(874 kj)
Proteína		4,23 g
Carbohidrato		30,51 g
Fibra		0,7 g
Azúcar		24,96 g
Grasa		3,81 g
Grasa saturada		2,044 g
Poliinsaturada		0,354 g
Monoinsaturada		0,954 g
Colesterol		10 mg
Sodio		45 mg
Potasio		179 mg

*Basada en una dieta diaria de 2000 calorías

MEDIO en **AZÚCAR**

BAJO en **GRASA**

BAJO en **SAL**

Reg. San. No.

Elaborado por
BENUTEC
Barrio Las Americas, México 1306
Telf: 0978617188 - 0992630037
ricavena.benutec1@gmail.com
Guayaquil - Ecuador



Rica Avena, es una bebida elaborada con leche y almidón de maíz conocida como ATOLE.

El almidón de maíz aporta carbohidratos de fácil digestión, por ser libre de gluten.

Los carbohidratos son importantes como fuente de energía, es el combustible durante la realización de ejercicios.

La leche fortalece los huesos, aumenta la masa muscular, regula la presión arterial, contiene calcio, potasio, fosforo, aminoácidos, vitaminas A, D, B.

INGREDIENTES: Leche, almidón de maíz, azúcar, especias y benzoato de sodio.

Contiene Lactosa

MANTENER EN REFRIGERACION



Figura 3.6 a. Etiqueta del Producto

3.10 Estimación de Costos

El costo de producción estimado para la bebida propuesta es de \$12.239,81 mensuales para una producción de 28,800 botellas de 500ml. La Tabla 22, resume los rubros utilizados.

Tabla 22. Costos de producción.

	Ingredientes	Cantidad	*UMB	Costo UMB	Costo Batch	Costo Litro	Costo Mes
Materia Prima	Leche	786,99	L	\$ 0,45	\$ 354	\$ 0,39	\$ 5.666
	Azúcar	61,66	Kg	\$ 0,85	\$ 52	\$ 0,06	\$ 839
	Canela	1,54	Kg	\$ 6,00	\$ 9	\$ 0,01	\$ 148
	Clavo de olor	0,77	Kg	\$ 6,00	\$ 5	\$ 0,01	\$ 74
	Espesante	44,71	Kg	\$ 1,20	\$ 54	\$ 0,06	\$ 858
	Esencia	1,54	Kg	\$ 18,00	\$ 28	\$ 0,03	\$ 444
	Conservante	0,46	Kg	\$ 3,80	\$ 2	\$ 0,002	\$ 28
	Costo total	900	L	\$ 36,30	\$ 504	\$ 0,56	\$ 8.057
Material Empaque	Envase	1800	und	\$ 0,06	\$ 108	\$ 0,12	\$ 1.728
	Etiqueta	1800	und	\$ 0,05	\$ 90	\$ 0,10	\$ 1.440
	Costo total			\$ 0,11	\$ 198	\$ 0,22	\$ 3.168
Mano Obra	*MOD	2	Personal	\$966,13	\$ 60	\$ 0,07	\$ 966
Costo Indirecto	Agua	3,00		\$ 0,50	\$ 2	\$ 0,00	\$ 24
	*EE	6,71	Kw/h	\$ 0,04	\$ 0	\$ 0,00	\$ 4
	Diésel	63,02	kg/mes	\$ 0,27	\$ 1	\$ 0,0012	\$ 20
	Total Costos directos				\$ 762	\$ 0,85	\$ 12.192
	Total Costos indirectos				\$ 3	\$ 0,00	\$ 48
	Costo producción				\$ 765	\$ 0,85	\$ 12.240
						Costo x unidad	\$ 0,42
						Margen	\$ 0,32
						*PVP	\$ 0,75

Elaborado por: Macancela Katherine, Puga Gabriela (2017)

Para complementar el análisis de costos del producto se realizó un análisis financiero considerando la inversión inicial \$23000 que se detalla en tabla 8. Los rubros correspondientes a este análisis son detallados en la tabla 23. Con el presupuesto de ventas estipulado de \$21.537 mensuales aproximadamente por 1800 envases vendidos el flujo generado es de \$7.254 aproximadamente pagándose la inversión inicial en 3 meses.

Tabla 23. Análisis Financiero

CONCEPTOS	2017
VENTAS	\$ 21.537
Ventas	\$ 21.537
Devoluciones en Ventas	\$ -
Total Ingresos	\$ 21.537
COSTO DE VENTAS	\$ 12.240
Margen bruto	\$ 9.297
GASTOS OPERATIVOS	\$ 966
Mantenimiento de Maquinarias	\$ -
Sueldos	\$ 750
Décimo Tercer Sueldo	\$ 63
Décimo Cuarto Sueldo	\$ 63
Vacaciones	\$ -
Fondo de Reserva	\$ -
Aporte Patronal 12.15%	\$ 91
Uniforme	\$ -
GASTOS ADMINISTRATIVOS	\$ 1.077
Total Gastos	\$ 2.043
Utilidad Neta	\$ 7.254
Inversión	\$ 23.000
Amortización	3 meses

Elaborado por: Macancela Katherine, Puga Gabriela (2017)

CAPÍTULO 4

4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El mercado global de bebidas saludables y alimentos ha tenido un crecimiento constante en la última década, dada por una serie de factores, como el aumento de la presión a los fabricantes para disminuir el contenido de ingredientes dañinos a la salud, cambios de estilo de vida de los consumidores y la necesidad de diferenciación de productos en un entorno muy competitivo.

El incremento en el mundo de enfermedades como la obesidad y la diabetes han llevado a esta industria a cambiar su enfoque hacia productos más naturales y funcionales. Una muestra de ello es que industrias de jugos y néctares está realizando desarrollos de este tipo de bebidas. Sus productos poseen actualmente una menor cantidad de azúcar. (Suplemento, 2016). También encontramos en el mercado local, bebidas de soya, jugos con sabila, avenas con frutas, leches saborizadas, néctares etc.

Ante un mercado que cada día demanda más y más de alimentos y bebidas saludables, (ECUADOR, PRO, 2012), la presente propuesta plantea el uso del almidón de maíz para la preparación de una bebida (atole), como una alternativa para consumidores que gustan de productos que no alteren su salud.

4.1. Conclusiones:

- La fórmula 547 fue la de mayor agrado por parte de los jueces durante la evaluación sensorial respecto de las otras dos evaluadas, es decir el agrado de los jueces se inclinó por la fórmula que presentaba menor proporción de espesante siendo esta seleccionada como fórmula final.
- Se formuló una bebida tipo atole con un contenido calórico medio y libre de gluten.
- Las pruebas microbiológicas realizadas en la bebida abarcan el cumplimiento de la norma INEN EC.NTE 2564, para la comercialización del producto.
- La bebida desarrollada debe ser comercializada en condiciones de refrigeración para conservar sus características organolépticas.

- El tiempo de elaboración para una producción de 900 litros en el esquema de proceso propuesto es de 3.16 horas.
- El costo estimado de producción considerando una inversión inicial de equipos de \$23000 es de \$0.75/ unidad, con un margen de contribución del 75%.

4.2. **Recomendaciones:**

- Por ser un producto libre de gluten, se puede dar un plus extra desarrollándolo con otro edulcorante no calórico y/o con leche semidescremada o descremada para así hacerlo más atractivo para los consumidores de productos más saludables.
- Dar a conocer el producto y sus cualidades, como buena alternativa para desayunos, meriendas o refrigerios etc.
- La línea de equipos para la elaboración de la bebida tipo “atole” podría ser adaptada para diferentes bebidas de similares características y de esa manera dar aprovechamiento de la línea.

BIBLIOGRAFÍA

- 1) Abril, A. C. (2003). *Procesos de Conservacion de Alimentos, 2da Edicion*. Espana: Mundi Prensa.
- 2) ARCSA. (2015). *Norma Ecuatoriana de Etiquetado*. Guayaquil: INEN.
- 3) Biblioteca de la UGR. (2007). *www.ugr.es/~aulavirtualpfcicq*. Retrieved from <http://www.ugr.es/~aulavirtualpfcicq/descargas/documentos/BOMBAS%20y%20TUBERIAS.pdf>
- 4) Bristhar. (2013). *Bristhar.com*. Retrieved from <http://www.bristhar.com.ve/sorbato.html>
- 5) Cagua, S., & Hidalgo, M. (2015). *Diseno y elaboracion de un posttre poco viscoso "arroz con leche" pasteurizado listo para consumir*. Retrieved from <http://www.dspace.espol.edu.ec/retrieve/97262/D-CD8838.pdf>.
- 6) ECUADOR, PRO. (2012, abril 28). *PRO ECUADOR NOTICIAS*. Retrieved junio 2017, from <http://www.proecuador.gob.ec/2012/04/28/el-movimiento-de-tendencias-saludables-en-alimentos-y-bebidas/>
- 7) Equitek. (n.d.). *EQUITEK*. Retrieved from <http://www.equitek.com.mx>
- 8) Hernandez, A. G. (2010). *Tratado de nutricion / Nutrition Treatise*. Medica Panamericana.
- 9) Katya, G. (2012). *Veggisima.com*. Retrieved from veggisima.com/saborizantes-artificiales-naturales
- 10) Morales, A. A. (2007). La Evaluacion sensorial de los alimentos en la teoria y la practica. In A. A. Morales, *La Evaluacion sensorial de los alimenmtos en la teoria y la practica* (p. 198). Zaragoza Espana: Acribia.
- 11) Multon, J. (1999). *Aditivos y Auxil. de Fabricacion en Industrias Agro-Alimentarias*. Acribia S.A.
- 12) P.Lezcano, I. A. (2014). *Alimentos argentinos*. Retrieved 2014, from http://www.alimentosargentinos.gov.ar/contenido/revista/ediciones/52/productos/r52_06_ProductosBatidos.pdf
- 13) paladar, D. a. (2008). *Cultura Gastronomica*. Retrieved from todo sobre un bizcocho: www.directoalpaladar.com
- 14) Pilcita. (2013). *Portalechero*. Retrieved from Diseno y Construccion de un Equipo para pasteurizacion de la Leche: <http://www.portalechero.com/innovaportal/v/725/1/innova.front/proceso-de-pasteurizacion-html?page=2>

- 15) Suplemento. (2016, Agosto 22). *Vistazo.com*. Retrieved from <http://vistazo.com/seccion/pais/la-industria-de-bebidas-se-fortalece-con-inversion>
- 16) Ubillos, M. M. (2009, Marzo). *especies y condimentos - OCW UPM*. Retrieved from <http://ocw.upm.es/botanica/plantas-de-interes-agroalimentario/contenidos/especiesycondimentos.pdf>
- 17) Valiente, A. (2013). Problemas de Flujo de Fluidos 2da edicion. In M. V. Barderas, *Problemas de Flujo de Fluidos* (p. 742). Mexico DF: Limusa.
- 18) *Wikipedia*. (2017, enero 23). Retrieved mayo 14, 2017, from <https://es.wikipedia.org/wiki/Atole>
- 19) *www.ponce.inter.edu*. (2009). Retrieved from www.ponce.inter.edu/cai/reserva/jvelasquez/aliminds.html

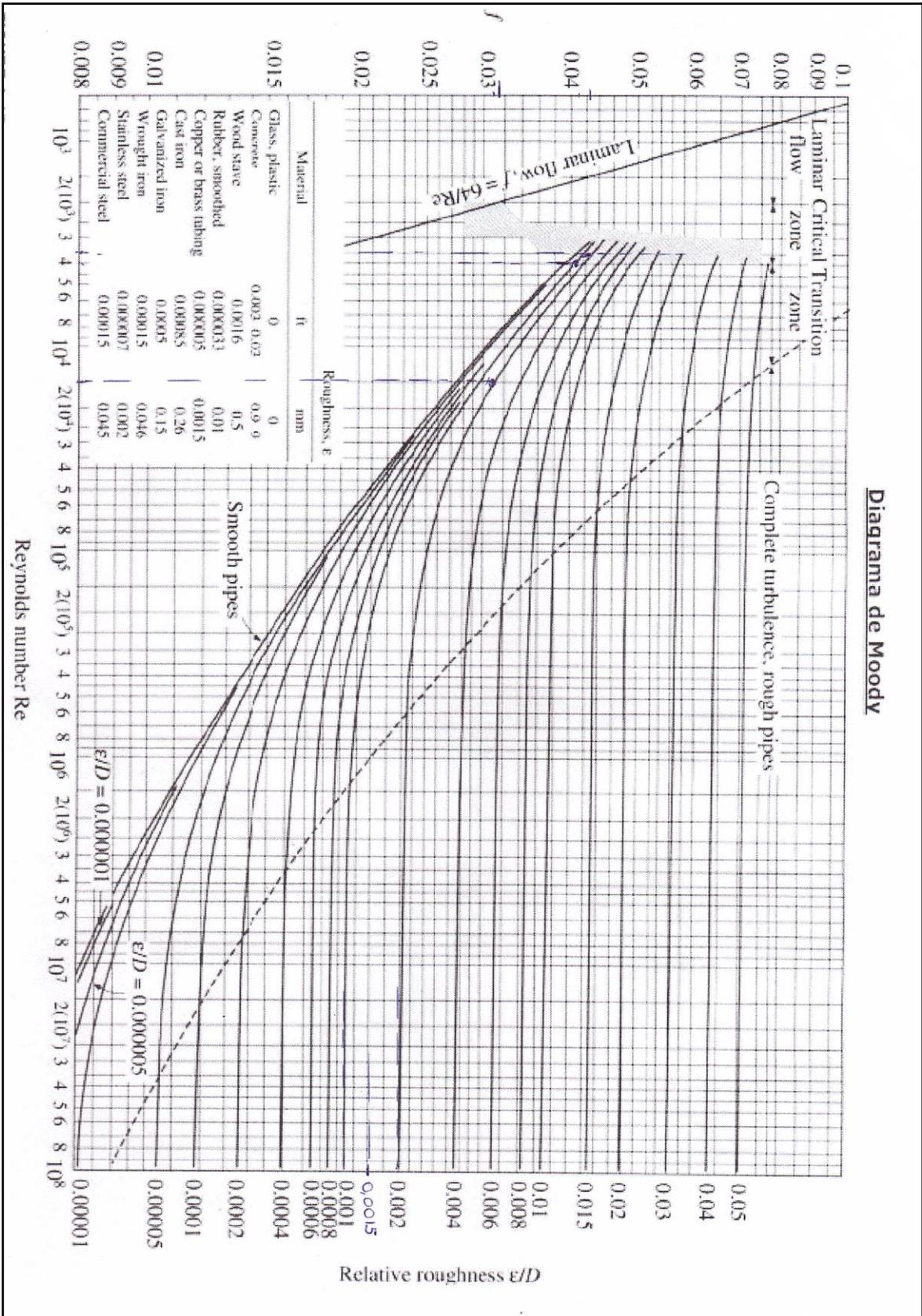
APÉNDICES

ANEXO I Ficha de Test Sensorial

FECHA: _____	NOMBRE: _____		
Por favor marque con una X su opinión acerca de cada muestra			
	872	390	547
Le gusta mucho	_____	_____	_____
Le gusta moderadamente	_____	_____	_____
Le gusta ligeramente	_____	_____	_____
Ni le gusta ni le disgusta	_____	_____	_____
Le disgusta ligeramente	_____	_____	_____
Le disgusta moderadamente	_____	_____	_____
Le disgusta mucho	_____	_____	_____
Comentarios	_____		

MUCHAS GRACIAS			

ANEXO II DIAGRAMA DE MOODY



ANEXO III

TRATAMIENTO TERMICO

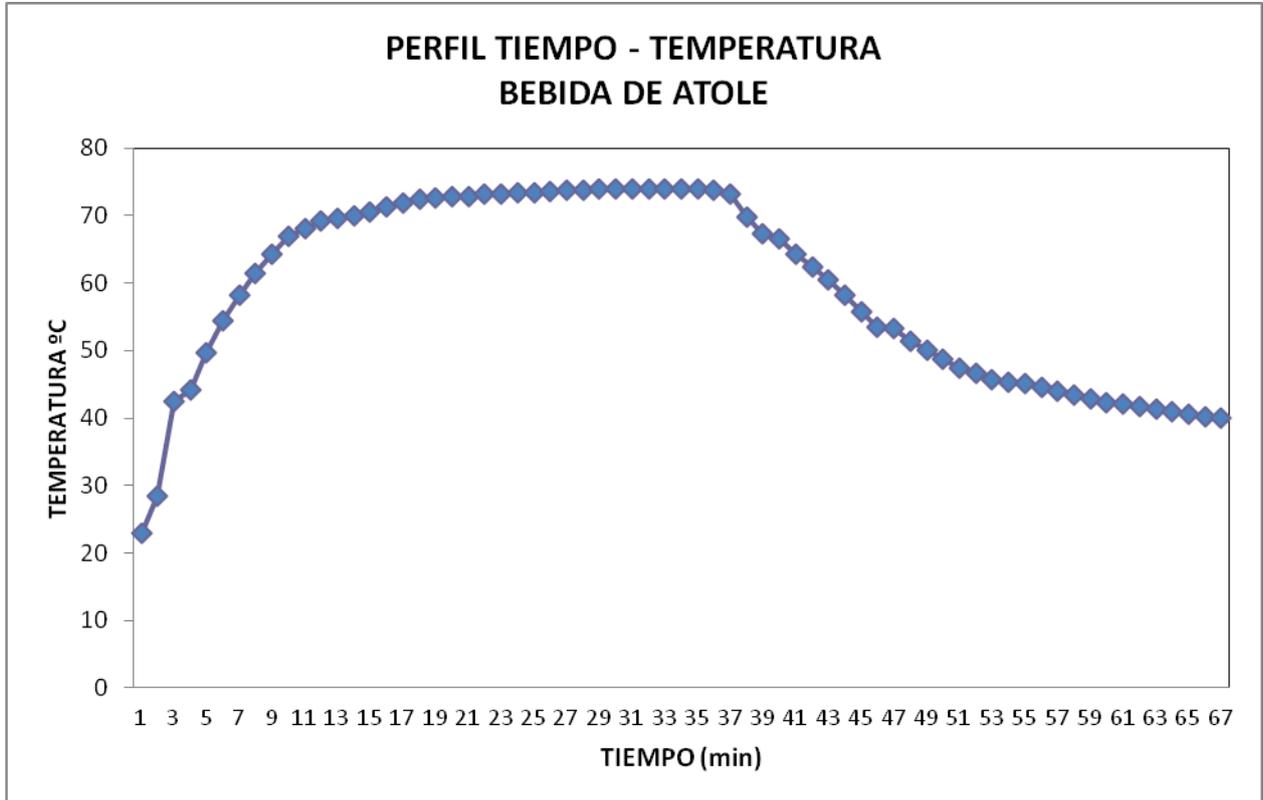
PASTEURIZACION BEBIDA DE ATOLE TRATAMIENTO TERMICO BEBIDA DE ATOLE

		LETALIDAD				
		TIEMPO	TEMPERATURA	Razon Letal °C	TIEMPO	°C
		MIN	°C	Fo (min)	MIN	Tr-T
CALENTAMIENTO	1	23	6.31E-06	1	77	
	2	28.5	2.24E-05	2	71.5	
	3	42.4	5.50E-04	3	57.6	
	4	44.2	8.32E-04	4	55.8	
	5	49.6	2.88E-03	5	50.4	
	6	54.5	8.91E-03	6	45.5	
	7	58.3	2.14E-02	7	41.7	
	8	61.4	4.37E-02	8	38.6	
	9	64.2	8.32E-02	9	35.8	
	10	67	1.58E-01	10	33	
	11	68	2.00E-01	11	32	
	12	69.2	2.63E-01	12	30.8	
	13	69.6	2.88E-01	13	30.4	
	14	70	3.16E-01	14	30	
	15	70.6	3.63E-01	15	29.4	
	16	71.2	4.17E-01	16	28.8	
	17	71.8	4.79E-01	17	28.2	
	18	72.4	5.50E-01	18	27.6	
	19	72.7	5.89E-01	19	27.3	
	20	72.8	6.03E-01	20	27.2	
	21	72.9	6.17E-01	21	27.1	
	22	73.1	6.46E-01	22	26.9	
	23	73.2	6.61E-01	23	26.8	
	24	73.4	6.92E-01	24	26.6	
	25	73.4	6.92E-01	25	26.6	
	26	73.6	7.24E-01	26	26.4	
	27	73.7	7.41E-01	27	26.3	
	28	73.8	7.59E-01	28	26.2	
HOLDING	29	74	0.79433	29	26	
	30	74	0.79433	30	26	
	31	74	0.79433	31	26	
	32	74	0.79433	32	26	
	33	74	0.79433	33	26	
	34	74	0.79433	34	26	

ENFRIAMIENTO	35	73.9	0.77625	35	26.1
	36	73.7	0.74131	36	26.3
	37	73.1	0.64565	37	26.9
	38	69.8	0.30200	38	30.2
	39	67.3	0.16982	39	32.7
	40	66.5	0.14125	40	33.5
	41	64.3	0.08511	41	35.7
	42	62.4	0.05495	42	37.6
	43	60.4	0.03467	43	39.6
	44	58.2	0.02089	44	41.8
	45	55.8	0.01202	45	44.2
	46	53.4	0.00692	46	46.6
	47	53.2	0.00661	47	46.8
	48	51.4	0.00437	48	48.6
	49	50	0.00316	49	50
	50	48.7	0.00234	50	51.3
	51	47.4	0.00174	51	52.6
	52	46.6	0.00145	52	53.4
	53	45.6	0.00115	53	54.4
	54	45.3	0.00107	54	54.7
	55	45.1	0.00102	55	54.9
	56	44.6	0.00091	56	55.4
	57	44	0.00079	57	56
	58	43.4	0.00069	58	56.6
	59	42.8	0.00060	59	57.2
	60	42.2	0.00052	60	57.8
	61	42	0.00050	61	58
	62	41.8	0.00048	62	58.2
	63	41.4	0.00044	63	58.6
	64	41	0.00040	64	59
	65	40.6	0.00036	65	59.4
	66	40.2	0.00033	66	59.8
	67	40	0.00032	67	60

ANEXO IV

CURVA DE TRATAMIENTO TERMICO PERFIL TIEMPO TEMPERATURA DE ATOLE



5D, que equivale a un tratamiento termico :

$$T^{\circ} (\text{ }^{\circ}\text{C}) = 75$$

$$t (\text{min}) = 6 \text{ min}$$

$$L = \frac{D_{ref}}{D} = 10^{\frac{T - T_{ref}}{z}}$$

Razón Letal(Fo) min:

Calentamiento	9.92	minutos
Retención	4.77	minutos
F ₀ REAL	14.68	minutos
F ₀ TEORICO	1.50	minutos

ANEXO V

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE LA BEBIDA SALMONELLA



LABORATORIO LAZO

SU SOCIO EN EL CONTROL DE LA CALIDAD

Acreditado bajo la Norma ISO 17025



Servicio de
Acreditación
Ecuatoriano

Acreditación N° OAE LE C 08-001
LABORATORIO DE ENSAYOS

INFORME DE ENSAYO

ORDEN DE ENSAYO : AA-00284
MUESTRA # : 2017 – AD355

CLIENTE : ING. GABRIELA PUGA
DIRECCIÓN : Barrio Las Américas, Calle México # 1306 entre Oriente y la C

MUESTRA : RICA AVENA
LOTE : L1 17082017
FECHA DE ELABORACIÓN : 17 – 08 – 2017 16H00
FECHA DE EXPIRACIÓN : 01 – 09 – 2017
CONTENIDO DECLARADO : 400 ml
CANTIDAD DE MUESTRA : envase en presentación comercial

TOMA DE MUESTRA REALIZADA POR : Cliente

FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA : 18 de Agosto del 2017
FECHA DE INICIO DE ENSAYO : 18 de Agosto del 2017
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO : 23 de Agosto del 2017

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

PARÁMETRO	RESULTADO	REQUISITO	MÉTODO DE ENSAYO
Investigación de Salmonellas	No Detectable / 25 g	Ausencia	PEE 07 Método de Referencia BAM 2014, Capítulo 5

Requisitos: Norma INEN 2564:2011. Bebidas Lácteas. Requisitos.

Conclusión: La muestra ensayada cumple el requisito de la norma indicada.

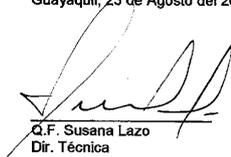
Observaciones:

Los resultados corresponden a la muestra analizada.

Los comentarios e interpretaciones que se indican, están FUERA del alcance de la acreditación del SAE.

Este informe no se puede reproducir, excepto totalmente, sin una autorización escrita de Laboratorios Lazo.

Guayaquil, 23 de Agosto del 2017


Q.F. Susana Lazo
Dir. Técnica


Ing. Marcela Cefez
Jefe de Calidad

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE LA BEBIDA



LABORATORIO LAZO

SU SOCIO EN EL CONTROL DE LA CALIDAD

Acreditado bajo la Norma ISO 17025



Servicio de
Acreditación
Ecuatoriano

Acreditación N° OAE LE C 08-001
LABORATORIO DE ENSAYOS

INFORME DE ENSAYO

ORDEN DE ENSAYO : AA-00085
MUESTRA # : 2017 – AB119

CLIENTE : SRTA. GABRIELA PUGA
DIRECCIÓN : Barrio Las Américas, Calle México # 1306 entre Oriente y la C

MUESTRA : RICA AVENA CON LECHE
LOTE : 18062017 L2
CONTENIDO DECLARADO : 420 ml
CANTIDAD DE MUESTRA : 2 frascos en presentación comercial de 420 ml aprox.
TEMPERATURA DE RECEPCIÓN DE LA MUESTRA : Refrigeración

TOMA DE MUESTRA REALIZADA POR : Cliente

FECHA DE RECEPCIÓN DE MUESTRA : 19 de Junio del 2017
FECHA DE INICIO DE ENSAYO : 19 de Junio del 2017
FECHA DE TÉRMINO DE ENSAYO : 23 de Junio del 2017

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	REQUISITOS		MÉTODO DE ENSAYO
			m	M	
Recuento de Aerobios Totales	UFC / ml	16.0 x 10 ²	30 x 10 ³	50 x 10 ³	PEE 02 Método de Referencia BAM 2001 – Capítulo 3
Recuento de Coliformes Totales	UFC / ml	< 10	< 1	10	PEE 10 Método de Referencia AOAC 19, 991.14
Recuento de E. Coli	UFC / ml	< 1	< 1	----	PEE 10 Método de Referencia AOAC 19, 991.14
Investigación de Listeria Monocitogenes	-----	No Detectable / 25 ml	Ausencia		PEE 14 Método de Referencia AFNOR CHR 21/1 -12 - 01

Requisitos: Norma INEN 2564:2011. Bebidas Lácteas. Requisitos.

Conclusión: La muestra ensayada cumple los requisitos de la norma indicada.

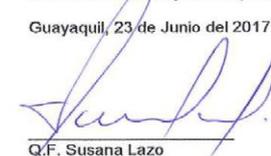
Observaciones:

Los resultados corresponden a la muestra analizada.

Los comentarios e interpretaciones que se indican, están dentro del alcance de la acreditación del SAE.

Este informe no se puede reproducir, excepto totalmente, sin una autorización escrita de Laboratorios Lazo.

Guayaquil, 23 de Junio del 2017


C.F. Susana Lazo
Dir. Técnica


Ing. Marcela Cerezo
Jefe de Calidad

**ANEXO VI
FICHA TECNICA DEL ENVASE**

AGRICOMINSA®
Agrícola Comercial Industrial S.A.

P.O. Box 6853
Guayaquil - Ecuador
Oficinas y Fábrica:
Km. 14½ Vía a Daule

DESCRIPCIÓN GENERAL

FECHA: Julio 20 de 2017

CLIENTE: PUGA HIDALGO GABRIELA

PRODUCTO: BOTELLA PET REDONDA 400CC NATURAL PCO 1881-28MM-15 PETALOIDE STD.

Detalle de la Materia Prima:

La materia prima utilizada para la elaboración de

**BOTELLA PET REDONDA 400CC NATURAL PCO 1881-28MM-15
PETALOIDE STD.**

Se denomina:

- **RESINA TEREFALATO DE POLIETILENO (JADE CZ – 328 A).**

El material utilizado es 100% virgen y su uso está recomendado para la elaboración de partes o artículos que estén en contacto directo con los alimentos.

Documento Adjunto.

Ficha técnica de resina.


AGRICOMINSA
AGRICOLA CC INDUSTRIAL S.A.
Ing. Milton Macías
FIRMA AUTORIZADA
Gerente de Calidad

Agricominsa – ACI

**ANEXO VII
FICHA TECNICA DE LA TAPA**



P.O. Box 6853
Guayaquil - Ecuador
Oficinas y Fábrica:
Km. 14½ Vía a Daule

DESCRIPCIÓN GENERAL

FECHA: Julio 20 de 2017

CLIENTE: PUGA HIDALGO GABRIELA

PRODUCTO: TAPA PE ROSCA PCO 1881-28MM AZUL 1 LINERLESS GAS.

Detalle de la Materia Prima:

La materia prima utilizada para la elaboración de

TAPA PE ROSCA PCO 1881-28MM AZUL 1 LINERLESS GAS.

se denomina:

- **RESINA POLIETILENO DE ALTA DENSIDAD (YUZEX 7303)**

El material utilizado es 100% virgen y está recomendado su uso para elaboración de partes o artículos que estén en contacto directo con alimentos.

Documento Adjunto:

Ficha técnica de resina.

AGRICOMINSA
AGRÍCOLA COMERCIAL INDUSTRIAL S.A.

Ing. Milton Macías
FIRMA AUTORIZADA

Gerente de Calidad

Agricominsa – ACI

**ANEXO VIII
FICHA TÉCNICA DEL PRODUCTO**

LOGO DE MARCA	FICHA TÉCNICA PRODUCTO TERMINADO	Revisión: 01
		Fecha: 2017-05-04
	RICA AVENA ATOLE CON LECHE	
1. CARACTERÍSTICA SENSORIAL - FÍSICO - QUÍMICO		
Color	Beige claro característico de la leche	
Sabor	Medianamente dulce a vainilla	
Olor	Ligeramente a vainilla	
Humedad (%)	81,25	
Sólidos Totales (%)	18,75	
pH	6,79	
Brix	19,6	
Acidez (%)	1,15	
2. CARACTERÍSTICA MICROBIOLÓGICA		7. DESCRIPCIÓN
Recuento Aerobios Totales (UFC/ML)	50x10 ³	Atole de almidón de maíz con leche, especias dulces y sabor vainilla
Recuento Coliformes Totales (UFC/ML)	10 MÁX.	
Recuento E. Coli (UFC/ML)	<1	
Investigación de Listeria Monocitogenes	Ausencia	
4. CONSERVACIÓN		8. INGREDIENTES
Mantener en refrigeración (5°C)		Leche en polvo
5. PRESENTACIÓN		Azúcar
500ml		Especias
6. ENVASE		Esencia
Botellas PET transparente		Espesasante
		conservante
		9. VIDA ÚTIL
		30 días



Katherine Del Rosario Macancela Chimbo

kademaca@espol.edu.ec



Gabriela Elizabeth Puga Hidalgo

gpuga@espol.edu.ec

DESCRIPCIÓN DEL DISEÑO DE UN PROCESO RELACIONANDO MATERIAS PRIMAS Y EQUIPOS PARA LA OBTENCIÓN DE ATOLE (BEBIDA DE MAÍZ)

En el presente trabajo se desarrolló una bebida con aporte de contenido calórico medio. Para la formulación, se realizaron pruebas con 3 concentraciones de espesante, seleccionando la mejor a través de pruebas sensoriales. Se procedió a evaluar el proceso térmico (pasteurización). Posteriormente, se planteó el esquema de proceso y se realizó la selección de equipos para 900 litros de bebida. Finalmente se estimó el costo de producción y el PVP de la bebida en una presentación de 500 ml.

INTRODUCCIÓN

El atole es una bebida de origen prehispánico conocida también como jarabe de atole, se prepara originalmente cociendo el almidón de maíz en agua o leche, se endulza, y es condimentada con especias y saborizantes. El mercado de bebidas en América Latina y nuestro país es diverso, pero la tendencia actual se está inclinando por productos que supriman la adición de colorantes y con contenidos bajo y medios en azúcar.

En el presente trabajo se desarrolló una bebida tipo Atole como alternativa a las ya existentes en el mercado, con contenido medio de azúcar, sin gluten para ser comercializado en una presentación de 500 ml.

METODOLOGÍA

1. Pruebas Preliminares

2. Formulación

3. Evaluación Sensorial

4. Caracterización de parámetros físico, químicos

5. Selección de Equipos

6. Información Nutricional

7. Estimación de Costos

Fig. 1. Etapas del Proyecto

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Tabla 1 y 2 presenta los resultados de formula final y caracterización física química de la bebida respectivamente. En relación a los requerimientos energéticos el tiempo estimado de calentamiento es 21,92min y el de enfriamiento 2,45 horas. La necesidad potencia de la bomba es de 0.035 HP y 0.81 atm de presión. La figura 2 detalla el proceso piloto para la bebida, en la misma se detalla la utilización de una marmita, bomba y llenadora.

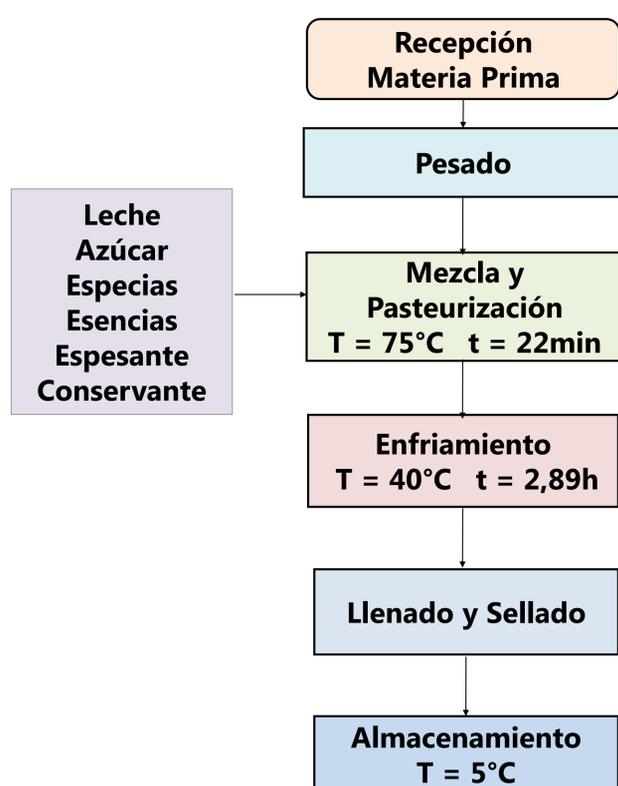


Fig.2. Diagrama de Flujo de Procesos

Tabla 1. Formula Final.

Ingredientes	%
Leche	87.4
Azúcar	6.9
Canela	0.2
Clavo de olor	0.1
Espesante	5.0
Esencia vainilla	0.2
Conservante	0.1

Tabla 2. Caracterización Físico Química de la Bebida.

Caracterización Físico química		
Brix	19.6	°
pH	6.79	-
Acidez	1.15	%
Densidad	10.204	gr/cm ³
Sólidos totales	18.75	%
Humedad	81.25	%
Viscosidad	40 cp	cp

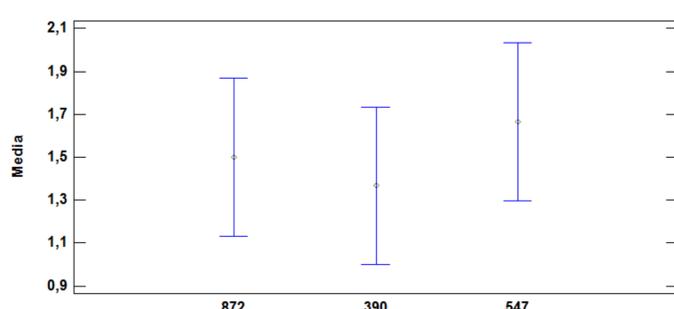


Fig. 3. Puntuaciones medias de evaluación sensorial

Tabla 3. Análisis Microbiológico de la bebida

Parámetros	Unidades	Requisitos		Resultado
		Min	Max	
Recuento Aerobios Totales	UFC/ml	30x10 ³	50x10 ³	16x10 ³
Recuento Coliformes Totales	UFC/ml	<1	10	<1
Recuento Escherichia Coli	UFC/ml	<1	---	<1
Investigación de Listeria Monocitogenes	---	Ausencia	---	No detectable /25ml
Investigación de Salmonellas	---	Ausencia	---	No detectable /25ml

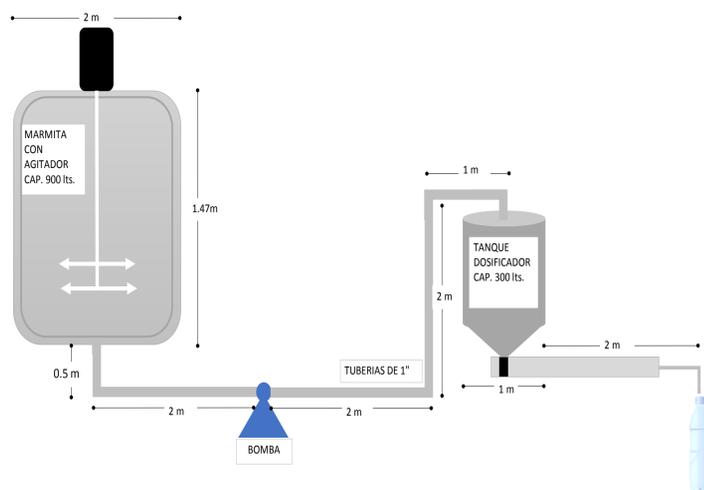


Fig. 4. Esquema de Proceso piloto de Atole

CONCLUSIONES

La fórmula 547 fue seleccionada por tener la menor proporción de espesante. La bebida tiene un contenido calórico medio y es libre de gluten. Las pruebas microbiológicas dan el cumplimiento de la norma INEN EC.NTE 2564. El tiempo de elaboración de 900 lt es de 3.16 horas. El costo estimado de producción es de \$0.75/unidad, con un margen de contribución del 75%. Debe mantenerse en refrigeración para su conservación.

REFERENCIAS

- Valiente, A. (2013). Problemas de Flujo de Fluidos 2da edición. In M. V. Barderas, *Problemas de Flujo de Fluidos* (p. 742).
- México DF: Limusa. Morales, A. A. (2007). La Evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica. In A. A. Morales, *La Evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica* (p. 198). Zaragoza España: Acribia.