



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL
Sede Santo Domingo

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL Y SISTEMAS DE GESTIÓN

Trabajo de grado para obtener el título de
INGENIERO AGROINDUSTRIAL, MENCIÓN ALIMENTOS

**ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA FERMENTADA A BASE DE MAÍZ (*Zea Mays*) Y
CACAO (*Theobroma*) TESHGÜINO EN LA UTE.**

Estudiante:

EDWIN FERNANDO CABRERA MONTERO

Director

DR. JAVIER CAISAGUANO

Santo Domingo de los Tsáchilas- Ecuador

OCTUBRE, 2014

**ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA FERMENTADA A BASE DE MAÍZ (*Zea Mays*) Y
CACAO (*Theobroma*) TEGÜINO EN LA UTE.**

Dr. Javier Caisaguano
DIRECTOR DE TESIS

APROBADO

Ing. Daniel Anzules
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

Ing. Karina Cuenca
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Dra. Luz María Martínez
MIEMBRO DEL TRIBUNAL

Santo Domingo.....de.....2014.

Autor: EDWIN FERNANDO CABRERA MONTERO
Institución: UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL.
Título de Tesis: ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA FERMENTADA
A BASE DE MAIZ (*Zea Mays*) Y CACAO
(*Theobroma*) TEGÜINO EN LA UTE.
Fecha: OCTUBRE, 2014

El contenido del presente trabajo, está bajo la responsabilidad del autor.

Edwin Fernando Cabrera Montero
C.I. 172145931-9

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL
Sede Santo Domingo

INFORME DEL DIRECTOR DE TESIS

Santo Domingo,.....de.....del 2014.

Ing. Daniel Anzúles

COORDINADOR DE LA CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

Estimado Ingeniero

Mediante la presente tengo a bien informar que el trabajo investigativo realizado por el Señor: **EDWIN FERNANDO CABRERA MONTERO** cuyo tema es: **"ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA FERMENTADA A BASE DE MAÍZ (*Zea Mays*) Y CACAO (*Theobroma*) TEGÜINO EN LA UTE"** ha sido elaborado bajo mi supervisión y revisado en todas sus partes, por lo cual autorizo su respectiva presentación.

Particular que informo para fines pertinentes.

Atentamente

Dr. Javier Caisaguano.
DIRECTOR DE TESIS.

Dedicatoria

La presente tesis de grado está dedicada a Dios por darme la sabiduría, constancia y fortaleza para salir adelante ante todos los obstáculos expuestos.

A mis padres Manuel Fernando Cabrera y Permita Graciela Montero que con su sacrificio me han ayudado a obtener esta profesión que me servirá para toda la vida.

A mis hermanas Karina y Andrea Cabrera Montero por su apoyo moral y espiritual.

A mis profesores, amigos y compañeros con quienes compartí grandes experiencias en toda nuestra carrera.

AGRADECIMIENTO

Doy las gracias principalmente a Dios, por concederme el sueño de culminar una de las etapas más importantes de mi vida, gracias al por brindarme la fortaleza y sabiduría en cada momento para la realización del trabajo investigativo.

Agradezco a mi familia a mis padres por igual por el apoyo incondicional brindado de cada uno de ellos, gracias por su amor, esfuerzo y comprensión y sabiduría en cada uno de sus consejos para lograr salga adelante.

De igual manera a mis queridos maestros que supieron transmitir sus conocimientos, y guiarme en todo este tiempo en mi formación profesional. En especial el Dr. Javier Caisaguano que me supo brindar los consejos necesarios para el desarrollo de la presente investigación.

A mis amigos cercanos, a estos amigos que incondicionalmente han estado apoyándome. Es muy difícil agradecer a todas aquellas personas que de algún modo a otro influyeron en toda mi carrera y desarrollo de la investigación.

INDICE DE CONTENIDO

TEMA	PAG.
Portada.....	i
Sustentación y Aprobación de los integrantes del Tribunal	ii
Responsabilidad del autor	ii
Informe del Director de tesis.....	iv
Dedicatoria	iv
Agradecimiento	vi
Índice	xii
Resumen ejecutivo.....	xiii
Executive summary	xiv

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1.	Planteamiento del problema	1
1.2.	Justificación	2
1.3.	Alcance.....	3
1.4.	Objetivos	3
1.4.1.	Objetivo general	3
1.4.2.	Objetivos específicos.....	3
1.5.	Hipótesis.....	4
1.5.1.	Hipótesis alternativa (Hi)	4
1.5.2.	Hipótesis nula (Ho)	4

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1.	Antecedentes	5
2.1.1.	Fermentación de alimentos	5
2.1.2.	Bioquímica de la fermentación	6
2.1.3.	Fermentación alcohólica.....	6
2.1.4.	Bebidas alcohólicas.....	7
2.1.5.	Bebidas de simple fermentación.....	7
2.1.6.	Fermentador	8
2.2.	Fundamentos teóricos.....	9
2.2.1.	Maíz (Zea Mays).....	9
2.2.2.	Maíz harinoso	10
2.2.3.	Composición química del maíz harinoso	10
2.2.4.	Cacao (Theobroma cacao L).....	11
2.2.5.	Cacao nacional.....	12
2.2.6.	Tesgüino.....	12

CAPITULO III

MATERIALES Y METODOS

3.1.	Sitio del estudio	14
3.2.	Materiales, equipos y recursos	14
3.2.1.	Materia prima e insumos	14
3.2.2.	Materiales.....	14
3.2.3.	Equipos	15
3.3.	Diseño experimental.....	15

3.3.1.	Unidad experimental.....	15
3.3.2.	Variables dependientes	16
3.3.3.	Tratamientos.....	16
3.3.4.	Programa y modelo estadístico	16
3.4.	Manejo del experimento	17
3.4.1.	Diagrama de flujo cualitativo de elaboración de tesgüino.....	17
3.4.2.	Elaboración del producto	21
3.4.2.1.	Elaboración de la bebida de maíz	21
3.4.2.2.	Elaboración de bebida de cacao	23
3.4.2.3.	Elaboración del tesgüino mezcla entre bebidas de maíz y cacao	26
3.4.3.	Medición de variables.....	28
3.4.3.1.	Determinación del pH.....	28
3.4.3.2.	Grados °Brix	28
3.4.3.3.	Grados alcohólicos	29
3.4.3.4.	Análisis sensorial.....	29

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1.	Características físico químico de la bebida de maíz.....	30
4.2.	Características químicas de la bebida de cacao	31
4.3.	Análisis estadístico	32
4.3.1.	Fase de laboratorio	32
4.3.1.1.	Medición de variables a los cuatro días de fermentación	32
4.3.1.2.	Medición de variables a los siete días de fermentación.....	33
4.3.1.3.	Medición de variables a los diez días de fermentación.....	34
4.3.1.4.	Medición de variables a los trece días de fermentación	35
4.3.1.5.	Análisis estadístico del pH	36
4.3.1.6.	Análisis estadístico de los grados Brix.....	37

4.3.1.7.	Análisis estadístico de los grado Alcohólico.....	38
4.3.2.	Análisis sensorial	38
4.3.2.1.	Resultado de análisis sensorial del Sabor.....	39
4.3.2.2.	Resultado de análisis sensorial del Olor.....	40
4.3.2.3.	Resultado de análisis sensorial del Color.....	42
4.3.3.	Resultados de los análisis sensoriales por catación	43
4.3.4.	Elección del mejor tratamiento	43
4.4.	Resultados de análisis del tesgüino 90 días después de su elaboración .	44
4.4.1.	Análisis organoléptico del tesgüino 90 días después de su elaboración ...	44
4.4.2.	Análisis químico del tesgüino 90 días después de su elaboración.....	45
4.5.	Análisis bromatológicos de tesgüino	46
4.6.	Análisis microbiológico del tesgüino	47
4.7.	Balance de materia, energía y diseño de equipo	47
4.7.1.	Balance de materia a nivel planta piloto	47
4.7.1.1.	Balance de materia bebida de maíz.....	48
4.7.1.2.	Balance de materia bebida de cacao.....	49
4.7.1.3.	Balance de materia tesgüino	50
4.7.2.	Balance de energía a nivel laboratorio	51
4.7.3.	Diseño del equipo	52

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1.	Conclusiones.....	53
5.2.	Recomendaciones.....	54
	BIBLIOGRAFÍA	55
	ANEXOS	59

INDICE DE FIGURAS

Figura 1	Proceso de glucolisis y obtención de etanol.....	6
Figura 2	Fermentador anaeróbico	8
Figura 3	Zea Mays.....	9
Figura 4	Teobroma Cacao L.....	11
Figura 5	Relación entre pH y Tiempo de fermentación	36
Figura 6	Relación entre ° Brix y Tiempo de fermentación	37
Figura 7	Relación entre ° Gl y Tiempo de fermentación	38
Figura 8	Resultado de los análisis sensoriales del sabor del tesgüino.....	40
Figura 9	Resultado de los análisis sensoriales del olor del tesgüino.....	41
Figura 10	Resultado de los análisis sensoriales del color del tesgüino.....	42

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Composición nutricional de los granos de maíz	10
Tabla 2	Factores y niveles utilizados para el diseño experimental.....	16
Tabla 3	Diagrama de flujo cualitativo de elaboración de tesgüino a nivel laboratorio	17
Tabla 4	Análisis físicos químicos de la bebida de maíz.....	30
Tabla 5	Análisis físicos químicos de la bebida de cacao.....	31
Tabla 6	Lectura de las variables durante el cuarto día de fermentación	32
Tabla 7	Lectura de las variables durante el séptimo día de fermentación.....	33
Tabla 8	Lectura de las variables durante el décimo día de fermentación.....	34
Tabla 9	Lectura de las variables durante el décimo tercer día de fermentación...	35
Tabla 10	Mejores tratamientos para evaluación sensorial.....	39
Tabla 11	Comparación de resultado de mejor tratamiento	43
Tabla 12	Resultados del examen organoléptico.....	44
Tabla 13	Análisis físico químico del producto terminado.....	45
Tabla 14	Características bromatológicas del tesgüino	46

Tabla 15	Análisis microbiológico	47
Tabla 16	Balance de materia de bebida de maíz a nivel laboratorio	48
Tabla 17	Balance de materia de bebida de cacao a nivel laboratorio	49
Tabla 18	Balance de materia de tescüino nivel laboratorio	50
Tabla 19	Balance de energía nivel laboratorio pasteurización del tescüino	51
Tabla 20	Dimensiones para el diseño de la marmita.....	52

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1	Balance de materia a nivel planta piloto	60
ANEXO 2	Balance de energía a nivel laboratorio.....	72
ANEXO 3	Dimensionamiento de la marmita para el proceso	82
ANEXO 4	Diseño del plano de un pasteurizador.....	87
ANEXO 5	Hoja de catación	90

RESUMEN EJECUTIVO

El maíz y el cacao son productos muy importantes en la economía del Ecuador, de estos productos se realizan diversos derivados como harinas balanceados, bebidas, chocolates etc. El maíz crece en cualquier parte de nuestro país ya sea costa, sierra y oriente, en cambio el cacao es producto único de las zonas cálidas y húmedas, estos dos productos son muy ricos en nutrientes.

Esta investigación se desarrolló en la Universidad Tecnológica Equinoccial Sede Santo Domingo, se centra en obtener un nuevo producto a partir de una mezcla de una bebida de maíz y una bebida de cacao para así obtener un producto el cual nos dará como resultado una bebida denominada tesgüino. Es una bebida tradicional de algunas etnias mexicanas, es de nivel bajo en alcohol. La cultura mexicana ingiere esta bebida en fiestas religiosas o de gran significado para su cultura. Los parámetros a evaluar en la presente investigación son porcentaje de sólidos disueltos totales, nivel de alcohol y el potencial de hidrógeno, debido a que estos están influenciando directamente en la fermentación y en las características del tesgüino.

El desarrollo de este proceso se basa en las normas INEN, de las cuales se tomó en cuenta los procesos de recepción y calidad del producto en su materia prima, el proceso en su desarrollo, toma de muestras y los análisis desarrollados. Una vez obtenido el producto es sometido a un panel sensorial para valorar su aceptabilidad.

EXECUTIVE SUMMARY

Corn and cocoa products are very important in the economy of Ecuador; different derivatives such as balanced meals, drinks, chocolates etc., are made of these products. Corn grows anywhere in our country coast, highlands and the Amazon, whereas cocoa is the only product of the warm and humid areas, these two products are very rich in nutrients. The only product of cocoa is warm and humid areas, these two products are very nutrient-rich.

This research was developed at the Universidad Tecnológica Equinoccial Headquarters Santo Domingo, it focuses on obtaining a new product from a mixture of corn drink and drink cocoa to obtain a product which will give us results in a drink called tesgüino. It is a traditional drink of some Mexican ethnic groups and it has is low-level alcohol. Mexican culture ingests this beverage in religious festivals or great significance to their culture. The parameters to assess in this investigation are percentage of total dissolved solids, level of alcohol and hydrogen potential, because these are directly influencing the fermentation in the tesgüino characteristics.

The development of this process is based on INEN standards, which considered he processes of reception and product quality in the raw material; the process in its development, sampling and analysis developed. Having obtained the product, it is put to a sensory panel to assess its acceptability.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. Planteamiento del problema

El Ecuador es un país geográficamente pequeño que goza de una singular topografía, diversidad de zonas climáticas, y una gran población de especies vegetales que se dan tanto en todas las regiones como costa, sierra y oriente. Entre los nuestros principales productos tenemos el maíz y el cacao que son muy importantes para la economía del Ecuador.

Sus usos como alimentos son fundamentales y gozan de una larga trayectoria. Tanto como para consumo humano como para consumo animal. A partir de estos alimentos podemos elaborar diferentes productos sólidos, semi-sólidos y líquidos como por ejemplo en “tesgüino” que es una bebida fermentada. El tesgüino es en sí una bebida alcohólica de bajo nivel, esta bebida es de color oscuro. Originalmente es preparada con maíz el cual nos brinda el sabor característico de esta bebida. En la presente investigación se propone realizar la bebida añadiendo cacao, para tratar de mejorar sus propiedades organolépticas.

Al mejorar las propiedades organolépticas, obtendremos posiblemente una bebida con un sabor único. Aprovecharemos las excelentes características organolépticas que posee el cacao para así poderlo mezclar con el jarabe de maíz que no es de buenas características organolépticas, y en combinación de ambas trataremos de mejorar su sabor, olor y color.

1.2. Justificación

La presente investigación se desarrolla en el área de biotecnología aplicada, elaboremos una bebida fermentada a partir de maíz y cacao denominada “tesgüino”, originariamente esta bebida se la realiza con maíz pero en la presente investigación buscaremos la forma de combinarla con una cantidad de bebida de cacao.

Este trabajo consta de cuatro etapas, la primera etapa es la elaboración de la bebida a partir del maíz seco, en la segunda etapa realizaremos la elaboración de la bebida a partir del cacao seco.

La tercera realizaremos la formulación del tesgüino a partir de las dos bebidas obtenidas “bebida a partir del maíz seco y bebida a partir del cacao seco”, esta etapa la realizaremos por medio de pruebas y diseño experimental, en la cuarta etapa someteremos a fermentación la bebida para así determinar cuál es el tiempo adecuado para obtener el mejor sabor, en la última etapa realizaremos el control de calidad.

El tesgüino desde siempre se lo ha preparado a partir del maíz el cual brinda, sabor característico de la bebida, y al mezclarlo con cacao trataremos de mejorar las características organolépticas. El proceso de fermentación es muy importante ya que a través de este proceso se determina las características organolépticas, físicas y químicas del producto final.

La importancia de esta investigación es el aprovechamiento y la industrialización de una bebida fermentada a base de maíz y cacao “tesgüino” el cual nos dará una bebida de buenas características organolépticas.

En vista de no existe ninguna industria que elabore este tipo de bebida alcohólica a partir de la fermentación del maíz y el cacao, con este estudio se pretende con lo que aprovecha la materia prima dándole un valor agregado a este cultivo.

1.3. Alcance

Esta investigación tiene escasa información en libros y muy poco en revistas científicas, en la actualidad no existe información referente a esta investigación, por lo que los resultados serán de gran aporte bibliográfico.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Elaboración de una bebida fermentada a base de maíz (Zea Mays) y cacao (Theobroma) tesguino en la UTE.

1.4.2. Objetivos específicos

- Elaborar una bebida con maíz seco para ser sometida al proceso de fermentación.
- Elaborar una bebida con cacao seco para ser sometida al proceso de fermentación.
- Efectuar pruebas experimentales para determinar la formulación de la bebida de maíz y de cacao.

- Realizar el proceso de fermentación alcohólica a la bebida obtenida.

1.5. Hipótesis

1.5.1. Hipótesis alternativa (H_i)

El tiempo de fermentación y el porcentaje de mezcla de la bebida de maíz con la bebida de cacao están influenciando significativamente en el sabor del tesgüino.

1.5.2. Hipótesis nula (H_o)

El tiempo de fermentación y el porcentaje de mezcla de la bebida de maíz con la bebida de cacao no están influenciando significativamente en el sabor del tesgüino.

CAPÍTULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. Antecedentes

2.1.1. Fermentación de alimentos

La preparación y conservación de los alimentos por medio de la fermentación, depende de los microorganismos que emiten sustancias químicas las cuales inhiben el crecimiento de microorganismos indeseables. El proceso de fermentación utiliza la acción de ciertos microorganismos para que con las sustancias resultantes se conserve el alimento, además estas sustancias producen cambios en sus características organolépticas en la mayoría de casos si se realiza adecuadamente el procedimiento se producirá cambios favorables. (Hernández , Alfaro, & Arrieta , 2003)

El término fermentación significa una condición de suave burbujeo o ebullición. La fermentación es un proceso catabólico de oxidación incompleta, totalmente anaeróbico, siendo el producto final un compuesto orgánico. Estos productos finales son los que caracterizan los diversos tipos de fermentaciones. Los alimentos fermentados son aquellos cuyo procesamiento involucra el crecimiento y actividad de microorganismos como mohos, bacterias o levaduras. En esta categoría se encuentran el yogur, los quesos y otros. Esta actividad de fermentación permite que los alimentos modifiquen su sabor al mismo tiempo que aumentar su vida útil. (Gerard, 2007)

2.1.2. Bioquímica de la fermentación

En proceso bioquímico de la fermentación alcohólica, consiste en transformar una molécula de glucosa en dos de etanol y dos de dióxido de carbono, se trata del mismo proceso de la glucólisis excepto en las etapas finales ya que en la glucólisis el piruvato se reduce a lacto y en la fermentación alcohólica se produce etanol y CO₂. (Armstrong & Bennett, 1982)

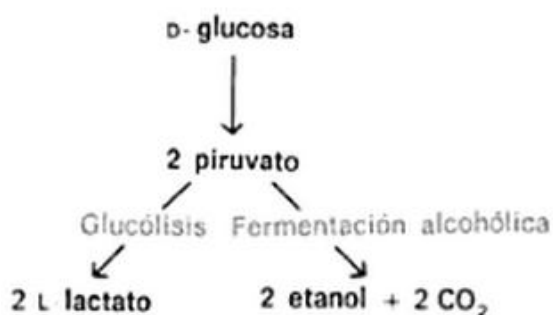


Figura 1 Proceso de glucólisis y obtención de etanol

Fuente: (Armstrong & Bennett, 1982)

2.1.3. Fermentación alcohólica

La fermentación alcohólica, también se la conoce como, fermentación etílica, es un proceso de tipo biológico, en el cual se lleva a cabo sin presencia de oxígeno. Este tipo de fermentación se debe a las actividades de ciertos microorganismos, los cuales se encargan de procesar azúcares, como la glucosa, la fructosa, hidratos de carbono, etc. Dando como resultado un alcohol a modo de etanol, CO₂ y ATP. (Vincent & Alvarez , 2006)

La fermentación alcohólica, al igual que otro tipo de fermentaciones, es de gran utilidad para el hombre, pues por ejemplo, la fermentación alcohólica llevada a cabo por las levaduras, sirve para la fabricación de bebidas alcohólicas (como el vino o la

cerveza), y el CO₂ procedente de la fermentación, es utilizado para hacer crecer el pan y otros alimentos. (Madrid & Madrid, 2001)

La principal finalidad de una fermentación alcohólica, es la producción de energía de tipo anaeróbica para microorganismos como las levaduras, en el caso de ver el proceso desde la perspectiva microbiana, pero si lo hacemos desde la perspectiva humana, el proceso es de tipo bioquímico, con la finalidad de producir etanol. Para este fin, se fragmentan, o disocian moléculas de azúcares, obteniendo así la energía necesaria para que el microorganismo viva, pues como productos de desecho, este proceso da alcohol y CO₂. (Vincent & Alvarez , 2006)

2.1.4. Bebidas alcohólicas

Las bebidas alcohólicas han sido una actividad ligada a las culturas durante milenios, las bebidas alcohólicas son bebidas que contienen etanol. En forma empírica los humanos aprendimos a usar las fermentaciones alcohólicas de diversos sustratos. Dependiendo a la elaboración se pueden distinguir entre bebidas producidas por fermentación alcohólica simple (vino, cerveza, hidromiel, sake, etc.) en las que contiene alcohol no supera 15 grados, y las producidas por destilación, generalmente a partir de un producto de fermentación (licores, aguardientes, etc.). Entre ellas se encuentran bebidas de muy variadas características, y que van desde los diferentes tipos de brandy y licor, hasta los de whisky, anís, tequila, ron, vodka entre otras. (García, Quintero, & López, 1993)

2.1.5. Bebidas de simple fermentación

Las bebidas más antiguas en la historia de la humanidad son el vino y la cerveza. En épocas muy antiguas el vino ya se elaboraba tal como se hace hoy en día pero de una forma empírica. La cerveza tiene una antigüedad similar a la del vino, la cerveza

antigua carecía del malteado del grano y de la aromatización con lúpulo. (Godoy, Herrera , & Ulloa, 2003)

2.1.6. Fermentador



Figura 2 Fermentador anaeróbico

Fuente: (Atkinson, 2002)

El recipiente en que se realiza el proceso de transformación se lo denomina fermentador. Los fermentadores varían de tamaño según sus objetivos y metas que van desde un fermentador pequeño de 10 litros de capacidad, hasta de 100000 litros a escala industrial. (Atkinson, 2002)

Los fermentadores industriales pueden derivarse en dos clases, según se trate de proceso anaeróbico o aeróbico. Los fermentadores anaeróbicos necesitan poco aireamiento, los fermentadores aeróbicos necesitan un equipamiento más complejo, para garantizar el mezclado y la aireación. Existen grandes diferencias y ventajas entre los fermentadores de tipo vertical y horizontal, es por esta razón que los fermentadores de tipo vertical presentan ventajas en comparación a los fermentadores de tipo horizontal. Los fermentadores son equipos muy complejos que

cuentan con diferentes sistemas y accesorios que son fundamentales para garantizar el correcto funcionamiento los mismos que deben cumplir con las condiciones ideales del proceso de fermentación. Sistemas como un serpentín para controlar la temperatura, aislamiento térmico, accesorio como controladores digitales, termo cúpulas y acero inoxidable de uso alimenticio. (Atkinson, 2002)

2.2. Fundamentos teóricos

2.2.1. Maíz (Zea Mays)



Figura 3 Zea Mays

Según el autor (Paliwal , 2001), El cultivo del maíz tiene su origen en América central, exclusivamente en México, de este país se expandió hacia el norte hasta Canadá y el sur hasta la Argentina. La evidencia más antigua del maíz, es aproximadamente de unos 7000 años de antigüedad, a finales del siglo XV el grano fue introducido en Europa. (NTE INEN 2050)

2.2.2. Maíz harinoso

Típico de México y de la zona Andina, este maíz cuenta con almidón muy blando y se caracteriza por contar con granos de distintas texturas. El maíz harinoso se usa exclusivamente como alimento humano para ser preparado en alimento y bebidas. Esta variedad se caracteriza por su bajo rendimiento y es susceptible a la pudrición y presencia de insectos como gusanos, a causa de las propiedades que presenta el almidón. (Paliwal , 2001), (NTE INEN 2050:1995)

2.2.3. Composición química del maíz harinoso

Tabla 1 Composición nutricional de los granos de maíz

Composición de maíz por cada 100 g	
Humedad	14 %
Calorías	362
Proteínas	9 g
Grasa	3.40 g
Carbohidratos	74.50 g
Almidón, fibra	1g
Calcio	6.00 mg

Fuente: (Paliwal , 2001)

2.2.4. Cacao (*Theobroma cacao* L)

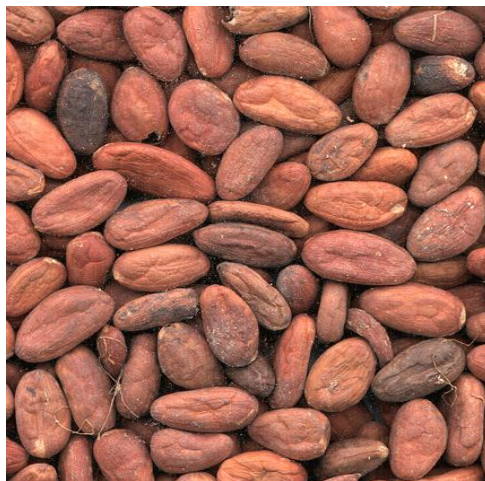


Figura 4 *Theobroma Cacao* L

Botánicamente, el caco (*Theobroma cacao* L.) pertenece a la familia Malvaceae, subfamilia Sterculioideae. Todas las especies crecen en bosques tropicales lluviosos. (Enríquez, 1985)

El área de distribución natural se extiende desde el Amazonas por el sur hasta la región de México. Su centro de diversidad se encuentra en la región amazónica en lo que hoy es Brasil, Perú, Ecuador, Venezuela y Colombia. Las especies del género *Theobroma* son árboles ramificados con hojas simples y con un fruto carnoso “mazorca”. (Enríquez, 1985)

La domesticación, cultivo y consumo del cacao fueron iniciados por los indígenas aztecas y mayas en México y Centroamérica mucho antes del descubrimiento de América. Su uso por los españoles comenzó en 1550 cuando unas religiosas añadieron dulce y vainilla al chocolate. La bebida que inicialmente era consumida solamente por la realeza europea. (Enríquez, 1985)

2.2.5. Cacao nacional

Los primeros estudios sobre la descripción del cacao nacional fueron hechos por (Fowler 1952), quien describe las características del árbol, frutos y semillas. (Cáceres , 1996)

El cacao Nacional “Arriba” se ubica dentro del grupo de los Forasteros Amazónicos, basados en su aparente reacción taxonómica con los cacaos nativos del Amazonas que limita los Andes, con mazorcas amelonadas, con estrangulamiento en el cuello y semillas gruesas. (Cáceres , 1996)

Este tipo de cacao, tiene características distintivas a las otras especies de cacao, lo hace único y especial, sobresaliendo con su característico sabor. Ecuador posee una gran superioridad en este producto: más del 70% de la producción mundial de Cacao Fino de Aroma se encuentra en nuestras tierras convirtiéndonos en el mayor productor. (Enríquez, 1985)

La historia del cultivo de cacao en nuestro país se inicia con el proceso de producción de la variedad cacao nacional proveniente de la cuenca del Río Babahoyo en las zonas de Vinces, San Juan, Pueblo Viejo, en el año 1879 Ecuador se convierte en el mayor exportador a nivel mundial época denominada como la “pepa de Oro”. (Cáceres , 1996)

2.2.6. Tesgüino

El tesgüino es una bebida alcohólica de bajo nivel alcohólico, preparada a base de maíz. Lo consumen grupos étnicos del norte y noroeste de México, esta bebida se la utiliza como ofrenda en ceremonias religiosas. (Ulloa , Herrera Teofilo , & Lappe, 1987)

El nombre tesgüino proviene del náhuatl “tecuin” que significa “palpitar el corazón”, los tarahumaras etnia mexicana lo denomina al tesgüino con el nombre de sugiki y batari, estos nombres proviene de los ingredientes utilizados, el primero el maíz y el segundo por los catalizadores utilizados. (Larbaletrier, 2001)

El tesgüino es una bebida alcohólica semejante a la cerveza, preparada a base de maíz germinado o jugo de caña de maíz. Es consumida por grupos étnicos en México. Esta bebida se la consume por lo general en reuniones familiares y diluida en agua se la de beber a los niños recién nacidos. Es brindad también en fiestas religiosas. El tesgüino se lo puede preparar de diferentes maneras el procedimiento más común es el siguiente; se coloca los granos de maíz remojados, se muelen en mate los granos germinados y se hierve en agua hasta que la mezcla toma un color amarillo, la muestra se cuela y es trasferida a una olla de barro donde se añaden catalizadores y se hierve en agua. La mezcla se la deja fermentar días y se consume sin filtrar o pasteurizar. (Ulloa , Herrera Teofilo , & Lappe, 1987)

Dentro de las variedades en la elaboración de tesgüino se encuentra el uso de sustratos diferentes de maíz germinado. Otro tipo de tesgüino es usando el tallo de maíz. La etnia tepehuanos utiliza maíz, sorgo, o trigo y usan el mismo procedimiento y a su bebida resultante la llaman navaitai. (Ulloa , Herrera Teofilo , & Lappe, 1987)

Del tesgüino se han aislado varias levaduras, entre ellas se encuentran en mayor abundancia las siguientes: Hansenula anómala, Candida guilliermondii, Saccharomyces Kluyveri y Saccharomyces cerevisiae. Se ha encontrado que en el tesgüino tarahumara una fermentación láctica alcohólica, seguida de una alcohólica acética. (Ulloa , Herrera Teofilo , & Lappe, 1987)

CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Sitio del estudio

La presente investigación se la realizó en el laboratorio de la Universidad Tecnológica Equinoccial Sede Santo Domingo, ubicada en el Km 4 ½ vía a Chone y en el laboratorio de Agroindustria del Agroparaíso S.A ubicada en el Km 16 vía Los Ángeles.

3.2. Materiales, equipos y recursos

3.2.1. Materia prima e insumos

- Maíz
- Cacao
- Azúcar
- Agua
- Levadura

3.2.2. Materiales

- Ollas
- Tachos plásticos
- Jarra litro
- Cernidores
- Embudos

- Mangueras
- Ollas
- Cucharas
- Cuchillos
- Meza acero inoxidable
- Probeta
- Vaso de precipitación

3.2.3. Equipos

- Potenciómetro
- Molino
- Termómetro
- Prensa hidráulica
- Refractómetro
- Cocina industrial
- Alcoholímetro
- Licuadora industrial
- Balanza analítica

3.3. Diseño experimental

3.3.1. Unidad experimental

La unidad de análisis fue de cuatro litros de tescüino, base de maíz y cacao. En la misma que se midió el potencial de hidrogeno “pH”, grados alcohólicos y sólidos totales disueltos “°Bx”.

3.3.2. Variables dependientes

- pH
- °Bx
- ° Gl

3.3.3. Tratamientos

Los tratamientos se los realizaron con arreglo factorial como se muestra en el “Tabla 2”. Se probaron formulaciones entre bebida de maíz y bebida de cacao. Las variables a medir son el pH, ° Brix, ° Gl

Tabla 2 Factores y niveles utilizados para el diseño experimental

Factor	Nivel
A: Bebida de maíz y bebida de cacao	50 % bebida de maíz, 50 % bebida de cacao 60 % bebida de maíz, 40 % bebida de cacao 70 % bebida de maíz, 30 % bebida de cacao 80 % bebida de maíz, 20 % bebida de cacao
B: Tiempo de fermentación	4 días 7 días 10 días 13 días

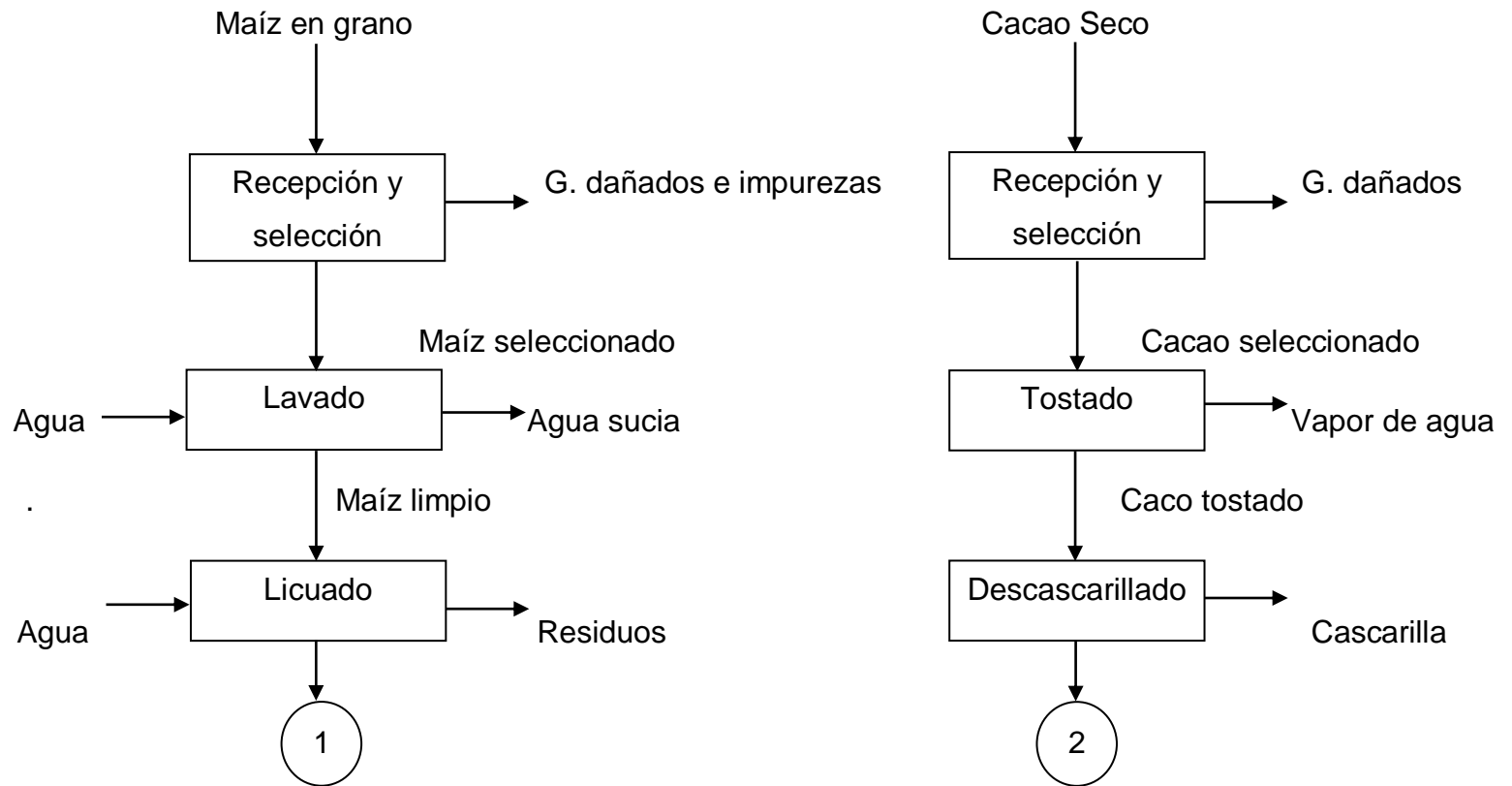
3.3.4. Programa y modelo estadístico

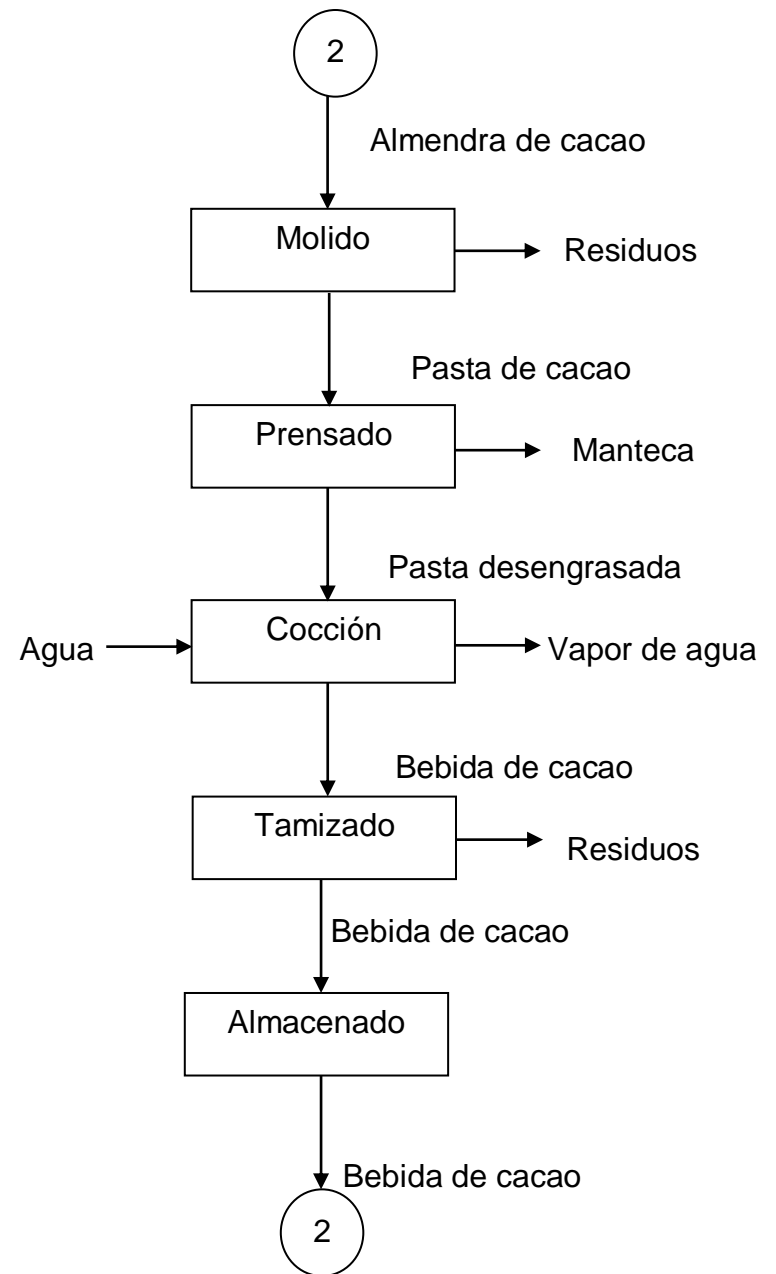
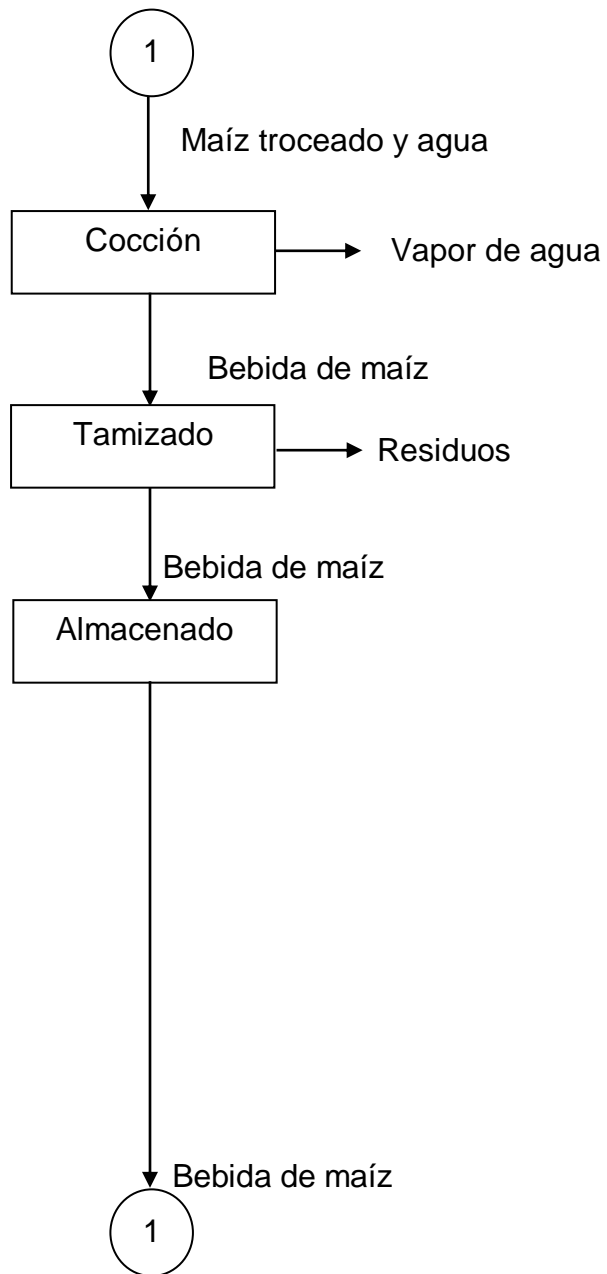
Para el análisis y tabulación de los datos se utilizó el programa estadístico infostat, en el cual analizamos los resultados obtenidos mediante las encuestas y resultados de análisis de laboratorio.

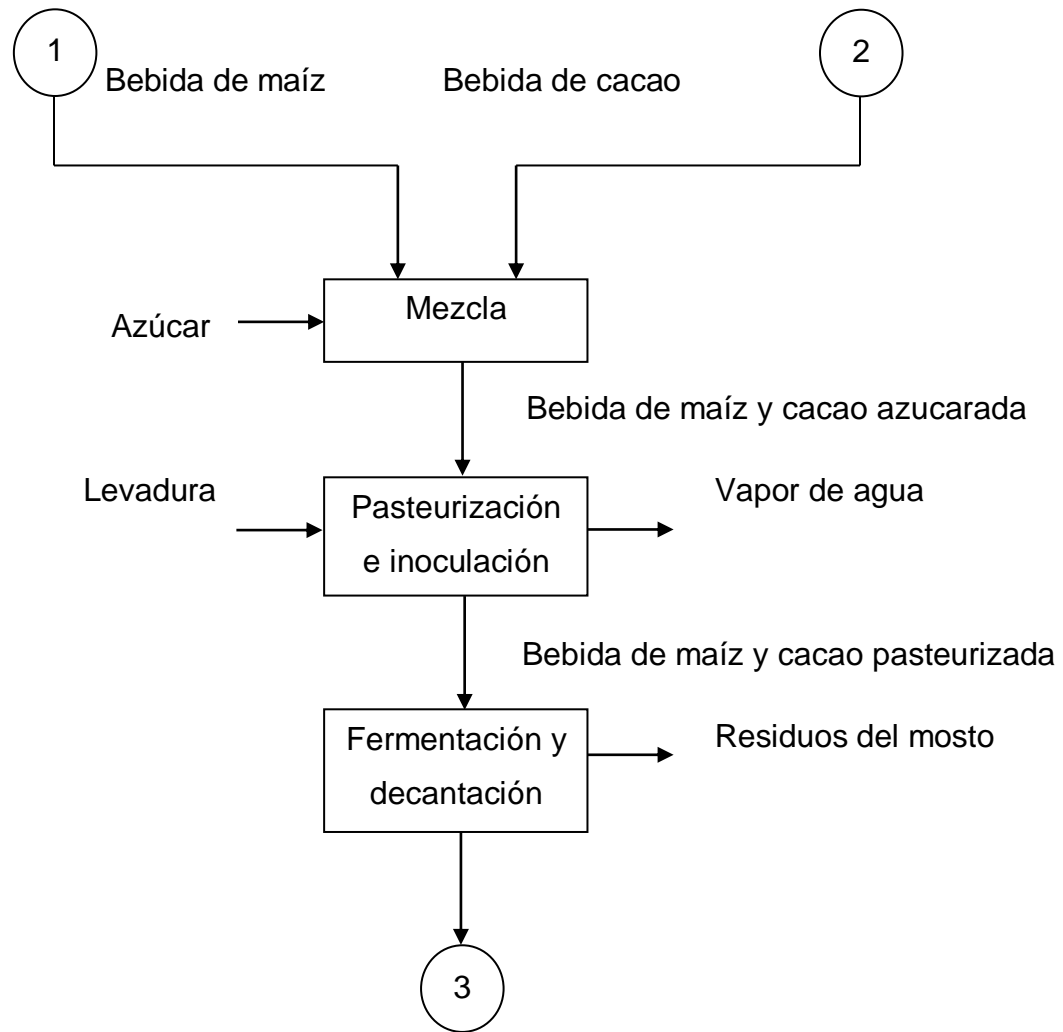
3.4. Manejo del experimento

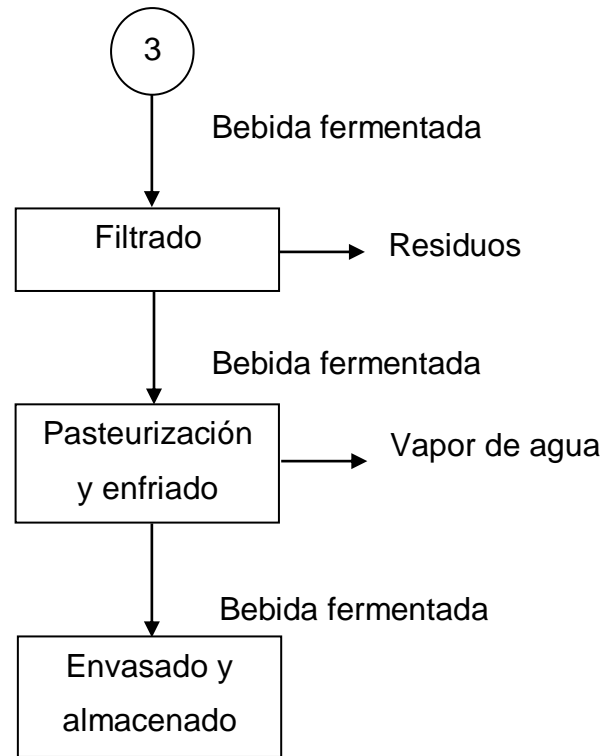
3.4.1. Diagrama de flujo cualitativo de elaboración de tesgüino

Tabla 3 Diagrama de flujo cualitativo de elaboración de tesgüino a nivel laboratorio









3.4.2. Elaboración del producto

Involucra todas aquellas operaciones que nos detallan la elaboración de tesgüino. De las alternativas tecnológicas que se han estudiado y observado a lo largo de la investigación se ha llegado a la conclusión que esta es la óptima para la elaboración del tesgüino a base de maíz y cacao. Las operaciones son las siguientes:

3.4.2.1. Elaboración de la bebida de maíz

Recepción y selección del maíz

Es la primera etapa en la elaboración del tesgüino, es este proceso se procede a recibir la materia prima (maíz desgranado seco). El maíz en grano al momento de la recepción debe cumplir con los requisitos que a continuación se describen si no cumplen con esta norma el maíz se rechaza. Requisitos del maíz en grano al momento de la recepción según la norma (NTE INEN 187) El maíz no debe estar infestado por insectos, para que durante el proceso no altere las características del grano. Una vez receptado el maíz procedemos a realizar el proceso de selección en el cual vamos a eliminar las impurezas presentes, granos quebrados, granos que han sido afectados por hongos, insectos, calor y otras causas que puedan afectar a la calidad del grano de maíz. Este proceso es realizado de manera visual debido a que no existe algún tipo de mecanismo el cual agilite este proceso.

Lavado

Esta operación tiene por objetivo eliminar cualquier tipo de partículas como son las cascarillas tierra impregnada y residuos que pudieron haber quedado en el proceso de cosecha, desgranado, almacenado, recepción y selección. Para esta operación sumergimos el maíz germinado en agua a temperatura ambiente y agitamos de

forma suave desprendiendo las partículas extrañas del maíz las cuales son menos densas y flotarán por sí solas.

Licudo

Una vez seleccionado y lavado el maíz procedemos a realizar el proceso del licudo, en este proceso mezclamos el maíz con agua en cantidades proporcionales, de 1 a 2 por ejemplo: 1kg de maíz con 2 litros de agua a temperatura ambiente, luego procedemos a realizar un licudo a 1000 RPM x 30 segundos leve que nos permita romper el maíz, en su mayoría en pedazos grandes.

Cocción

Colocamos el maíz licudo en una olla de acero inoxidable y procedemos a realizar la cocción de esta mezcla a 80 °C por 20 minutos, esta debe ser agitada con regularidad para que no se quemem los sedimentos y afecte a las características organolépticas. Este proceso nos ayuda a obtener la bebida de maíz y además no ayuda a eliminar microorganismos.

Tamizado

Procedemos a separar por medio de un tamiz o cedazo la parte líquida de la sólida, dejando caer el líquido en otro recipiente previamente esterilizado y una vez que se concluya con este proceso se procederá de inmediato a la siguiente operación unitaria.

Almacenado

Una vez que tenemos la bebida pasteurizada procedemos a envasar en recipientes estériles plástico o acero inoxidable. Los recipientes se los debe almacenar a temperatura de 4 grados centígrados por no más de 10 días.

3.4.2.2. Elaboración de bebida de cacao

Recepción y selección

Es el primer proceso que tenemos en la segunda etapa de elaboración del tescüino, en este proceso recibimos la materia prima (cacao seco).

Al momento de recibir el cacao seco debemos realizar el control de calidad el cual en la norma (NTE INEN 176) nos indica que el porcentaje máximo de humedad de cacao seco será del 7,0 %.

El cacao seco no debe estar infestado y debe estar libre de olores o moho, humo, agroquímicos etc. Además el cacao debe estar libre de impurezas y materias extrañas.

Las habas de cacao que sobrepasen el 7.0% de humedad se lo rechaza, al igual si se observa que está infestado de insectos, presta olores extraños o se encuentra enmohecido en gran porcentaje.

Tostado

Una vez limpio se procede al tueste o torrefacción, colocamos el cacao en una paila para tostar de preferencia que sea de bronce y con una paleta de madera removemos suavemente evitando que no se quemé la almendra.

Es un proceso fundamental por cuanto en él se desarrolla el aroma del cacao, se elimina los ácidos volátiles y se reduce la humedad del grano. Si el cacao se ha encontrado en este proceso en un 6 a 8 % de humedad saldrá con un 1 a 2 %. Esta operación es muy lenta por lo cual puede durar hasta 35 minutos.

Descascarillado

Para este proceso tenemos que tener el cacao tostado para que sea fácil desprender la cascarilla de la haba en esta investigación este proceso se lo realiza de forma manual sin utilizar ningún tipo de tecnología.

Molido

El objetivo del molido es transformar las habas de cacao en una masa fluida todo esto se debe a que en el molido el cacao es triturado muy finamente y es fundido con todos sus componentes, a esta masa fluida se la llama pasta de cacao o licor de cacao y es ideal para el siguiente proceso, para este proceso se utilizó un molino dentado impulsado por un motor eléctrico.

Prensado

Colocamos la pasta caliente en un lienzo y procedemos a aplicar fuerza en la prensa hidráulica que se encuentra en el laboratorio agroindustrial de la UTE, para así separar la manteca de cacao de la pasta de cacao. Retiramos de la prensa la pasta que fue desengrasada reacomodamos y volvemos a realizar el mismo procedimiento con la finalidad de extraer el mayor porcentaje de grasa.

Cocción

Colocamos el licor de cacao prensado en una olla de acero inoxidable y procedemos a realizar la cocción de esta mezcla a 80 °C por 20 minutos, agitando con regularidad para que no se quemen los sedimentos y afecte a las características organolépticas. Este proceso nos ayuda a obtener la bebida de cacao y además no ayuda a eliminar microorganismo.

Tamizado

Procedemos a separar por medio de un tamiz la parte líquida de la sólida, dejando caer el líquido en otro recipiente previamente esterilizado y una vez que se concluya con este proceso se proceder de inmediato a la siguiente operación unitaria.

Almacenado

Una vez que tenemos la bebida pasteurizada y tamizada procedemos de inmediato al almacenamiento, el mismo que debe ser en recipientes totalmente estériles estos deben ser de plástico, acero inoxidable previamente lavados con agua clorada al

0.1%, los mismos que deben estar muy bien tapados. Los recipientes se los debe almacenar a temperatura de 4 grados centígrados por no más de diez días.

3.4.2.3. Elaboración del tesgüino mezcla entre bebidas de maíz y cacao

Mezclado

Procedemos a realizar la mezcla de bebida de maíz y bebida de cacao. En este proceso de mezcla realizamos una estandarización de las mezclas hasta los 21°Brix el pH debe ser de 3.5 con la ayuda del bicarbonato de sodio y ácido cítrico.

Pasteurización e inoculación

Este proceso es muy importante ya que en el mismo se procede a la inactivación de enzimas, reduce microorganismos totales. Se la realiza en una olla eléctrica a nivel laboratorio y en marmita a nivel planta la temperatura debe llegar a 72°C durante 20 minutos y se procede a realizar un inmediato enfriamiento con agua a temperatura ambiente, hasta que la mezcla llegue a 30°C.

Luego procedemos a la inoculación de la levadura cuando la mezcla se encuentra entre los 30 °C que en nuestro caso alcanza en 15 minutos, etapa es un punto clave, en la cual se debe tener altas condiciones de inocuidad y asepsia, las levaduras deben aclimatarse diluyendo la masa liofilizada en extracto de bebida en relación al 0.5%.

Fermentación

Se llevó a cabo nivel de laboratorio se pone a fermentar en botellas de vidrio de color oscuro durante cuatro días las condiciones de fermentación fueron de 20 °C a 25 °C, con un pH 3.5 y ° Brix 21.

Una vez que la mezcla se encuentra fermentada por el tiempo indicado procedemos a realizar el trasiego, por medio de la decantación este proceso consiste en traspasar la parte libre de sedimento del tesgüino a otra botella o recipiente limpio y esterilizado o directamente a donde se encuentre nuestro siguiente proceso con la finalidad de eliminar los sedimentos formados durante la fermentación.

Filtrado

Después del trasiego se filtra el tesgüino, en la presente investigación se realiza este proceso con manto esterilizado. Este proceso se lo realiza con la finalidad de obtener un color más claro en la bebida.

Pasteurización y enfriado

El objetivo de este proceso es detener por completo la fermentación y así evitar que nuestro producto una vez embotellado y almacenado no continúe fermentándose. Se lo realiza a 70°C durante 5 min, en la presente investigación se realiza este proceso en una cocina.

Envasado y almacenado

Una vez pasteurizado y enfriado se procede a realizar el envasado, en la presente investigación vamos a envasar en botellas de vidrio oscuro esterilizados, y serán sellados inmediatamente para evitar cualquier tipo de contaminación.

3.4.3. Medición de variables

Las variables se las mide con frecuencia de 3 días las cuales que inician a los 4, 7, 10, 13 días, según el diseño experimental. Las variables a medir son pH, grados °Brix, grados de alcohol, para la extracción de muestras nos regimos bajo la Norma Técnica Ecuatoriana Obligatoria (NTE INEN 339). La medición de variables usamos técnicas respectivamente para cada una de ellas las cuales se detallan a continuación:

3.4.3.1. Determinación del pH

La medición de pH se lo realiza según la Norma Técnica Ecuatoriana Voluntaria (NTE INEN 2325), el cual nos indica que el pH es un indicativo de acidez o alcalinidad de una solución acuosa.

El método consiste en una determinación potenciométrica del pH en una muestra de tescüino, la cual debe estar filtrada y temperatura de 20 °C a 25 °C.

3.4.3.2. Grados °Brix

Según el autor (Correa , 2004) Los grados °Brix son la concentración de solidos solubles, para determinar la medida se utiliza un refractómetro digital, para la

determinación de °Brix en tesgüino la muestra debe estar filtrada y estar en un rango de temperatura que va desde los 20 y 25 °C

3.4.3.3. Grados alcohólicos

La medición de los ° Gl se lo realiza según la norma Técnica Ecuatoriana (NTE INEN 340). Consiste el método en efectuar una destilación simple de la bebida alcohólica llevar a un volumen inicial con agua destilada y determinar el destilado hidroalcohólico.

3.4.3.4. Análisis sensorial

Para determinar el análisis sensorial de la bebida fermentada a base de maíz y cacao “Tesgüino” se utilizó el método de encuesta, la que nos permitirá calificar a cada una de las muestras de forma comparativa.

Para el análisis sensorial tomaremos las cuatro muestras y se dio a degustar en un universo de catadores de 31 personas no expertas para su respectiva calificación se utiliza la siguiente secuencia; 1.- Ausencia, 2.- Muy Ligero, 3.- Ligero, 4.- Marcado, 5.- Intenso

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Características físico químico de la bebida de maíz

En la Tabla 4 se presenta los resultados físico químicos y sensoriales de la bebida de maíz obtenida a nivel laboratorio, las variables a medir son pH, °Bx. También se realizó un análisis sensorial en el cual los factores a evaluar son olor, color, sabor.

Tabla. 4 Análisis físicos químicos de la bebida de maíz

Parámetro	Resultado	Método
°Brix	7.2	Refractómetro
pH	3.79	Potenciómetro
Olor	Cereales	Sensorial
Sabor	Cereales	Sensorial
Color	Blanco – Amarillo	Sensorial

Como podemos apreciar en la tabla anterior la bebida de maíz presenta concentración de sacarosa disuelta del 7.2, el cual nos indica que un °Bx corresponde a un índice de refracción de una solución de sacarosa en agua al 1 % (Suárez Moreno , 2003), es decir que en la bebida de maíz tenemos el 7.2% de sacarosa. El potencial de hidrógeno es de 3.79 el cual nos indica que tenemos una bebida similar en acidez a el jugo de naranja, el pH ideal para la elaboración del tescüino es de 3.2 a 3.5 (Phillip, 2004). Las características organolépticas son iguales a las del maíz debido que en el proceso de elaboración no se agrega especies ni aditivos, cabe recalcar que solo se agrega agua purificada.

4.2. Características químicas de la bebida de cacao

En la Tabla 5 se presenta los resultados físico químicos y sensoriales de la bebida de maíz obtenida a nivel laboratorio, las variables a medir son pH, ° Brix. También se realizó un análisis sensorial en el cual los factores a evaluar son Olor, Color, Sabor.

Tabla 5 Análisis físicos químicos de la bebida de cacao

Parámetro	Resultado	Método
°Brix	13.2	Refractómetro
pH	3.72	Potenciómetro
Olor	Cereales	Sensorial
Sabor	Cereales	Sensorial
Color	Blanco – Amarillo	Sensorial

En la tabla anterior una vez obtenida la bebida de cacao y realizado los respectivos análisis físico químicos y sensoriales, podemos apreciar que la concentración de sacarosa disuelta es de 13.2, esto se debe a que el cacao presenta nivel más alto de la sacarosa, ácidos y minerales los cuales influyen directamente en los °Bx, (Vincent & Alvarez , 2006), el potencial de hidrógeno se presenta en 3.72 debido se adiciona aditivos al momento de la elaboración de la bebida, por lo cual la acidez es un poco alta casi similar a la bebida de maíz presentada en el Cuadro 4. Las características organolépticas son iguales a las del cacao debido que en el proceso de elaboración no se agrega especies ni aditivos, cabe recalcar que solo se agrega agua purificada.

4.3. Análisis estadístico

4.3.1. Fase de laboratorio

Para el tesguino se evaluó el tiempo de fermentación, el porcentaje de la mezcla de bebida de maíz y bebida de cacao para su determinación de influencia en el sabor del producto final.

4.3.1.1. Medición de variables a los cuatro días de fermentación

En la Tabla 6 que se presenta a continuación podemos apreciar los análisis realizados en el cuarto día de fermentación con su respectiva formulación según lo indicado en el diseño experimental. Las variables a medir son pH, °Bx y °Gl.

Tabla 6 Lectura de las variables durante el cuarto día de fermentación

Tratamientos	pH			°Brix			° GL		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
A1B1	3.55	3.54	3.55	14.5	14.5	14	2,1	2,1	2,2
A1B2	3.54	3.54	3.53	14.5	14	14.5	2,1	2,2	2,1
A1B3	3.55	3.56	3.54	14	14.5	14	2,2	2,1	2,2
A1B4	3.53	3.54	3.55	14	14	14	2,2	2,1	2,2
A2B1	3.54	3.55	3.54	14	14.5	14	2,2	2,1	2,2
A2B2	3.57	3.56	3.55	14.5	14	14.5	2,1	2,2	2,1
A2B3	3.58	3.54	3.56	14	14	14	2,2	2,2	2,2
A2B4	3.55	3.53	3.55	14	14	14	2,2	2,2	2,2
A3B1	3.54	3.55	3.55	14	14.5	14	2,2	2,1	2,2
A3B2	3.54	3.53	3.55	14	14	14	2,2	2,2	2,2
A3B3	3.56	3.55	3.54	14	14	14	2,2	2,2	2,2
A3B4	3.57	3.55	3.56	14	14	14	2,2	2,2	2,2
A4B1	3.53	3.53	3.54	14.5	14.5	14.5	2,1	2,1	2,1
A4B2	3.54	3.53	3.55	14.5	14	14.5	2,1	2,2	2,1
A4B3	3.55	3.55	3.54	14	14	14	2,2	2,2	2,2
A4B4	3.58	3.57	3.53	14	14	14	2,2	2,2	2,2

En la tabla que se muestra anteriormente podemos apreciar los resultados de los tratamientos con tres repeticiones para las tres variables. El pH se muestra estable no existe variación significativa en ninguno de los tratamientos esto se debe a que el pH se encuentra dentro de sus rangos y no es afectada por el proceso de fermentación, los grados Brix si presentan disminución en relación al día cero, esto se debe a que las levaduras han empezado el proceso de fermentación y están transformando los azúcares en etanol y CO₂ (Correa , 2004), por lo tanto el etanol aumento de en un promedio de 2.1 en todos los tratamiento y repeticiones.

4.3.1.2. Medición de variables a los siete días de fermentación

En la Tabla 7 se observa los resultados realizados en el día siete de la fermentación, con su respectiva formulación según lo indicado en el diseño experimental. Las variables a medir son pH, °Bx y °GL. Los tratamientos del cuarto día no se presentan debido al diseño.

Tabla 7 Lectura de las variables durante el séptimo día de fermentación

Tratamientos	pH			°Bx			°GL		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
A1B2	3.53	3.54	3.54	11	10.5	11	2.6	2.7	2.6
A1B3	3.54	3.54	3.53	10.5	11	10.5	2.7	2.6	2.7
A1B4	3.53	3.54	3.54	10	10	10	2.8	2.8	2.8
A2B2	3.56	3.55	3.54	11	10.5	11	2.6	2.7	2.6
A2B3	3.55	3.53	3.54	10.5	10.5	10.5	2.7	2.7	2.7
A2B4	3.54	3.53	3.53	10	10	10	2.8	2.8	2.8
A3B2	3.53	3.53	3.54	11	11.5	11	2.6	2.5	2.6
A3B3	3.54	3.54	3.58	10.5	10	10	2.7	2.8	2.8
A3B4	3.56	3.54	3.55	10.5	10.5	10.5	2.7	2.7	2.7
A4B2	3.53	3.52	3.54	11	10.5	11	2.6	2.7	2.6
A4B3	3.55	3.54	3.58	10	10	10	2.8	2.8	2.8
A4B4	3.57	3.57	3.52	11	11	10.5	2.6	2.6	2.7

El pH al séptimo día no presenta variación significativa en relación al cuarto día, se debe a que la fermentación no afecta significativamente al pH, al contrario el pH afecta significativamente a la fermentación, los rangos de pH para el proceso de fermentación e bebidas en general es de 3.5 a 5.5 (Phillip, 2004). Los grados Brix si disminuyen por el proceso de fermentación que se está llevando a cabo y el alcohol aumenta proporcionalmente a la disminución de los azúcares.

4.3.1.3. Medición de variables a los diez días de fermentación

En la Tabla 8 que se presenta a continuación podemos apreciar los análisis realizados en el décimo día de fermentación con su respectiva formulación según lo indicado en el diseño experimental. Las variables a medir son pH, °Bx y °GL. Los tratamientos del cuarto y séptimo día no se presentan en el siguiente cuadro, debido al diseño experimental solo debe cumplir un proceso de fermentación de cuatro y siete días.

Tabla 8 Lectura de las variables durante el décimo día de fermentación

Tratamientos	pH			°Brix			° GL		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
A1B3	3.54	3.54	3.52	7	7.5	7	3.6	3.3	3.6
A1B4	3.52	3.54	3.53	7	7	7	3.6	3.6	3.6
A2B3	3.53	3.54	3.53	7	7.5	7	3.6	3.3	3.6
A2B4	3.55	3.53	3.54	7	7	7	3.6	3.6	3.6
A3B3	3.55	3.54	3.56	7.5	7	7	3.3	3.6	3.6
A3B4	3.55	3.55	3.54	7.5	7	7.5	3.3	3.6	3.3
A4B3	3.56	3.54	3.57	7	7	7	3.6	3.6	3.6
A4B4	3.56	3.56	3.52	7	7.5	7	3.6	3.3	3.6

El pH se muestra sin cambios significativos en comparación a los días anteriores, los grados Brix presentan disminución considerable debido al proceso de fermentación y se presenta aumento en los grados alcohólicos. (Gerard, 2007) Los tratamientos presentan igual en su nivel de alcohol lo cual nos indica que la formulación no afecta

a la producción de alcohol, debido a que los grados Brix en todas sus formulaciones se estandarizo a 21° es por esto que no presenta diferencias significativas. (Larbaletrier, 2001)

4.3.1.4. Medición de variables a los trece días de fermentación

En la Tabla 9 que se presenta a continuación podemos apreciar los resultados de los análisis realizados en el décimo tercer día de fermentación con su respectiva formulación según lo indicado en el diseño experimental. Las variables a medir son pH, °Bx y °Gl.

Tabla 9 Lectura de las variables durante el décimo tercer día de fermentación

Tratamientos	pH			°Brix			°GL		
	R1	R2	R3	R1	R2	R3	R1	R2	R3
A1B4	3.52	3.54	3.53	3.5	4	3.5	4.1	4.4	4.1
A2B4	3.55	3.53	3.54	3.5	3.5	3.5	4.1	4.1	4.1
A3B4	3.55	3.55	3.54	4	3.5	4	4.4	4.1	4.4
A4B4	3.56	3.56	3.52	3.5	4	3.5	4.1	4.4	4.1

Los resultados obtenidos a los trece días de iniciada la fermentación son los siguientes el pH se mantiene estable no existe diferencia significativa debido a que no es afectado por el proceso de fermentación, en el caso de la bebida de tesgüino inicialmente el pH se inició con el 3.55 en todos sus tratamientos y repeticiones, los grados Brix inicialmente fue de 21° en todos los tratamiento y repeticiones, la disminución es proporcional al tiempo de fermentación. El alcohol aumento en todos los tratamientos de una forma igual, esto se debe a que el pH es bajo por lo cual no hay gran aumento de microorganismos y como consecuencia los grados Brix van disminuyendo lentamente, como resultado tenemos un nivel de alcohol bajo a los trece días que termina por completo la fermentación. (Correa , 2004) (García, Quintero , & López , 2004) (García, Quintero, & López, 1993)

4.3.1.5. Análisis estadístico del pH

El pH no presenta diferencia significativa para el factor de mezcla de bebidas ($P = 0.3478$), ni para el factor de tiempo de fermentación ($P = 0.5212$) de la bebida. A continuación se presenta el Figura 5 con la curva entre pH y tiempo de fermentación.

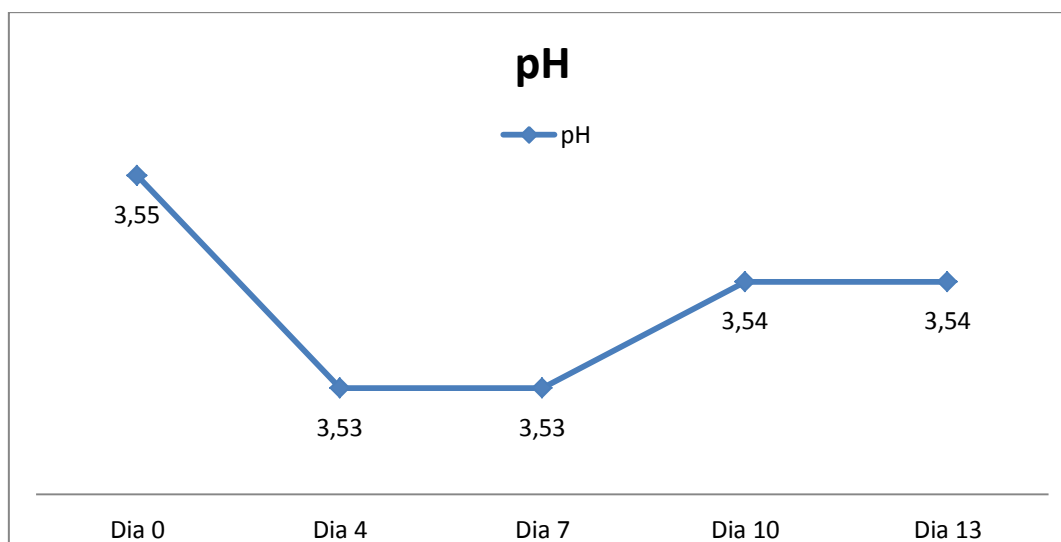


Figura 5 Relación entre pH y Tiempo de fermentación

No hubo interacción entre bebidas y tiempo de fermentación debido a que el pH no sufre cambios significativos en el proceso de fermentación de la bebida, el pH se mantiene con un promedio de 3.54. Debido a que al inicio de la fermentación se trabaja con un pH muy bajo y estándar en todos los tratamientos, dando como resultado una fermentación lenta, ya que la levadura al permanecer en un ambiente de pH ácido no se desarrolla de forma conveniente. El pH para elaboración de bebidas debe estar entre 3.5 y 5.5 para que los microorganismos que provocan la fermentación puedan cumplir sus propósitos. (Suárez Moreno, 2003)

4.3.1.6. Análisis estadístico de los grados Brix

Los grados Brix presentan diferencia significativa para el factor de mezcla de bebidas ($P = 0.4179$), y para el factor de tiempo de fermentación ($P = <0.0001$) de la bebida. Se acepta la hipótesis alternativa y se rechaza la hipótesis nula. A continuación se presenta el Figura 6 con la curva entre ° Brix vs Tiempo de fermentación.

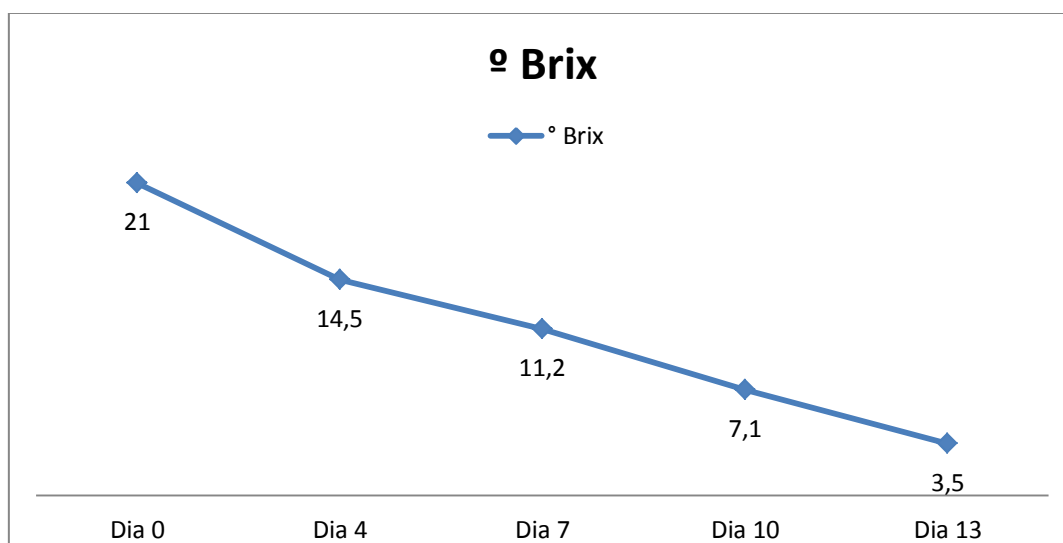


Figura 6 Relación entre ° Brix y Tiempo de fermentación

Hubo interacción entre bebidas y tiempo de fermentación debido sólidos solubles totales disminuyeron 1,19 °Brix ($P < 0,0001$) y el alcohol aumentó 0,25 ° GL ($P < 0,0001$). Esto se debe a que los microorganismos causantes de la fermentación se alimentan de carbohidratos que ente caso son los sólidos disueltos totales, los cuales al consumir los sólidos van trasformando el azúcar contenido en ellos a alcohol y CO₂. Es por esto que entre más tiempo de fermentación trascorra menor será el porcentaje de solidos disueltos totales “° Brix”. (García, Quintero, & Lopéz, 1993)

4.3.1.7. Análisis estadístico de los grado Alcohólico

Los grados Alcohólicos presentan diferencia significativa para el factor de mezcla de bebidas ($P = 0.8467$), y para el factor de tiempo de fermentación ($P = <0.0001$) de la bebida. Se acepta la hipótesis alternativa y se rechaza la hipótesis nula. A continuación se presenta el Figura 7 con la curva ° GI vs Tiempo de fermentación.

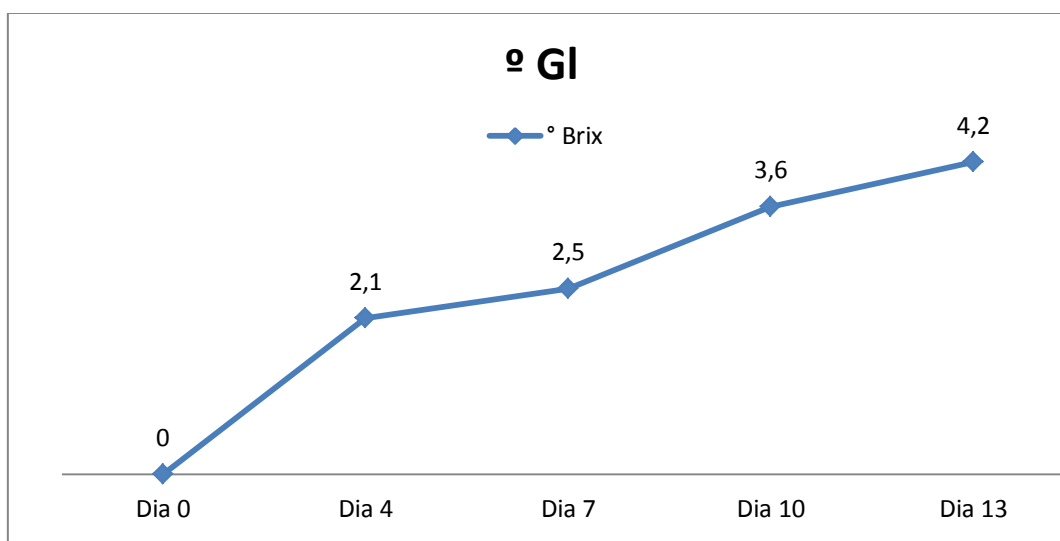


Figura 7 Relación entre ° GI y Tiempo de fermentación

Hubo interacción entre bebidas y tiempo de fermentación debido a que los grados alcohólicos aumentan dependiendo el tiempo de fermentación y el nivel de grados Brix, es por este fenómeno llamado fermentación que el alcohol aumenta proporcionalmente a la disminución de sólidos totales disueltos.

4.3.2. Análisis sensorial

Para la determinación del mejor tratamiento en sus características organolépticas se tomó en cuenta el sabor, olor y color, se realizó una encuesta la cual se desarrolló en la empresa Agroparaíso lugar de trabajo del autor teniendo en cuenta este lugar como el universo de catación obtenido el resultado presentado en la Tabla 10. Cabe

recalcar previamente a la presentación del siguiente cuadro, se preparó 16 tratamientos según lo indicado en el diseño experimental, de los cuales se escogió las 4 mejores muestras las que se llevaron a un grupo de panelistas. Para la degustación de esta bebida es mezclada con hielo y con zumo de limón en un porcentaje del 50% de hielo y zumo de limón, 50% de tescüino a base de bebidas de maíz y cacao. (Nava , 2011)

Tabla 10 Mejores tratamientos para evaluación sensorial

Tratamientos			
Numero de Tratamiento	% de Bebida maíz	% de Bebida cacao	Tiempo de fermentación
T 9	70% Bebida de Maíz	30% Bebida de Cacao	4 Días
T 10	70% Bebida de Maíz	30% Bebida de Cacao	7 Días
T 13	80% Bebida de Maíz	20% Bebida de Cacao	4 Días
T 14	80% Bebida de Maíz	20% Bebida de Cacao	7 Días

4.3.2.1. Resultado de análisis sensorial del Sabor

El sabor presenta diferencia significativa ($P < 0,0001$) por efecto de los tratamientos. Se acepta la hipótesis alternativa y se rechaza la hipótesis nula. A continuación se presenta el Figura 8 el resultado el análisis sensorial del Sabor.

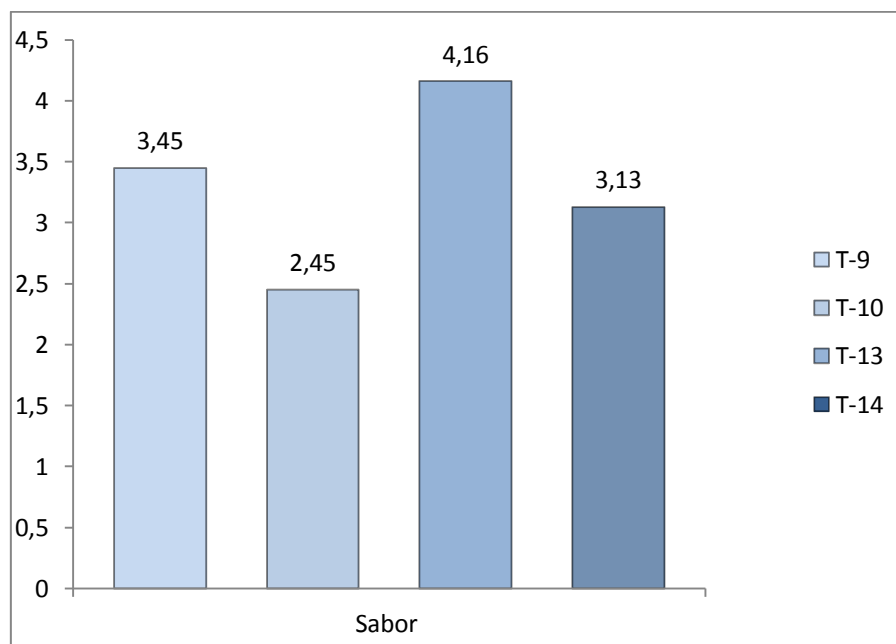


Figura 8 Resultado de los análisis sensoriales del sabor del tesgüino

El sabor después de la catación obtuvo dos puntuaciones altas las cuales corresponde al tratamiento #13 con el 80% de bebida de maíz y 20% de bebida de cacao fermentado por cuatro días con puntaje de 4.16, mientras tanto el siguiente tratamiento con mayor puntuaciones es el # 9 con el 70% de bebida de maíz y 30% de bebida de cacao fermentado por cuatro días con puntaje de 3.45. Esto se debe al fenómeno de la fermentación como materia prima se utiliza jugos los cuales contienen altas cantidades de glucosa y fructosa (Muller, 1964) y al estar solo 4 días fermentado el contenido de sacarosa “azúcar” es alto por lo cual el nivel de alcohol es bajo. Por lo tanto los dos tratamientos al tener un nivel de azúcar alto son agradables al paladar de los panelistas.

4.3.2.2. Resultado de análisis sensorial del Olor

El olor presenta diferencia significativa ($P < 0,0001$) por efecto de los tratamientos. Se acepta la hipótesis alternativa y se rechaza la hipótesis nula. A continuación se presenta en la Figura 9 el resultado el análisis sensorial del olor.

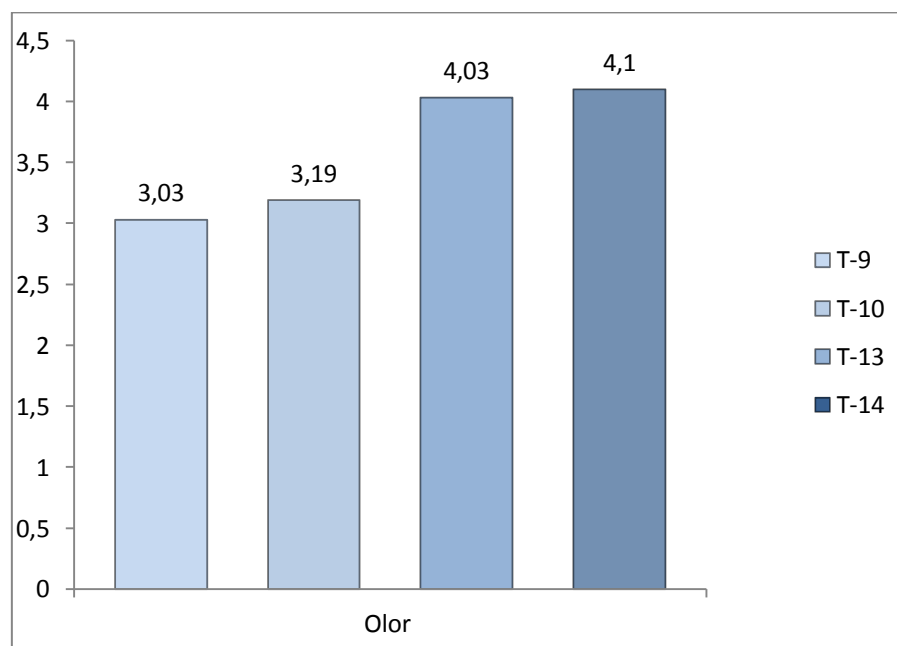


Figura 9 Resultado de los análisis sensoriales del olor del teagüino

El olor una vez realizado los análisis sensoriales dio como resultados dos muestras con mayor puntuación siendo los tratamientos # 13 y 14 con el 80% de bebida de maíz y 20% de bebida de cacao fermentado por siete días con puntaje de 4.10, mientras tanto el siguiente tratamiento con mayor puntuaciones es el #13 con el 80% de bebida de maíz y 20% de bebida de cacao fermentado por cuatro días con puntaje de 4.03. La diferencia de puntaje entre estos dos tratamientos es insignificante nada representativo según lo dicho por el grupo de panelistas es apenas del 0.07, igual la diferencia existe siendo el mejor tratamiento en olor el #14 diferencia mínima se debe a que los dos contienen prácticamente la misma formulación con la única diferencia que el tratamiento # 14 tiene tres días de fermentación más por lo cual el olor no afecta significativamente entre estos dos tratamientos. (Ocaña & Rey, 2011)

4.3.2.3. Resultado de análisis sensorial del Color

El Color presenta diferencia significativa ($P < 0,0001$) por efecto de los tratamientos. Se acepta la hipótesis alternativa y se rechaza la hipótesis nula. A continuación se presenta la Figura 10 el resultado el análisis sensorial del Color.

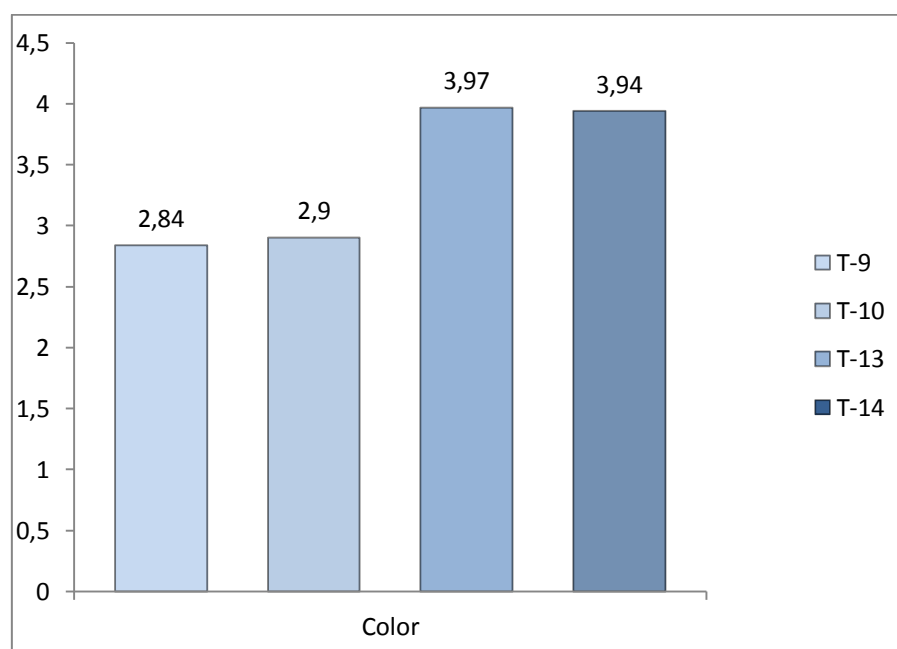


Figura 10 Resultado de los análisis sensoriales del color del tesgüino

El color una vez realizado los análisis sensoriales nos otorgó como resultados dos tratamientos con mayor puntuación siendo los tratamientos # 13 y 14 con el 80% de bebida de maíz y 20% de bebida de cacao fermentado por cuatro días con puntaje de 3.97, mientras tanto el siguiente tratamiento con mayor puntuaciones es el #14 con el 80% de bebida de maíz y 20% de bebida de cacao fermentado por siete días con puntaje de 3.94. Esto se debe a que los dos contiene la misma materia prima con las mismas proporciones por lo cual el color no varía significativamente. (Ocaña & Rey, 2011)

4.3.3. Resultados de los análisis sensoriales por catación

Según los resultados obtenidos en el análisis sensorial, el tratamiento 13 con el 80% de bebida de maíz y 20% de bebida de cacao fermentado cuatro días es la de mayor aceptación por el universo de panelistas la cual obtuvo una calificación promedio de 4.05 puntos en comparación al tratamiento #14 con el 80% de bebida de maíz y 20% de bebida de cacao fermentado por siete días el cual obtuvo una calificación promedio de 3.72. Por lo cual si existe diferencia entre estos dos mejores tratamientos.

4.3.4. Elección del mejor tratamiento

Con los datos obtenidos del diseño experimental mediante el programa estadístico Infostat. Y los análisis de las pruebas sensoriales realizadas al universo de panelistas, se determinó el mejor tratamiento para la elaboración del tesgüino es el tratamiento #13 con el 80% de bebida de maíz y 20% de bebida de cacao fermentado por cuatro días. De los cuales los resultados obtenidos se los presenta en el siguiente.

Tabla 11 Comparación de resultado de mejor tratamiento

Parámetro	Producto terminado	Parámetro		Numero de norma
		Min	Max	
Contenido alcohólico	2.1	1.0	10.0	NTN INEN 2322
pH	3.53	3.5	4.8	NTN INEN 2325
Solidos Totales Disueltos	14.5	----	----	-----

4.4. Resultados de análisis del tescüino 90 días después de su elaboración

Los resultados presentados a continuación pertenecen al mejor tratamiento del diseño experimental de arreglo factorial aplicado anteriormente. Es de total importancia tomar en cuenta las condiciones de almacenamiento establecidas para esta bebida, las cuales fueron: en un lugar fresco a temperatura ambiente y que no lleguen directamente los rayos de luz solar. Además se tomó en cuenta algunos de los parámetros establecidos en la Norma Técnica Ecuatoriana (NTE INEN 2262)

4.4.1. Análisis organoléptico del tescüino 90 días después de su elaboración

A continuación una vez obtenida la bebida “tescüino” tenemos como resultado un breve análisis organoléptico realizado por el autor en el cual nos indica que el producto después de 90 días de ser almacenado en una botella de vidrio de 500 ml a temperatura ambiente promedio de 20°C y en un lugar fresco y seco.

Tabla 12 Resultados del examen organoléptico

Parámetro	Resultado 20/08/2013	Resultado 18/11/2013	Método
Sabor	Característico	Característico	Sensorial
Olor	Característico	Característico	Sensorial
Color	Café característico	Café característico	Sensorial

El producto después de 90 días se conserva sin ningún cambio significativo en su olor, color y sabor. Para esta prueba tomamos dos muestras del mismo lote la cual una se la degusto una semana después de su total preparación y la otra se la degusto después de 90 días exactos, obteniendo los mismo resultados la cual nos indica que al momento de almacenar el tescüino por 90 días en un lugar fresco sin exposición directa a la los rayos de luz solar no tenemos cambios significativos en las características organolépticas del tescüino. (Godoy, Herrera , & Ulloa, 2003)

El tesgüino tiene una vida útil superior a los 3 meses en condiciones adecuadas, si la sometemos directamente a los rayos de luz solar vamos a tener cambios físicos notables esta se va a oxidar, va a producir cambios en su color y vamos a perder el sabor característico produciendo un sabor de tipo rancio -amargo y a la misma vez vamos a perder el sabor característico. (Godoy, Herrera , & Ulloa, 2003).

4.4.2. Análisis químico del tesgüino 90 días después de su elaboración

A continuación el tesgüino es sometido a análisis químicos para determinar sus características, y observar si en el lapso de 90 días se han producido cambios químicos significantes o insignificantes.

Tabla 13 Análisis físico químico del producto terminado

Parámetro	Resultado 20/08/2013	Resultado 18/11/2013	Norma NTE INEN 2325:2002, 232:2002		Método
			Mínimo	Máximo	
°Brix	14.5	14.4	-----	-----	Refractómetro
pH	3.53	3.50	3.50	4.80	Potenciómetro
° Alcohólico	2.1	2.0	1	10	Instrumental

Una vez obtenidos los resultados de los análisis químicos del tesgüino en un lapso de 90 días llegamos a la conclusión que el pH, °Brix, grados alcohólicos se mantienen estables a lo largo del almacenamiento. Todos los valores de los análisis químicos se encuentran en los parámetros establecidos como normales. Según la norma del Instituto Ecuatoriano de Normalización "INEN" en la norma técnica (NTE INEN 2262) los grados alcohólicos si cumple lo establecido en esta norma. El pH es 3.53 que es considerado bajo bebido a que se encuentra en el rango límite mínimo según lo establecido en esta norma antes mencionada por lo cual cumple con los requisitos establecidos con esta norma, los grados Brix no se indican en la norma por lo cual no hay comparación con la misma. Se tomó como referencia la norma (NTE

INEN 2262) debido a que el tesgüino es considerado por (Nava , 2011) en su artículo “El Tesgüino, Cultura, Ciencia y Tecnología Mexicana” como tipo similar a cerveza.

4.5. Análisis bromatológicos de tesgüino

Tabla 14 Características bromatológicas del tesgüino

Análisis bromatológicos del tesgüino	
Composición bromatológica del tesgüino en base húmeda en 100 g	
Materia seca	4.6 %
Humedad	95.4 %
Grasa	1.58 %

En la Tabla de resultado de análisis bromatológico a tesgüino como producto final terminado muestra una porcentaje de sólidos del 4.60 % / 100 % el cual para una bebida se encuentra entre los parámetros normales. (NTE INEN 349). Esto se debe a que a medida que disminuye la densidad con la fermentación aumenta el índice de grado alcohólico, pero en este caso se fermento 4 días el cual nos da un bajo consumo de solidos totales para que quede en la densidad indicada anteriormente se realiza un filtrado en el proceso. Se tomó en cuenta la grasa debido a que trabajamos el cacao nacional de aroma el cual es alto en grasa previamente se realizó un proceso para eliminar al máximo este componente, el mismo que no afecto significativamente en el proceso de fermentación debido a que ingreso en un porcentaje muy bajo.

4.6. Análisis microbiológico del tescüino

Tabla 15 Análisis microbiológico

PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS	MÉTODO
Coliformes totales	Ufc/ cm ³	<10	AOAC991.14
Aerobios mesofilos totales	Ufc/ cm ³	<10	Recuento estándar en placa REP
Mohos y levaduras	Ufc/ cm ³	<10	AOAC997.02

Según los análisis microbiológicos realizados al tescüino, se determinó que la bebida se encuentra dentro de los parámetros microbiológicos establecidos por la norma (NTE INEN 2262) para la toma de muestras para el análisis microbiológico se debe regir obligatoriamente a la norma (NTE INEN 2340), cabe recalcar que se encontró la bebida trazas de levaduras las que no se las pudieron eliminar por completo debido a que no se cuenta con el equipo adecuado para realizar esta operación.

4.7. Balance de materia, energía y diseño de equipo

4.7.1. Balance de materia a nivel planta piloto

A continuación se presenta el resumen del balance de materia a nivel laboratorio tenemos como resultado tres bebidas diferentes las cuales provienen la primera del maíz (Tabla 16), la segunda del cacao seco (Tabla 17) y la última de la mezcla y fermentación de ambas bebidas (Tabla 18).

4.7.1.1. Balance de materia bebida de maíz

Tabla 16 Balance de materia de bebida de maíz a nivel laboratorio

Elaboración de bebida de maíz				
Proceso	Entradas (g)	% Salida	Salidas (g)	Variación (g)
Recepción y selección del maíz	1000	4	40	960
Lavado de maíz	960 + 1920	66	1900.80	979.20
Licuado (se añade agua)	979.20 + 1958.40	2	58.75	2878.85
Cocción	2878.85	10	287.88	2590.97
Tamizado	2590.97	28	725.47	1865.50
Almacenado bebida de maíz	1865.50	0	0	1865.50

En este proceso en si el objetivo es la obtención de la bebida de maíz de la cual partimos del grano seco con 1000g de los cuales existen impurezas que son equivalentes al 4 %, una vez seleccionado el maíz procedemos a lavarlo en el cual añadimos el doble del peso resultante es decir 1920 gramos de agua. El licuado es el procedemos donde se tritura el maíz para después someter a cocción donde procedemos a extraer el sabor y nutriente del maíz hacia la futura bebida. En la bebida de maíz en la operación con más pérdida de materia prima, fue en el tamizado debido a que en este proceso separamos los residuos sólidos de los líquidos, tenemos un rendimiento de bebida del 63.05 %.

4.7.1.2. Balance de materia bebida de cacao

Tabla 17 Balance de materia de bebida de cacao a nivel laboratorio

Elaboración de bebida de cacao				
Proceso	Entradas (g)	% Salida	Salidas (g)	Variación (g)
Recepción y selección del cacao seco	1000	4	40	960
Tostado de cacao	960	2	19.20	940.80
Descascarillado	940.80	4	37.63	903.17
Molido	903.17	2	18.06	885.11
Prensado	885.11	18.36	162.47	722.37
Cocción (se añade agua)	722.37 + 1444.74	10	216.71	1950.40
Tamizado	1950.40	27	526.50	1423.50
Almacenado	1423.50	0	0	1423.50

Para la obtención de la bebida de cacao la operación con mayor pérdida de materia prima es en el proceso de tamizado debido a que separamos de igual manera que el producto anterior la parte de sólidos, el rendimiento de la bebida de cacao es del 58.22 %, este rendimiento es menor al del maíz debido a que se debe realizar más proceso como el descascarillado, desengrasado, etc. En el proceso de prensado obtenemos la manteca de cacao la misma que es desechada ya que en la bebida no utilizaremos esta materia prima de altas características. Igual mente en la cocción extraemos los nutrientes y el sabor del cacao.

4.7.1.3. Balance de materia tesgüino

Tabla 18 Balance de materia de tesgüino nivel laboratorio

Elaboración de tesgüino				
Proceso	Entradas (g)	% Salida	Salidas (g)	Variación (g)
Mezclado 80 % bebida de maíz y 20 % de bebida de cacao + azúcar	1865 + 466.25 + 291.40	0	0	2622.65
Pasteurización e inoculación	2622.65 + 13.11	10	263.58	2551.42
Fermentación y decantación	2551.42	4	94.88	2277.30
Filtrado	2277.30	17	387.14	1890.16
Pasteurización y enfriado	1890.16	11	207.92	1862.24
Almacenado	1682.24	0	0	1682.24

La tercera parte de esta investigación se refiere a la mezcla de la bebida de maíz y bebida de cacao, las cuales una vez mezcladas se llevan al proceso de pasteurización previamente se lleva al proceso de inoculación en el cual añadimos levaduras, luego se llevara a un proceso de fermentación para después obtener tesgüino como bebida, para la bebida tesgüino el rendimiento es del 63.82 % debido a que para la elaboración del esta bebida sometemos a proceso de fermentación, decantación y filtrado tomando en cuenta también que tenemos procesos como la pasteurización la cual elimina un porcentaje de la bebida por medio de la evaporación. Cabe recalcar que en el mezclado añadimos agua para estandarizar los grados Brix.

4.7.2. Balance de energía a nivel laboratorio

A continuación se presenta el resumen del balance de energía a nivel laboratorio del proceso de elaboración del tesgüino específicamente del proceso de pasteurización.

Tabla 19 Balance de energía nivel laboratorio pasteurización del tesgüino

Descripción	Resultado (unidades)
Voltaje del equipo	110 V
Amperaje del equipo	7.5 A
Masa Inicial	1.89 Kg
Masa Vaporizada	0.21 Kg
Masa Final (resultado)	1.86 Kg
Temperatura ambiente	24 °C
Temperatura interior de proceso	72 °C
Temperatura tapa	40 °C
Temperatura paredes laterales	32 °C
Temperatura parte inferior	36 °C
Tiempo de proceso	15 min
Calor sensible del producto	414.28 watts
Calor latente del producto	543.40 watts
Calor por la parte superior	2.4 watts
Calor perdido por la parte lateral	2.3 watts
Calor por la parte inferior	1.5 watts
Calor del proceso	983.80 watts
Calor practico del proceso	969.06 watts
Coeficiente de trasferencia calor	$U = 202.92 \text{ watt/ M}^2\text{°C}$

El balance de energía a nivel planta piloto se lo realizo en una olla eléctrica marca Sanyo de características en su interior exclusivamente en el vaso interno de aluminio con un espacio interno de 3.5 cm entre vaso y pared metálica interna, las paredes exteriores son un tipo de metal y pintura aislante de temperatura, por otro lado la tapa superior es de un plástico resistente al calor, el cual resulta un excelente aislante térmico y no permite que el coeficiente de trasferencia sea muy alto (Batty & Folkman, 1990) al igual que parte inferior de la olla. Por lo tanto al momento de su

funcionamiento la temperatura emitida al ambiente por la olla eléctrica no es muy alta, se mantiene en un promedio en la tapa 42 °C, en las paredes lateras externas con un promedio de 33°C y en la parte inferior externa es de 37 °C. Siendo que se emite más calor por medio de la parte superior exclusivamente por la tapa.

El porcentaje de error promedio que tenemos para este balance de energía a nivel planta piloto es de 2.70 % el cual nos indica que se encuentra dentro de los parámetros establecidos de error. (Batty & Folkman, 1990)

4.7.3. Diseño del equipo

En la Tabla 20 presentado a continuación podemos apreciar las características del pasteurizador- marmita, en el cual nos indica sus características físicas de diseño y materiales a usar para su construcción.

Tabla 20 Dimensiones para el diseño de la marmita

Partes	Dimensiones
Masa del líquido	120 Kg
Densidad de líquido	1050 kg/m ³
Volumen total del líquido + 10%	125 l
Altura	0.86 m
Diámetro superior interno	0.43 m
Diámetro inferior interno	0.43 m
Altura de soportes de la marmita	0.129 m
Altura total de la marmita	0.99 m
Volumen de marmita	125 lt
Tipo de combustible	Vapor de agua
Cantidad de vapor requerido en 20 min	22.25 Kg
Aislante lana de vidrio	0.06 cm

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- Se elaboró la bebida a partir del maíz seco, lográndose establecer la metodología adecuada para su elaboración, se determinó que la operación unitaria del licuado debe ser de no más de 1000 RPM por 30 segundos, en la operación de cocción esta debe ser de 80 °C por 20 minutos.
- En lo referente a la operación unitaria del prensado del cacao en la cual extremos la grasa esta debe ser una presión no menor a 300 Kg/cm³, en la operación de cocción esta debe ser de 80 °C durante 20 minutos para así extraer las características organolépticas del cacao hacia la bebida producida.
- Mediante el diseño experimental por medio de la prueba de Tukey, se obtuvo como el mejor tratamiento A₄ * B₁ (80% de bebida de maíz y 20 % de bebida de cacao fermentado por 4 días). Se concluye que el proceso de fermentación ocurre favorablemente consumiendo azúcares disueltos y complejos en favor de la producción de alcohol moderado.
- De acuerdo a los resultados que se obtuvieron al realizar el diseño experimental se determinó el mejor tratamiento en características físico químicas y organolépticas es de 80% de bebida de maíz con el 20% de bebida de cacao fermentado por cuatro días.

- Al realizar los análisis se obtuvo las siguiente comparación química de la bebida, 14.5 °Brix, pH de 3.53 y grados gay Lussac de 2.1 °G, los cuales nos indican que estos parámetros se encuentran dentro de las normas establecidas.
- El control microbiológico del producto terminado determinó que el grado alcohólico funciona como inhibidor para el crecimiento de microorganismos y mohos.

5.2. Recomendaciones

- Se recomienda utilizar para el proceso el cacao seco, ya que este permite reducir el proceso y en consecuencia los costos de producción.
- Para el proceso de prensado de cacao, utilizar una prensa mayor a los 300 Kg/cm³, con el fin de obtener una materia prima con un porcentaje menor de grasa.
- Las medidas para la elaboración de la bebida deben ser exactas, de igual forma el tiempo de fermentación que garantiza la exactitud de los resultados.
- Se recomienda consumir la bebida con limón y hielo, para mejorar su sabor.

BIBLIOGRAFÍA

- Armstrong, F., & Bennett, T. (1982). *Bioquímica*. Barcelona: Reverte S.A.
- Atkinson, B. (2002). *Reactores Bioquímicos*. Barcelona : Reverte S.A.
- Batty, C., & Folkman, S. (1990). *Fundamentos de la Ingeniería de Alimentos*. Mexico D.F: Continental S.A.
- Cáceres , H. (1996). CACAO. Turrialba: Instituto de Agricultura y Ciencia.
- Correa , C. (2004). *Fenomenos Quimicos* . Medellín: Universidad EAFIT.
- Enríquez, G. (1985). *Curso Sobre el Cultivo de Cacao*. Turrialba : Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza .
- García, G., Quintero , R., & López , M. (2004). *Bioteconología Alimentaria*. México: Limusa S.A.
- García, M., Quintero, R., & Lopéz, A. (1993). *Bioteconología Alimentaria*. México: Limuisa S.A.
- Gerard, T. (2007). *Introducción a la Microbiología*. Buenos Aires: Panamericana.
- Godoy, A., Herrera , T., & Ulloa, M. (2003). *Más Allá del Pulque y el Tepache*. México : Ciudad Universitaria S.A.
- Hernández , A., Alfaro, I., & Arrieta , R. (2003). *Microbiología Industrial*. Mexico : EUNED.
- INEN, Norma Técnica Ecuatoriana, *Bebidas Alcohólicas. Cerveza. Determinación del pH*, Norma 2325, primera edición, (2002). Requisitos, consultado el 06 de mayo del 2013 desde la página Web de consulta de normas gratuitas: <http://normaspdf.inen.gob.ec/pdf/nte/2325.pdf>
- INEN, Norma Técnica Ecuatoriana, *Bebidas Alcohólicas. Cerveza. Muestreo*, Norma 2340, primera edición, (2002). Requisitos, consultado el 09 de mayo del 2013 desde la página Web de consulta de normas gratuitas: <http://normaspdf.inen.gob.ec/pdf/nte/2340.pdf>
- INEN, Norma Técnica Ecuatoriana, *Bebidas Alcohólicas. Cerveza. Requisitos*, Norma 2262, primera revisión, (2013). Requisitos, consultado el 08 de mayo

del 2013 desde la página Web de consulta de normas gratuitas:
<http://normaspdf.inen.gob.ec/pdf/nte1/2262-1R.pdf>

INEN, Norma Técnica Ecuatoriana, *Bebidas Alcohólicas. Determinación de grado alcohólico*, Norma 340, primera revisión, (1994). Requisitos, consultado el 06 de mayo del 2013 desde la página Web de consulta de normas gratuitas:
<http://normaspdf.inen.gob.ec/pdf/nte/340.pdf>

INEN, Norma Técnica Ecuatoriana, *Bebidas Alcohólicas. Determinación de la Densidad Relativa*, Norma 349, primera revisión, (1978). Requisitos, consultado el 04 de mayo del 2013 desde la página Web de consulta de normas gratuitas: <http://normaspdf.inen.gob.ec/pdf/nte/349.pdf>

INEN, Norma Técnica Ecuatoriana, *Bebidas Alcohólicas. Muestreo*, Norma 339, primera revisión, (1994). Requisitos, consultado el 07 de mayo del 2013 desde la página Web de consulta de normas gratuitas:
<http://normaspdf.inen.gob.ec/pdf/nte/339.pdf>

INEN, Norma Técnica Ecuatoriana, *Cacao en grano. Requisitos*, Norma 176, cuarta revisión, (2006). Requisitos, consultado el 04 de mayo del 2013 desde la página Web de consulta de normas gratuitas:
<http://normaspdf.inen.gob.ec/pdf/nte/176-4-C.pdf>

INEN, Norma Técnica Ecuatoriana, *Cereales y Leguminosas. Maíz en grano. Requisitos*, Norma 187, tercera revisión, (2003). Requisitos, consultado el 01 de mayo del 2013 desde la página Web de consulta de normas gratuitas:
<http://normaspdf.inen.gob.ec/pdf/nte/187-3R.pdf>

INEN, Norma Técnica Ecuatoriana, *Granos y Cereales. Maíz en grano. Definiciones y Clasificación*, Norma 2050, primera edición, (1995). Requisitos, consultado el 04 de mayo del 2013 desde la página Web de consulta de normas gratuitas: <http://normaspdf.inen.gob.ec/pdf/nte1/2050.pdf>

García, G., Quintero, R., & López, M. (2004). *Biotecnología Alimentaria*. México: Limusa S.A.

García, M., Quintero, R., & López, A. (1993). *Biotecnología Alimentaria*. México: Limusa S.A.

- Gerard, T. (2007). *Introducción a la Microbiología*. Buenos Aires: Panamericana.
- Godoy, A., Herrera, T., & Ulloa, M. (2003). *Más Allá del Pulque y el Tepache*. México: Ciudad Universitaria S.A.
- Larbaletrier, A. (2001). *La Sidra La Perada y otras Bebidas Económicas*. Valladolid: Maxtor.
- Madrid, A., & Madrid, J. (2001). *Nuevo Manual de Industrias Alimentarias*. Madrid: Iragra S.A.
- Muller, L. (1964). *Manuel de Laboratorio de Fisiología Vegetal*. Turrialba: SIC.
- Nava, D. (24 de Enero de 2011). *El tesguino, cultura, ciencia y tecnología mexicana*. Recuperado el 9 de Mayo de 2013, de Superior de Gastronomía: <http://sgastronomia.blogspot.com/2011/01/el-tesguino-cultura-ciencia-y.html>
- Ocaña, A., & Rey, L. (2011). *Aprovisionamiento y Almacenaje de Alimentos y Bebidas en el Bar*. Malaga: Innovacion y Cualificacion S.L.
- Paliwal, R. (25 de Febrero de 2001). *El Maíz en los Trópicos*. Recuperado el 2 de Diciembre de 2013, de Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura: <http://www.fao.org/docrep/003/x7650s/x7650s00.htm#toc>
- Paredes, A., & Enríquez, G. (1989). *Cacao*. San José: Tercera reimpresión.
- Suárez, C., Moreira, M., & Vera, J. (1993). *Manual del Cultivo de Cacao*. Quito: Iniap.
- Ulloa, M., Herrera Teofilo, & Lappe, P. (1987). *Fermentaciones Tradicionales de Mexico*. Texas: Instituto Nacional Indigenista.
- Larbaletrier, A. (2001). *La Sidra La Perada y otras Bebidas Económicas*. Valladolid: Maxtor.
- Madrid, A., & Madrid, J. (2001). *Nuevo Manual de Industrias Alimentarias*. Madrid: Iragra S.A.
- Muller, L. (1964). *Manuel de Laboratorio de Fisiología Vegetal*. Turrialba: SIC.
- Nava, D. (24 de Enero de 2011). *El tesguino, cultura, ciencia y tecnología mexicana*. Recuperado el 9 de Mayo de 2013, de Superior de Gastronomía: <http://sgastronomia.blogspot.com/2011/01/el-tesguino-cultura-ciencia-y.html>

- Ocaña, A., & Rey, L. (2011). *Aprovisionamiento y Almacenaje de Alimentos y Bebidas en el Bar*. Malaga: Innovacion y Cualificacion S.L.
- Paliwal , R. (25 de Febrero de 2001). *El Maíz en los Trópicos*. Recuperado el 2 de Diciembre de 2013, de Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura: <http://www.fao.org/docrep/003/x7650s/x7650s00.htm#toc>
- Paredes, A., & Enríquez , G. (1989). *Cacao*. San José: Tercera reimpresión .
- Phillip, H. (2004). *Degustar el Vino*. Buenos Aires: Albatros.
- Suárez , C., Moreira , M., & Vera, J. (1993). *Manual del Cultivo de Cacao*. Quito: Iniap .
- Suárez Moreno , D. X. (2003). *Guía a de procesos para la elaboración de Néctares, Mermeladas, Uvas Pasas y Vinos*. Bogotá: CAB.
- Ulloa , M., Herrera Teofilo , & Lappe, P. (1987). *Fermentaciones Tradicionales de Mexico*. Texas: Instituto Nacional Indigenista.
- Vincent, M., & Alvarez , S. (2006). *Química Industrial Orgánica* . Valencia: Reproval S.L.

Anexos

ANEXO 1 Balance de materia a nivel planta piloto

Balance para elaboración de tesgüino con mezcla de bebida de maíz y cacao

Relación 1 → (80% de bebida de maíz) y (20% de bebida de cacao)

80 Kg de bebida de maíz

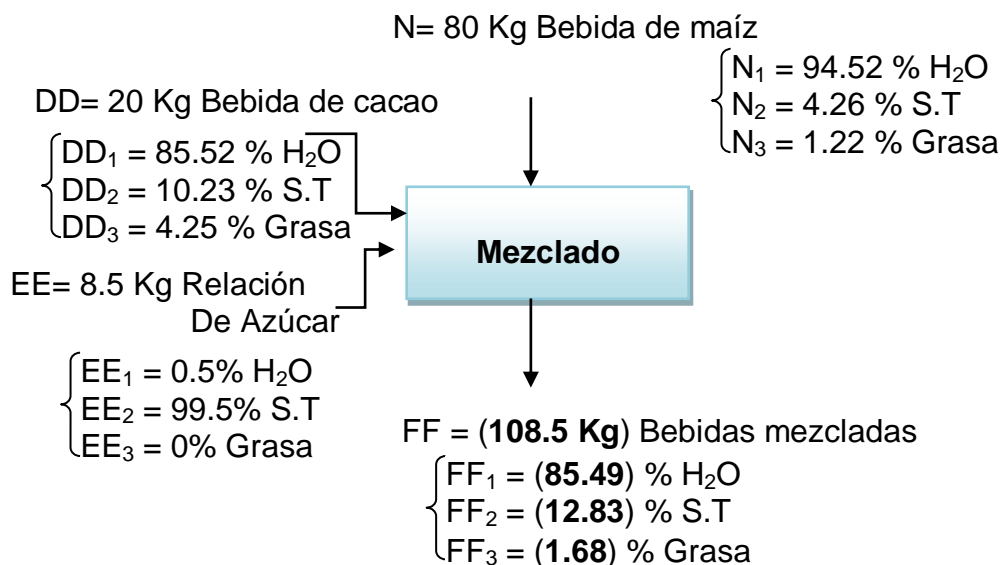
20 Kg de bebida de cacao

Relación 2 → (8.5 % de azúcar en relación a la mezcla)

Materia prima: 8.5 Kg de azúcar

Balance de materia a nivel de planta piloto para preparar 108.5 Kg de tesgüino

Balance de materia para el mezclado



$$N + DD + EE = FF$$

$$80 + 20 + 8.5 = FF$$

$$FF = 108.5 \text{ Kg}$$

Balance parcial de agua en FF

$$N (N_1) + DD (DD_1) + EE (EE_1) = FF (FF_1)$$

$$80 (0.9452) + 20 (0.8552) + 8.5 (0.005) = 108.5 (FF_1)$$

$$75.62 + 17.10 + 0.04 = 108.5 (FF_1)$$

$$FF_1 = \frac{92.76}{108.5}$$

$$FF_1 = 0.8549 * 100\%$$

$$FF_1 = 85.49 \% \text{ H}_2\text{O}$$

Balance parcial de sólidos en FF

$$N (N_2) + DD (DD_2) + EE (EE_2) = FF (FF_2)$$

$$80 (0.0426) + 20 (0.1023) + 8.5 (0.995) = 108.5 (FF_2)$$

$$3.41 + 2.05 + 8.46 = 108.5 (FF_2)$$

$$FF_2 = \frac{13.92}{108.5}$$

$$FF_2 = 0.1283 * 100\%$$

$$FF_2 = 12.83 \% \text{ S.T}$$

Balance parcial de grasa en CC

$$N (N_3) + DD (DD_3) + EE (EE_3) = FF (FF_3)$$

$$80 (0.0122) + 20 (0.0425) + 8.5 (0) = 108.5 (FF_3)$$

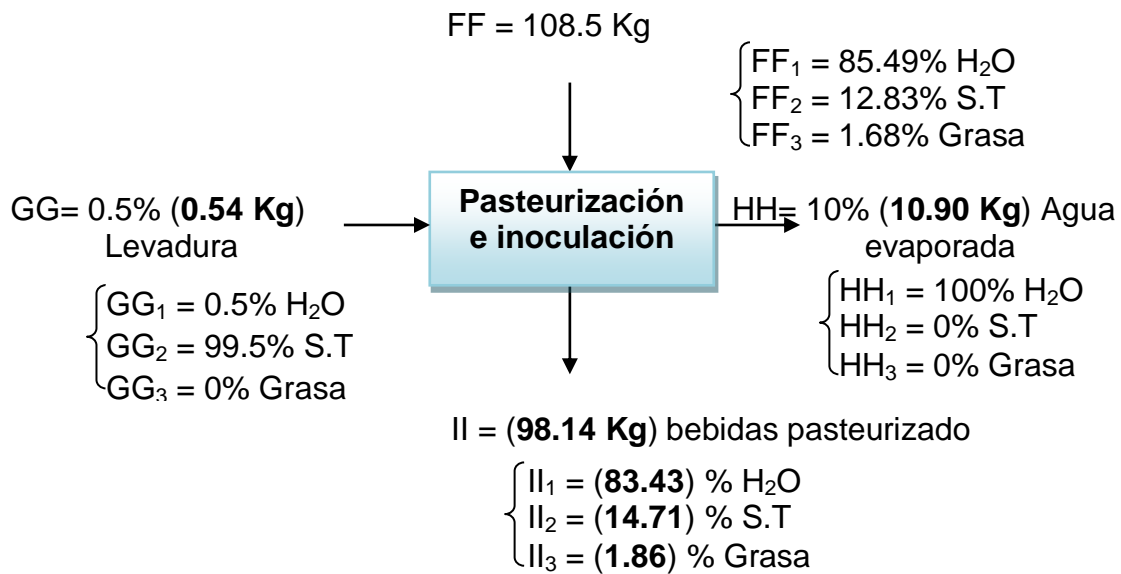
$$0.976 + 0.85 + 0 = 108.5 (FF_3)$$

$$FF_3 = \frac{1.83}{108.5}$$

$$FF_3 = 0.0168 * 100\%$$

$$FF_3 = 1.68 \% \text{ Grasa}$$

Balance de materia para el Pasteurizado e inoculación del tesgüino



Balance general:

$$FF + GG = HH + II$$

$$108.5 + GG = HH + II$$

$$108.5 + 0.54 = HH + II$$

$$108.5 + 0.54 = 10.90 + II$$

$$109.04 = 10.90 + II$$

$$II = 109.04 - 10.90$$

$$II = 98.14 \text{ Kg}$$

Balance general relación de levadura GG

$$GG = FF * 0.005$$

$$GG = 108.5 * 0.005$$

$$GG = 0.54 \text{ Kg de agua}$$

Balance general de pérdida de vapor agua en HH

$$HH = FF + GG * 10\%$$

$$HH = 108.5 + 0.54 * 10\%$$

$$HH = 109.04 * 0.10$$

$$HH = 10.90 \text{ Kg de agua}$$

Balance parcial de agua en II

$$FF (FF_1) + GG (GG_1) = HH (HH_1) + II (II_1)$$

$$108.5 (0.8549) + 0.54 (0.05) = 10.90 (1) + 98.14 (II_1)$$

$$92.76 + 0.027 = 10.90 + 98.14 (II_1)$$

$$II_1 = \frac{81.88}{98.14}$$

$$98.14$$

$$II_1 = 0.8343 * 100\%$$

$$II_1 = 83.43 \% \text{ H}_2\text{O}$$

Balance parcial de sólidos en II

$$FF (FF_2) + GG (GG_2) = HH (HH_2) + II (II_2)$$

$$108.5 (0.1283) + 0.54 (0.95) = 10.90 (0) + 98.14 (II_2)$$

$$13.92 + 0.52 = 0 + 98.14 (II_2)$$

$$II_2 = \frac{14.44}{98.14}$$

$$98.14$$

$$II_2 = 0.1471 * 100\%$$

$$II_2 = 14.71 \% \text{ S.T}$$

Balance parcial de grasa en II

$$FF (FF_3) + GG (GG_3) = HH (HH_3) + II (II_3)$$

$$108.5 (0.0168) + 0.54 (0) = 10.90 (0) + 98.14 (II_3)$$

$$1.82 + 0 = 0 + 98.14 (II_3)$$

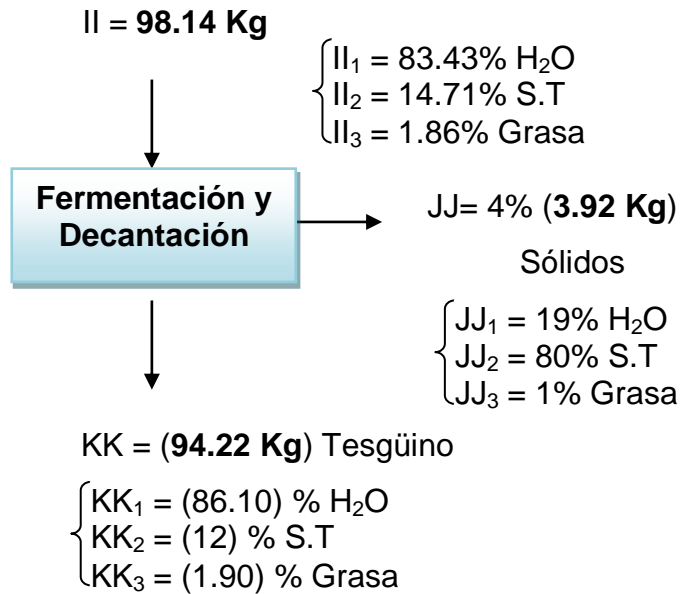
$$II_3 = \frac{1.82}{98.14}$$

$$98.14$$

$$II_3 = 0.0186 * 100\%$$

$$II_3 = 1.86 \% \text{ Grasa}$$

Balance de materia para la fermentación y decantación



Balance general:

$$II = JJ + KK$$

$$98.14 = JJ + KK$$

$$KK = 98.14 - JJ$$

$$KK = 98.14 - 3.92$$

$$KK = 94.22 \text{ Kg}$$

Balance general de la eliminación de sólidos decantación JJ

$$JJ = II * 4\%$$

$$JJ = 98.14 * 0.04$$

$$JJ = 3.92 \text{ Kg}$$

Balance parcial de agua en KK

$$II (II_1) = JJ (JJ_1) + KK (KK_1)$$

$$98.14 (0.8343) = 3.92 (0.19) + 94.22 (KK_1)$$

$$81.87 = 0.74 + 94.22 (KK_1)$$

$$KK_1 = \frac{81.13}{94.22}$$

$$KK_1 = 0.8610 * 100\%$$

$$KK_1 = 86.10 \% H_2O$$

Balance parcial de sólidos en KK

$$II (II_2) = JJ (JJ_2) + KK (KK_2)$$

$$98.14 (0.1471) = 3.92 (0.80) + 94.22 (KK_2)$$

$$14.44 = 3.14 + 94.22 (KK_2)$$

$$KK_2 = \frac{11.30}{94.22}$$

$$KK_2 = 0.1200 * 100\%$$

$$KK_2 = 12.00 \% S.T$$

Balance parcial de grasa en KK

$$II (II_3) = JJ (JJ_3) + KK (KK_3)$$

$$98.14 (0.0186) = 3.92 (0.01) + 94.22 (KK_3)$$

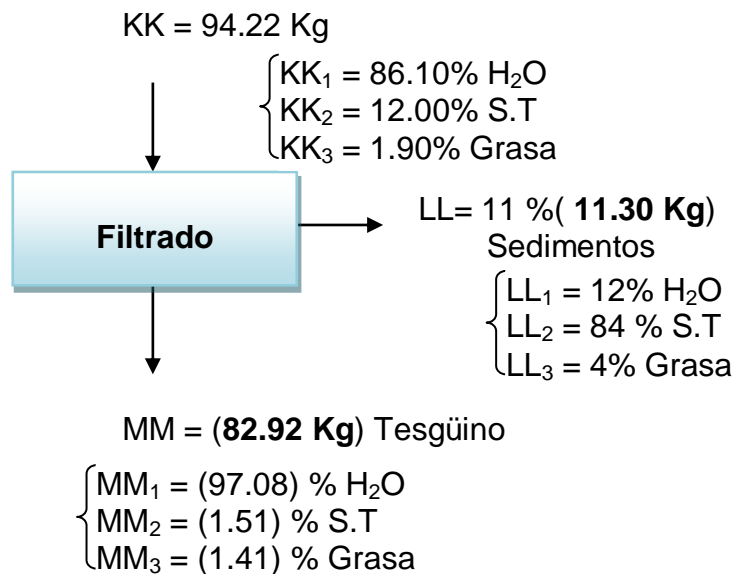
$$1.83 = 0.0392 + 94.22 (KK_3)$$

$$KK_3 = \frac{1.79}{94.22}$$

$$KK_3 = 0.0190 * 100\%$$

$$KK_3 = 1.90 \% Grasa$$

Balance de materia para el filtrado del tesgüino



Balance general:

$$KK = LL + MM$$

$$94.22 = LL + MM$$

$$MM = 94.22 - LL$$

$$MM = 94.22 - 11.30$$

$$MM = 82.92 \text{ Kg}$$

Balance general de la eliminación de sólidos decantación LL

$$LL = KK * 1\%$$

$$LL = 94.22 * 0.12$$

$$LL = 11.30 \text{ Kg}$$

Balance parcial de agua en MM

$$KK (KK_1) = LL (LL_1) + MM (MM_1)$$

$$94.22 (0.8610) = 11.30 (0.12) + 82.92 (MM_1)$$

$$81.12 = 1.35 + 82.92 (MM_1)$$

$$MM_1 = \frac{79.77}{82.92}$$

$$MM_1 = 0.9620 * 100\%$$

$$MM_1 = 96.20 \% H_2O$$

Balance parcial de sólidos en MM

$$KK (KK_2) = LL (LL_2) + MM (MM_2)$$

$$94.22 (0.12) = 11.30 (0.84) + 82.92 (MM_2)$$

$$11.31 = 9.49 + 82.92 (MM_2)$$

$$MM_2 = \frac{1.82}{82.92}$$

$$MM_2 = 0.0219 * 100\%$$

$$MM_2 = 2.19 \% S.T$$

Balance parcial de grasa en MM

$$KK (KK_3) = LL (LL_3) + MM (MM_3)$$

$$94.22 (0.0190) = 11.30 (0.04) + 82.92 (MM_3)$$

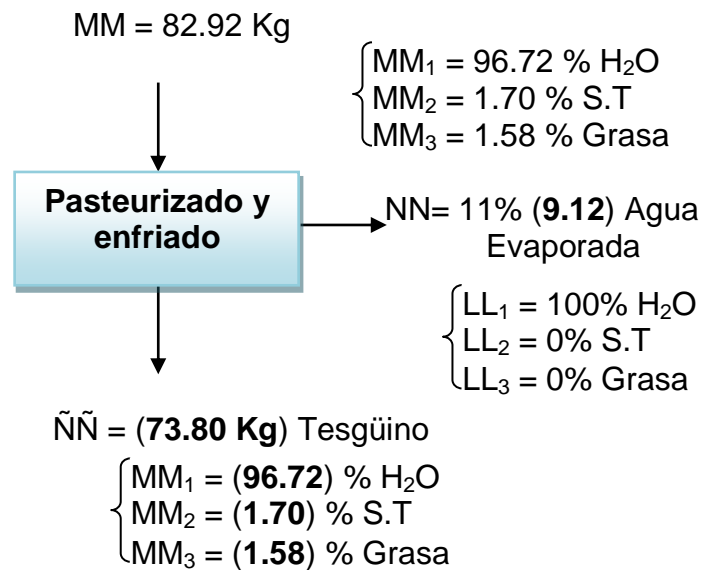
$$1.79 = 0.45 + 82.92 (MM_3)$$

$$MM_3 = \frac{1.34}{82.92}$$

$$MM_3 = 0.0161 * 100\%$$

$$MM_3 = 1.61 \% Grasa$$

Balance de materia para el Pasteurizado del tesgüino



Balance general:

$$MM = NN + \tilde{N}\tilde{N}$$

$$82.92 = NN + \tilde{N}\tilde{N}$$

$$\tilde{N}\tilde{N} = 82.92 - NN$$

$$\tilde{N}\tilde{N} = 82.92 - 9.12$$

$$\tilde{N}\tilde{N} = 73.80 \text{ Kg}$$

Balance general de la eliminación de sólidos decantación NN

$$NN = MM * 11\%$$

$$NN = 82.92 * 0.11$$

$$NN = 9.12 \text{ Kg}$$

Balance parcial de agua en MM

$$MM (MM_1) = NN (NN_1) + \tilde{N}\tilde{N} (\tilde{N}\tilde{N}_1)$$

$$82.92 (0.9672) = 9.12 (1) + 73.80 (\tilde{N}\tilde{N}_1)$$

$$80.20 = 9.12 + 73.80 (\tilde{N}\tilde{N}_1)$$

$$\tilde{N}\tilde{N}_1 = \frac{71.08}{73.80}$$

$$\tilde{N}\tilde{N}_1 = 0.9631 * 100\%$$

$$\tilde{N}\tilde{N}_1 = 96.31 \% \text{ H}_2\text{O}$$

Balance parcial de sólidos en MM

$$\text{MM} (\text{MM}_2) = \text{NN} (\text{NN}_2) + \tilde{N}\tilde{N} (\tilde{N}\tilde{N}_2)$$

$$82.92 (0.017) = 9.12 (0) + 73.80 (\tilde{N}\tilde{N}_2)$$

$$1.41 = 0 + 73.80 (\tilde{N}\tilde{N}_2)$$

$$\tilde{N}\tilde{N}_2 = \frac{1.41}{73.80}$$

$$\tilde{N}\tilde{N}_2 = 0.0191 * 100\%$$

$$\tilde{N}\tilde{N}_2 = 1.91 \% \text{ S.T}$$

Balance parcial de grasa en MM

$$\text{MM} (\text{MM}_3) = \text{NN} (\text{NN}_3) + \tilde{N}\tilde{N} (\tilde{N}\tilde{N}_3)$$

$$82.92 (0.0158) = 9.12 (0) + 73.80 (\tilde{N}\tilde{N}_3)$$

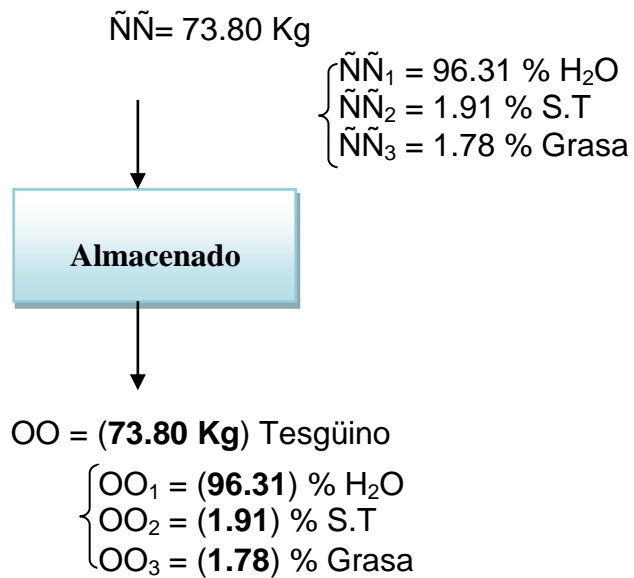
$$1.31 = 0 + 73.80 (\tilde{N}\tilde{N}_3)$$

$$\tilde{N}\tilde{N}_3 = \frac{1.31}{73.80}$$

$$\tilde{N}\tilde{N}_3 = 0.0178 * 100\%$$

$$\tilde{N}\tilde{N}_3 = 1.78 \% \text{ Grasa}$$

Balance de materia para el almacenado



Balance general:

$$\tilde{N} = OO$$

$$73.80 = \tilde{N}$$

$$\tilde{N} = 73.80 \text{ Kg}$$

Balance parcial de agua en OO

$$\tilde{N} (\tilde{N}_1) = OO (OO_1)$$

$$73.80 (0.9631) = 73.80 (OO_1)$$

$$71.08 = 1682.24 (OO_1)$$

$$OO_1 = \frac{71.08}{73.80}$$

$$73.80$$

$$OO_1 = 0.9631 * 100\%$$

$$OO_1 = 96.31 \% \text{ H}_2\text{O}$$

Balance parcial de sólidos en OO

$$\tilde{N}\tilde{N} (\tilde{N}\tilde{N}_2) = OO (OO_2)$$

$$73.80 (0.0191) = 73.80 (OO_2)$$

$$1.41 = 73.80 (OO_2)$$

$$OO_2 = 1.41$$

$$\frac{\quad}{73.80}$$

$$OO_2 = 0.0191 * 100\%$$

$$OO_2 = 1.91 \% \text{ S.T}$$

Balance parcial de grasa en DD

$$\tilde{N}\tilde{N} (\tilde{N}\tilde{N}_3) = OO (OO_3)$$

$$73.80 (0.0178) = 73.80 (OO_3)$$

$$1.31 = 73.80 (OO_3)$$

$$OO_3 = \underline{1.31}$$

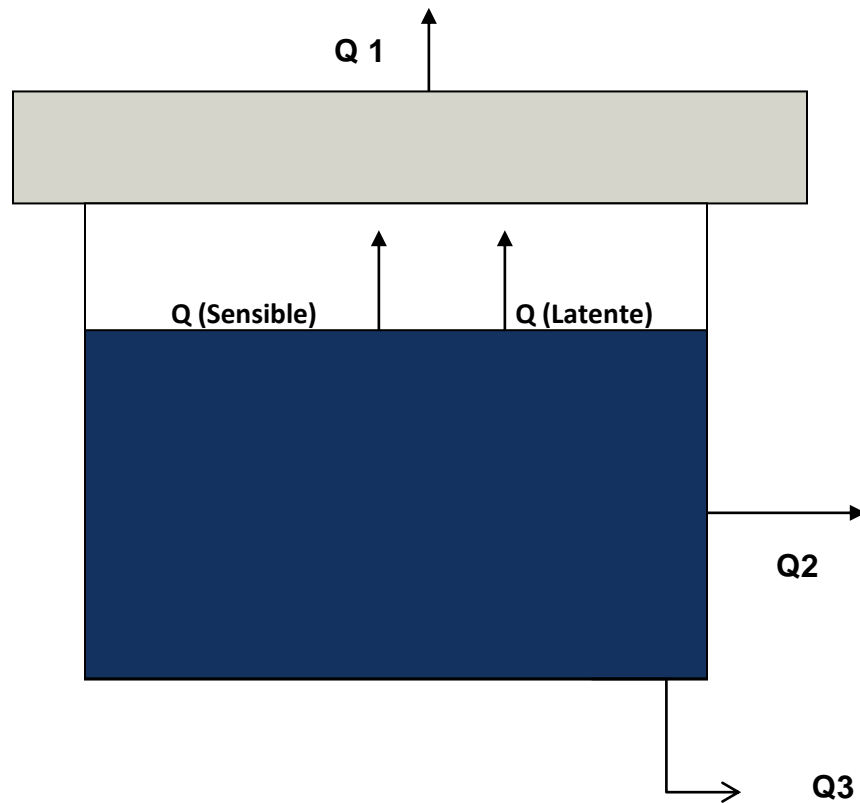
$$73.80$$

$$OO_3 = 0.0178 * 100\%$$

$$OO_3 = 1.78 \% \text{ Grasa}$$

ANEXO 2 Balance de energía a nivel laboratorio

Balance de energía a nivel de planta piloto del proceso de pasteurización del tesgüino



DATOS:

M Inicial = 1890.16g = 1.89 Kg

M Vaporizada= 207.92 g = 0.21 Kg

M Final= 1862.24 g = 1.86 Kg

$T_1 = 24 \text{ C}$

$T_2 = 72 \text{ C}$

$$T_3 = 40 \text{ C}$$

$$T_4 = 32 \text{ C}$$

$$T_5 = 36 \text{ C}$$

$$Cp. \text{ agua } ^{\circ}72\text{C} = \frac{4.190 \text{ KJ}}{\text{Kg} * \text{K}}$$

$$T = 15 \text{ min}$$

Nomenclatura

T_1 = Temperatura ambiente

T_2 = Temperatura al interior del proceso

T_3 = Temperatura de la tapa de la olla eléctrica

T_4 = Temperatura las paredes laterales olla eléctrica

T_5 = Temperatura parte inferior de la olla eléctrica

T = Tiempo de proceso

Q_s = Calor sensible del producto

Q_l = Calor latente del producto

Q_1 = Calor desprendido al ambiente por la parte superior

Q_2 = Calor perdido por la parte lateral de la marmita

Q_3 = Calor desprendido al ambiente por la parte inferior

Cpm de la mezcla

$$Cpm = \%H_2O * cp. H_2O + \%S.T * Cp. S.T$$

$$Cpm = 0.9708 * \frac{4.190 \text{ KJ}}{\text{Kg K}} + 0.0292 * \frac{1.38 \text{ KJ}}{\text{kg K}}$$

$$Cpm = \frac{4.11 \text{ KJ}}{\text{Kg K}}$$

Calor sensible (Qs)

$$Q_s = m * (c_p) * (T_2 - T_1)$$

$$Q_s = 1.89 \text{ Kg} * 4.11 \frac{\text{KJ}}{\text{Kg} \cdot \text{K}} * (72-24) \text{ K}$$

$$Q_s = \frac{372.86 \text{ KJ}}{15 \text{ min}} * \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}}$$

$$Q_s = 0.41 \text{ Kw} \rightarrow 414.28 \text{ watts}$$

Calor latente (QI)

Datos:

$$M_v = 0.21 \text{ kg}$$

$$H_{fg} 72^\circ\text{C} = 2328.84 \text{ KJ/Kg}$$

$$T = 15 \text{ min}$$

$$Q_v = \frac{M_v * H_{fg}}{T}$$

$$Q_v = \frac{0.21 \text{ kg} * 2328.84 \text{ KJ /kg} * 1 \text{ min}}{15 \text{ min} * 60 \text{ s}}$$

$$Q_v = 0.54 \text{ Kw} \rightarrow 543.40 \text{ watts}$$

Calor (Q1): Es la perdida de calor que se en la parte superior del equipo

Datos

$$T_3 = 40 \text{ C}$$

$$T_1 = 24 \text{ C}$$

$$T_f = \frac{40 + 24}{2} = 32 + 273 = 305 \text{ K}$$

Se evaluarán las propiedades del aire a 305 K

$$K = 0.02662 \text{ W/ m C}$$

$$C_p = 1.0060 \text{ KJ/ kg C}$$

$$B = \frac{1}{T_f} = \frac{1}{305} = 0.003279 \text{ K}^{-1}$$

$$U = 1.9922 * 10^{-5} \text{ kg/m*s}$$

$$\delta = 1.1595 \text{ kg/m}^3$$

$$Pr = 0.707$$

$$D = 0.22 \text{ m}$$

$$g = 9.78 \text{ m/s}$$

$$Gr. = \frac{g * B (T_3 - T_1) \delta^2 * D^3}{U^2}$$

$$Gr. = \frac{9.78 \text{ m/s} * 0.003279 \text{ K}^{-1} (40-24) (1.1595 \text{ kg/m}^3)^2 * (0.22 \text{ m})^3}{(1.9922 * 10^{-5} \text{ kg/m*s})^2}$$

$$Gr = 1.8 * 10^7$$

$$Gr * Pr = 1.8 * 10^7 * 0.707$$

$$Gr * Pr = 1.3 * 10^7$$

$$Nu = 0.14 (Gr * Pr)^{0.333}$$

$$Nu = 0.14 (1.3 * 10^7)^{0.333}$$

$$Nu = 32.74$$

$$h = \frac{Nu * k}{D}$$

$$h = \frac{32.74 * 0.02662 \text{ w/m}^2 \text{ C}}{0.22 \text{ m}}$$

$$h = 3.96 \text{ W/m}^2 \text{ C}$$

$$A = \frac{\pi * D^2}{4}$$

$$A = \frac{\pi * (0.22 \text{ m})^2}{4}$$

$$A = 0.038 \text{ m}^2$$

$$Q = h * A (T_3 - T_1)$$

$$Q = \frac{3.96 \text{ W} * 0.038 \text{ m}^2 (40-24) \text{ C}}{\text{M}^2 \text{ C}}$$

$$Q = 2.4 \text{ w} \rightarrow 0.0024 \text{ Kw}$$

El calor 2 o (Q2): Es el que se pierden por las paredes laterales del equipo

Datos

$$T_4 = 32 \text{ C}$$

$$T_1 = 24 \text{ C}$$

$$T_f = \frac{32 + 24}{2} = 28 + 273 = 301 \text{ K}$$

Se evaluarán las propiedades del aire a 301 K

$$K = 0.02632 \text{ W/ m C}$$

$$C_p = 1.0058 \text{ KJ/ kg C}$$

$$B = \frac{1}{T_f} - \frac{1}{301} = 0.003322 \text{ K}^{-1}$$

$$U = 1.9848 * 10^{-5} \text{ kg/m*s}$$

$$\delta = 1.1738 \text{ kg/m}^3$$

$$Pr = 0.708$$

$$D = 0.12 \text{ m}$$

$$g = 9.78 \text{ m/s}$$

$$Gr. = \frac{g * B (T_4 - T_1) \delta^2 * D^3}{U^2}$$

$$Gr. = \frac{9.78 \text{ m/s} * 0.003322 \text{ K}^{-1} (32-24) (1.1738 \text{ kg/m}^3)^2 * (0.12 \text{ m})^3}{(1.9848 * 10^{-5} \text{ kg/m*s})^2}$$

$$Gr = 1.6 * 10^6$$

$$Gr * Pr = 1.6 * 10^6 * 0.708$$

$$Gr * Pr = 1.1 * 10^6$$

$$\text{Log}_{10} (Gr Pr) = 6.04$$

$$\text{Log}_{10}(\text{Nu}) = 1.2$$

$$\text{Nu} = 10^{1.2} \rightarrow 15.85$$

$$h = \frac{\text{Nu} * k}{L}$$

$$h = \frac{15.85 * 0.02632 \text{ W/m C}}{0.041 \text{ m}}$$

$$h = \frac{10.17 \text{ W}}{\text{m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}}$$

$$A = \pi * D * L$$

$$A = \pi * 0.22 * 0.041$$

$$A = 0.028 \text{ m}^2$$

$$Q = h * A (T_4 - T_1)$$

$$Q = 10.17 \text{ W} * 0.028 \text{ m}^2 (32-24) \text{ C}$$

$$\frac{\text{M}^2 \text{ C}}{\text{M}^2 \text{ C}}$$

$$Q = 2.3 \text{ w} \rightarrow 0.0023 \text{ Kw}$$

El calor 3 o (Q3): Es el que se pierden por la parte inferior del equipo

Datos

$$T_5 = 36 \text{ C}$$

$$T_1 = 24 \text{ C}$$

$$T_f = \frac{36 + 24}{2} = 30 + 273 = 303 \text{ K}$$

Se evaluarán las propiedades del aire a 303 K

$$K = 0.02647 \text{ W/ m C}$$

$$C_p = 1.0059 \text{ KJ/ kg C}$$

$$B = \frac{1}{T_f} = \frac{1}{303} = 0.003300 \text{ K}^{-1}$$

$$U = 1.9885 * 10^{-5} \text{ kg/m*s}$$

$$\delta = 1.1666 \text{ kg/m}^3$$

$$Pr = 0.707$$

$$D = 0.21 \text{ m}$$

$$g = 9.78 \text{ m/s}$$

$$\text{Gr} = \frac{g * B (T_5 - T_1) \delta^2 * D^3}{U^2}$$

$$\text{Gr} = \frac{9.78 \text{ m/s} * 0.003300 \text{ K}^{-1} (36-24) (1.1666 \text{ kg/m}^3)^2 * (0.21 \text{ m})^3}{(1.9885 * 10^{-5} \text{ kg/m*s})^2}$$

$$\text{Gr} = 1.2 * 10^7$$

$$\text{Gr} * \text{Pr} = 1.2 * 10^7 * 0.707$$

$$\text{Gr} * \text{Pr} = 8.5 * 10^6$$

$$\text{Nu} = 0.14 (\text{Gr} * \text{Pr})^{0.333}$$

$$\text{Nu} = 0.14 (8.5 * 10^6)^{0.333}$$

$$\text{Nu} = 28.42$$

$$h = \frac{\text{Nu} * k}{D}$$

$$h = \frac{28.42 * 0.02647 \text{ W/m}^2 \text{ C}}{0.21 \text{ m}}$$

$$h = 3.58 \text{ W/m}^2 \text{ C}$$

$$A = \frac{\pi * D^2}{4}$$

$$A = \frac{\pi * (0.21 \text{ m})^2}{4}$$

$$A = 0.035 \text{ m}^2$$

$$Q = h * A (T_5 - T_1)$$

$$Q = \frac{3.58 \text{ W} * 0.035 \text{ m}^2 (36-24) \text{ C}}{\text{M}^2 \text{ C}}$$

$$Q = 1.5 \text{ w} \rightarrow 0.0015 \text{ Kw}$$

Datos del equipo

Voltaje: 110 V

Amperaje: 7.5 A

Potencia

$$P = V * A$$

$$P = 110 * 7.5$$

$$P = 825 * 1.2$$

$$P = 990 \text{ w}$$

Calor del proceso

$$Q_{\text{ del proceso}} = P - Q_1 - Q_2 - Q_3 - Q_{\text{ producto}}$$

$$Q_{\text{ del proceso}} = (990 - 2.4 - 2.3 - 1.5) \text{ w}$$

$$Q_{\text{ del proceso}} = 983.80 \text{ w}$$

Calor practico del proceso

$$Q_{\text{ practico del proceso}} = (Q_s + Q_l)$$

$$Q_{\text{ practico del proceso}} = (414.28 + 543.40) \text{ w}$$

$$Q_{\text{ practico del proceso}} = 969.06 \text{ w}$$

Porcentaje de error

$$\% \text{ Error} = 100 - \left\{ \frac{\text{Calor practico del proceso} * 100}{\text{Calor del proceso}} \right\}$$

$$\% \text{ Error} = 100 - \left\{ \frac{957.68 * 100}{983.80} \right\}$$

$$\% \text{ Error} = 100 - 97.34 = 2.66 \%$$

Coeficiente de transferencia de calor

Área= área superior + área lateral + área inferior

$$A = 0.038 + 0.028 + 0.035$$

$$A = 0.101 \text{ m}^2$$

$$Q = U * A * \Delta T$$

$$U = \frac{Q}{A * \Delta T}$$

$$Q = 983.80 \text{ w}$$

$$U = \frac{983.80 \text{ watt}}{0.101 \text{ m}^2 * (72 - 24) \text{ C}}$$

$$U = \frac{202.92 \text{ watt}}{\text{M}^2 \text{ C}}$$

ANEXO 3 Dimensionamiento de la marmita para el proceso

Balance de Energía para el Proceso de Pasteurización de planta piloto

Cpm del tesguino a 72 °C

$$Cpm = \%H_2O * cp. H_2O + \%S.T * Cp. S.T$$

$$Cpm = 0.8548 * \frac{4.190 \text{ KJ}}{\text{Kg K}} + 0.1452 * \frac{1.38 \text{ KJ}}{\text{kg K}}$$

$$Cpm = \frac{3.78 \text{ KJ}}{\text{Kg K}}$$

Calor sensible (Qs)

$$Qs = m * (cpm) * (T_2 - T_1)$$

$$Qs = 98.14 \text{ kg} * \frac{3.78 \text{ KJ}}{\text{Kg} * \text{K}} * (72 - 24) \text{ K}$$

$$Qs = \frac{17806.52 \text{ KJ}}{20 \text{ min}} * \frac{1 \text{ min}}{60 \text{ s}}$$

$$Qs = 14.83 \text{ Kw} \rightarrow 14838.77 \text{ watts}$$

Calor latente (Ql)

Datos:

$$Mv = 10.90 \text{ kg}$$

$$Hfg_{72^\circ\text{C}} = 2328.84 \text{ KJ/Kg}$$

$$T = 20 \text{ min}$$

$$Qv = \frac{Mv * Hfg}{T}$$

$$Qv = \frac{10.90 \text{ kg} * 2328.84 \text{ KJ/kg} * 1 \text{ min}}{20 \text{ min} * 60 \text{ s}}$$

$$Q_v = 21.15 \text{ Kw} \rightarrow 21153.63 \text{ watts}$$

Calor total

$$Q_t = (Q_s + Q_l) * 1.2$$

$$Q_t = (14.83 + 21.15) * 1.2$$

$$Q_t = 43.17$$

Calculo del área de transferencia de calor

Datos

$$U = 182.99 \text{ w/m}^2\text{C}$$

$$\Delta T = (72 - 24) \text{ }^\circ\text{C}$$

$$H_{g_{72^\circ\text{C}}} = 2328.84 \text{ KJ /kg}$$

$$Q_t = 43.17 \text{ Kw} \rightarrow 43170 \text{ watt}$$

$$Q = U * A * \Delta T$$

$$A = \frac{Q}{U * \Delta T}$$

$$A = \frac{43170 \text{ watt}}{182.99 \text{ watt/m}^2 \text{ }^\circ\text{C} * (72 - 24) \text{ }^\circ\text{C}}$$

$$A = 4.91 \text{ m}^2$$

Volumen del líquido

$$\text{Densidad} = \frac{\text{masa}}{\text{Volumen}}$$

$$V = \frac{\text{masa}}{\text{densidad}}$$

$$V = \frac{120 \text{ kg}}{1050 \text{ kg/m}^3}$$

$$V = 0.114 \text{ m}^3 = 114 \text{ lt}$$

Volumen total

$$VT = 0.114 \text{ m}^3 * 10\%$$

$$VT = 0.114 \text{ m}^3 * 0.0114$$

$$VT = 0.125 \text{ m}^3 = 125 \text{ lt}$$

Calculo del diámetro interno de la marmita

$A = \pi * D^2 \rightarrow$ área de una esfera.

$$D = \sqrt{1.36 \text{ m}^2 / \pi}$$

$$D = 0.43 \text{ m}$$

Calculo de la altura de la marmita

$$H = 2 * \varnothing$$

$$H = 2 * 0.43$$

$$H = 0.86 \text{ m}$$

Calculo del diámetro interno de la marmita inferior

$$D_2 = D_1$$

$$D_2 = 0.43 \text{ m}$$

Calculo de soportes de la marmita

$$Sp = H * 10\%$$

$$Sp = 0.86 \text{ m} * 15\%$$

$$Sp = 0.129 \text{ m} = 12.90 \text{ cm}$$

Volumen de marmita

$$V = \pi * r^2 * h$$

$$V = \pi * (0.215 \text{ m})^2 * 0.86$$

$$V = 0.125 \text{ m}^3 = 125 \text{ lt}$$

Altura total de la marmita

$$H_t = H + Sp$$

$$H_t = 0.86 + 0.1290$$

$$H_t = 0.99 \text{ m}$$

Cantidad de vapor

Datos

$$H_{fg} = 2328.84 \text{ KJ/kg}$$

$$Q_{\text{Total}} = 43.17 \text{ Kw}$$

$$\text{Presión}_{72c} = 34.15 \text{ Kpa}$$

$$Q = Mv * H_{fg}$$

$$Mv * H_{fg} = Q$$

$$Mv = \frac{Q}{H_{fg}}$$

$$Mv = \frac{43.17 \frac{\text{KJ}}{\text{S}}}{2328.84 \frac{\text{KJ}}{\text{Kg}}}$$

$$Mv = \frac{0.01854 \text{ Kg de vapor}}{\text{S}}$$

Cantidad de vapor para 20 minutos de proceso

Datos:

T = 20min → 1200 segundos

$$Mv = \frac{0.01854 \text{ Kg de vapor}}{S} * 1200s$$

Masa de vapor total = 22.25 Kg

ANEXO 4 Diseño del plano de un pasteurizador

Características y dimensiones

Volumen: $0.125 \text{ m}^3 = 125 \text{ lt}$

Tipo acero inoxidable: AISI 304

Espesor acero inoxidable: 4 mm

Temperatura de operación: 20 0C – 120 0C

Combustible: Vapor de agua

Diámetro interno: 0.43 m

Altura: 0.86 m

Altura de los soportes: 0.13 m

Altura total: 0.99 m

Área total de transferencia de calor: 4.91 m^2

Área marmita: 1.16 m^2

Calculo del aislante térmico del secador

Condición térmica = $\frac{30 \text{ w}}{\text{m}^2}$

K Lana de vidrio = $\frac{0.038 \text{ w}}{\text{m } 0\text{C}}$

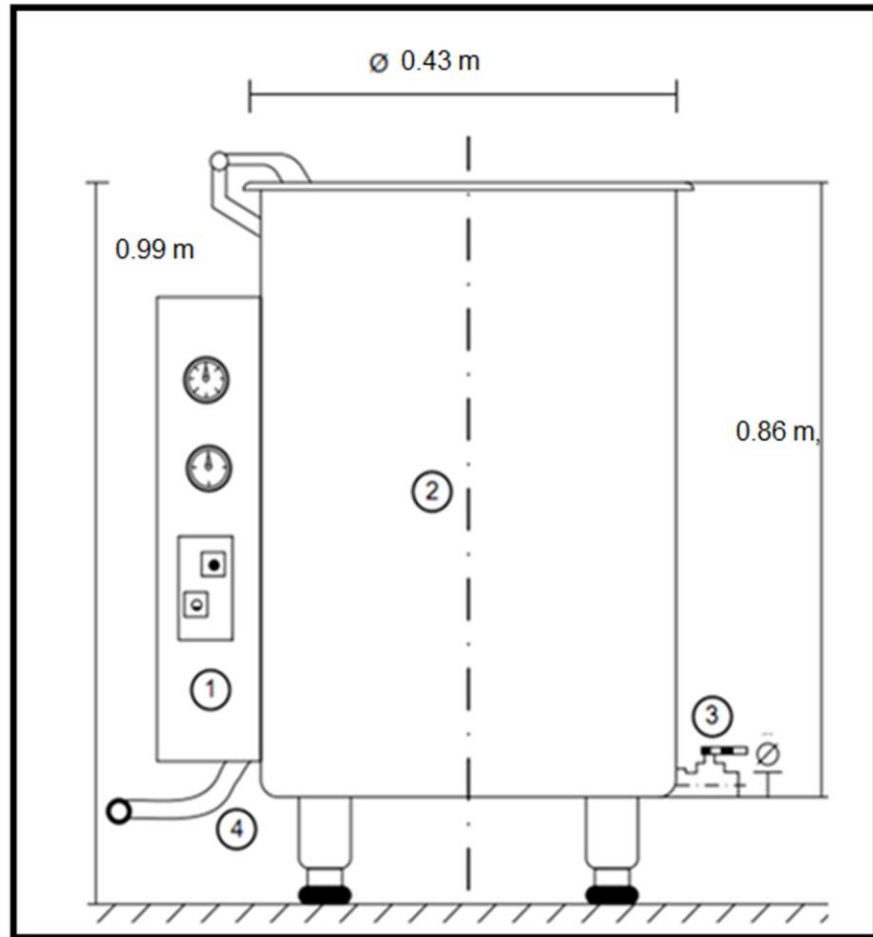
$dt = (25 - 72) 0\text{C}$

$dx = ?$ Lana de vidrio

$$Q = -k \frac{dt}{dx}$$

$$\chi = - \frac{0.038 \text{ w}}{\text{m } ^\circ\text{C}} * \frac{(24 - 72) 0\text{C}}{30 \text{ w/m}^2}$$

$$\chi = 0.06 \text{ m} \rightarrow 6.0 \text{ cm}$$

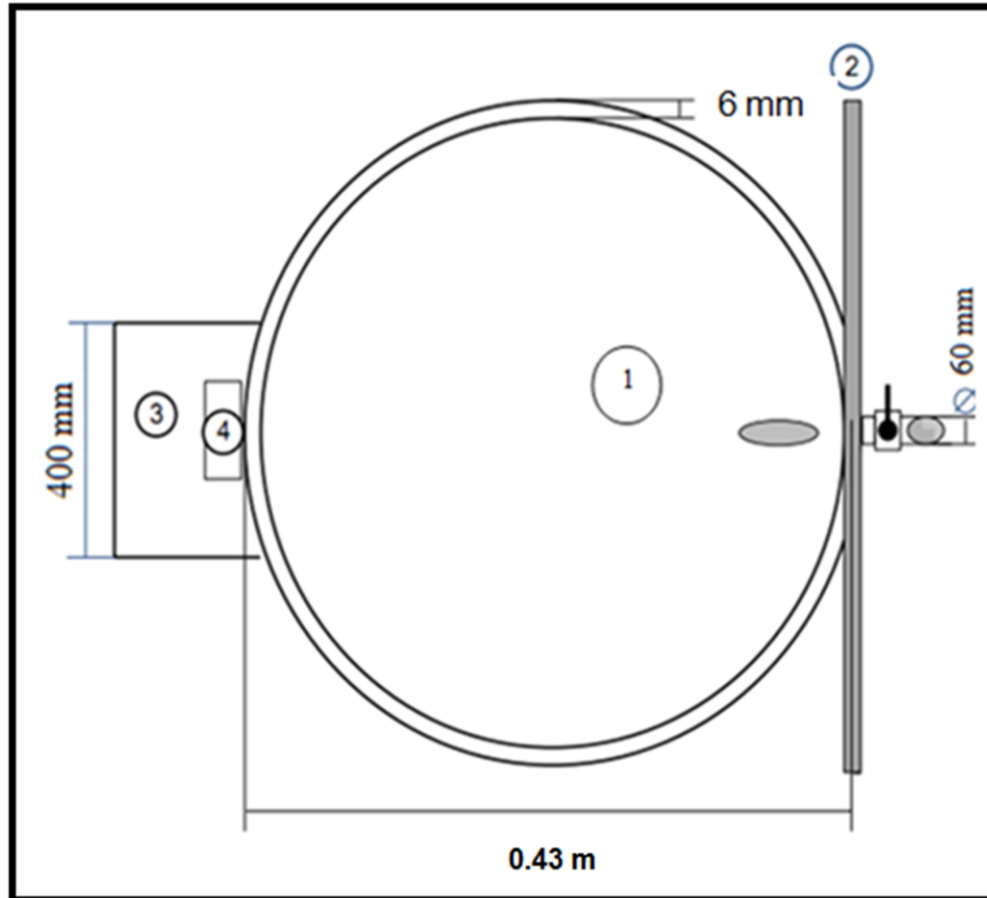


SIMBOLOGIA

1	Panel de control de temperatura y tiempo
2	Cilindro del pasteurizador
3	Válvula de salida del tesgüino
4	Entrada de vapor

UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL

DISEÑO: CABRERA FERNANDO	VISTA FRONTAL	FECHA: 07/05/2014
DIBUJO: CABRERA FERNANDO		
APROBO:		ESCALA: 1:100



SIMBOLOGIA

1	Interior de cilindro
2	Tapa de cilindro
3	Panel de control de tiempo y temperatura
4	Seguro de la tapa
5	Válvula de salida del tescüino

UNIVERSIDAD TECNOLOGICA EQUINOCCIAL

DISEÑO: FERNANDO	CABRERA	VISTA SUPERIOR	FECHA: 01/06/2014
DIBUJO: FERNANDO	CABRERA		ESCALA: 1:100
APROBO:			PLANO: N° 3

ANEXO 5 Hoja de catación

PRUEBA SENSORIALES DE “TESGÜINO”

- Mediante la siguiente encuesta se pone a consideración las muestras tomadas de los tratamientos aplicados en la elaboración “TESGÜINO”.
- Marque el cuadro con una “X” según su criterio de características que presenta la muestra.

Muestra #1	Ausencia	Muy ligero	Ligero	Marcado	Intenso
Sabor					
Olor					
Color					

Observaciones:

Muestra #2	Ausencia	Muy ligero	Ligero	Marcado	Intenso
Sabor					
Olor					
Color					

Observaciones:

Muestra #3	Ausencia	Muy ligero	Ligero	Marcado	Intenso
Sabor					
Olor					
Color					

Observaciones:

Muestra #4	Ausencia	Muy ligero	Ligero	Marcado	Intenso
Sabor					
Olor					
Color					

Observaciones: