

CAPÍTULO I

1. MARCO TEÓRICO

1.1. Antiséptico

Un antiséptico es un tipo de compuesto químico que cuando se aplica a superficies corporales (tejido), destruye o inhibe el crecimiento de microorganismos, sin causar efecto nocivo a diferencia del desinfectante que tiene como elemento para la acción, objetos y superficies inanimadas. Los antisépticos están, por lo tanto, diseñados para ser usados en piel y algunas mucosas, sin embargo su uso en tejidos no está recomendado por ser sustancias cito tóxicas que impiden el crecimiento celular.

El uso de antisépticos se requiere en los casos en que se pretende o busca reducir, inhibir o eliminar microorganismos que colonizan a piel. Para que un antiséptico sea útil debe reunir ciertas características como: acción rápida, no tóxico, no irritante para la piel entre otros. Los antisépticos más comúnmente usados en atención clínica son el alcohol etílico al 70%, alcohol yodado, alcohol-gel, yodóforos 8-10%, triclosan 0.5-1% y la clorhexidina 0.5-2%.

1.2. Gel

Un gel es un sistema coloidal donde la fase continua es sólida y la fase discontinua es líquida. Los geles presentan una densidad similar a los líquidos, sin embargo su estructura se asemeja más a la de un sólido, el proceso por el cual se forma un gel se denomina gelación. El ejemplo más común de un gel es la gelatina comestible.

Un gel es una estructura polimérica entrecruzada, que por acción de un líquido experimenta hinchamiento permaneciendo insoluble sin perder su forma original. La conservación de la forma es el resultado de un balance entre las fuerzas intermoleculares dispersivo y cohesivo.

Ciertos geles presentan la capacidad de pasar de un estado coloidal a otro, esto nos dice que si este permanece fluido cuando es agitado, y se solidifica cuando permanece inmóvil, esta característica se denomina tixotropía.

Los geles pueden ser usados como lubricantes, analgésicos, antisépticos musculares, electrocardiografía, geles dentales de flúor, geles nasales, como excipientes para tratamiento dental, entre otros. Acrecientan la adhesividad y así mantienen durante más tiempo en contacto el principio activo o aditivo en la piel o las mucosas. Tienen gran poder de humectación, por lo tanto su evaporación y absorción puede ser controlada.

1.3. Alcohol en Gel

El alcohol en gel, es un sanitizante para manos, elaborado a base de alcohol. El alcohol en gel también conocido como gel antiséptico, gel desinfectante, gel de alcohol, alcogel o gel limpiador bactericida, es un producto que se emplea como alternativa de agua y jabón para desinfectarse las manos ante la manipulación de objetos contaminados o por el contacto con personas con algún problema respiratorio o algún tipo de enfermedad contagiosa. También puede ser utilizado para la aplicación en heridas superficiales, como raspones cortada leves y otros, para evitar la infección de las mismas, utilizado como relajante muscular más propiamente para los pies.

El alcohol en gel es desarrollado para la asepsia de manos en hospitales, clínicas médicas y odontológicas, cocinas industriales, industrias alimenticias, bancos y otros establecimientos institucionales. Su poder antiséptico es debido al producto germicida que posee, en este caso alcohol como principal compuesto empleado para su elaboración, también posee otros compuestos que evitan la resequeidad de la piel la humecta y presenta aromatizantes naturales para una aplicación más confortante y agradable.

1.3.1. Características del alcohol en gel

El alcohol en gel presenta un poder de desinfección aproximado del 99%, en función a la concentración más óptima del etanol con la que se elaboró, el mismo está compuesto por sustancias capaces de cumplir con los requerimientos que se exige obtener de él, este producto deberá cumplir con la desinfección deseada, no deberá provocar la resequeidad de la piel gracias a la trietanolamina que regulara el gel aun

pH neutro, proporcionara una humectación gracias a la glicerina presente y dará una sensación agradable durante su uso al poseer una esencia natural. Elaborado a base de etanol al 96%, llevándolo a una dilución hasta llegar a un 70%, siendo la concentración adecuada para la asepsia requerida.

1.3.2. Características Físico-Químicas del alcohol en gel

Las características del alcohol en gel son las siguientes:

- Aspecto: gel.
- Olor: alcohol (sin aromatizante natural).
- Color: cristalino transparente.
- Densidad: 0.88 – 0.90 g/ml.
- Solubilidad: soluble en agua.
- pH: 7.5 ± 0.5 .
- Viscosidad: Entre 40.000 – 50.000 cp. A temperatura ambiente (25°C).

1.4. Cuantificación de materia prima

En el departamento de Tarija se produce azúcar y alcohol de 96 grados GL para la comercialización interna y externa, el “Ingenio Azucarero Moto Méndez” patrocinado por Industrias Agrícolas Bermejo S.A. (IABSA) procesa alrededor de 6000 Ton/día de caña de azúcar.

En la región se cuenta con una superficie cultivada de caña de azúcar de unas 11.494 hectáreas, con un rendimiento de 54.605 Ton por hectárea dando una producción aproximada de 627.625 Ton métricas por año, según el ENA (Encuesta Nacional Agropecuaria 2008).

El rendimiento promedio de producción de azúcar y alcohol en Tarija cumple la siguiente relación, según un estudio realizado por la AEMP (Autoridad de Fiscalización y control Social de Empresas) de la Cadena Productiva del Azúcar, donde este estudio indica:

- 1 Tonelada métrica de caña de azúcar produce entre 30 y 40 kg. de melaza.

- 1 Tonelada de melaza produce 230 litros de alcohol.

Al realizar un promedio de la cantidad de melaza que se obtiene por cada tonelada métrica de caña se obtiene un valor de 35 kg/Ton*m de melaza.

Cálculos:

Cantidad de melaza:

$$\mathbf{Melaza} = 35 \text{ kg/Ton*m} * 627.625 \text{ Ton*m} = 21966875 \text{ kg}$$

$$\mathbf{Melaza} = 21966,875 \text{ Ton año.}$$

Alcohol producido:

$$\mathbf{Alcohol} = 21966,875 \text{ Ton} * 230 \text{ l/1ton} = 5052381,25 \text{ l}$$

$$\mathbf{Alcohol} = 5052381 \text{ Litros de C}_2\text{H}_6\text{O } 96 \%$$

La producción de alcohol Etilico de acuerdo a la caña de azúcar existente en la región se calculó una producción aproximada de unos 6921069,86 litros de alcohol.

1.5. Caracterización de materia prima

Para la elaboración de alcohol en gel se requiere etanol como materia prima principal encargada de la asepsia, también insumos que ayuden a cumplir con los requerimientos que se exige del gel. Se realizó la selección de insumos tomando los más accesibles y que no dañen la salud de la piel. Para la formulación del gel se utiliza un polímero de alto valor en peso molecular muy higroscópico donde este se encarga de la coagulación o formación de la consistencia gelificada del producto. Así también se requiere una sustancia básica reguladora de pH y un humectante para la piel los cuales se muestran en la Tabla I-1.

Tabla I – 1: **MATERIA PRIMA**

N°	INSUMOS	FUNCIÓN
1	Etanol	Desinfectante
2	Agua Desionizada	Bajar la concentración del etanol y aumentar el poder desinfectante
3	Carbopol	Polímero gelificante
4	Trietanolamina	Regulador de pH
5	Glicerina	Aditivo hidratante
6	Aceite Esencial	Proporciona el aroma

Fuente: Elaboración Propia.

1.5.1. Alcohol etílico

El alcohol etílico o también llamado etanol se encuentra en el mercado en tres presentaciones: alcohol desnaturalizado al 96%, alcohol rectificado u oficial al 96% y alcohol absoluto. Siendo el etanol junto al isopropílico los alcoholes más usados como antisépticos.

1.5.1.1. Propiedades Físico-Químicas del etanol

El etanol o alcohol etílico es un líquido incoloro y transparente (a no ser que se le añada algún colorante), libre de sedimento, partículas en suspensión y de cualquier material extraño.

Es un líquido volátil e inflamable, higroscópico y miscible en agua, diclorometano y cloroformo. La concentración del etanol se expresa en porcentaje de volumen con una densidad $\rho = 0.789 \text{ g/ml}$, cuando se hacen diluciones se debe tomar en cuenta la

temperatura de dilución y la de almacenamiento y realizar controles pertinentes una vez que haya reposado la mezcla.

1.5.1.2. Mecanismo de acción del etanol

El mecanismo de acción de los alcoholes es la desnaturalización de las proteínas de los microorganismos. La desnaturalización proteica solo es posible en presencia de agua; por este motivo el alcohol absoluto presenta un poder bactericida menos que las mezclas de alcoholes con agua.

1.5.1.3. Indicaciones y Concentraciones de uso

Existen distintas concentraciones de etanol, la concentración bactericida optima esta entre 60 y 90 % por volumen aunque habitualmente por su acción se utiliza al 70%, se utiliza como desinfectante de distintas formas:

- En su uso como desinfectante, el alcohol actúa como desinfectante de nivel intermedio, pudiendo ser etílico o isopropílico.
- Se usa en la desinfección de artículos semicríticos y no críticos: termómetros orales, rectales, tapas de gomas de frascos de medicamentos, frascos de hemocultivos, superficies limpias donde se preparan inyectables.
- Las desventajas son que daña cubierta de lentes, tienden a alterar y endurecer gomas de ciertos tubos de plásticos, se inactivan en presencia de materia orgánica y se evaporan rápidamente por lo que es difícil lograr contacto prolongado.
- No debe ser utilizado como método de desinfección de alto nivel ni para material en inmersión. Buen desinfectante para anaqueles y contenedores en el área de almacenamiento de material estéril debido a que se evapora muy rápido

Siendo desinfección de nivel alto de eliminación de microorganismos, el nivel medio eliminación es de bacterias vegetativas hongos y virus de tamaño pequeño, algunos hongos no lipídico y el nivel bajo eliminación es de bacterias patógenas en su forma vegetativa y algunos hongos.

1.5.1.4. Aplicaciones como antiséptico

Es ampliamente utilizado en antisepsia de la piel previa a las punciones venosas, inyecciones subcutáneas e intramusculares o en otros procedimientos que impliquen la destrucción de la piel intacta. La solución alcohólica del 70 % se utiliza en la asepsia del cordón umbilical, antisepsia pre quirúrgico de la piel del enfermo, el etanol al 70 % se puede usar como complemento del lavado quirúrgico clásico o como alternativa, aplicando después de un minucioso lavado con agua y jabón.

Las soluciones, geles y lociones alcohólicas son también una alternativa aceptable o un complemento al lavado higiénico o antiséptico de manos con agua y jabón, siempre y cuando no haya materia orgánica presente. Se aplica durante unos 15 a 30 segundos sin enjuague ni secado posterior, la asepsia que proporciona el etanol se inactiva en presencia de materia orgánica ya que las proteínas coagulan y se precipitan impidiendo su penetración y que pueda actuar.

1.5.2. Carbopol

Carbopol (carbomer) polímero sintético del ácido acrílico de alto peso molecular y carácter aniónico, que da lugar a dispersiones en medio acuoso, hidroalcohólico y distintos solventes orgánicos. Es un polvo blanco, esponjoso, higroscópico se hincha con el agua y otros disolvente polares, el carbopol se emplea como agente emulsificante, viscosizante, suspensor y gelificante. Para formar el gel es necesario neutralizar el carbopol con hidróxido de sodio al 10 % o trietanolamina.

1.5.3. Trietanolamina (TEA)

Trietanolamina TEA ($C_6 H_{15} N O_3$), compuesto orgánico, amina terciaria como trialcohol es un líquido límpico, viscoso incoloro o débilmente amarillento, muy higroscópico, miscible con agua y etanol, soluble en cloruro de metileno, con una densidad de 1,120 – 1,128 g/ml. Se usa como emulgente para preparados tópicos, capaz de regular el pH.

1.5.4. Glicerina

La glicerina, glicerol también llamado alcohol glicérico ($C_3 H_8 O_3$), líquido untuoso al tacto, incoloro o casi incoloro, límpico y miscible en agua y etanol. Con una densidad de 1,256 – 1, 246 g/ml, es un agente deshidratante osmótico con propiedades higroscópicas y lubricantes, posee una acción antiflogística local tópica. Se usa en formulaciones tópicas, es emoliente, protege y ablanda asperezas e hidrata la piel seca.

1.5.5. Agua desionizada

El agua desionizada o desmineralizada es el agua a la cual se le quitaron los minerales y sales, que se utiliza cuando se quiere agua con bajo contenido de sal o baja conductividad. El agua destilada es aquella que se encuentra libre de impurezas, se utiliza para la industria alimenticia, etc., o para alimentar a las calderas industriales.

1.5.6. Aromatizante natural

Los aromatizantes naturales son aquellas sustancias capaces de modificar las características organolépticas de un determinado producto, una propiedad organoléptica es aquella descripción de la característica física de una materia en general, según la puedan percibir los sentidos, por ejemplo sabor, textura, olor o el color. En este caso se hace énfasis en el olor que presentara el producto para hacer más agradable su uso.

Se utilizara como aromatizante natural un aceite esencial según el aroma que se desea, como por ejemplo aceite esencial de **Hierba Buena** o aceite esencial de **Naranja** así también aceite esencial de **Eucalipto**, donde estos son solubles en agua y en alcohol, siendo una ventaja para que el gel pueda tener una mezcla homogénea con el aromatizante, en la Tabla I-2 se muestra la densidad de los aceites esenciales utilizados.

Tabla I – 2: **DENSIDAD DE ACEITE ESENCIAL**

N°	ACEITE ESENCIAL	DENSIDAD (g/ml)
1	Naranja	0.874
2	Eucalipto	0.902

Fuente: Elaboración Propia, datos a partir de: *Daniel Benítez (2015). Extracción de Aceite Esencial de Naranja (Tesis de Grado) U.A.J.M.S. / Nelson Martínez (2017). Extracción de Aceite Esencial de Eucalipto (Tesis de Grado) U.A.J.M.S.*

1.6. Usos para el alcohol en gel

La función principal y el uso más común que se le asigna son la desinfección de manos o algún lugar del cuerpo que pueda presentar contaminación por el contacto de alguna superficie contaminada, por la fácil aplicabilidad se obtiene buenos resultados al usarlo evitamos enfermedades por infección o contagio de resfrío usado también para desinfectar superficies, perillas de puerta bocinas de teléfonos o cualquier instrumento de uso cotidiano que se quiera limpiar.

El alcohol en gel es un producto usado para masajear y agregándole un aceite esencial, el mismo puede ser usado para aromaterapia, siendo un gel de uso diario.

1.6.1. Aromaterapia

La aromaterapia es una terapia que se utiliza las propiedades de esencias extraídas de planta aromáticas para restablecer el equilibrio y armonía del cuerpo y de la mente. Los aceites esenciales tienen diferentes aplicaciones, las más habituales son los masajes, los baños, los cuidados de belleza la inhalación directa y la difusión atmosférica. Los aceites esenciales (también conocidos como aceites volátiles), son los materiales básicos de la aromaterapia, ya que están hechos de esencias aromáticas que se encuentran en diversas plantas. Estas esencias se crean en células vegetales especiales, a menudo bajo la superficie de las hojas, la corteza, o cascara utilizando la

energía del sol y los elementos del aire, suelo y agua, si se machaca la planta la esencia y su fragancia única de la planta se liberan.

La aromaterapia es una rama de la herbolaria que utiliza aceites vegetales concentrados. Con el objetivo de mejorar la salud física, mental o ambas. A diferencia de las plantas utilizadas en la herbolaria los aceites esenciales no se ingieren solo se inhalan o aplican en la piel. Esta es una disciplina terapéutica que aprovecha las propiedades de los aceites esenciales extraídos de las plantas aromáticas, para establecer armonía y equilibrio del cuerpo y la mente para beneficio de nuestra salud y belleza.

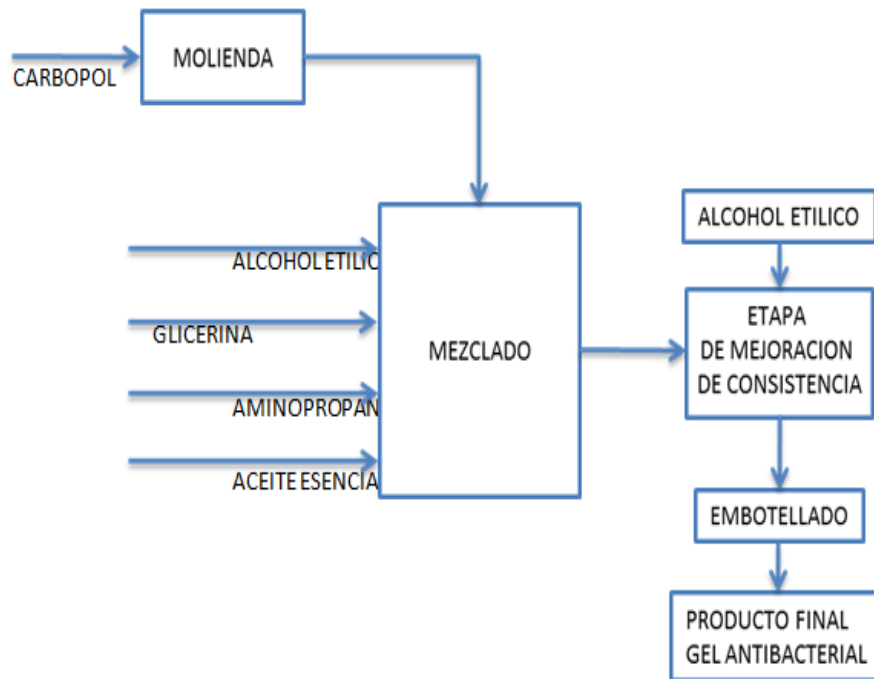
1.7. Método de Elaboración

Los métodos de elaboración consisten en solo principio, en un proceso de mezcla de los componentes en un recipiente con agitación, la variación del proceso está basada en la secuencia de agregación de los insumos y sus cantidades tomando en cuenta sus propiedades.

1.7.1. Proceso de elaboración 1

De acuerdo a *Revista Enlace Químico Vol. N° 6 (UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO 2009)*, una opción de proceso de elaboración que se describe en el diagrama de bloques Cuadro I - 1.

Cuadro I - 1: **DIAGRAMA DE BLOQUES DEL PROCESO DE ELABORACIÓN 1 GEL ANTIBACTERIAL**



Fuente: **Alejandro A., Alan Martín Z., Raúl A., Luis Alberto G. y José Roberto López (Nov. 2009).** *Elaboración de gel Antibacterial.* Departamento de Ingeniería Química (Revista Enlace Químico). Universidad de Guanajuato.

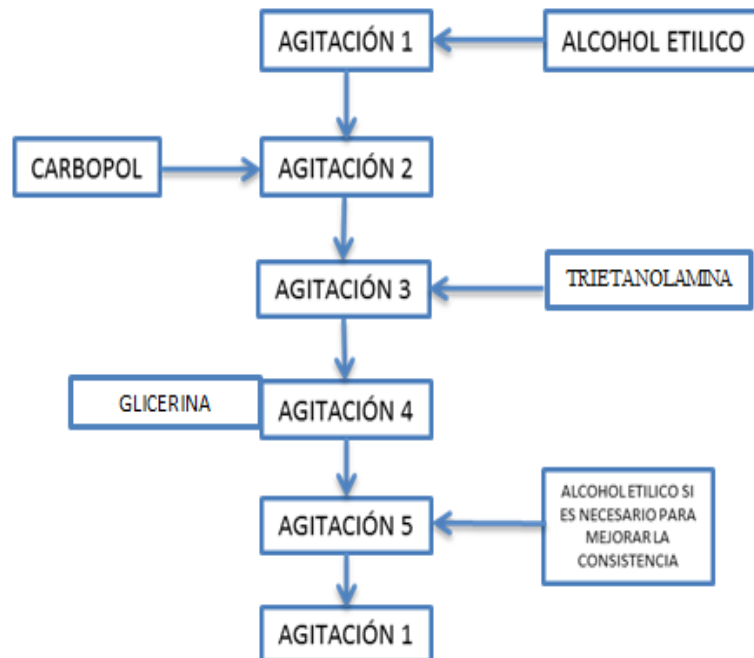
1.7.1.1. Descripción del proceso 1

- Se vierte una tercera parte de alcohol en el tanque agitador.
- Se muele el carbopol y se le agrega alcohol poco a poco cuidando que no se formen grumos.
- Posteriormente se le agrega la glicerina manteniendo la agitación.
- Cuando ya esté bien disuelto el carbopol (sin grumos) se le agrega el aminopropanol y el aceite esencial manteniendo la agitación continua.
- Después de un lapso de tiempo cuando el gel tome consistencia se le agrega el alcohol restante.
- Finalmente cuando se tiene el producto listo se procede al envasado.

1.7.2. Proceso de elaboración 2

Según *Vanessa Verónica Miana (CAECIHS 2014)*, un proceso planteado para la elaboración del gel antibacterial siguiendo el mismo principio una agitación continúa.

Cuadro I – 2: **DIAGRA DE BLOQUES DEL PROCESO DE ELABORACIÓN 2 GEL ANTIBACTERIAL.**



Fuente: *Vanessa Verónica Miana (CAECIHS 2014)*.

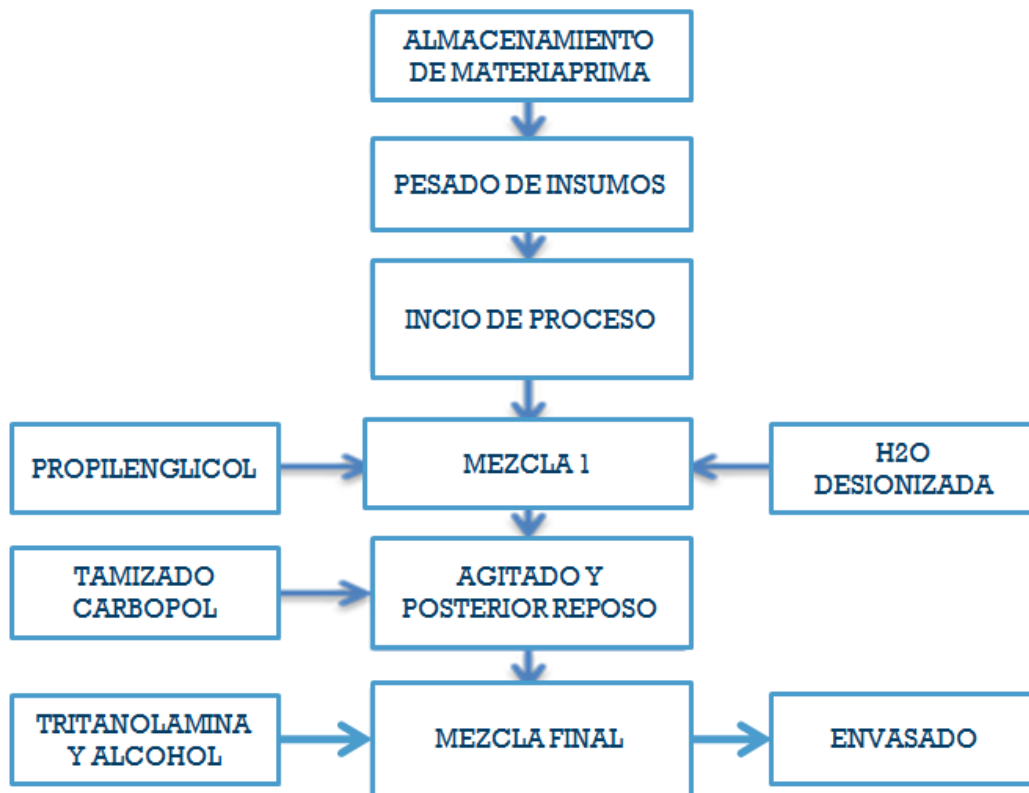
1.7.2.1. Descripción del proceso 2

- Agregar el alcohol en el recipiente e iniciar el agitado.
- Agregar el carbopol a través de una malla fina evitando la formación de grumos.
- Incorporar la Trietanolamina sin dejar de mezclar.
- Después se añade la glicerina.
- El proceso nos dice si este toma una consistencia muy dura agregar alcohol agitando rápidamente para que esta esté agradable.

1.7.3. Proceso de elaboración 3

De acuerdo a *Lisseth Carolina y Mario Ernesto (Universidad El Salvador, Junio 2011)*, plantea un proceso con una secuencia diferente a las anteriores, el cual se describe en el Cuadro I – 3.

Cuadro I – 3: **DIAGRAMA DE BLOQUES DE ELABORACIÓN 3 GEL ANTIBACTERIAL**



Fuente: *Lisseth Carolina y Mario Ernesto: Elaboración de Gel Antibacterial (Universidad El Salvador, Junio 2011)*.

- Donde se inicia con el vertido del agua desmineralizada y el propilenglicol en un vaso de precipitados para iniciar la agitación.
- Agrega el carbopol a través de un colador fino tamizando el mismo para evitar grumos, se agita un determinado tiempo.

- Se deja en reposo, deteniendo la agitación, pasado el periodo determinado.
- Se incorpora la trietanolamina iniciando nuevamente la agitación.
- Finalmente se agrega el alcohol agitando un periodo de 10 minutos.
- Después se procede al envasado.

1.7.4. Factores principales en la elaboración de alcohol en gel

En la elaboración del alcohol en gel se toman en cuenta distintos factores que intervienen en el proceso de formulación del gel. La variable operativa en su elaboración es la velocidad de agitación de la mezcla, donde al agitar a una velocidad óptima permite una mezcla homogénea de los reactivos en la solución alcohólica dando lugar una buena gelación evitando la formación de grumos y minimizando la incorporación de aire.

La formulación seleccionada debe ser adecuada para elaborar un gel con las propiedades esperadas para la asepsia de las manos o superficie donde se utilizara, suavidad y humectación de la piel. El alcohol en gel debe poseer un pH neutro y una viscosidad optima mejorando su rendimiento, siendo estas respuestas de la formulación seleccionada, así también la agregación secuencial donde el orden influye en los resultados.

1.8.Mercado

1.8.1. Mercado Consumidor

Es un producto elaborado para todo público, siendo más utilizado en clínicas médicas, bancos, industrias alimenticias u otras instituciones públicas, donde existe contacto frecuente con personas, incentivar el uso en escuelas y colegios proporcionando un medio ambiente saludable para las personas.

1.8.2. Mercado Competidor

En el mercado se cuenta con una variedad de marcas distribuidoras de alcohol en gel, unos de mejor calidad que otros, pero en gran parte son productos de importación. En el País se cuenta con alcohol en gel elaborado por el Ingenio Azucarero Guabirá que se encuentra en el Departamento de Santa Cruz, asociado con Industrias Alcos,

Industrias Torricos. En el Departamento de Tarija no se cuenta con producción local, aunque cuenta con la materia prima para poder hacerlo, el ingenio azucarero cuenta con producción de etanol de calidad para la elaboración del gel siendo una fuente para la diversificación de la producción del departamento.

CAPÍTULO II

2. PARTE EXPERIMENTAL

2.1. Descripción del método de investigación

Para el desarrollo del presente proyecto, la parte experimental se llevó a cabo en dos partes, la primera consiste en la determinación de la formulación óptima que brinde mejores resultados, todo esto mediante experimentos que dicta el diseño factorial. La elaboración consiste en la agitación de una solución alcohólica a una determinada concentración e ir agregando los reactivos necesarios para la gelificación de la misma, uno de los principales factores que influyen en la elaboración será la velocidad de agitación.

Después de haber determinado la mejor formulación donde esta ofrezca mejores rendimientos y propiedades que se exige, procede con la incorporación de del aceite esencial siendo una de las propiedades más importantes que poseerá el gel desinfectante.

2.1.1. Selección del proceso de Elaboración de Alcohólen Gel

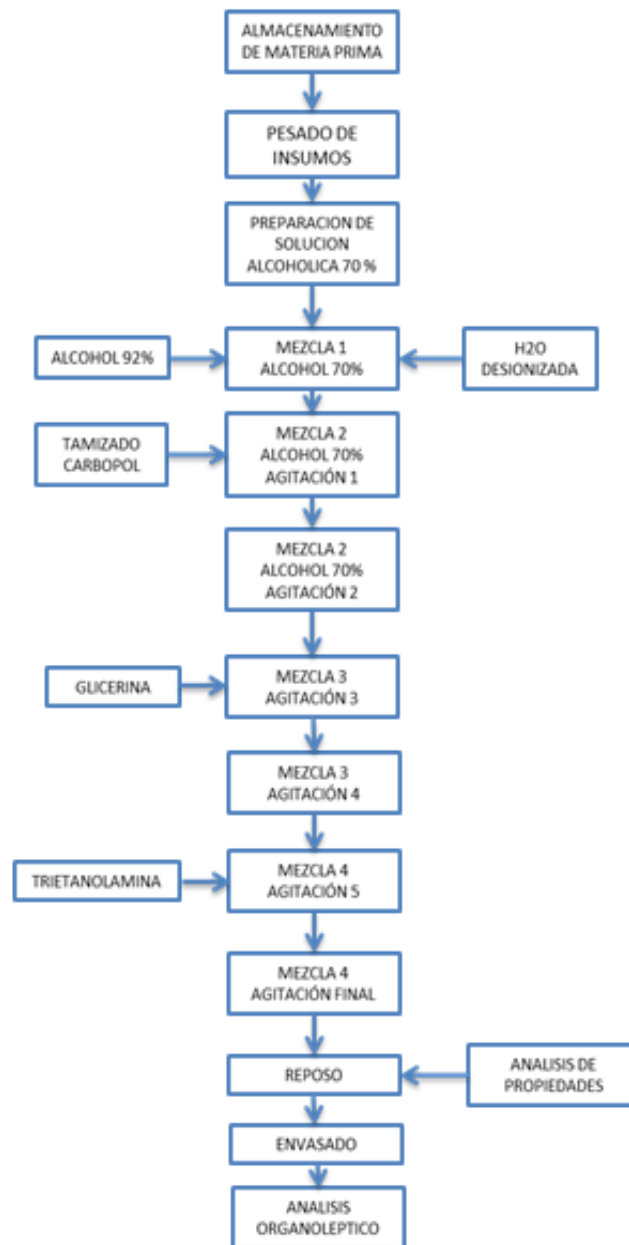
Para la selección del proceso se hizo la valoración de la información generada sobre los procesos similares existentes y que tuvieron resultados positivos con insumos no dañinos a la salud, para luego realizar pruebas preliminares observando los resultados que mostraron como la mejor opción el proceso de elaboración 2.

A este proceso se le realizaron acondicionamientos adaptando a las condiciones locales y así también a las condiciones del laboratorio, como también se analizó la secuencia de agregado de los insumos y manteniendo el principio de elaboración que es la agitación de mezclado, se tomó esta tecnología de elaboración aplicando ajustes probados en pruebas preliminares y que se fueron ajustando en el proceso experimental, los cuales dieron mejores resultados en cuanto a consistencia con una mejora en la viscosidad.

2.1.1.1. Descripción del proceso seleccionado

En el siguiente diagrama de bloques se realiza la descripción secuencial paso a paso del proceso adaptado y seleccionado para la elaboración del alcohol en gel.

Cuadro II – 1: **PROCESO SELECCIONADO**



Fuente: Elaboración Propia.

2.1.1.2. Interpretación del proceso

- **Almacenamiento de materia prima:** para almacenar la materia prima se adquirió la misma, el alcohol se adquirió de una fraccionadora que distribuye en el mercado, el agua desionizada fue proporcionada por el laboratorio de Química de la U.A.J.M.S., los insumos como el polímero y la trietanolamina de una distribuidora de Buenos Aires Argentina y la Glicerina de la distribuidora Solquifar.
- **Pesado de insumos:** se realizó las formulaciones para la elaboración del gel. Las cuales se llevó a la relación en peso para poder pesar todos los insumos ya que no todos los insumos son sólidos y para esto se utilizó las densidades de los insumos líquidos y ya teniendo todos los insumos y materia prima pesados y listos iniciamos con la elaboración.
- **Preparación de solución alcohólica 70% Mezcla 1:** para la preparación de la solución alcohólica se mezcla en un recipiente el alcohol al 92 % con agua desionizada en cantidades exacta para obtener una solución alcohólica del 70%.
- **Tamizado Carbopol:** cuando se tiene la solución alcohólica se inicia la agitación incorporando el polímero a la solución, esta incorporación se realiza haciendo pasar el polímero a través de un colador fino, este tamizado se realiza para evitar la formación de grumos por la aglomeraciones del polímero, formándola Mezcla 1.
- **Mezcla 2:** la mezcla 2 es la incorporación en un recipiente para el mezclado el alcohol, el agua desionizada en este momento se inicia la agitación incorporando el polímero poco a poco. La agitación no se detiene realizándolo por un periodo de 4 minutos antes de pasar a la preparación de la mezcla 3 por agitación 3.
- **Mescla 3:** después de un determinado tiempo de agitación aplicado a la mezcla 2 se añade la glicerina formando la mezcla 3 por agitación 4, obteniendo una solución más cristalina, se agita unos minutos para luego seguir con el próximo paso.

- **Mezcla 4:** después de observar que se ha realizado una buena mezcla (sin detener la agitación), se prosigue con la incorporación de la trietanolamina lo que lleva a la preparación de la mezcla 4 por agitación 5, este paso cumple con función regulando el pH y llegando a la gelificación apreciable.
- **Agitación Final:** después de añadir todos los insumos se agita un tiempo más para llegar a una buena mezcla de los insumos y obtener un gel agradable a la vista, sin exceder en la agitación para evitar la incorporación de aire y el rompimiento de las cadenas gelificantes.
- **Reposo:** al finalizar la agitación cuando ya se ha obtenido el producto final se prosigue con la medición de las propiedades, como el pH y la viscosidad para observar si este cumple con los parámetros esperados y se procede al envasado.
- **Envasado.** Una vez que se ha medido las propiedades del producto final se envasa el mismo para proceder al análisis de las propiedades sensoriales.
- **Análisis sensorial:** prueba que se realiza cuando ya se tenga todos los productos listos para la determinación cual es el más aceptado por los jueces. Este procedimiento se realizó con un análisis sensorial mediante la Escala hedónica.
- **Almacenamiento:** el producto puede ser almacenado en recipientes de plástico o de vidrio evitando el almacenamiento en recipientes metálicos. El alcohol en gel puede guardarse aproximadamente 1 año sin perder su eficiencia.

Se realizó una descripción simple y a grandes rasgos los cuales serán descritos a mayor profundidad posteriormente.

2.2. Diseño factorial

El objetivo de un diseño factorial es estudiar el efecto de varios factores sobre una o varias respuestas o características de calidad, es decir, lo que se busca es estudiar la relación entre los factores y la respuesta, con la finalidad de conocer mejor cómo es esta relación y generar conocimiento que permita tomar acciones y decisiones que mejoren el desempeño del proceso.

Un diseño factorial con dos factores consiste en experimentar con todos los tratamientos que se obtienen al combinar cada nivel de un factor con los niveles del

otro. En estos caso la alternativa a la experimentación clásica, en la que se estudia el efecto de cada factor en experimentos independientes.

El diseño factorial:

$$A^1 * B^1 = 12 \text{ experimentos}$$

Ec (2.6)

$$4^1 * 3^1 = 12 \text{ Experimentos}$$

El diseño experimental planteado es de 12 experimentos, donde tenemos dos factores manipulables, se repite la experiencia, para poder obtener resultados significativos para poder demostrar su valides.

2.1.1. Variables operativas para el Diseño Factorial

Las variables manipulables en el proceso de elaboración son:

- **Tiempo**

El tiempo siendo una variable operativa en muchos procesos, en la elaboración del gel sanitizante es un parámetro constante, este no varía, se toma un valor único para todo el proceso de agitación en todos los experimentos.

- **Velocidad de Agitación**

La velocidad de agitación es una variable manipulable, que nos permite tener una buena mezcla de los insumos utilizados para la elaboración, siendo la velocidad determinante en el momento de gelificación evitando la formación de grumos o la incorporación de aire, para velocidades excesivas producen el rompimiento de las cadenas gelificantes, viéndose afectada directamente la viscosidad como variable respuesta.

Tabla II – 1: NIVELES DE VELOCIDAD

N°	VELOCIDAD (v) (rpm)	NIVELES
1	207.5	-1
2	210	0
3	211	+1

Fuente: Elaboración Propia.

- **Formulación**

Se plantean formulaciones con composiciones determinadas, ya que la concentración de cada insumo varía en situación al otro, por la función que cumple cada uno. Se cuenta con cuatro formulaciones, llevadas a la experimentación para la determinar la formulación óptima en función a la aceptación y propiedades exigidas.

Tabla II – 2: FACTORES – FORMULACIONES

N°	FORMULACIONES
1	F:1
2	F:2
3	F:3
4	F:4

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla II - 3: **FORMULACIÓN 1 (ETANOL 96%)**

F : 1	
Compuesto	Masa (g)
Etanol	287.7
Carbopol	1.5
Trietanolamina	1.9
Glicerina	12.6
Agua	135.4

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla II – 4: **FORMULACIÓN 2 (ETANOL 92%)**

F : 2	
Compuesto	Masa (g)
Etanol	300.16
Carbopol	1.8
Trietanolamina	2.1
Glicerina	13.8
Agua	119.57

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla II – 5: **FORMULACIÓN 3 (ETANOL 92%)**

F : 3	
Compuesto	Masa (g)
Etanol	300.16
Carbopol	2
Trietanolamina	2.36
Glicerina	15.144
Agua	119.57

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla II – 6: **FORMULACIÓN 4 (ETANOL 92%)**

F : 4	
Compuesto	Masa (g)
Etanol	300.16
Carbopol	1.3
Trietanolamina	1.619
Glicerina	11.36
Agua	119.57

Fuente: Elaboración Propia.

2.1.2. Variables Respuesta

En el proceso de elaboración de alcohol en gel se tienen variables operativas y variables respuesta, siendo las variables respuesta la viscosidad afectada por la velocidad de agitación y el pH en función a la formulación, concentraciones de Carbopol y Trietanolamina determinantes del pH.

Tabla II – 7: **VARIABLES RESPUESTA**

	VARIABLES RESPUESTA
X	VISCOSIDAD
Y	pH

Fuente: Elaboración Propia.

2.1.3. Factores y niveles del diseño factorial

Los valores dados han sido evaluados junto a bibliografía, siendo factores principales para la elaboración del gel, obteniendo resultados satisfactorios reflejados en las variables respuesta Viscosidad y pH.

Tabla II – 8: **DISEÑO FACTORIAL PARA EL PROCESO DE ELABORACIÓN**

N°	VARIABLES		T (min)	VARIABLES RESPUESTA	
	Formulación	Velocidad (rpm)		X (cP)	Y
1	1	-1	1	X _{1;1}	Y _{1;1}
2	1	0	1	X _{1;2}	Y _{1;2}
3	1	+1	1	X _{1;3}	Y _{1;3}
4	2	-1	1	X _{2;1}	Y _{2;1}
5	2	0	1	X _{2;2}	Y _{2;2}
6	2	+1	1	X _{2;3}	Y _{2;3}
7	3	-1	1	X _{3;1}	Y _{3;1}
8	3	0	1	X _{3;2}	Y _{3;2}
9	3	+1	1	X _{3;3}	Y _{3;3}
10	4	-1	1	X _{4;1}	Y _{4;1}
11	4	0	1	X _{4;2}	Y _{4;2}
12	4	+1	1	X _{4;3}	Y _{4;3}

Fuente: Elaboración Propia.

2.3. Descripción del proceso experimental

Para desarrollar el proceso experimental, se emplearon materiales, equipos y reactivos e insumos que se describe a continuación:

2.3.1. Selección de Reactivos

Para la selección de reactivos, se realizó un análisis de sus características, con el objetivo de establecer o determinar la mejor opción, para lo cual se observó las ventajas y desventajas de cada una de las opciones:

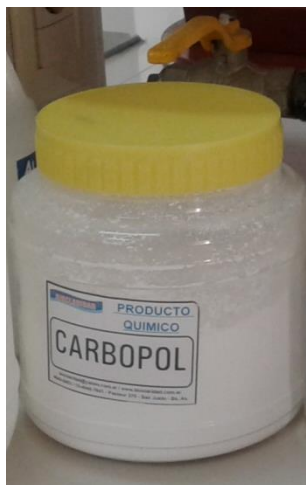
Tabla II – 9: **SELECCIÓN DE POLÍMERO**

Tipo de polímero	Ventajas	Desventajas
Carboximetilcelulosa	<ul style="list-style-type: none"> - Polímero altamente higroscópico. - Proporciona geles de gran consistencia 	<ul style="list-style-type: none"> - Baja solubilidad en etanol 96% - Provee geles de baja transparencia, color pardo.
Carbopol 940	<ul style="list-style-type: none"> - Alta solubilidad en agua, etanol y solventes orgánicos. - Permite una gelificación cristalina. - Ampliamente utilizado en la industria cosmética. 	<ul style="list-style-type: none"> - Permite la fácil incorporación de aire.

Fuente: Elaboración Propia.

Con el análisis realizado de las ventajas y desventajas que proporciona cada uno de los polímeros se determinó el uso del Carbopol (características - ANEXO 1), siendo de más fácil acceso y proporciona geles más cristalinos, además tiene mayor solubilidad en el etanol siendo el principal componente del producto elaborado.

Figura II – 1: CARBOPOL



Fuente: Elaboración Propia.

Tabla II – 10: SELECCIÓN DEL HUMECTANTE (HIDRATANTE)

Tipo de humectante	Ventajas	Desventajas
Glicerina	<ul style="list-style-type: none"> - Líquido hidratante y emoliente. - Soluble en sustancias polares y solventes orgánicos. - Altamente usado en la industria cosmética. 	<ul style="list-style-type: none"> - Usado en grandes proporciones y concentraciones puede causar irritación (uso tópico)
Propilenglicol	<ul style="list-style-type: none"> - Base hidrosoluble, cosolvente y humectante. - Posee efecto estabilizante de emulsiones 	<ul style="list-style-type: none"> - Aporta menor viscosidad que la glicerina - A concentraciones elevadas es irritante y sensibilizante por vía y tópica.

Fuente: Elaboración Propia.

Se determinó el uso de la glicerina (características - ANEXO 2) siendo de fácil acceso, soluble en etanol y siendo el más usado en productos de uso tópico.

Figura II-2: GLICERINA



Fuente: Elaboración Propia.

Tabla II – 11: SELECCIÓN DEL PRINCIPIO ACTIVO

Tipo de Solvente	Ventajas	Desventajas
Triclosan	<ul style="list-style-type: none"> - Antiséptico clorado bisfenólico. - Utilizado en jabones, cremas y soluciones para desinfección. 	<ul style="list-style-type: none"> - Insoluble en agua. - Se han detectado casos de resistencias al Triclosan. - Presenta reacciones en el sistema muscular (se ha prohibido su uso)(FDA septiembre 2016, Departamento de Salud y Servicios Sociales de los Estados Unidos).
Etanol al 70%	<ul style="list-style-type: none"> - Antiséptico con acción bactericida y desinfectante contra las formas vegetativas de los microorganismos cuando está al 60-96%. - Se usa para desinfectar la piel ante heridas y llagas. - Compatible con los demás conservantes e incluso les potencia su acción. 	<ul style="list-style-type: none"> - Actividad ante esporas muy baja. - Reseca la piel si se usa frecuentemente sin ningún tipo deshidratante.

Fuente: Elaboración Propia.

La elaboración del producto está enfocada en el etanol pero se realizó la comparación con otro componente que mayormente se utiliza para la elaboración de desinfectantes. El ETANOL (características ANEXO 3) fue seleccionado ya que el proyecto está enfocado en el uso de esta materia prima.

Figura II - 3: **ALCOHOL ETÍLICO (ETANOL)**



Fuente: Elaboración Propia.

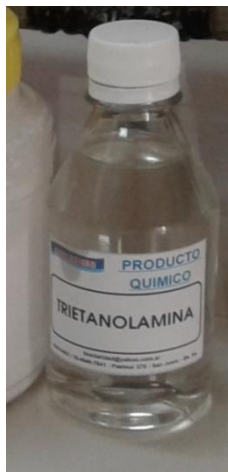
Tabla II – 12: **SELECCIÓN DEL ALCALINIZANTE (REGULADOR DEL pH)**

Tipo de alcalinizante	Ventajas	Desventajas
Trietanolamina (TEA)	<ul style="list-style-type: none"> - Soluble en agua y etanol, higroscópico. - Comúnmente usado como alcalinizante de productos tópicos. - Posee propiedades emolientes y bactericidas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Puede ser irritante para los ojos y mucosas. - Irritante para la piel en concentraciones elevadas. - Inflamable.
Hidróxido de Sodio 10%	<ul style="list-style-type: none"> - Soluble en agua y aún más en etanol al 96 %. - Usado como excipiente base para ajustar el pH. 	<ul style="list-style-type: none"> - Irritante para la piel. - Absorbe fácilmente CO₂.

Fuente: Elaboración Propia.

Se determinó el uso de TEA (características – ANEXO 4), sustancia mayormente usada en productos de uso tópico, siendo de fácil acceso y por su alta solubilidad en el etanol.

Figura II - 4: **TRIETANOLAMINA (TEA)**



Fuente: Elaboración Propia.

2.3.2. Descripción de materiales y equipos

Para llevar a cabo la elaboración del alcohol en gel se requiere cierto tipo de equipos y materiales graduados.

2.3.2.1. Materiales

Para empezar con el desarrollo experimental de elaboración de alcohol en gel, se detalla los materiales, equipos y reactivos utilizados.

Figura II – 5: **MATERIAL DE VIDRIO**



Fuente: Elaboración Propia.

Tabla II – 13: DESCRIPCIÓN DE MATERIALES

MATERIAL	ESPECIFICACIÓN	CANTIDAD
Probeta	10 ml	1
Vaso de precipitados	200 ml	2
Vaso de precipitados	600 ml	1
Vidrio reloj	-	2
Espátula metálica	-	2
Espátula de plástico	-	2
Embudo para solidos	-	2
Colador fino	-	1
Espátula de plástico	-	2
Recipiente de vidrio + base de madera	Aprox. 500ml	1

Fuente: Elaboración Propia.

2.3.2.2. Equipos

Detalle de los equipos utilizados durante la investigación:

Balanzas

- **Balanza analítica 1**

Balanza analítica usada para el pesado de reactivos, se requiere alta sensibilidad y precisión.

Figura II – 6: **BALANZA ANALÍTICA 1**



Fuente: Elaboración Propia.

Tabla II – 14: **CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA BALANZA.**

Característica	Detalle
Marca	KERN
Modelo	ABJ 320-4
Pesaje máximo	320 g
Lectura (d)	0.001 g
Error (e)	± 0.01 g
Tensión	220 v

Fuente: Elaboración Propia.

- **Balanza analítica 2**

Balanza analítica para el pesado del producto elaborado, menor precisión pero apta para pesos más elevados.

Figura II – 7: **BALANZA ANALÍTICA 2**



Fuente: Elaboración propia.

Tabla II – 15: **CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE LA BALANZA**

Característica	Detalle
Marca	COBOS
Modelo	G - 6000
Pesaje mínimo	1 g
Pesaje máximo	6000 g
Lectura (d)	1 g
Tensión	220 v

Fuente: Elaboración Propia.

- **Agitador mecánico**

Figura II – 8: **AGITADOR MECÁNICO**



Fuente: Elaboración propia.

Tabla II – 16: **CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL AGITADOR (MOTOR)**

Característica	Detalle
Marca	INDUSTRIAL FAN
Serie	5 AO-0138
Tención	220 / 240 v
Potencia	105 W

Fuente: Elaboración Propia.

El agitador mecánico para la elaboración del gel es un equipo fabricado artesanalmente, este cuenta con tres velocidades distintas, las cuales se midieron en el laboratorio de física con un sensor de movimiento conectado a un Data Collector (colector de datos), más un cronometro.

Con el cual se determinó las 3 velocidades en rpm, variable operativa en la elaboración del alcohol en gel (ANEXO 5).

Figura II – 9: **SENSOR DE MOVIMIENTO**



Fuente: Elaboración Propia

- **pH-metro**

El pH-metro se utilizó para observar si el gel se encuentra a condición neutra el obtenido gel, variable respuesta que se mide para comprobar si esta se encuentra dentro del parámetro.

Figura II – 10: **pH-METRO**



Fuente: Elaboración propia.

- **Viscosímetro**

Equipo encargado de la medición de la viscosidad en (cP), el uso se determina en función a una viscosidad estándar obtenida de bibliografía, del tipo de fluido que se desea medir para determinar que Usillos y la velocidad en rpm se realizarán la medición.

El usillo utilizado fue el L4 (usillo 4) a una velocidad de 60 rpm (revoluciones por minuto)

Figura II – 11: **VISCOSÍMETRO**



Fuente: Elaboración propia.

Tabla II – 17: **CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL VISCOSÍMETRO.**

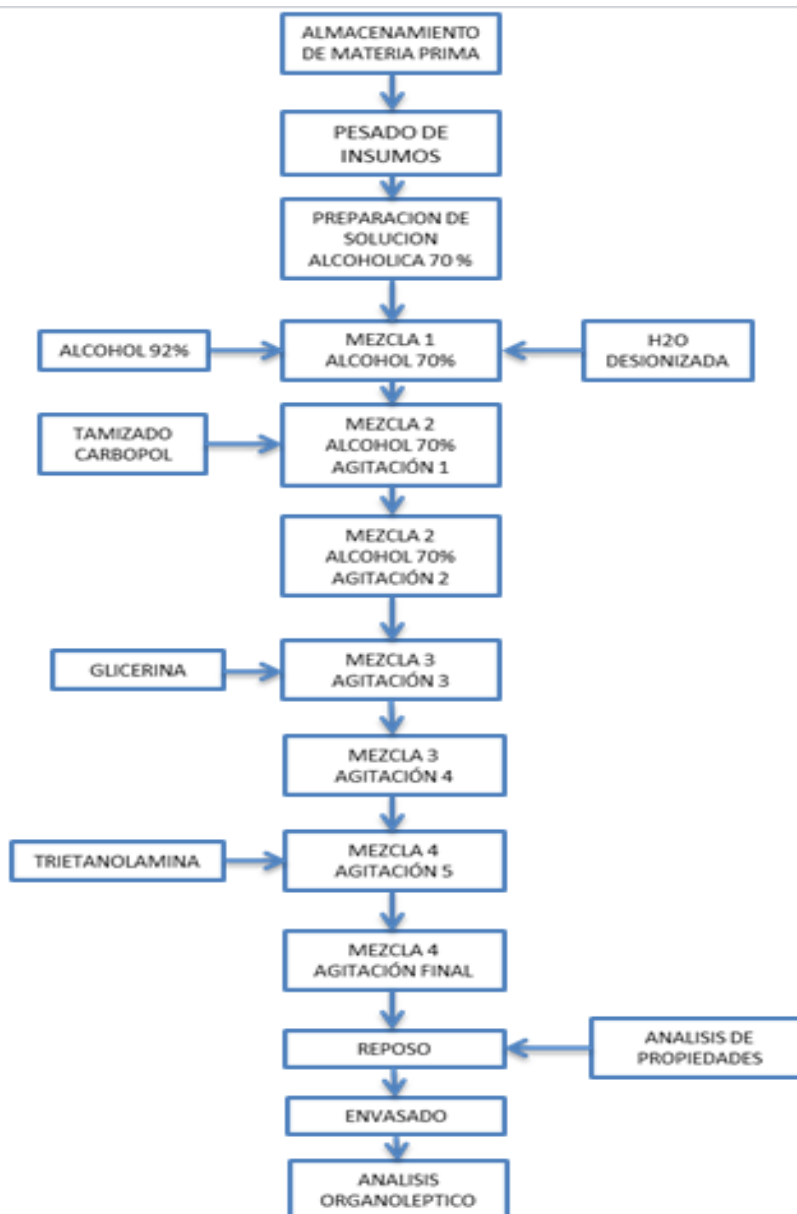
Característica	Detalle
Marca	FUNGILAB
Lectura	cP ó MPa.s
Tensión	220 v
Precisión	± 1 %
Velocidad Max	100 rpm

Fuente: Elaboración Propia.

2.3.3. Proceso de Elaboración de Alcohol en Gel

El proceso experimental de elaboración del alcohol en gel se detalla en el siguiente diagrama de bloques:

Cuadro II – 2: **DIAGRAMA DEL PROCESO EXPERIMENTAL DE ELABORACIÓN DE ALCOHOL EN GEL**



Fuente: Elaboración Propia.

2.3.4. Descripción del proceso experimental de elaboración de alcohol en gel

En el diagrama de bloques se muestra el proceso de elaboración de alcohol en gel a escala laboratorio en etapa de investigación. Se realiza la descripción secuencial de los pasos de elaboración del alcohol en gel, en la etapa experimental.

2.3.4.1. Determinación de masa y pesado de insumos

Una vez que ya se tiene todos los insumos y materia prima, se inicia con el pesado de los insumos: agua desionizada, carbopol, trietanolamina, glicerina y el etanol, para tener las cantidades exactas y dar inicio al proceso de elaboración.

Los reactivos utilizados no todos son sólidos, teniendo líquidos muy viscosos, por esta razón se tomó las densidades del etanol, glicerina y trietanolamina para llevar a la magnitud de masa y así proceder con el pesado de todos los insumos.

Se tiene una formulación en condiciones iniciales con una base de cálculo de 500 ml de solución para la preparación del gel:

- Etanol 70% 500 ml
- Carbopol 1.8 g
- Trietanolamina 1.8 ml
- Glicerina 10 ml

Cálculos preparación Etanol 70%:

Datos:

$$C_1 = 92 \%$$

$$C_2 = 70 \%$$

$$V_1 = ? \text{ ml}$$

$$V_{\odot} = V_2 = 500 \text{ ml}$$

$$C_1 * V_1 = C_2 * V_2$$

Ec. (2.1)

$$V_1 = \frac{C_2 * V_2}{C_1}$$

$$V_1 = \frac{70 \% * 500 \text{ ml}}{92 \%}$$

$$V_E = V_1 = 380.43 \text{ ml}$$

$$V_{\odot} = V_E + V_{H_2O}$$

Ec. (2.2)

$$V_{H_2O} = V_{\odot} - V_E$$

$$V_{H_2O} = 500 \text{ ml} - 380.43 \text{ ml}$$

$$V_{H_2O} = 119.57 \text{ ml}$$

$$V_{\odot} = 380.43 \text{ ml etanol} + 119.57 \text{ ml } H_2O$$

$$V_{\odot} = 500 \text{ ml } 70\% \text{ Etanol}$$

Volúmenes a Masa:

Determinación de masa de etanol y agua para la solución alcohólica al 70 %, aplicando la ecuación Ec. (2.1).

Datos:

$$\rho_{Etanol} = 0.789 \text{ g/ml} \qquad \rho = \frac{m}{V}$$

$$\rho_{H_2O} = 0.789 \text{ g/ml} \text{ (Desionizada)} \qquad \text{Ec. (2.3)}$$

$$m_{Etanol} = \rho_E * V_E$$

$$m_{Etanol} = 0.789 \text{ g/ml} * 380.43 \text{ ml}$$

$$m_{Etanol} = 300.16 \text{ g}$$

$$m_{H_2O} = \rho_{H_2O} * V_{H_2O}$$

$$m_{H_2O} = 0.789 \text{ g/ml} * 119.57 \text{ ml}$$

$$m_{H_2O} = 119.57 \text{ g}$$

Masa total de la solución

$$m_{\odot} = m_{Etanol} + m_{H_2O}$$

$$m_{\odot} = 300.16 \text{ g} + 119.57 \text{ g}$$

$$m_{\odot} = 419.73 \text{ g}$$

Ec. (2.4)

Determinación de masa de Trietanolamina aplicando la ecuación Ec. (2.1)

Datos:

$$\rho_{TEA} = 1.12 \text{ g/ml}$$

$$V_{TEA} = 1.8 \text{ ml}$$

$$m_{TEA} = 1.12 \text{ g/ml} * 1.8 \text{ ml}$$

$$m_{TEA} = 2.1 \text{ g}$$

Determinación de masa de la Glicerina aplicando la ecuación Ec. (2.1)

Datos:

$$\rho_{Glicerina} = 1.256 \text{ g/ml}$$

$$V_{Glicerina} = 11 \text{ ml}$$

$$m_{Glicerina} = 1.256 \text{ g/ml} * 11 \text{ ml}$$

$$m_{Glicerina} = 13.8 \text{ g}$$

Tabla II – 18: **FORMULACIÓN EN PESO**

N°	Componente	Masa (g)
1	C ₂ H ₆ O 70%	419.73
2	Carbopol	1.8
3	Trietanolamina	2.1
4	Glicerina	13.8
5	Aroma (Naranja)	0.38
Masa total		437

Fuente: Elaboración Propia.

Figura II – 12: PESADO DE MATERIA PRIMA E INSUMOS



Fuente: Elaboración propia.

Se tomó un procedimiento de pesado, iniciando con el agua, glicerina, siguiendo con la trietanolamina, luego el alcohol y al final el carbopol, se siguió este orden en la medición de masas para todas las pruebas porque los insumos presentan una alta volatilidad e higroscopicidad, dando inicio con el agitado de la solución para la elaboración del gel.

Se calculó la masa de cada componente y también la composición % peso:

$$\% = \frac{m_x}{m_T} * 100\%$$

Ec. (2.5)

$$\%_{C_2H_6O-70\%} = \frac{m_E}{m_T} * 100 \%$$

$$\%_{C_2H_6O-70\%} = \frac{419.73 \text{ g}}{437.8 \text{ g}} * 100 \%$$

$$\%_{C_2H_6O-70\%} = 95.8 \%$$

Se siguió el mismo procedimiento de cálculo para los demás componentes obteniéndolos siguientes resultados registrados en la Tabla II-6.

Tabla II – 19: **MASA DEL COMPONENTE Y COMPOSICIÓN % PESO**

N°	Componente	Masa (g)	%
1	C ₂ H ₆ O 70%	419.73	95.8
2	Carbopol	1.8	0.4
3	Trietanolamina	2.1	0.5
4	Glicerina	13.8	3.2
5	Aroma (Naranja)	0.38	0.08
Masa total		437	99.99

Fuente: Elaboración Propia.

2.3.4.2. Preparación de solución alcohólica

Para la preparación de la solución alcohólica se requiere determinar los grados Gay Lussac GL (ANEXO 6) del alcohol adquirido, en este caso el alcohol tiene 92 % de grado alcohólico, para la elaboración del gel se usó como materia prima alcohol elaborado en Bermejo Tarija, la adquisición en el mercado no indica con exactitud el grado de concentración del etanol.

La solución alcohólica utilizada es de una concentración del 70%, alcohol y agua desmineralizada o desionizada, agua con la mínima conductividad para la elaboración del sanitizante.

Para la obtención de la solución a esta concentración se tomó una base de cálculo de 500 ml de solución al 70 %, pero estas cantidades se llevaron a peso obteniendo una masa de alcohol de 300.16 g y de agua 119.57 g, cálculos especificados en el contenido del punto (2.1.3.1), para tener una solución uniforme se agito unos segundos antes de la agitación continua de elaboración.

Figura II – 13: SOLUCION ALCOHÓLICA



Fuente: Elaboración Propia.

2.3.4.3. Tamizado de Carbopol

Después del pesado de reactivos y preparado de la solución alcohólica, para agregar el carbopol se debe tamizarlo. Durante la agregación del polímero se llevó a cabo un tamizado simple, el cual se realizó con un tamiz de uso doméstico. Los polímeros Carbopol, Premulen y Noveon son polvos con un diámetro promedio de dos a siete micrones (*The Lubrizol Corporation 2018*). El carbopol es un polímero higroscópico lo que hace que se aglomeren con facilidad provocando grumos dando un mal aspecto y bajo rendimiento de viscosidad en el gel. El tamiz (colador) tiene un tamaño aproximado de 0.05 m/m (Tamiz: ORTO ALRESA – Norma UNE (ANEXO 7)), el tamaño se determinó con una comparación entre el tamiz adquirido para la experimentación con el tamiz que se tiene en el laboratorio de operaciones unitarias. El tamizado se realiza para que haya una dispersión adecuada del polvo en la solución.

Figura II – 14: TAMIZADO DE CARBOPOL



Fuente: Elaboración propia.

2.3.4.4. Mezclado por agitación 1, carbopol

La mezcla de la solución alcohólica con el polímero, la agitación se inicia controlando el tiempo en el momento que comenzó el tamizado con ayuda de una varilla metálica (cucharilla) y un embudo para sólidos así se garantiza que el polímero llegue a la solución y no se expanda por el aire disminuyendo pérdidas. Todo esto se hizo con el fin de evitar la formación de grumos en la solución y obtener un gel limpio de estos.

2.3.4.5. Mezclado por agitación 2, solución 1

La solución 1 es la mezcla de la solución alcohólica con el polímero, solución que se agita por un determinado tiempo antes de agregar el resto de los reactivos. La emulsión se agita desde el momento que se está agregando el carbopol a través del tamiz con tiempo de agitación de 5 minutos para una mezcla homogénea y evitar la aglomeración de las partículas para una absorción uniforme de líquido por el polímero.

Figura II – 15: **MEZCLA 1, SOLUCIÓN ALCOHÓLICA Y POLÍMERO**



Fuente: Elaboración Propia

2.3.4.6. Mezclado por agitación 3, solución 2

Después de agitar los cinco minutos la solución con el polímero se procede a agregar la glicerina. En pruebas preliminares realizadas para iniciar con la investigación se determinó que agregar la glicerina antes que la trietanolamina proporciona mejores resultados en función a la viscosidad dando una mejor gelificación.

En esta etapa se logra observar que la nueva mezcla toma un color más cristalino, cuando la cristalinidad de la emulsión persista se agrega los siguientes reactivos.

Figura II – 16: **AGREGACIÓN DE GLICERINA**



Fuente: Elaboración Propia.

2.3.4.7. Mezclado por agitación 4, solución 3

Después de añadir la glicerina y agitar obteniendo una mezcla uniforme se agrega el álcali, la TEA (trietanolamina), este insumo lo que hace es regular el pH del gel llevándolo a una valor neutro, como función principal. Así también acelera la gelificación incrementando la viscosidad apreciable a la vista, siendo una sustancia higroscópica.

Figura II – 17: AGREGACIÓN DE TRIETANOLAMINA



Fuente: Elaboración propia

2.3.4.8. Mezclado por agitación 5 gel final

Después de agregar todos los insumos, se agita el tiempo restante determinado para obtener un gel limpio y consolidado. Para la determinación del tiempo se observó el comportamiento del gel durante las pruebas preliminares determinando que una agitación de 10 minutos es suficiente y aceptable para la elaboración del gel, con un tiempo menor se observa que no se da una buena mezcla y con un tiempo excedente el agitador empieza a incorporar aire al gel final, factor que se debe controlar y evitar en este producto.

Figura II – 18: **AGITADO FINAL**



Fuente: Elaboración Propia.

2.3.4.9. Reposo

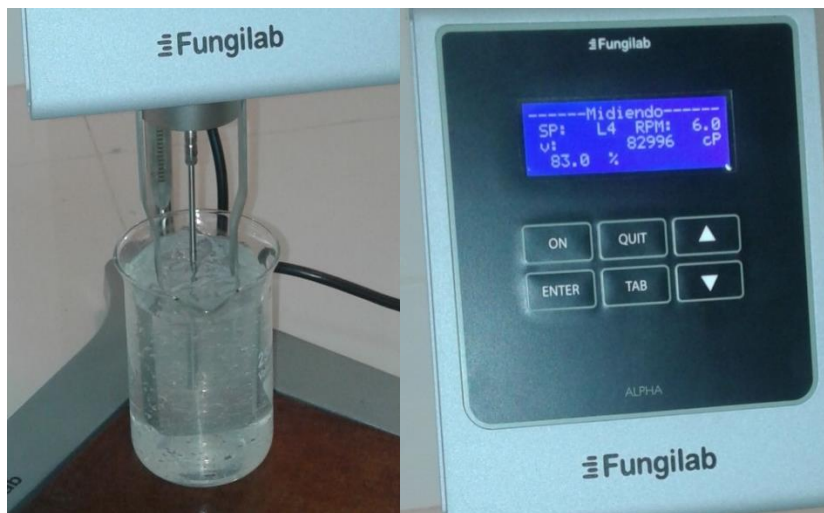
Durante esta etapa se realizan las pruebas fisicoquímicas del producto elaborado. Se mide el pH, para comprobar si nuestro producto cuenta con el valor requerido, también se realiza la medición de la viscosidad, siendo estas las variables respuesta del proceso operativo de elaboración de alcohol en gel.

Figura II – 19: **MEDICIÓN DE pH.**



Fuente: Elaboración Propia.

Figura II – 20: **MEDICIÓN DE LA VISCOSIDAD.**



Fuente: Elaboración Propia.

2.3.4.10. Envasado

Después de terminar la elaboración y haber realizado el control de calidad, se prosigue al envasado del gel, este debe estar contenido en recipientes con tapa segura para evitar la volatilización del alcohol. Este puede ser almacenado un año aproximadamente sin perder su eficiencia.

Figura II – 21: **GEL ENVASADO**



Fuente: Elaboración Propia.

2.3.4.11. Análisis Sensorial del producto final.

El análisis sensorial se realizó para conocer las propiedades del producto final, además de conocer la aceptación del producto ante el público, en base a estos resultados se determinó la formulación óptima de elaboración en función a la aprobación de los jueces. Este análisis se basa en la aplicación del producto calificando cada uno de los atributos señalados, la formulación que reciba la calificación más alta en todas sus características será la seleccionada para la elaboración del gel agregando el aceite esencial (aromatizante natural).

Figura II – 22: ANÁLISIS ORGANOLÉPTICO.



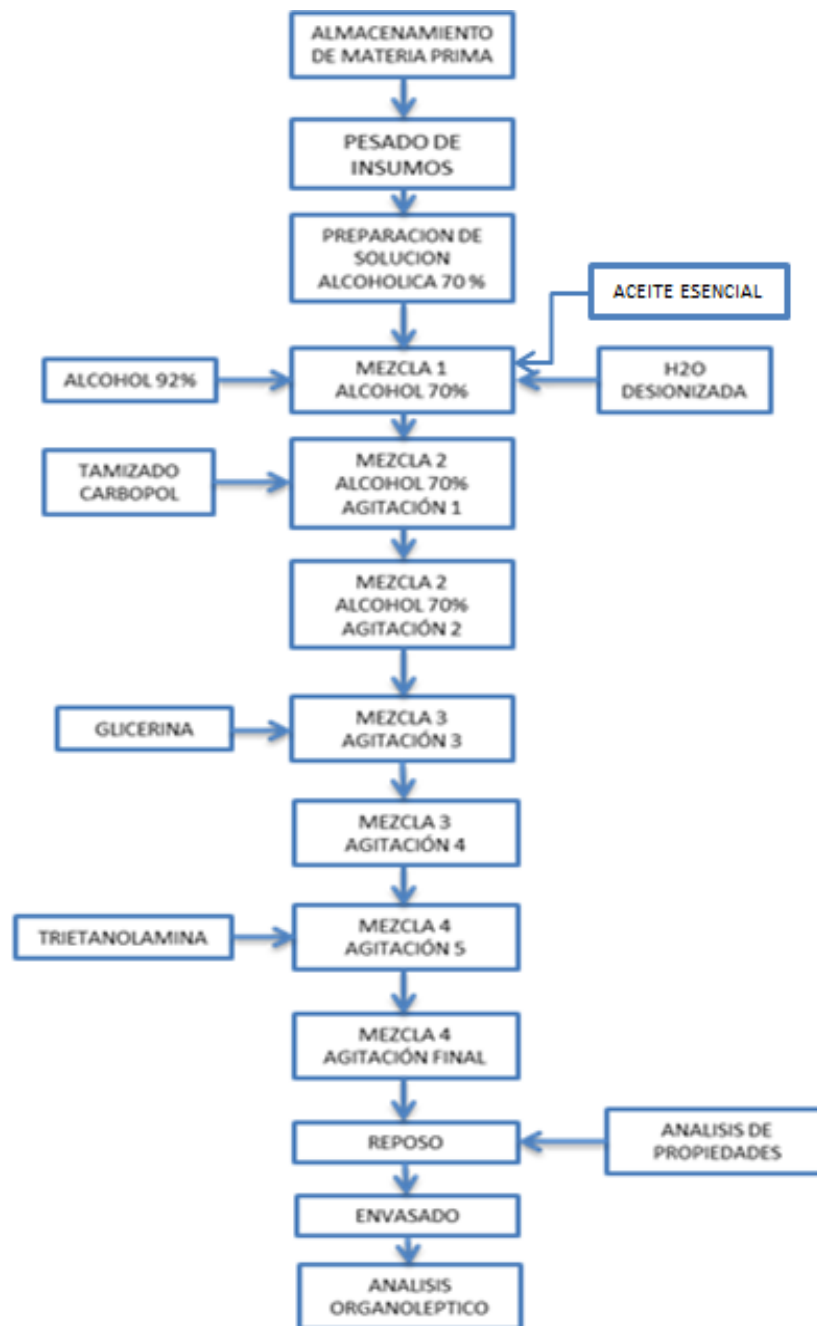
Fuente: Elaboración Propia.

Todo el proceso de elaboración hasta llegar a la etapa del análisis organoléptico, se llevó a cabo para determinar la formulación óptima, la más indicada, que obtuvo la mayor calificación en función a la aceptación del público.

2.4. Dosificación de Aromatizante Natural

Con la determinación de una formulación óptima que presenta las condiciones requeridas, se elaboró el gel final con la agregación del aromatizante, se procedió con la elaboración de 4 muestras de gel, las cuales dos de ellas se realizó con aceite esencial de naranja y otras dos muestras con aceite esencial de eucalipto.

Cuadro II – 3: **PROCESO DE ELABORACIÓN DE ALCOHOL EN GEL CON AROMATIZANTE NATURAL**



Fuente: Elaboración Propia.

La agregación del aceite esencial se realiza a la solución alcohólica antes del inicio de la agitación y la agregación del resto de los insumos. Se realizó el mezclado del aceite esencial con la solución alcohólica inicial para luego seguir con el procedimiento de elaboración ya descrito para la elaboración de alcohol en gel.

Figura II- 23: **ADICIÓN DE ACEITE ESENCIAL**



Fuente: Elaboración Propia.

Figura II – 24: **ALCOHOL EN GEL TERMINADO**



Fuente: Elaboración Propia.

2.4.1. Dosificación de Aromas

La dosificación de Aromas al gel se realizó en distintas proporciones, elaborando dos muestras por cada esencia.

Tabla II – 20: **DOSIFICACIÓN AROMA EUCALIPTO M1**

DOSIFICACIÓN ACEITE ESENCIAL		
EUCALIPTO		
M1	Muestra	M6
	Masa Aroma (g)	0,45

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla II – 21: **DOSIFICACIÓN AROMA EUCALIPTO M2**

DOSIFICACIÓN ACEITE ESENCIAL		
EUCALIPTO		
M2	Muestra	M6
	Masa Aroma (g)	0,3

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla II – 22: **DOSIFICACIÓN AROMA NARANJA M3**

DOSIFICACIÓN ACEITE ESENCIAL		
NARANJA		
M3	Muestra	M6
	Masa Aroma (g)	0,23

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla II – 23: **DOSIFICACIÓN AROMA NARANJA M4**

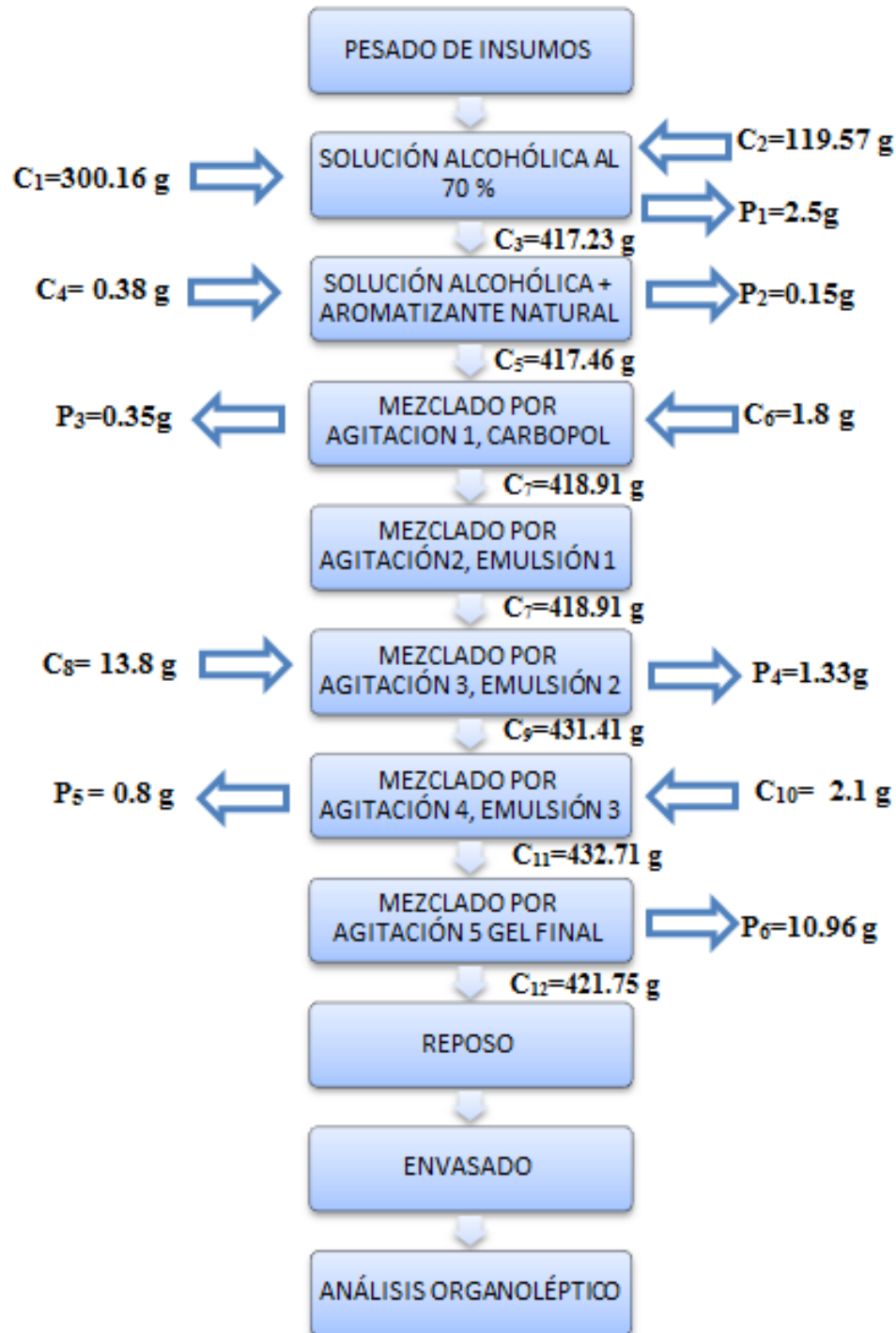
DOSIFICACIÓN ACEITE ESENCIAL		
NARANJA		
M4	Muestra	M6
	Masa Aroma (g)	0,38

Fuente: Elaboración Propia.

2.5. Balance de Materia durante el Proceso de Elaboración de Alcohólen Gel

Dentro del proceso de elaboración de Alcohol en Gel se desarrollaron distintos balances de materia, los cuales se reflejan de acuerdo al diagrama de bloques (cuadro II – 4).

Cuadro II – 4: **DIAGRAMA DE BLOQUES DE BALANCE DE MATERIA DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE ALCOHOL EN GEL**



Fuente: Elaboración Propia.

Tabla II – 24: ESPECIFICACIONES DE LAS CORRIENTES DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE ALCOHOL EN GEL

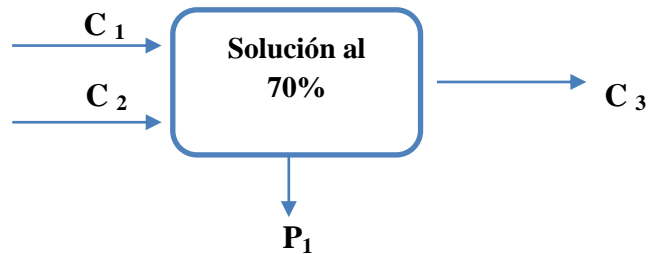
CORRIENTE	ESPECIFICACIONES
C1	Masa de etanol
C2	Masa de agua desionizada
C3	Masa de solución alcohólica al 70%
P1	Masa perdida en etapa 1
C4	Masa de aceite esencial (Naranja)
C5	Masa solución alcohólica con aromatizante
P2	Masa perdida en etapa 2
C6	Masa de polímero (Carbopol)
C7	Masa de emulsión 1
P3	Masa perdida etapa 3
C8	Masa de glicerina
C9	Masa emulsión 2
P4	Masa perdida en etapa 4
C10	Masa de trietanolamina (TEA)
C11	Masa emulsión 3
P5	Masa perdida en etapa 5
C12	Masa resultante.
P6	Masa perdida etapa final.

Fuente: Elaboración Propia.

2.5.1. Balance materia en la etapa de preparación de solución alcohólica

En esta primera etapa se prepara la solución alcohólica a una concentración del 70 % de grados GL, se representa en el siguiente balance.

Figura II – 25: **BALANCE DE MATERIA ETAPA DE PREPARACION DE SOLUCION ALCOHOLICA**



Las corrientes de entrada es igual a la corriente de salida, ya que solo implica un proceso físico sin cambio en la cantidad de materia, las pérdidas son mínimas ya que todo debe entrar al recipiente para ser mesclado.

Balance general:

$$c_1 + c_2 = c_3 + P_1$$

Ec (2.7)

Dónde:

C_1 = masa de etanol 300.16 g C_2H_6O

C_2 = masa de agua desionizada 119.57 g H_2O Desionizada

P_1 = masa perdida en la etapa 1

C_3 = Masa de solución Alcohólica

Datos:

C_1 = 300.16 g

C_2 = 119.57 g

c_{3T} = 419.73 *masa teorica*

P_1 = 2.5 g

C_3 = real?

$$c_3 = c_1 + c_2 - P_1$$

$$c_3 = 300.16g + 119.57g - 2.5g$$

$$c_3 = 417.23g$$

$$\%m_p = \frac{P_1}{m_{3T}} * 100\%$$

Ec (2.8)

$$\%m_p = \frac{2.5}{419.73} * 100\%$$

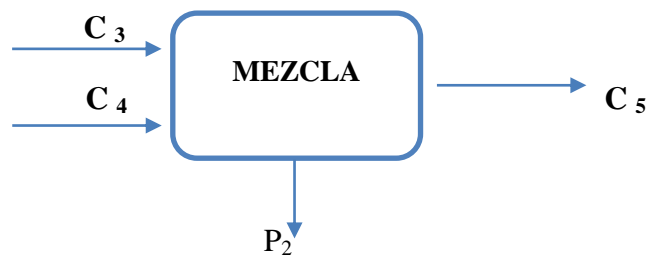
$$\%m_p = 0.59 \%$$

El balance realizado da como resultado una masa 419.73 gramos de solución alcohólica al 70 %, siendo la masa teórica que se obtiene pero el balance nos muestra una masa real de $C_3 = 417.23$ g y 0.59 % de pérdida de la masa total obtenida en esta etapa.

2.5.2. Balance de materia en la etapa de mezclado de Aceite Esencial

En esta segunda etapa del proceso se agrega el aceite esencial (Naranja), insumo para dar el aroma al producto, se realiza el balance de materia para la dosificación y mezclado de la solución alcohólica con el aromatizante, se muestra en la figura II – 26.

Figura II – 26: **BALANCE DE MATERIA ETAPA DE MEZCLADO DEL ACEITE ESENCIAL**



Balance General del Proceso:

$$c_3 + c_4 = c_5 + P_2$$

Ec (2.9).

$$c_5 = c_3 + c_4 - P_2$$

Dónde:

C_3 = masa solución alcohólica 70 % 419.73 g (solución alcohólica)

C_4 = masa de aceite esencial 0.38 g (Aceite Esencial de Naranja)

C_5 = Masa solución alcohólica con aromatizante

P_2 = masa perdida en la etapa 2

Datos:

C_3 = 417.23 g

C_4 = 0.38 g

P_2 = 0.15 g

c_{5T} = 417.61 *masa teorica*

C_5 = real ¿?

$$c_3 = 417.23g + 0.38g - 0.15g$$

$$c_3 = 417.46 g$$

$$\%m_p = \frac{P_2}{m_{5T}} * 100\%$$

$$\%m_p = \frac{0.15}{417.61} * 100\%$$

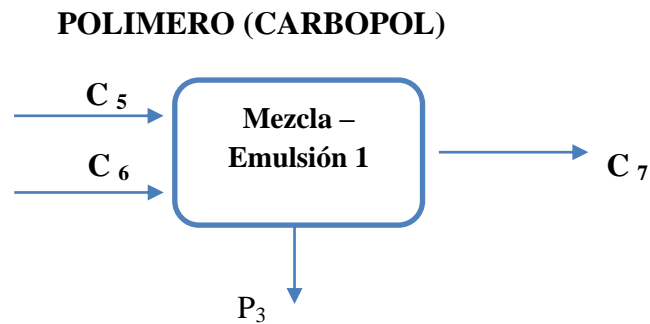
$$\%m_p = 0.04 \%$$

Como resultado se obtiene una solución alcohólica al 70 % más aromatizante natural de naranja con una masa teórica de 417.61 g, donde el balance nos da como consecuencia una masa real de 417.46 y porcentaje de pérdida de 0.04 % de la masa total de la etapa.

2.5.3. Balance de materia en la etapa de mezclado del polímero con solución alcohólica

Para esta siguiente etapa a la solución ya preparada se agrega el polímero, este polímero se adiciona a través de un tamiz, garantizando una buena expansión en la solución sin ningún tipo de aglomeración. En la figura II – 27 se muestra el balance de agregación de Carbopol a la mezcla.

Figura II – 27: **BALANCE DE MATERIA EN ETAPA DE AGREGACION DEL**



Balance general del proceso:

$$c_5 + c_6 = c_7 + P_3$$

Ec (2.10).

Dónde:

C_5 = masa de solución alcohólica más aromatizante.

C_6 = masa de polímero (Carbopol)

C_7 = Masa Emulsión 1

P_3 = masa perdida en la etapa 3

Datos:

$$C_5 = 417.46 \text{ g}$$

$$C_6 = 1.8 \text{ g}$$

$$c_{7T} = 419.26 \text{ g masa teorica}$$

C_7 = real ¿? Masa Emulsión 1

$$P_3 = 0.35 \text{ g}$$

$$c_7 = c_5 + 6 - P_3$$

$$c_7 = 417.46 \text{ g} + 1.8 \text{ g} - 0.35 \text{ g}$$

$$c_7 = 418.91$$

$$\%m_P = \frac{P_3}{m_{7T}} * 100\%$$

$$\%m_P = \frac{0.35}{419.26} * 100\%$$

$$\%m_P = 0.08 \%$$

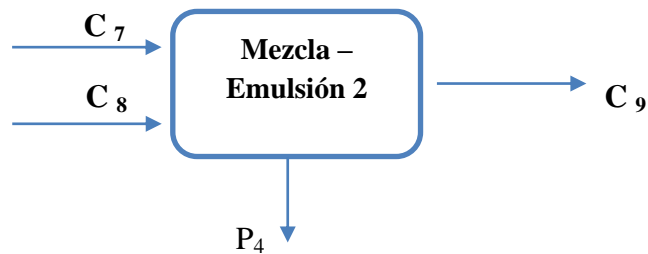
Se obtiene como resultado una masa teórica de 419.26 g, pero el balance nos muestra

una real de $C_7 = 418.91$ g de la nueva solución o también emulsión de la solución al 70 % con aroma más el polímero y con un porcentaje de pérdida de 0.08 %.

2.5.4. Balance de materia en la etapa de mezclado de Glicerina

En esta etapa se agrega la glicerina pasando de la Emulsión 1 a la Emulsión 2, el balance de esta fase del proceso se muestra en la figura II – 28.

Figura II – 28: **BALANCE DE MATERIA EN ETAPA DE AGREGACION DE GLICERINA**



Balance general del proceso:

$$c_7 + c_8 = c_9 + P_4$$

Ec (2.11).

Dónde:

C_7 = Emulsión (solución alcohólica con aromatizante y polímero)

C_8 = masa de glicerina 13.8 g Glicerina

C_9 = Masa Emulsión 2

P_4 = masa perdida en la etapa 4

Datos:

$C_7 = 418.91$ g

$C_8 = 1.8$ g

$C_{9T} = 432.71$ g

C_9 = real ¿? Masa Emulsión 2

$P_4 = 1.33$ g

$$c_9 = c_7 + c_8 - P_4$$

$$c_9 = 418.91g + 1.8g - 1.33g$$

$$c_9 = 431.41 g$$

$$\%m_P = \frac{P_4}{m_{9T}} * 100\%$$

$$\%m_P = \frac{1.33}{432.71} * 100\%$$

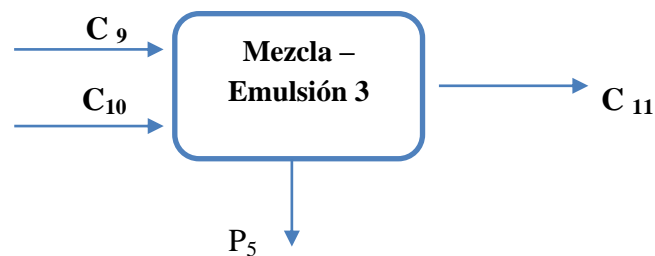
$$\%m_P = 0.3 \%$$

Se tiene una masa teórica igual a 432.71 y el balance realizado nos da como resultado $C_9 = 431.41g$ de Emulsión 2 con un porcentaje de pérdida de 0.3 % de la masa total de la etapa.

2.5.5. Balance de materia en la etapa de agregación de Trietanolamina

La Trietanolamina es el insumo final que se debe agregar a la emulsión, esta regula el pH y ayuda a la que la gelificación se dé más rápido y de mejor consistencia, en la figura II – 29 se muestra el balance realizado.

Figura II – 29: **BALANCE DE MATERIA EN LA ETAPA DE AGREGACION DE TRIETANOLAMINA (TEA)**



Balance general del proceso:

$$c_9 + c_{10} = c_{11} + P_5$$

Ec. (2.12).

Dónde:

C_9 = masa Emulsión 2

C_{10} = masa de Trietanolamina

C_{11} = Masa Emulsión 3

P_5 = masa perdida en la etapa 5

Datos:

C_9 = 431.41 g

C_{10} = 2.1 g

C_{11} = 433.51 g masa teorica

C_{11} = real ¿? Masa Emulsión 3

P_5 = 0.8 g

$$c_{11} = c_9 + c_{10} - P_5$$

$$c_{11} = 431.41g + 2.1g - 0.8g$$

$$c_{11} = 432.71 g$$

$$\%m_p = \frac{P_5}{m_{11T}} * 100\%$$

$$\%m_p = \frac{2.1}{433.51} * 100\%$$

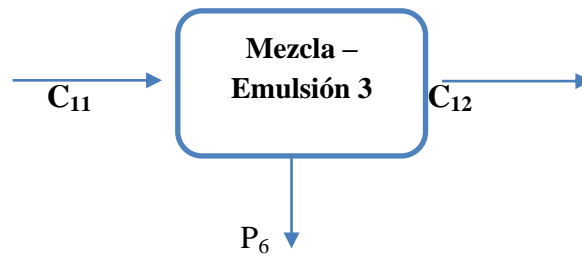
$$\%m_p = 0.18 \%$$

Como resultado del balance se muestra una masa de $C_{11} = 432.71g$ de la emulsión sobre una masa teórica de 433.51 g y dando como consecuencia un porcentaje de pérdida de 0.18 % en la etapa 5.

2.5.6. Balance de materia en la etapa de mezclado final

Se realiza el balance en la etapa del mezclado final para determinar cuánto de producto se obtuvo en la elaboración de alcohol en gel, la figura II – 30 indica los resultados.

Figura II – 30: **BALANCE DE MATERIA EN LA ETAPA DE MEZCLADO FINAL**



Balance general del Proceso:

$$C_{11} = C_{12} + P_6$$

Ec (2.13)

Dónde:

C_{11} = masa de Emulsión 3 final

C_{12} = masa resultante final de elaboración

P_6 = masa perdida en etapa final

Datos:

$C_{11} = 432.71 \text{ g}$

$C_{12} = ?$

$P_6 = 10.96 \text{ g}$

$$C_{12} = C_{11} - P_6$$

$$C_{12} = 432.71 \text{ g} - 10.96 \text{ g}$$

$$C_{12} = 421.75 \text{ g}$$

$$\%m_p = \frac{P_6}{m_{12T}} * 100\%$$

$$\%m_p = \frac{10.96 \text{ g}}{421.75 \text{ g}} * 100\%$$

$$\%m_p = 2.53 \%$$

Como derivación de la elaboración se obtiene una masa de Gel consistente igual a 421.75 g de producto y como resultado del balance obtenemos un porcentaje de pérdida de masa $P_6 = 10.96 \text{ g}$ en la etapa final de elaboración. Se realizó la determinación de rendimiento de elaboración.

RENDIMIENTO:

m_{FR} = masa final obtenida (masa real)

m_{FT} = masa teorica final

Datos:

$m_{FR} = 421.75 \text{ g}$

$m_{FT} = 437.8 \text{ g}$

$$\eta = \frac{m_{FR}}{m_{FT}} * 100 \%$$

Ec. (2.14)

$$\eta = \frac{421.75g}{437.8} * 100 \%$$

$$\eta = 96.3 \%$$

$$P_T = P_1 + P_2 + P_3 + P_4 + P_5 + P_6$$

Ec. (2.15)

$$P_T = 2.5g + 0.15g + 0.35g + 1.33g + 0.8g + 10.96g$$

$$P_T = 16.09 \text{ g}$$

$$\%P_T = \frac{P_T}{m_{FT}} * 100\%$$

Ec. (2.16)

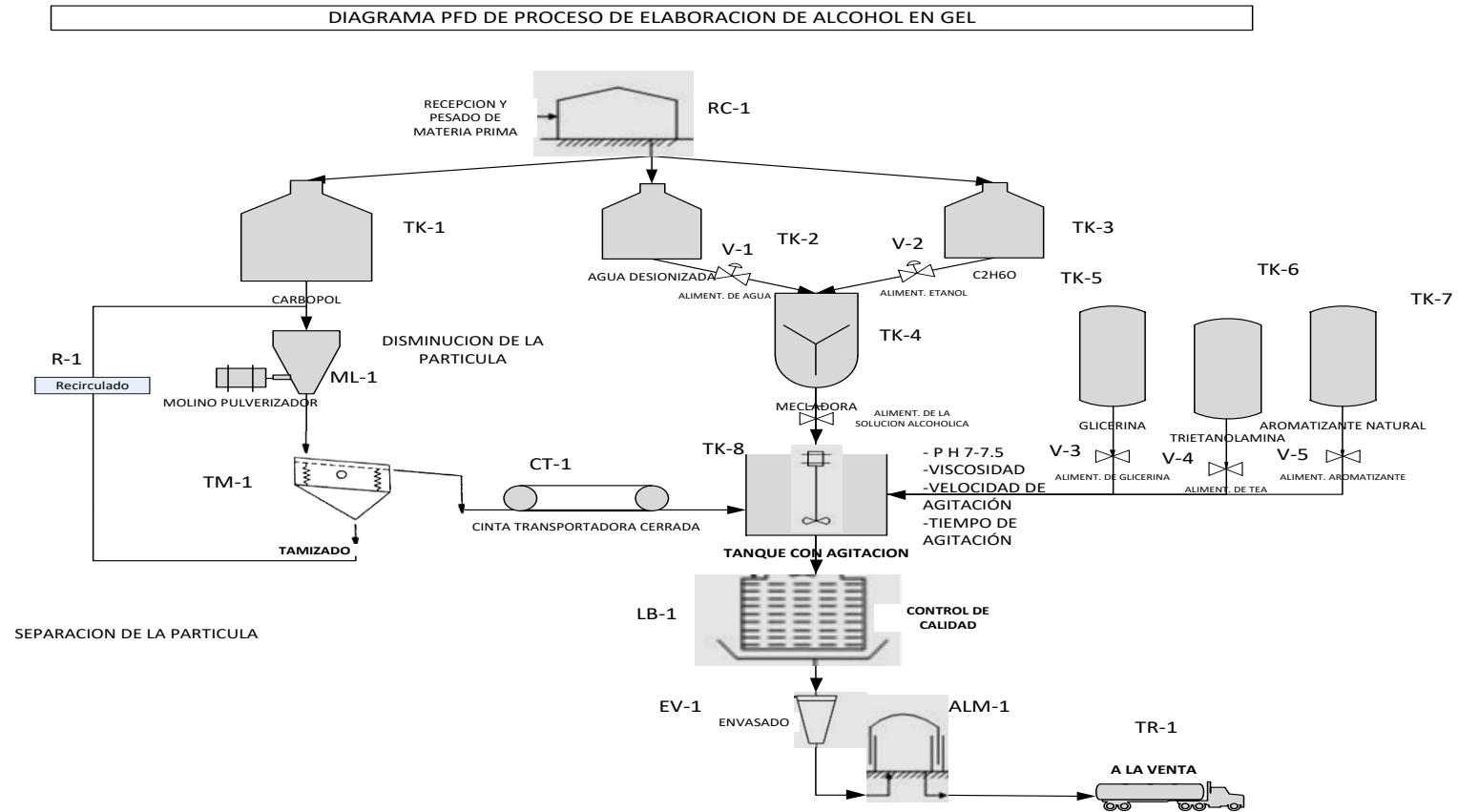
$$\%P_T = \frac{16.09g}{437.8g} * 100\%$$

$$\%P_T = 3.67 \%$$

Con los cálculos realizados se muestra un 96.3 % de rendimiento en la elaboración del producto con un 3.67 % de pérdida dándose lugar porque siempre se queda adherido a las paredes del material donde se pesa y se mide los reactivos así también al momento de agregarlos, la mayor pérdida se da en la etapa final porque se queda

una cantidad considerable de producto en la paleta, al momento de medir sus propiedades también se dan perdidas, esto justifica el porcentaje dado.

2.6. Diagrama de flujo Propuesto para el Proceso de Elaboración de Alcohol en Gel



Fuente: Elaboración Propia.

ESPECIFICACIONES DEL DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO	
RC-1	Recepción de materia Prima
TK-1	Tanque de Carbopol
TK-2	Tanque de Agua Desionizada
TK-3	Tanque de Etanol
TK-4	Tanque Mezcladora
TK-5	Tanque Glicerina
TK-6	Tanque Trietanolamina
TK-7	Tanque de Aceite Esencial
TK-8	Tanque con Agitador
ML-1	Molino
TM-1	Tamiz
R-1	Recirculado
CT-1	Cinta Transportadora Cerrada
EV-1	Envasadora
LB-1	Laboratorio
ALM-1	Almacenaje
TR-1	Transporte
V-1	Válvula de Agua
V-2	Válvula de Alcohol
V-3	Válvula de Glicerina
V-4	Válvula de Trietanolamina
V-5	Válvula Aceite Esencial

Fuente Elaboración Propia.

Se plantea la propuesta de diagrama de flujo de proceso de elaboración de alcohol en gel a escala industrial siendo una propuesta diseñada, abierta a modificaciones y mejoras. El diagrama de flujo está elaborado con una capacidad determinada en función a la producción de etanol que tiene el Departamento y la demanda potencial de gel, calculada por la cantidad de habitantes del Departamento de Tarija.

2.7. Diseño del tanque con agitador

Para elaborar el gel se requiere un tanque con agitador de paleta, este deberá tener una capacidad en función al volumen de producción. El volumen de producción se determina de acuerdo al tamaño de la planta que se tiene o se quiere instalar, esto

también queda determinada por la demanda del producto que se tenga en el mercado, son diversos factores que determinan esta condicionante.

Las dimensiones esenciales para el diseño, son el cálculo de la altura, diámetro del recipiente, longitud de la paleta del agitador entre otros. Se determinó la capacidad del tanque en función a la demanda potencial del producto en el mercado.

Para determinar la demanda potencial se debe tomar en cuenta la población de total de Tarija. El departamento de Tarija cuenta con una población proyectada según el INE (Instituto Nacional de Estadística) 2009 – 2011, de 534.687 habitantes en 2011.

La posología aproximada de aplicación será de 0.5 g. de alcohol en gel por cada desinfección de manos (por cada vez que se utilice), donde la OMS (Organización Mundial de la Salud) recomienda un lavado de al manos 7 a 8 veces al día, haciendo énfasis a personas con actividad cotidiana normal, lo que indicaría un uso aproximado del alcohol en gel de unas 8 veces al día.

Consumo promedio de alcohol en gel:

Uso por día ----- $0.5 \text{ g} * 8 \text{ veces/día} = 4 \text{ g/ día de alcohol en gel.}$

Uso por persona--- $4 \text{ g} * 534687 \text{ personas} = 2138748 \text{ g} = 2138.748 \text{ Kg/ día}$

Uso por año----- $2138.748 \text{ kg/día} * 365 \text{ día/1 año} = 780643.02 \text{ kg/año}$

Demanda Potencial = 780643.02 kg/año

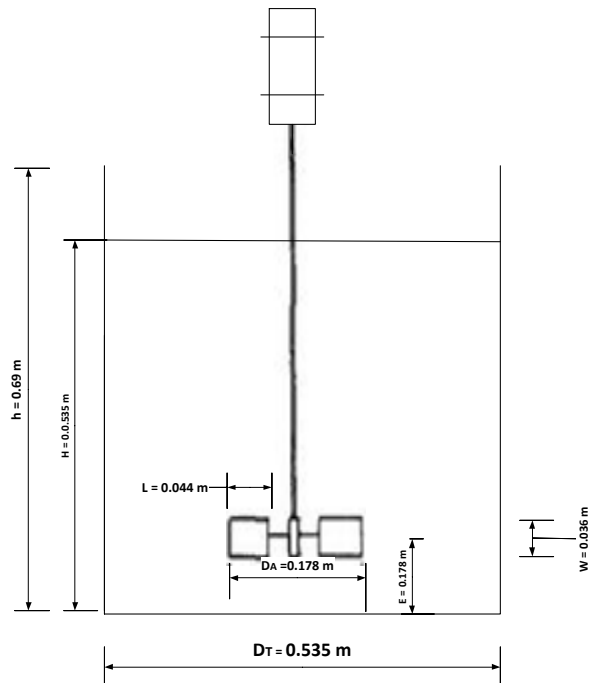
D.P.= 780,643 Ton/año

De acuerdo al cálculo realizado se determinó una demanda potencial de 780 toneladas aproximadamente de alcohol en gel por año.

El departamento de Tarija en el Ingenio Azucarero de Bermejo Moto Méndez I.A.B.S.A. se produce etanol al 96 % alrededor de 5 millones de litros por año, lo que indica que existe la suficiente materia prima para cubrir la demanda en el medio y lograr dar valor agregado a la producción del ingenio. Lo que indica que la

producción de alcohol (etanol) cubre la demanda de materia prima requerida para una producción de alcohol en gel demandado en el mercado.

Figura II – 31: **PLANO DEL TANQUE CON AGITADOR**



Fuente: Elaboración Propia.

DT = Diámetro del tanque

h = Altura del tanque

H = Altura del fluido

DA = Diámetro del agitador

E = Altura entre el fondo del tanque y el agitador

L = Ancho del agitador

W = Altura del agitador

2.7.1. Dimensionamiento del tanque

En función de los cálculos realizados se determinó una capacidad de planta estimada:

Capacidad de la planta: 312.26 ton/año

1 año = 365 días

$$\text{Cap} = 312.257/365$$

$$\text{Cap} = 0.855 \text{ ton / día} = 855.5 \text{ kg/día}$$

Tiempo de trabajo = 8 h día

$$\rho = 880 \text{ kg/m}^3$$

$$Tr_{\text{tiempo de residencia}} = 1h$$

$$C_{\text{capacidad del tanque}} = \frac{855.5 \text{ kg/día} * 1h}{8 \text{ h/día}} = 106.94 \text{ kg}$$

$$\rho = \frac{m}{V} \Rightarrow V = \frac{m}{\rho}$$

$$V = \frac{106.94 \text{ kg}}{880 \text{ kg/m}^3}$$

$$V = 0.12 * 1000 \text{ lt} = 120 \text{ lt.}$$

Asumiendo: D = H

$$V = \frac{\pi * D^2}{4} * h \Rightarrow V = \frac{\pi * D^3}{4}$$

$$D = \sqrt[3]{\frac{V * 4}{\pi}}$$

$$D = \sqrt[3]{\frac{0.12 \text{ m}^3 * 4}{\pi}}$$

$$D = 0.535 \text{ m}$$

$$D = 0.535 \text{ m}$$

$$V = 0.12 \text{ m}^3$$

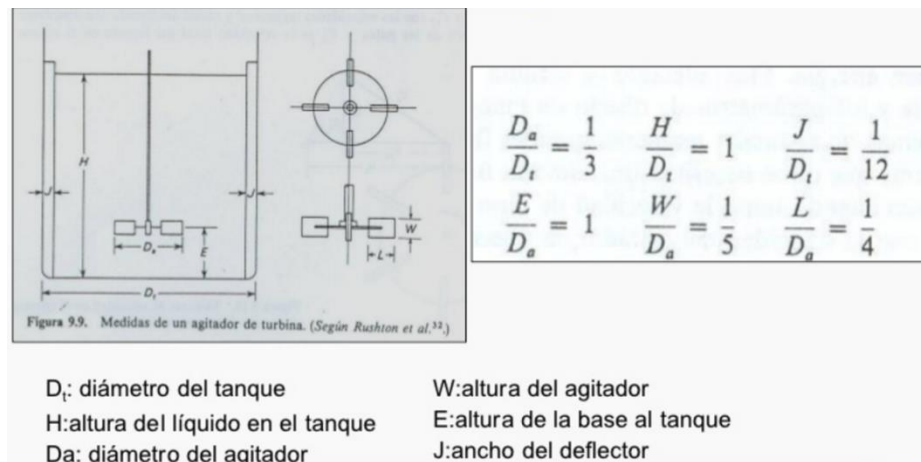
$$D = h$$

$$h = 0.535 \text{ m}$$

Donde h es la altura del líquido, para lo cual debemos dar un espacio muerto en el tanque para que este no trabaje a tope y no haya derrames y pérdidas y lo más importante, se dará un 30 % de espacio muerto por seguridad.

$$h = 0.535 \text{ m} * 1.3 = 0.69 \text{ m}$$

Figura II – 32: **DISEÑO DE AGITADOR**



2.7.2. Diseño del agitador

Diámetro del Agitador:

$$D_a = \frac{1}{3} D_T$$

$$D_a = \frac{0.535}{3} = 0.178 \text{ m}$$

Altura del Tanque:

$$h = D_a$$

$$h = 0.178 \text{ m}$$

Ancho del Agitador

$$L = \frac{D_a}{4}$$

$$L = \frac{0.178}{4} = 0,044 \text{ m}$$

Altura del Agitador

$$W = \frac{D_a}{5}$$

$$W = \frac{0.178}{5} = 0,036 \text{ m}$$

2.8. Costos de Producción - Escala Laboratorio

La determinación de los costos de producción de alcohol en gel se realiza para demostrar si el producto obtenido puede competir en el mercado con otros ofertados. En la Tabla II-25 se muestra los precios de los insumos, bote y energía eléctrica (E.E.), todo lo que se requiere para la elaboración del gel, también se especifica los precios por gramos para realizar los cálculos correspondientes.

Los insumos utilizados, no todos son sólidos, pero las dosificaciones se realizaron en peso para un fácil manejo de los mismos, los precios se llevaron por gramos aplicando la densidad para obtener resultados verídicos y no llevar a confusiones.

Tabla II – 25: COSTOS DE INSUMOS PARA LA ELABORACIÓN DE ALCOHOL EN GEL

N°	INSUMOS	CANTIDAD	COSTO Bs	COSTO POR GRAMO (Bs)
1	Carbopol	250 g	150	0.6
2	Trietanolamina	250 ml	25	0.089
3	Glicerina	500 ml	29	0.046
4	Etanol	800 ml	11	0.017
5	Agua Desionizada	1000 ml	17	0.017
6	Aceite Esencial**	10 ml	125	14.30
7	Bote	1 unidad	5	-
8	Energía Eléctrica (kWh)*	1 kWh	1.05	-

Fuente: Elaboración Propia.

*Costo de Energía Eléctrica en el Departamento de Tarija.

**Aceite Esencial de Naranja.

A continuación en la Tabla II-26 se determina el costo de los insumos en función a la formulación óptima determinada anteriormente, al tener el costo de la formulación, a esta se le debe sumar el precio de los botes, en este caso se elabora aproximadamente

437.8 g de alcohol en gel, el cual se envasa en un bote que almacena 239 g de gel (ANEXO 8).

Tabla II – 26: **COSTO DE FORMULACION ÓPTIMA PARA LA ELABORACION**

N°	REACTIVO	m (g)	Costo (Bs)
1	Carbopol	1.8	1.08
2	Trietanolamina	2.11	0.19
3	Glicerina	13.8	0.64
4	Etanol	300.16	5.10
5	Agua Desionizada	119.57	2.33
6	Aceite Esencial (Naranja)*	0.38	5.43
7	Aceite Esencial (Eucalipto)*	0.45	6.24
TOTAL		437.82	14.77**

*Valor Referencial

**Costo de gel con Aceite Esencial de Naranja.

Fuente: Elaboración Propia.

El agitador mecánico trabaja con una potencia de 105 W de energía siendo igual a 0.150 kW. En la Tabla II-27 de especifica el costo energético del agitador durante el tiempo de elaboración del gel.

Tabla II – 27: **COSTO ENERGETICO**

N°	Equipo	Cantidad	Unidad	Tiempo (h)	Energía (KWh)	Costo Unitario (Bs)	Costo Total (Bs)
1	Agitador mecánico	0.105	kW	0.167*	0.0175	1.05**	0.0184

*Tiempo de agitación 10 minutos = 0.167 horas.

**Costo de Energía Eléctrica en el Departamento de Tarija.

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla II – 28: COSTO DE GEL ENVASADO

N°	Producto	Masa de Producto (g)	Masa Envasada (g)	Costo de Gel Elaborado (Bs)	Costo por Gramo	Costo de Producto envasado (Bs)
1	Alcohol en Gel	435	239*	14.77	0.0339	8.12

*Ver (ANEXO 8)

Fuente: Elaboración Propia.

$$costo = \frac{14.77 \text{ Bs} * 239 \text{ g}}{435 \text{ g}} = 8.12 \text{ Bs}$$

Tabla II – 29: COSTO FINAL DE FABRICACIÓN

N°	Producto	Costo (Bs)
1	Alcohol en Gel	8.12

2	Bote	5
3	Energía	0.0184
Total		13.30

Fuente: Elaboración Propia.

Se determinó el costo del producto en fase final envasado obteniendo un costo de 13.30 Bs por bote de 239 g de alcohol en gel. Los costos determinados se basan netamente en la etapa de investigación de elaboración del producto.

CAPITULO III

3. ANALISIS DE RESULTADOS

3.1. Procedimientos y técnicas empleadas en obtención de resultados

Concluido el proceso de Elaboración de Alcohol en Gel, se procedió a determinar la formulación óptima, esta se determinó realizando una prueba sensorial mediante la escala hedónica, al igual para determinar la dosificación de aceite esencial.

Se analizó las condiciones de pH si este se encuentra dentro del rango aceptable, así también la consistencia en función a la viscosidad del gel, los resultados de los experimentos se muestran en la Tabla III – 1 a continuación:

Tabla III – 1: **RESULTADOS DE DISEÑO EXPERIMENTAL ETAPA DE DOSIFICACIÓN**

N°	VARIABLES		T (min)	VARIABLES RESPUESTA			
	Formulación	Velocidad (rpm)		Experimento 1		Réplica	
				X (cP)	Y	X(cP)	Y
1	F:1	207.5	10	26840	7.67	39072	7.53
2	F:1	210	10	25432	7.78	37500	7.19
3	F:1	211	10	30271	7.70	35887	7.65
4	F:2	207.5	10	64335	7.49	69555	7.50
5	F:2	210	10	64074	7.19	76713	7.27
6	F:2	211	10	48007	7.13	53421	7.22
7	F:3	207.5	10	69377	7.13	65557	7.18
8	F:3	210	10	72376	6.99	72534	7.15
9	F:3	211	10	62861	7.23	66555	7.27
10	F:4	207.5	10	22163	7.45	21431	7.33
11	F:4	210	10	23978	7.51	22231	7.48
12	F:4	211	10	24711	7.30	22578	7.35

Fuente: Elaboración Propia.

Para la obtención de los resultados y medidas se utilizaron equipos del Laboratorio de Química de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho. En la determinación de la viscosidad se utilizó un viscosímetro de mesa y para la determinar el pH un pH-metro de mesa.

En la Tabla III-1 se indica los resultados obtenidos durante la elaboración del alcohol en gel en la etapa experimental, están dados los valores de pH y viscosidad. La fila que resalta en la tabla revela los resultados óptimos de las pruebas, mostrando que las propiedades de la formulación F:2 presenta las mejores condiciones de uso según una evaluación sensorial realizada por 10 jueces.

3.1. Explicación del significado Prueba Sensorial mediante la escala hedónica

En la prueba hedónica se le pide a la población el grado de satisfacción general que le produce el producto en función a la escala que se le ha proporcionado.

Existe la escala hedónica de los 9 puntos o escala de Likert, esta consiste en una lista ordenada de posibles respuestas a distintos grados de satisfacción o aceptación equilibrada alrededor de un punto neutro, en este caso se utilizó números enteros. Las frases utilizadas deben ser graduales y muy claras, esta escala fue desarrollada por Peryam y Girardot a mediados del siglo XX. Para tratar los datos obtenidos, cada frase constituye número enteros consecutivos, lo que permite la comparación entre categorías (SGAPEIO 2014).

En este caso solo se tomó 7 puntos teniendo en cuenta el punto neutral, son 7 puntos de apreciación para que el juez pueda calificar con más facilidad, evitando tener problemas, las frases están claramente planteadas gradualmente como lo exige el método.

3.2. Selección de la formulación óptima para elaboración de alcohol en gel

De acuerdo al diseño experimental planteado se realizaron 12 muestras, en la elaboración de alcohol en gel. Para las cuales se realizó un análisis sensorial con la llamada escala hedónica, el análisis fue realizado por 10 jueces (ANEXO 9), donde

estos evaluaron textura, untuosidad, hidratación y olor de cada una de las muestras. A continuación vamos a detallar el proceso seguido.

3.2.1. Evaluación sensorial de Atributo Textura para selección de modelo de alcohol en gel

Dentro de la escala hedónica realizada al atributo **Textura**, para la selección de este carácter, en la Tabla III – 2 se denota que la muestra M6 (muestra 6) presenta el mayor grado de aceptación en función a la calificación de los jueces con un promedio de 5.9 puntos, en comparación al de menor aceptación que se refiere a la M2 (muestra 2) con un promedio de 4 puntos, siendo la calificación mínima de las 12 muestras evaluadas.

Tabla III – 2: **EVALUACIÓN SENSORIAL ATRIBUTO TEXTURA**

ATRIBUTO - TEXTURA												
EVALUADOR	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12
EVA 1	6	6	7	6	5	6	5	5	5	6	6	6
EVA 2	5	5	4	5	6	5	6	5	5	7	6	6
EVA 3	5	3	5	5	6	7	4	1	2	1	5	3
EVA 4	5	4	4	6	6	5	6	4	5	4	4	3
EVA 5	4	5	5	6	6	7	5	6	7	4	6	7
EVA 6	4	4	5	6	6	7	6	6	6	4	5	5
EVA 7	5	2	4	6	7	5	7	7	5	4	3	3
EVA 8	4	4	5	5	5	5	5	5	4	4	4	4
EVA 9	5	3	5	5	5	6	4	4	4	5	4	4
EVA 10	4	4	5	5	6	6	6	5	6	3	3	3
PROMEDIO	4,7	4	4,9	5,5	5,8	5,9	5,4	4,8	4,9	4,2	4,6	4,4

Fuente: Elaboración Propia.

En la siguiente grafica Grafico II – 1 se refleja la aceptación de la textura de acuerdo a los datos adquiridos de la tabla II – 2.

Grafico III – 1: **PROMEDIO DE ACEPTACION - TEXTURA**



Fuente: Elaboración Propia.

Analizando los resultados obtenidos por las calificaciones dadas por los jueces, se demuestra las preferencias por la muestra M6.

3.2.2. Evaluación sensorial de Atributo untuosidad para selección de modelo de alcohol en gel

Dentro de la escala hedónica realizada al atributo **Untuosidad**, para la selección de este carácter, en la Tabla III – 3 se denota que la muestra M6 (muestra 6) la muestra M7 (muestra 7) presentan el mayor grado de aceptación en función a la calificación de los jueces con un promedio de 5.6 puntos, en comparación al de menor aceptación que se refiere a la M11 (muestra11) con un promedio de 4.2 puntos, siendo la calificación mínima de las 12 muestras evaluadas.

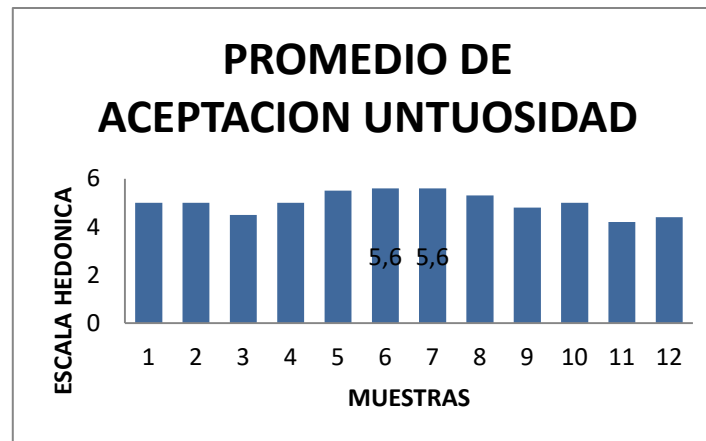
Tabla III – 3: **EVALUACION SENSORIAL ATRIBUTO UNTUOSIDAD**

ATRIBUTO – UNTUOSIDAD												
EVALUADOR	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12
EVA 1	5	6	6	5	5	6	5	5	5	6	5	5
EVA 2	4	4	5	3	5	6	7	6	5	5	5	5
EVA 3	7	6	3	6	7	7	4	3	4	5	5	4
EVA 4	5	3	4	6	6	5	6	4	5	4	3	4
EVA 5	5	5	4	5	5	5	6	6	5	6	4	5
EVA 6	5	6	5	5	4	4	4	6	5	5	5	4
EVA 7	4	4	3	5	6	5	7	7	5	3	2	4
EVA 8	6	6	6	6	6	6	6	6	5	5	5	5
EVA 9	4	5	5	5	5	6	5	5	4	6	4	4
EVA 10	5	5	4	4	6	6	6	5	5	5	4	4
PROMEDIO	5	5	4,5	5	5,5	5,6	5,6	5,3	4,8	5	4,2	4,4

Fuente: Elaboración Propia.

En el siguiente grafico III – 2, se muestra la escala de aceptación de la untuosidad de acuerdo a los datos adquiridos de la Tabla III – 3.

Grafico III – 2: **PROMEDIO DE ACEPTACION UNTUOSIDAD**



Fuente: Elaboración Propia.

El análisis realizado con los resultados obtenidos por la calificación dada por los jueces, resalta la preferencia por las muestras M6 y M7.

3.2.3. Evaluación sensorial de Atributo Hidratación para selección de modelo alcohol en gel

Dentro de la escala hedónica realizada al atributo **Hidratación**, para la selección de este carácter, en la Tabla III – 4 se denota que la muestra M6 (muestra 6) presenta el mayor grado de aceptación por la calificación dada por los jueces con un promedio de 5.6 puntos, en comparación al de menor aceptación que se refiere a la M12 (muestra 12) con un promedio de 4.1 puntos, siendo la calificación mínima de las 12 muestras evaluadas.

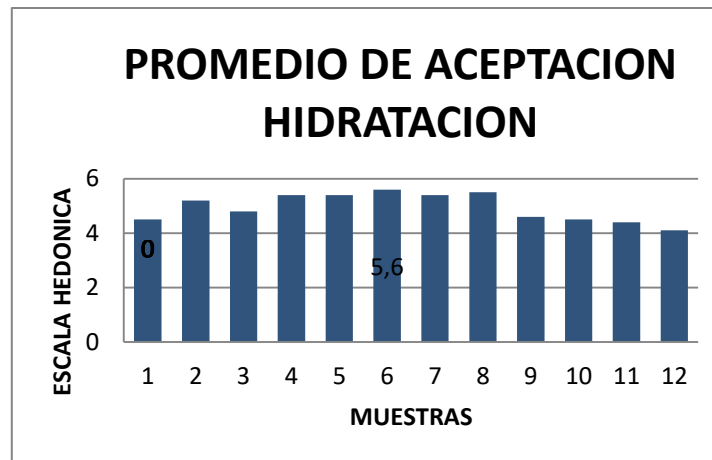
Tabla III – 4: **EVALUACION SENSORIAL ATRIBUTO HIDRATAACION**

ATRIBUTO – HIDRATAACION												
EVALUADOR	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12
EVA 1	6	6	6	5	5	6	5	5	5	6	6	5
EVA 2	4	5	4	4	6	7	6	7	5	6	6	6
EVA 3	3	4	4	7	7	7	5	3	4	3	5	5
EVA 4	3	5	5	6	5	5	6	4	5	4	4	4
EVA 5	6	6	4	6	5	5	5	6	4	5	5	4
EVA 6	6	6	7	6	6	5	5	5	6	5	5	4
EVA 7	4	5	3	3	4	4	6	7	2	2	2	1
EVA 8	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
EVA 9	4	5	4	5	5	5	5	6	5	5	2	2
EVA 10	3	4	5	6	5	6	5	6	4	3	3	4
PROMEDIO	4,5	5,2	4,8	5,4	5,4	5,6	5,4	5,5	4,6	4,5	4,4	4,1

Fuente: Elaboración Propia.

Los resultados obtenidos por el análisis realizado a las calificaciones dadas por los jueces, en el siguiente grafico III – 3, se muestra la preferencia por la muestra M6.

Grafico III – 3: **PROMEDIO DE ACEPTACION HIDRATACION**



Fuente: Elaboración Propia.

3.2.4. Evaluación sensorial Atributo olor para la selección de modelo alcohol en gel

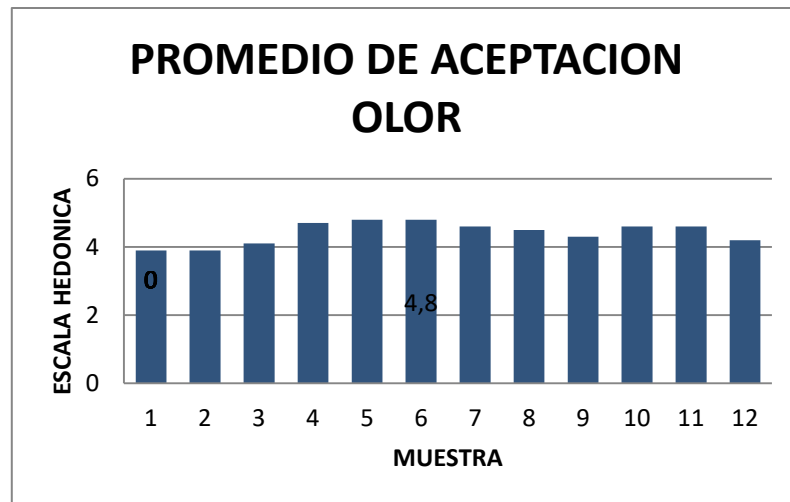
Para la selección del carácter **Olor**, la escala hedónica realizada al atributo, en la tabla III – 5 resalta que la muestra con mayor puntaje es la M6 (muestra 6), siendo la de mayor aceptación por los jueces con un promedio de 4.8, en comparación a la muestra que presenta el promedio más bajo, siendo M1 y M2 con un promedio de 3.9 de las 12 muestras evaluadas.

Tabla III – 5: **EVALUACION SENSORIAL ATRIBUTO OLOR**

ATRIBUTO – OLOR												
EVALUADOR	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	M11	M12
EVA 1	5	5	7	6	7	6	6	6	5	6	6	5
EVA 2	5	4	4	5	5	5	5	6	6	6	7	6
EVA 3	3	4	4	6	7	7	5	3	3	5	5	6
EVA 4	2	3	4	5	6	5	5	4	5	5	4	3
EVA 5	4	6	3	7	6	6	6	5	4	7	5	5
EVA 6	4	4	3	3	3	3	3	3	4	3	3	3
EVA 7	4	5	4	4	4	4	4	5	4	3	3	3
EVA 8	3	3	3	4	4	4	3	4	4	4	4	4
EVA 9	4	3	4	3	3	4	4	5	4	4	4	4
EVA 10	5	2	5	4	3	4	5	4	4	3	5	3
PROMEDIO	3,9	3,9	4,1	4,7	4,8	4,8	4,6	4,5	4,3	4,6	4,6	4,2

Fuente: Elaboración Propia.

El grafico III – 4 muestra el análisis de los promedios de las calificaciones dadas al atributo, con esto se demuestra que la muestra M6 es la más aceptada por los jueces que realizaron las pruebas a todas las muestras.

Grafico III – 4: **PROMEDIO ACEPTACION OLOR**

Fuente: Elaboración Propia.

Se llevó a cabo un análisis minucioso para determinar cuál de las formulaciones planteadas es la óptima y más aceptada para la elaboración de alcohol en gel. La selección de la muestra con las condiciones y propiedades requeridas, se realizó con un análisis de resultados en función a las calificaciones puestas por los jueces que probaron las 12 muestras elaboradas, se calificó la hidratación de la piel a usar el producto, cuan fácil es expandirlo con la prueba de la untuosidad, también se analizó cuan intenso es el olor de alcohol que presenta y la textura y consistencia que presenta el gel.

Con las tablas y gráficos de resultados ya expuestos se determinó que la muestra de mayor aceptación y con el promedio más elevado en todos los atributos es la M6, siendo la formulación que se usó para elaborar el gel con la implementación del aromatizante natural. Los aromatizantes utilizados para la elaboración del alcohol en gel con aromatizantes naturales fueron:

- Aceite esencial de **Naranja**.
- Aceite esencial de **Eucalipto**.

3.2.5. Evaluación sensorial Atributo Aroma (Naranja-Eucalipto)

La evaluación sensorial para el atributo aroma se realizó para determinar la cantidad de aceite esencial exacta para un agradable uso, donde este no sea muy intenso ni muy leve, que lo haría poco perceptible. La muestra M6 siendo la formulación 2 agitado con la velocidad 3, muestra con mayor aceptación por el público.

Para la selección del carácter **Aroma (Eucalipto)**, la escala hedónica realizada al atributo, en la tabla II – 20, se resalta que la muestra M1 (muestra 1), siendo el mayor puntaje otorgado por los jueces, demostrando la mayor aceptación con un promedio de 4,6 puntos.

Para la selección del carácter **Aroma (Naranja)**, con la escala hedónica para este atributo en la tabla II – 23, se indica que la muestra M4 (muestra 4) es la de mayor aceptación por los jueces con un promedio de calificación de 6.3 puntos.

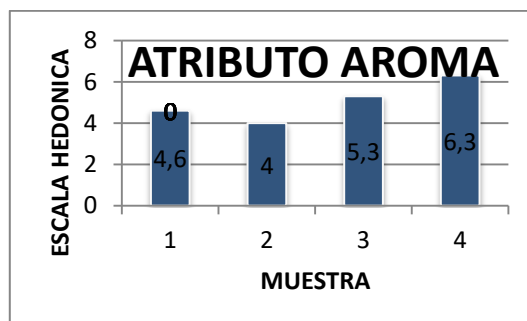
La dosificación del aroma no afectó sus características fisicoquímicas la viscosidad y el pH siendo las variables respuesta que muestran la calidad del producto, mantienen sus valores dentro del rango que se requiere.

Tabla III – 6: **EVALUACION SENSORIAL ATRIBUTO AROMA**

ATRIBUTO - AROMA				
EVALUADOR	M1	M2	M3	M4
EVA 1	6	3	5	7
EVA 2	5	4	6	5
EVA 3	2	4	6	6
EVA 4	2	2	6	6
EVA 5	5	6	4	6
EVA 6	6	4	4	6
EVA 7	5	4	6	7
EVA 8	6	5	6	6
EVA 9	6	3	5	7
EVA 10	3	5	5	7
PROMEDIO	4,6	4	5,3	6,3

Fuente: Elaboración Propia.

El grafico II – 5 muestra el análisis de los promedios de las calificaciones dadas al atributo, con esto se demuestra que la muestra M4 y M1 son las de más aceptación por los jueces que realizaron las pruebas.

Grafico III – 5: **PROMEDIO DE ACEPTACION AROMA**

Fuente: Elaboración Propia.

3.2. Características de Materia Prima

Se determinó los grados Gay Lussac del etanol, materia prima principal para la elaboración del producto. Se realizó la caracterización de las propiedades fisicoquímicas en el Laboratorio “CEANID” “Centro de Análisis, Investigación y Desarrollo”, dependiente de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho, quienes realizan ensayos de acuerdo a la normativa especificada NB 324002:04 para densidad, NB 254:78 grado alcohólico, NB 324006:04 pH para el Sector de Bebidas Alcohólicas, siendo la muestra Alcohol Potable (ANEXO 6) elaborado en Bermejo-Tarija, también al momento de realizar la parte experimental, puesto que la distribución del etanol en el mercado la realizan distintas fraccionadoras que en cierta manera existe la posibilidad de alteración de su concentración.

Tabla III – 7: **CONCENTRACION DE ETANOL**

N°	Producto	Distribuidora (marca)	Grados (GL)
1	Etanol (C ₂ H ₆ O)	Alcohol potable “TIGRE”	92

Fuente: Elaboración Propia.

3.3. Características Fisicoquímicas del Producto obtenido

La Tabla III – 8 muestra las características del alcohol en gel elaborado con la formulación óptima seleccionada, estos resultados muestran que el producto obtenido cuenta con las condiciones requeridas para el uso, que la bibliografía exige para un producto de uso tópico.

Tabla III – 8: **CARACTERISTICAS FISICOQUIMICAS DE PRODUCTO OBTENIDO**

Viscosidad	48000 – 53000 cp*
pH	7.1 – 7.2
Olor	Característico
Color	Cristalino **

Fuente: Elaboración Propia.

*ANEXO 10

**ANEXO 11

Propiedades medidas y observadas durante la etapa experimental realizada en el Laboratorio de Química de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho.

3.3.1. Composición del gel final

Se llevó a % la composición de los componentes para la elaboración del producto con la finalidad de llevar a una mayor escala y manteniendo las propiedades del producto final.

Tabla III – 9: **COMPOSICION % PESO**

N°	Componente	%
1	C ₂ H ₆ O 70%	95.8
2	Carbopol	0.4
3	Trietanolamina	0.5
4	Glicerina	3.2
5	Aroma (Naranja)	0.08
Masa total		99.99

Fuente: Elaboración Propia.

3.3.2. Resultados de Balance de Materia

Se hace referencia a las corrientes del balance con la masa en gramos que representa cada una.

Tabla III – 10: **CORRIENTES DEL BALANCE DE MATERIA.**

Corriente	Especificación	Masa (g)	Corriente	Especificación	Masa (g)
C1	Etanol	300.16	P1	Perdida etapa 1	2.5
C2	Agua desionizada	119.57	P2	Perdida etapa 2	0.15
C3	Solución 70% de etanol	417.23	P3	Perdida etapa 3	0.35
C4	Aceite esencial Naranja	0.38	P4	Perdida etapa 4	1.33
C5	Etanol 70 % + aceite esencial	417.46	P5	Perdida etapa 5	0.8
C6	Carbopol	1.8	P6	Perdida etapa 6	10.96
C7	Emulsión 1	418.91			
C8	Glicerina	13.8			
C9	Emulsión 2	431.41			
C10	Trietanolamina	2.1			
C11	Emulsión 3	432.71			
C12	Producto final	421.75			

Fuente: Elaboración Propia.

3.3.3. Análisis estadístico del diseño experimental

Para el tratamiento estadístico de los datos del diseño factorial tomados en cuenta, se utilizó el programa SPSS STATISTICS 17.0 (Statistical Package for the Social Sciences). Mediante el análisis de Varianza Univariante, se determinara la influencia de los factores tales como; la formulación y la velocidad sobre la variable respuesta Viscosidad.

En la Tabla III-10 se muestra los resultados obtenidos del proceso de elaboración a distintas velocidades, que fueron introducidos al SPSS. De acuerdo al diseño factorial elegido $4^1 \cdot 3^1$ con dos replicas.

Tabla III – 11: DATOS PARA CALCULO DE ANALISIS DE VARIANZA

N°	Formulación	Viscosidad	Variable respuesta (Viscosidad)
1	-1	-1	26840
2	0	-1	64335
3	1	-1	69377
4	2	-1	22163
5	-1	0	25432
6	0	0	64074
7	1	0	72376
8	2	0	23978
9	-1	1	30271
10	0	1	48007
11	1	1	62861
12	2	1	24711
13	-1	-1	39072
14	0	-1	69555
15	1	-1	65557
16	2	-1	21431
17	-1	0	37500
18	0	0	76713
19	1	0	72534
20	2	0	22231
21	-1	1	35887
22	0	1	53421
23	1	1	66555
24	2	1	22578

Fuente: Elaboración Propia.

En la siguiente tabla muestra factores o variables introducidas al programa para su análisis.

Tabla III – 12: **FACTORES INTER-SUJETOS**

		N
Formulación	-1	6
	0	6
	1	6
	2	6

Fuente: SPSS 17.0

En la siguiente tabla se muestra se muestra el análisis de varianza, además del el significado de las variables, tabla III-9.

Tabla III – 13: **ANALISIS DE VARIANZA**

Origen	Suma de cuadrados tipo III	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	8,932E9	3	2,977E9	74,430	,000
Intersección	5,203E10	1	5,203E10	1300,737	,000
Formulación	8,932E9	3	2,977E9	74,430	,000
Error	8,000E8	20	40000226,175		
Total	6,176E10	24			
Total corregida	9,732E9	23			
a. R cuadrado = ,918 (R cuadrado corregida = ,905)					

Fuente: SPSS 17.0

Tabla III – 14: **VARIABLES INTRODUCIDAS/ELIMINADAS**

Modelo	Variables introducidas	Variables eliminadas	Método
1	Formulación	.	Introducir

a. Todas las variables solicitadas introducidas.

b. Variable dependiente: Viscosidad

Fuente: SPSS 17.0

Tablas III – 15: **RESUMEN MODELO**

Resumen del modelo

Modelo	R	R cuadrado	R cuadrado corregida	Error típ. de la estimación
1	,130 ^a	,017	-,028	20853,388

a. Variables predictoras: (Constante), Formulación

b. Variable dependiente: Viscosidad

Fuente: SPSS 17.0

La siguiente tabla muestra la variabilidad de los datos respecto al modelo empleado.

Tabla III – 16: **ANOVA**

Modelo		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
1	Regresión	1,647E8	1	1,647E8	,379	,545 ^a
	Residual	9,567E9	22	4,349E8		
	Total	9,732E9	23			

a. Variables predictoras: (Constante), Formulación

b. Variable dependiente: Viscosidad

Fuente: SPSS 17.0.

Tabla III – 17: **COEFICIENTES**

Modelo	Coeficientes no estandarizados		Coeficientes tipificados	t	Sig.	Intervalo de confianza de 95,0% para B	
	B	Error típ.	Beta			Límite inferior	Límite superior
1 (Constante)	47732,250	4662,959		10,236	,000	38061,864	57402,636
Formulación	-2342,917	3807,290	-,130	-,615	,545	-10238,754	5552,920

a. Variable dependiente: Viscosidad

Fuente: SPSS 17.0

3.3.4. Análisis comparativo del Producto Elaborado con un Producto puesto en Mercado

Se realizó un análisis comparativo de las propiedades de un alcohol en gel puesto en el mercado, uno de los más adquiridos por la población. Se tomó en análisis el “Alcohol en Gel Liz” neutro, esto para la observación del color y verificar la consistencia del olor a alcohol que presenta.

En la Figura III-1 se muestra la apariencia del gel y la presencia de burbuja en el mismo.

Figura III – 1: **ALCOHOL EN GAL “LIZ”**



Fuente: Elaboración Propia.

3.3.1.1. Propiedades fisicoquímicas de Alcohol en Gel “Liz”

En el laboratorio se determinó la viscosidad que presenta el gel para realizar la comparación con el gel elaborado. También se midió el pH de gel, se observó la presencia de burbujas un color cristalino (ANEXO 12) y un olor característico con una intensidad regular.

Tabla III – 18: **PROPIEDADES FISICOQUIMICAS DE ALCOHOL EN GEL “LIZ”**

Viscosidad	50790 cP*
pH	6.34**
Olor	Característico
Color	Cristalino ***

Fuente: Elaboración Propia

*Ver Anexo 13

**Ver Anexo 14

***Ver Anexo 12

Tabla III – 19: **COMPARACION DE PROPIEDADES**

N°	Propiedades	Gel Liz	Gel Elaborado
1	Viscosidad	50790 cP	48000 – 53000 cP
2	pH	6.34	7.1 – 7.2
3	Olor	Característico	Característico
4	Color	Cristalino	Cristalino

Fuente: Elaboración Propia.

Según la Tabla III-6 se puede evidenciar que el producto elaborado presenta un nivel de competencia apto para competir con productos del mercado local, en función a la viscosidad se encuentra en el mismo rango de consistencia, inclusive llegando a una mayor viscosidad, pero esto pudiendo variar en función a la temperatura ambiente, sabiendo que la viscosidad depende directamente de la temperatura, pero en este caso no siendo de gran significancia.

Haciendo un análisis de los pH comparados el Gel “Liz” presenta un pH con tendencia ácida, siendo un valor que se encuentra fuera del rango del pH aceptable, sabiendo que el rango tolerable es 7.5 ± 0.5 según bibliografía. El pH que presenta el alcohol en gel elaborado se encuentra dentro del rango teniendo un valor más próximo a neutro, lo que indica que este no provocara daño alguno a la piel del quien lo use.




Ambos geles presentan un aroma característico lo que quiere decir que tienen un aroma regular a alcohol y color cristalino con presencia de algunas burbujas de aire.

3.4. Análisis Comparativo de Costos de Producción del Producto Elaborado con un Producto puesto en Mercado.

Se realizó una comparación de costos del alcohol en gel elaborado con geles de dos marcas más comercializadas en el mercado estas son; Higeen y Liz.

La comparación se realiza en costo por gramo ya que los geles llegan en distintas presentación de volumen y peso, por lo cual se realizó de esta manera y tener resultados más precisos y verídicos. En la Tabla III-7 se muestra los valores comparados.

Tabla III – 20: COMPARACION DE COSTOS CON PRODUCTOS DEL MERCADO

N°	Marca	Foto Referencial	Masa (g)	Costo (Bs)	Costo por gramo (Bs)
1	Higeen		500	35	0.07
2	Liz		360	20	0.055
3	Alcohol en Gel*		239	13.304	0.055

Fuente: Elaboración Propia.

Los datos mostrados en la tabla anterior son datos obtenidos por la adquisición de los productos en farmacias de la ciudad, lugares concurridos, donde mayormente se adquieren este producto. Haciendo un análisis superficial se puede evidenciar que el gel elaborado posee un precio muy competitivo frente a las otras marcas puestas en mercado.

Resaltar que el valor del gel es un costo de elaboración durante una etapa de investigación. Todos entendemos que los costos durante una investigación siempre son muy elevados, puesto que la adquisición de insumos se realiza al por menor y en estas condiciones los precios son altos, pero si la producción es llevada a una mayor escala el costo disminuirá notoriamente, ya que adquiriendo los insumos en mayor cantidad su precio disminuye bajando el costo de producción del alcohol en gel.

CAPITULO IV

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

Conclusiones de acuerdo a los objetivos planteados en un principio del proyecto, por lo tanto, se tienen los siguientes aspectos:

- Las características del alcohol Bermejo empleado, fue adquirido de la fraccionadora “El Tigre”, fueron determinadas en laboratorio CEANID siguiendo las Normas Bolivianas establecidas para la determinación de cada uno de los parámetros, proporcionando como resultados los siguientes: Densidad relativa 0.8283, Grado alcohólico °GL 92 % y un pH 6.5 (ANEXO 6), los valores se especifica en la ficha técnica (ANEXO 1), se realizo las determinaciones puesto que el alcohol Bermejo es distribuido por fraccionadoras donde las propiedades pueden variar por esta razón se determinó sus carateristicas para ver los valores reales con los cuales se trabajó.
- De acuerdo a la revisión y sistematización de la información existente sobre la producción de alcohol en gel y una vez definido el proceso a seguir, se seleccionaron los insumos que se emplearon y son: Carbopol polímero gelificante, Trietanolamina liquido viscoso regulador de pH, Glicerina insumo hidratante para evitar la resequedad de la piel al momento de usar el producto y agua desionizada para la solución alcohólica al 70 %. Estos insumos se seleccionaron en función a la facilidad para adquirirlos precios y porque estos no son agresivos para la salud.

Las fichas técnicas de cada uno de ellos se muestran en los anexos 1, 2, 4 y 5

- De acuerdo a la revisión y sistematización de la información existente sobre la producción de alcohol en gel, a las experiencias realizadas en centros de

investigación que trabajaron con procesos que no incorporan reactivos que dañen la salud de la población, se seleccionó el proceso 2, el cual se asemeja más a los insumos y materia prima que se seleccionó para la elaboración del producto, se acondiciono la metodología en el agregado de insumos para obtener una mejor consistencia.

- Los ensayos experimentales seguidos dentro del proceso 2 para obtención de alcohol en gel, nos sirvieron para determinar cuáles son las variables significativas en el proceso de producción, donde estas variables son la formulación y velocidad de agitación, se aplica cuatro formulaciones para la elaboración a tres velocidades con las que cuenta el agitador mecánico que se tiene en el Laboratorio de Operaciones Unitarias de la U.A.J.M.S. siendo estos parámetros para la elaboración y tomar en cuenta los parámetros de respuesta como resultados la viscosidad y el pH.
- Se plantearon cuatro formulaciones en distintas dosificaciones para elaborar el gel a tres diferentes velocidades, las cuales fueron determinadas en el Laboratorio de Física de la U.A.J.M.S. obteniendo como resultado $V_1=207.5$ rpm, $V_2= 210$ rpm, $V_3= 211$ rpm. Se realizó la experimentación acompañada de evaluaciones sensoriales, se evaluaron 12 muestras, mediante las cuales se determinó que el producto elaborado perteneciente a la muestra M6, fue la más aceptada por los jueces.
- Las características del alcohol en gel obtenido fueron realizadas en laboratorio siguiendo las normas establecidas para la determinación de cada uno de los parámetros, la muestra M6 muestra una dosificación para el proceso de: etanol 300.16 gramos agente bactericida (desinfectante), agua desionizada 119.87 g, carbopol 1.8 gramos polímero gelificante, trietanolamina 2.11 g que regula el pH, glicerina 13.8 g hidrante, obteniendo como resultados los siguientes parámetros: una viscosidad de 48000 – 53000 cP, un pH de 7.1 – 7.2, olor característico más la dosificación de aceite esencial y un color cristalino con una presencia mínima de burbujas.

- Una vez obtenido el producto final de acuerdo al proceso de producción seleccionado, se realizó un análisis comparativo con otros productos similares existentes en el mercado local, este análisis no dio la siguiente tabla comparativa:

N°	Propiedades	Gel Liz	Gel Elaborado
1	Viscosidad	50790 cP	48000 – 53000 cP
2	pH	6.34	7.1 – 7.2
3	Olor	Característico	Característico
4	Color	Cristalino	Cristalino

Esta tabla nos muestra que el producto elaborado cuenta con las condiciones necesarias para competir con otros en el mercado, la comparación se realizó con el gel desinfectante más usado por la población Gel “Liz”.

- Se realizó la estimación del costo de producción, tomando en cuenta los datos experimentales y se llegó a determinar que el costo de producción será:

N°	Producto	Costo (Bs)
1	Alcohol en Gel	8.12
2	Bote	5
3	Energía	0.0184
Total		13.30

El costo del gel está basado en una presentación de un bote de 239 g de gel, el cual no incluye los costos de horas hombre, puesto que son costos basados en elaboración en etapa de investigación.

El proceso de elaboración de Alcohol en Gel con aromatizantes naturales con etanol producido en Bermejo – Departamento de Tarija, fue adaptado a las posibilidades de ejecución del proyecto, el cual fue realizado en el Laboratorio de Operaciones Unitarias (LOU), perteneciente a la “Universidad Autónoma Juan Misael Saracho”, además de proponer un diseño empírico de un tanque con agitación equipo necesario para la elaboración a nivel industrial en este caso Alcohol en Gel con la finalidad de dar un aporte tecnológico al proyecto.

4.2. RECOMENDACIONES

- De acuerdo a un análisis realizado en el mercado, se determinó la existencia de alcohol en gel con algunos productos que son añadidos al mismo para mejorar y darle propiedades emolientes, suavizantes y también vitaminas incluidas por lo cual se recomienda valorar la posibilidad para futuro estudios una dosificación optima de aditivos para enriquecer el gel y entregar un producto final con propiedades favorables, siendo el factor principal por el cual se realizó el trabajo, otorgar a la población consumidora un producto garantizado y favorable para la prevención de enfermedades y asegurar la salud de las personas.
- Para una mejor apreciación de los aromas naturales se recomienda incursionar a estudios posteriores de un proceso de des odorización del alcohol para la elaboración de gel, esto con un proceso previo a la elaboración se puede lograr.
- El proceso secuencial planteado esta dado para obtener un alcohol en gel en las condiciones mostradas, se recomienda aplicar esta secuencia, puesto que si se la cambia no se lograra elaborar un gel con las viscosidades obtenidas, al igual que la agregación de los aromatizantes son como se insinúan, ya que si los agregamos después nuestro gel cambiara su consistencia. Se recomienda seguir el orden para un lograr un producto con las propiedades requeridas.
- Con el presente trabajo realizado, se obtuvo resultados que demuestran que el producto obtenido cuenta con condiciones similares a los productos existentes en el mercado, demostrando que es competitivo en propiedades y costos, por lo cual se exhorta con el objeto de diversificar la producción en el departamento la implementación de un proyecto a escala piloto o semi industrial para la

producción del mismo para esto también se ha propuesto un diagrama de flujo en base a una demanda potencial.