

## 1.1 ANTECEDENTES

Desde la antigüedad aparecen noticias de la miel en muchas civilizaciones que han existido a través de los tiempos. Egipto, Israel, Grecia, Roma y el lejano Oriente, etc.

Con el descubrimiento del Nuevo Mundo, también las abejas se asentaron en las nuevas colonias y ahora se encuentran en toda América. Así pues, se ve que en todos los lugares y en todas las épocas la miel ha sido objeto de consumo por parte de la humanidad, en la actualidad la transformación que viene protagonizando la actividad apícola, con un crecimiento muy significativo en los últimos años, habla de un cambio notable en la dinámica del sector y en la conducta de sus componentes.

Es que la abeja viene siendo un valioso aliado del hombre a lo largo de la prehistoria y la historia, las pinturas rupestres son testimonios de esta antigüedad, abejas fósiles que datan desde hace 250 mil millones de años fueron descubiertas en el este de la ahora República China. Un fresco antiguo de un templo egipcio representa la extracción de la miel de una colmena en arcilla.

La colmena brinda miel y otros derivados apícolas (polen, jalea real, propóleos, cera, veneno) los cuales tienen propiedades desde nutritivas hasta medicinales. La abeja poliniza un 80% de las más de 1000 especies de plantas comestibles, es de ahí su importancia en la conservación, evolución, diversificación de especies silvestres de plantas, en el equilibrio ecológico y el incremento de la producción agrícola; sin la abeja y los otros insectos polinizadores perderíamos la naturaleza.

En países como Estados Unidos, y otros de la Unión Europea, se obtuvieron resultados positivos con un aumento de la producción agrícola. La República China, obtuvo incrementos en varios productos: más del 34% en girasol, 36 – 38% en algodón, 36% en cítricos, 10 – 20% en el peral, 27 – 39% en pepinos de invernadero, 20% en legumbres crucíferas, (1)

## 1.2 Producción Mundial de miel

Según la FAO, la producción de miel en el mundo creció 15% en el período 2000-2006, al final del cual alcanzó a 1.446.000 toneladas. En el 2007, último año en que hay estimaciones, se habría reducido en un 3%, a 1,4 millones de toneladas.

El principal país productor fue China, que con algo más de 303.000 toneladas fue responsable de casi 22% de la producción mundial. Argentina se ubicó en segundo lugar, con una producción de 81.000 toneladas. Se cree, sin embargo, que esta producción habría bajado considerablemente en 2008. Con una producción algo menor la siguieron Turquía y Ucrania (alrededor de 80.000 toneladas cada uno) y Estados Unidos (70.000 toneladas). Tras ellos estuvieron México y Rusia, con 56.000 toneladas. La producción de Chile se estimó en 9.100 toneladas, 0,6% de la producción mundial.

**Tabla 1.1**  
**Principales países exportadores de miel**



Fuente: ODEPA- CHILE

El principal exportador de miel en el mundo es la China con un 24% de las exportaciones a nivel mundial, seguido por Argentina con un 17%.

Uruguay tiene un 4% de participación en las exportaciones de miel, mientras que Brasil, tiene un 6% de participación en las exportaciones de miel del mundo.

Como se puede observar en la tabla 1.1, la Argentina tiene una alta participación de mercado al igual que China, Argentina es el principal productor y por lo tanto exportador de miel de Latinoamérica seguido por Brasil y Uruguay, (2).

**Tabla 1.2**  
**Principales países productores de miel a nivel mundial**

Puesto <sup>(1)</sup>	PAIS	1994	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	Part.(%) <sup>(2)</sup>
	<b>MUNDO</b>	<b>1.118.707</b>	<b>1.264.604</b>	<b>1.283.709</b>	<b>1.334.128</b>	<b>1.369.636</b>	<b>1.413.075</b>	<b>1.446.043</b>	<b>1.400.491</b>	<b>461,87%</b>
1	China	181.172	254.359	267.830	294.721	297.987	299.327	304.978	303.220	100,00%
2	Argentina	64.000	80.000	83.000	75.000	80.000	110.000	80.000	81.000	26,71%
3	Turquía	54.908	60.190	74.555	69.540	73.929	82.336	83.842	73.935	24,38%
4	Ucrania	62.050	60.043	51.144	53.550	57.878	71.462	75.600	67.700	22,33%
5	Estad Unidos	98.500	84.335	77.890	82.431	83.272	72.927	70.238	67.286	22,19%
6	México	56.432	59.069	58.890	57.045	56.917	50.631	55.970	55.459	18,29%
7	Fed Rusia	43.900	52.659	49.400	48.048	52.666	52.123	55.316	55.173	18,20%
8	India	51.000	52.000	52.000	52.000	52.000	52.000	52.000	52.000	17,15%
9	Etiopía	25000	29000	39600	37800	40900	36000	44000	44000	14,51%
10	Irán	20.000	26.600	28.045	28.000	28.000	28.000	36.000	36.000	11,87%
11	Brasil	17.514	22.220	23.995	30.022	32.290	33.750	36.194	34.747	11,46%
12	Canadá	34.245	35.388	37.072	34.602	34.241	36.109	48.353	31.489	10,38%
13	España	22.036	31.617	35.722	35.279	36.695	27.230	30.661	31.250	10,31%
14	Tanzania	24000	26500	26500	27000	27000	27000	27000	27000	8,90%
15	Keya	23.500	24.940	22.000	22.000	21.500	22.000	25.000	25.000	8,24%
16	Angola	21.000	24.000	24.000	23.000	23.000	24.000	23.000	23.000	7,59%
17	Corea, Rep	9.000	22.040	20.000	18.000	15.651	23.820	23.000	22.000	7,26%
18	Australia	25.990	19.000	18.000	16.000	16.000	16.000	17.500	18.000	5,94%
19	Grecia	13.807	17.632	15.700	15.700	15.911	16.267	16.218	17.690	5,83%
20	Rumania	9.820	12.598	13.434	17.409	19.150	19.200	18.195	16.767	5,53%
80	Azerbaián	600	555	560	550	560	590	1.052	1.150	0,38%
81	Líbano	2.130	832	732	935	1.070	1.095	1.100	1.100	0,36%
82	Jamaica	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	0,33%
83	Chad	960	960	960	960	960	960	970	975	0,32%
84	Yemen	740	683	679	751	759	807	860	910	0,30%
85	Ecuador	750	790	800	850	870	900	900	900	0,30%
86	Letonia	1420	575	760	552	746	916	1383	900	0,30%
87	Bolivia	740	730	740	750	784	829	857	858	0,28%

Fuente: Datos de wikipeddia.com

En la tabla se puede observar que el principal productor de miel con un 100% de producción mundial es China, dado que este es un mercado grande y muy importante en el mundo.

Argentina es el segundo país productor de miel a nivel mundial con un 26.71% de la producción mundial, siendo este el principal productor de miel a nivel Latinoamérica. Bolivia se encuentra en el puesto 87 con un 0.28% de la participación a nivel mundial, una participación muy baja, la más baja a nivel latinoamericano.

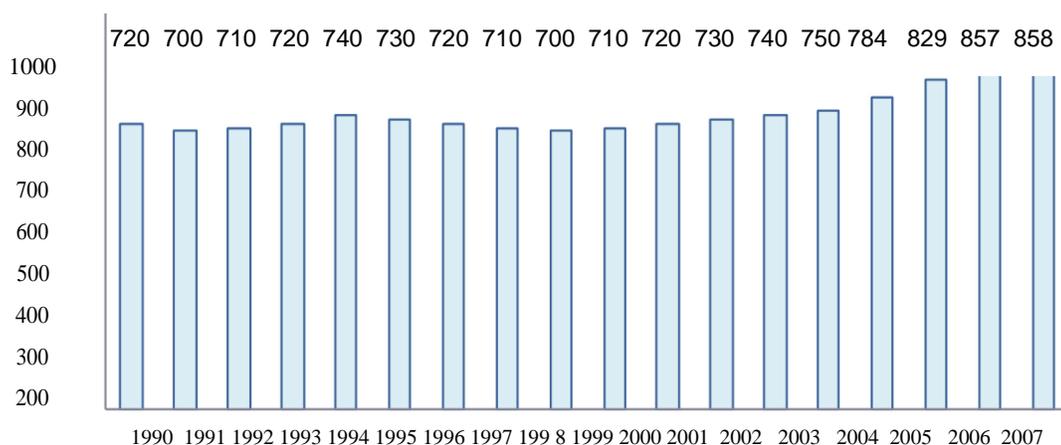
En Bolivia la producción nacional de miel de abejas y sub productos de miel fue de 858000 kg a un precio internacional de 1.64 equivale a 1.407.120 Dólares Americanos para 2007, presentando un crecimiento durante 1990-2007 del 16%, tendencia que se ha mantenido durante los últimos años, permitiendo mejoras.

La producción de miel en el departamento de Santa Cruz es de 300937 kg/año de los cuales aproximadamente 3438 kg/año son destinados directamente a subsidios del gobierno lo que ha contribuido al incremento de los precios de la miel en los últimos años.

Los precios internacionales (1.64 \$us/Kg) está muy por debajo del precio interno (3 a 4 \$us/Kg. al por mayor), por lo que el mercado de preferencia para la miel nacional es el mercado interno, que además por el momento puede permitir buenos márgenes a los productores apícolas, sin embargo esta situación aparentemente no será permanente dado que existe grandes incentivos por la diferencias de precios a la importación de miel.

Los datos oficiales hasta 2006 indican que Bolivia exportó la Miel natural a países como: Estados unidos, Italia, Chile y Alemania desde Santa Cruz, Cochabamba, La Paz y Chuquisaca

**Tabla: 1.3**  
**Bolivia: Evolución de la producción de miel TM**



Fuente: datos de la FAO

Los registros estadísticos muestran también que el departamento que importa más miel Argentina es Tarija, que el año 2006 importaba el 93% de la miel consumida por la población.

**Tabla 1.4**  
**Evolución de las Importaciones según departamento en Kg**

<b>Año</b>	<b>La paz</b>	<b>Cochabamba</b>	<b>Oruro</b>	<b>Potosí</b>	<b>Tarija</b>	<b>Santa cruz</b>
<b>1999</b>	20	2466	1632		7530	1013
<b>2000</b>	883				51137	8157
<b>2001</b>	967	570		170.66	58921	483
<b>2002</b>	588	378			44423	750
<b>2003</b>	959	8			29202	1077
<b>2004</b>	4159	110	130		14452	617
<b>2005</b>	798	2240			45410	688
<b>2006</b>	481	684	11		51882	2520
<b>%</b>	0.75%	2.97%	0.02%		93.20%	3.06%

Fuente: CEPAC

Bolivia posee una geografía diversificada: partiendo de la Cordillera de los Andes, siguiendo la Amazonía del Oriente hasta llegar al Chaco Boliviano – Argentino – Paraguayo (Ecoregión Chaco Americano). Por tanto representa una diversidad ecológica muy importante para la apicultura por el ecosistema que presenta.

La Ecoregión del Chaco Boliviano es parte de la Ecoregión Chaco Americano, que también abarca parte de los países de Argentina y Paraguay, teniendo una extensión territorial aproximada de 1.090.000 Km<sup>2</sup>.

En Bolivia en el departamento Santa Cruz de la Sierra, por la década de 1950, existía una apicultura pequeña pero organizada, antes de la llegada de las abejas africanas se explotaba alrededor de 5.000 colmenas de raza Italiana, y una media de producción de 200.000 Kg. por año; cinco años después del ingreso de la abeja africana (1965)

solo se explotaba una quinta parte del número de colmenas y su rendimiento de producción disminuyó en un 40 % (4).

En cuanto a las asociaciones de apicultores en la Ecoregión Chaco Boliviano, existen varias ya organizadas y otras en formación, entre ellas se cita las siguientes:

**Tabla: 1.5**

**Listado de algunas Asociaciones de Apicultores en los departamentos de Santa cruz y Tarija.**

<b>N°</b>	<b>Asociación.</b>	<b>Sección.</b>
<b>1</b>	Asociación de Apicultores del Chaco (ADACHACO).	Villa Montes.
<b>2</b>	Asociación de Apicultores “PARABANÓ”.	Cabezas.
<b>3</b>	Asociación de Apicultores “El Algarrobo” (ASOPIAL).	Macharetí.
<b>4</b>	Asociación de Fruticultores y Apicultores de Monteagudo (ASOFRAM).	Monteagudo.
<b>Otras Asociaciones aledañas a la Ecoregión Chaco Boliviano.</b>		
<b>1</b>	Asociación de Apicultores de Santa Cruz (ADAPICRUZ).	Santa Cruz.
<b>2</b>	Asociación de Apicultores de la Reserva de Tariquia (AART).	Dpto. Tarija.

**Fuente:** Dr. Saldías Urzagaste Guido Ernesto 2005

### 1.3 JUSTIFICACIÓN

Las abejas brindan una serie de productos que se aprovechan como: miel, polen, propóleos, jalea real, veneno y subproductos que se pueden fabricar a partir de la miel. Actualmente la mayoría los apicultores tarijeños solo aprovechan la miel como único producto comercializable.

Los apicultores deben aprovechar de mejor manera este recurso, trasformando la miel en productos interesantes y atractivos. Una interesante alternativa es la elaboración de hidromiel que es un vino derivado de la miel.

Como la miel de abeja es un alimento de alto valor nutritivo, dada la diversidad de sus componentes, posee además diversas propiedades terapéuticas y es un alimento excelente para curar varias enfermedades. Una de las razones del trabajo de investigación es la de aprovechar estas propiedades y poder obtener un producto fermentado de calidad.

Otra de las razones del trabajo es poder dar una alternativa viable que permita mejorar el valor agregado de la miel a los apicultores tarijeños con la elaboración de vino de miel (hidromiel) y de fomentar el desarrollo industrial, con la implementación y/o adopción de teorías y tecnologías alimentarias dando un realce al valor nutritivo de la miel, como beneficios económicos a los apicultores de la zona.

## **1.4 OBJETIVOS**

### **1.4.1 OBJETIVO GENERAL**

Elaborar hidromiel natural a partir de la miel de abeja mediante el proceso de fermentación aerobia y anaerobia con la finalidad de obtener un producto fermentado de alta calidad organoléptica.

### **1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Determinar las características fisicoquímicas de la miel de abeja con la finalidad de establecer su composición.
2. Determinar la calidad del agua utilizada en el proceso de elaboración de la hidromiel.
3. Determinar el tiempo óptimo de clarificación
4. Determinar la temperatura y el tiempo de fermentación óptimos con la finalidad de garantizar la fermentación del mosto.
5. Determinar el grado de acidez de la hidromiel con la finalidad de garantizar un producto de calidad.
6. Realizar el balance de materia y energía en el proceso de elaboración.

## **1.5 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA CIENTÍFICO**

### **1.5.1 PROBLEMA GENERAL**

¿Cuál será el proceso metodológico de fermentación a ser utilizado para elaborar hidromiel y obtener un producto fermentado de alta calidad organoléptica?

### **1.5.2 PROBLEMAS ESPECÍFICOS**

1. ¿Cómo se determinará las características fisicoquímicas de la miel de abeja para poder establecer su composición?
2. ¿De qué manera se determinará la calidad del agua que se utilizará para la elaboración de la hidromiel?
3. ¿Cómo establecer el tipo de envase apropiado a ser utilizado?
4. ¿Cómo se determinará la temperatura y el tiempo de fermentación para así garantizar la fermentación del mosto?
5. ¿Cómo se determinará el grado de acidez del vino de miel con la finalidad de garantizar un vino de alta calidad?
6. ¿Cómo se realizará el balance de materia en todo el proceso de elaboración?

## **1.6 HIPÓTESIS**

### **1.6.1 HIPÓTESIS GENERAL**

Mediante el proceso de elaboración de hidromiel natural por el método de la fermentación de la miel de abeja diluida en agua se obtendrá un producto fermentado de alta calidad organoléptica.

### **1.6.2 HIPOTESIS ESPECIFÍCA**

Se conocerá los tiempos y temperaturas a la que estará sometido el mosto de miel para obtener un hidromiel de calidad

Se podrá determinar el grado de acidez y el tiempo de clarificación del hidromiel para que resulte un vino de calidad en aroma y sabor.

Se podrá determinar el pH apropiado del mosto para que se realice la fermentación.

## **2.1 LA MIEL DE ABEJA**

“La miel es la sustancia natural dulce, producida por la abeja *Apis mellifera* a partir del néctar de las plantas o de secreciones de partes vivas de plantas o de excreciones de insectos chupadores presentes en las partes vivas de las plantas, que las abejas recolectan, transforman combinándolas con sustancias específicas propias, depositan, deshidratan, almacenan y dejan en la colmena para que madure”

Esta descripción es válida, pero la miel es algo más que una simple definición. La miel es un alimento que los seres humanos conocen y consumen, según los investigadores, desde hace unos 200.000 años, lo que ha hecho del mismo un alimento mítico, rodeado de leyendas que le atribuyen toda clase de virtudes curativas y nutritivas.

El color de la miel puede tener desde un tono casi incoloro a un tono pardo oscuro. Puede tener una consistencia fluida, espesa o cristalizada en parte o en su totalidad. El sabor y el aroma pueden variar, pero se derivan de origen vegetal.

## **2.2 LA MIEL A TRAVÉS DE LOS TIEMPOS**

En las cuevas paleolíticas de La Araña, Bicorp en España, pueden verse las pinturas rupestres más antiguas del mundo que representan a hombres recolectando miel.

En el Lejano Oriente, el dios Visnú es representado como una abeja sobre una flor de loto. Las abejas fueron objeto de admiración religiosa, siendo ofrecida la miel como presente a los dioses en muchos países.

La primera cerveza de la que se tiene noticia se elaboró mezclando miel y agua y dejándola fermentar. Esta bebida alcohólica procuraba a sus consumidores una especie de éxtasis, por lo que era considerada como un néctar divino. Los vocablos bier (alemán), beer (inglés), bier (francés) y birra

(italiano), que significan cerveza, derivan de aquella primera bebida fermentada, obtenida del producto de las abejas, a las que los celtas denominaban «biura».

En 1872, el explorador alemán J. Ebers encontró en Egipto un rollo de papiro escrito mil quinientos cincuenta años antes de Cristo que contiene una serie de recetas contra diferentes enfermedades, en las que figura la miel como elemento principal entre los medicamentos prescritos.

En la Grecia antigua, donde era tradición que el dios Zeus, padre de todos los dioses, había sido alimentado con miel durante su infancia, la miel se consumía en abundancia, Pitágoras, Hipócrates y otros grandes sabios de Grecia eran grandes consumidores de miel, a la que atribuían su longevidad y salud.

En la civilización romana el consumo llegó a ser extraordinario, además de consumirla directamente, la utilizaban para la conservación de fruta y pescados, que guardaban en ánforas y cubrían con la miel; Nerón llegó a gastar en miel en uno de sus convites 400.000 sextercios (casi seis mil euros). Pero no sólo comían miel los patricios y senadores, todo el pueblo hacía uso de ella y uno de sus principales abastecedores era la entonces provincia hispana.

La frase «luna de miel» tiene su origen en la costumbre romana de que la madre de la novia dejaba cada noche en la alcoba nupcial, a disposición de los recién casados, una vasija conteniendo miel. Esta práctica duraba toda la luna.

La afición de los romanos por la miel fue adoptada con gran facilidad por los celtas, galos, francos y hunos. Los árabes también conocían las virtudes de este maravilloso producto y lo consumían para conservar su salud y belleza.

También los chinos utilizaban la miel y sigue siendo un elemento importante en la exquisita cocina china.

En la época feudal, los señores seguían percibiendo vasallaje pagado con miel y cera, mientras que el azúcar era solamente sustancia exótica procedente de Arabia

### **2.3 FORMACIÓN DE LA MIEL**

Como dice su definición, la miel procede del néctar de las flores, pero también de la melada, secreciones azucaradas depositadas en las plantas por ciertos insectos y de los exudados dulces de ciertas partes vivas de los vegetales.

Las abejas liban estos productos que pasan al llamado buche melario, pequeña bolsa elástica que poseen en el aparato digestivo, donde se mezclan con enzimas (Invertasa, Diastasa, Glucosidasa) que inician el proceso de transformación de las sustancias, entre ellas la de desdoblar la sacarosa, principal componente, en glucosa y fructosa.

La abeja recolectora regurgita el contenido de su buche y son otras abejas las que finalizan el proceso pasando el néctar de una a otra, enriqueciéndola con más enzimas, hasta depositarla en celdillas.

La transformación bioquímica que lleva a la formación de la miel se acompaña de una deshidratación progresiva. El contenido en materia seca pasa de un 30-40 % a un 82-84 % por evaporación del agua, lo cual consiguen las abejas gracias a una enérgica ventilación producida con sus alas.

Ambos procesos finalizan cuando la materia prima original, se transforma en miel y las abejas proceden al sellado de las celdillas con el fin de evitar que el producto final se rehidrate. (7)

## **2.4 COMPOSICIÓN DE LA MIEL**

Aunque en su contenido la miel varía según las flores de las que procede, la composición, muy esquematizada, está compuesta por tres valores esenciales: hidratos de carbono, agua y cenizas. Bajo esta aparente simplicidad se esconde la complejidad de un producto biológico del que, sin duda, estamos lejos de conocer todos sus componentes.

Las abejas no operculan (cierre de celdillas) la miel hasta que ésta no alcanza por lo menos un 82 % de materia seca. Se considera como media un 18,6 % de contenido de agua.

### **2.4.1 Hidratos de carbonó**

Se trata de la parte más importante de la miel, también la más difícil de analizar de manera exacta. Gracias a los avances de la cromatografía se ha podido obtener la identificación de los diferentes azúcares. Glucosa y fructosa son los monosacáridos más abundantes (de un 85 a 95 % ); en menos proporción se encuentran disacáridos, especialmente sacarosa (1,7 %) y otros muchos azúcares superiores.

Con el envejecimiento, la miel se enriquece en oligosacáridos, mientras baja el contenido en glucosa y fructosa. (8)

### **2.4.2 Proteínas**

Están contenidas en la miel en muy pequeñas cantidades (0,38 por 100 de media). Proviene directamente del vegetal a través del néctar o de la propia abeja por medio de las secreciones salivares que introduce en el néctar durante el vuelo de recolección y durante la maduración.

Algunas mieles son más ricas en proteínas y parece que se debe a su contenido en polen.(8)

### **2.4.3 Sales minerales**

Su contenido es siempre inferior al 1 por 100, calculándose una media de 0,22 por 100, aunque su variabilidad es muy grande, ya que las mieles más pobres

apenas alcanzan un 0,02 por 100 en minerales, son las de color claro, las mieles oscuras son mucho más ricas en minerales.

Los análisis detectan hasta 30 oligoelementos, siendo el potasio el más importante, seguido del calcio, sodio, manganeso y hierro. Su riqueza en estos elementos parece depender de las plantas y de la naturaleza de los suelos que rodean la colmena, esto último influye particularmente en el contenido en calcio y hierro de la miel.(8)

#### **2.4.4 Vitaminas**

La presencia de vitaminas en la miel depende de sus orígenes florales, ya que las vitaminas provienen del néctar y también del polen que pueda contener la miel. La más abundante es la vitamina C, y también se encuentran varias del grupo B pero, en términos generales, podemos considerar que la miel es un alimento pobre en vitaminas. (8)

#### **2.4.5 Grasas**

La miel también es pobre en grasas, si se encuentran trazas se debe probablemente a las partículas de cera incorporadas en el transcurso de la extracción, que por ser muy pequeñas no han sido eliminadas por la filtración. (8)

#### **2.4.6 Aromas**

Las nuevas técnicas han permitido descubrir hasta 120 sustancias aromáticas en la miel, muchas de las cuales no han sido todavía identificadas.

El aroma de la miel varía según sea su frescura y la evaporación de su contenido en agua. (8)

#### **2.4.7 Otras sustancias**

La miel proporciona también ácidos orgánicos, entre ellos, el fórmico, que le confieren parte de las propiedades antisépticas que posee. Otro antiséptico que se encuentra en la miel es la inhibina, sustancia que paraliza el desarrollo de

bacterias. Gracias a ello, así como a un antibiótico natural, la germicida, que se opone al desarrollo de mohos y de algunas bacterias, la miel permanece siempre exenta de microbios. (8)

#### **2.4.8 Polen**

Este elemento, de gran valor nutritivo, se encuentra en todas las mieles, en menor o mayor cantidad, enriqueciendo su valor nutritivo. (8)

### **2.5 CLASES DE MIEL**

No se debe hablar de miel, sino de mieles, su variedad es muy grande y su sabor y color dependen de la flor de la que procede el néctar.

Podemos distinguir como más comunes las mieles de romero, azahar, girasol, eucalipto, tomillo, brezo, miel de bosque, etcétera.

Las mieles se clasifican en tres grandes grupos: Por su origen, según su elaboración y presentación y miel para uso industrial.

#### **2.5.1 Por su origen**

**Miel de flores o miel de néctar:** Miel que procede del néctar de las plantas.

**Miel de mielada:** Miel que procede en su mayor parte de excreciones de insectos chupadores de plantas (hemípteros) presentes en las partes vivas de las plantas o de secreciones de las partes vivas de las plantas.

#### **2.5.2 Según su elaboración o presentación**

**Miel en panal:** Miel depositada por las abejas en los alvéolos operculados de panales recientemente contruidos por ellas, o en finas hojas de cera en forma de panal realizadas únicamente con cera de abeja, sin larvas y vendida en panales, enteros o no.

**Miel en trozos de panal o panal cortado en miel:** Miel que contiene uno o más trozos de miel en panal.

**Miel escurrida:** Miel que se obtiene mediante el escurrido de los panales desoperculados, sin larvas.

**Miel centrifugada:** Miel que se obtiene mediante la centrifugación de los panales desoperculados, sin larvas.

**Miel prensada:** Miel obtenida mediante la compresión de los panales, sin larvas, con o sin aplicación de calor moderado, de hasta un máximo de 45°C.

**Miel filtrada:** Miel que se obtiene eliminando materia orgánica o inorgánica ajena a la miel de manera tal que se genere una importante eliminación de polen.(8)

### **2.5.3 Miel para uso industrial:**

Miel apropiada para usos industriales o para su utilización como ingrediente de otros productos alimenticios que se elaboran que puede presentar un sabor o un olor extraños, o haber comenzado a fermentar o haber fermentado, o haberse sobrecalentado. (8)

## **2.6 VALOR NUTRITIVO DE LA MIEL**

Analizando la composición de la miel, comprobamos que se compone casi exclusivamente de hidratos de carbono, principalmente en forma de glucosa y fructosa, lo que hace de ellas un alimento energético de gran calidad. Debemos recordar que, para ser absorbidos, los hidratos de carbono se transforman en azúcares simples, como son la glucosa y la fructosa.

La ingestión de la miel permite, por tanto, una alimentación inmediata e intensiva de todo el sistema muscular, especialmente, del corazón, al que la glucosa llega rápidamente.

Es importante también para el desarrollo infantil, porque además de pasar rápidamente a la sangre, ejerce una buena influencia en la asimilación del calcio y del magnesio.

La miel posee la mayoría de los elementos minerales esenciales para el organismo humano. (8)

## 2.7 CALIDAD DE LA MIEL

Se define la calidad de la miel de muchas maneras más o menos objetivas, pero existen unos criterios de calidad que son aplicables a todas las mieles. Según esta normas, las mieles deben responder a las exigencias de composición que se detallan en la tabla 2.1.

**Tabla: 2.1**  
**Estándares internacionales en calidad de la miel**

<b>Criterios de calidad</b>	<b>Valores permitidos</b>
<b>Contenido de humedad</b>	Máximo 21g/100g (21%)
<b>Contenido aparente de azúcares reductores</b>	Mínimo 65g/100g (65%)
<b>Contenido aparente de sacarosa</b>	Máximo 5g/100g (5%)
<b>Contenido de sólidos insolubles en agua</b>	Máximo 0,1g/100g (0,1%)
<b>Contenido de cenizas y minerales</b>	Máximo 0,6g/100g (0,6%)
<b>Actividad de diastasa</b>	Mínimo 8 unidades
<b>Contenido de HMF</b>	Máximo 60 mg/kg.

**Fuente:**<http://www.mercoosur.com.ar/apicultura/notas/normadelcodex.htm>

### **2.7.1 Contenido de agua:**

El contenido de agua en la miel es prácticamente el parámetro más importante de la calidad, puesto que afecta la vida de almacenamiento y las características de proceso.

El porcentaje de agua aceptable en la mayoría de las mieles es 18%, el cual se puede medir con un refractómetro.

Miel para uso industrial en general: no más del 23% de agua. (9)

### **2.7.2 Contenido de sólidos insolubles en agua:**

1. En general: no más de 0,1 g/100 g
2. Miel prensada. No más de 0,5 g/100 g

### **2.7.3 Ácidos libres:**

1. En general: no más de 50 mili equivalentes por 1000 g
2. Miel para uso industrial: no más de 80 mili equivalentes por 1000 g.
3. Mieles con un contenido bajo en enzimas naturales (por ejemplo, mieles de cítricos) y un contenido de HMF no superior a 15 mg/kg (9)

### **2.7.4 Hidroximetilfurfural (HMF)**

1. Es producto de la degradación de la fructosa en general, excepto miel para uso industrial: no más de 40 mg/kg (condicionado a lo dispuesto para mieles con un contenido bajo en enzimas naturales.

2. Miel de origen declarado procedente de regiones de clima tropical y mezcla de esas mieles: no más de 80 mg/kg

Sin embargo, el apicultor que respeta las normas más elementales de su profesión y que trabaje con buenas condiciones higiénicas, no debe temer el salirse de los límites prescritos por la norma, ya que normalmente una miel recolectada madura, con material moderno y con limpieza, es siempre de una calidad superior a la calidad mínima exigida por dicha norma. (9)

## **2.8 FUENTES DE CONTAMINACIÓN DE LA MIEL**

La miel debe ofrecerse al consumidor en estado natural, la normativa que define su calidad prohíbe expresamente la utilización de cualquier tipo de aditivos y también la adición de sustancias destinadas al aumento del peso. Por ejemplo, la presencia de un exceso de sacarosa en la miel, o de otra materia azucarada de origen industrial, se puede considerar un fraude más o menos intencionado. Por ello, el apicultor tiene que cuidar los alimentos de complemento, impidiendo que los jarabes de azúcar que se den a las abejas pasen a la miel.

Sin embargo, la contaminación de la miel es de otro ámbito y proviene de fuentes que se va a examinar brevemente. (6)

### **2.8.1 RESIDUOS MEDICAMENTOSOS**

El tratamiento de las enfermedades de las abejas, loques, ácaros, etc., entraña la utilización de fármacos.

Los medicamentos destinados a las abejas se administran por vía oral en los jarabes o en pastas azucaradas, pero también directamente en forma de polvos o en aerosoles. La dosis corriente de sulfamidas y de antibióticos es del orden de 1 gramo por litro de jarabe que se administra en varias dosis. El peligro de una contaminación accidental es, pues, real y ha sido objeto de profundos estudios en muchos países productores de miel.

Se han realizado sondeos sobre muestras de miel ya en el comercio que no han demostrado una contaminación alarmante. Sin embargo, otros experimento sobre mieles de abejas tratadas con sobredosis o tardíamente en primavera, sí demuestran que pueden retener cantidades importantes de medicamentos. (9)

### **2.8.2 RESIDUOS DE PESTICIDAS**

La posibilidad de una contaminación de la miel por pesticidas existe y hay que preguntarse qué tipo de pesticidas pueden llegar a la miel y en qué cantidad, y si ello representa un peligro para la salud humana.

Los estudios realizados sobre el tema permiten afirmar que la miel puede contaminarse por uno o varios pesticidas pero es imposible establecer una correlación entre el origen de la flor y su situación geográfica y la presencia o ausencia de contaminación.(9)

### **2.8.3 OTROS RESIDUOS**

La contaminación de la miel por metales pesados no parece preocupante, ni siquiera en las proximidades de las autopistas, minas o fábricas, aunque en algunos análisis aparecen trazas.

Las que se han detectado de mayor importancia se deben a los recipientes de zinc usados por algunos apicultores durante la extracción de la miel. La introducción del acero inoxidable en la fabricación del material destinado a la apicultura es la mejor prevención ante esta posible contaminación.

### **2.9 MIELES TOXICAS**

Hay que tener cuidado con las mieles señaladas en la literatura como tóxicas o nocivas, por ejemplo la miel proveniente de la planta llamada Cebadilla (*Schoenocaulum officinale*). La miel y el polen de esta planta son tóxicos para el hombre, en Honduras ya se reportó un caso. Para evitar estos problemas se debe movilizar las colmenas en áreas alejadas de donde prevalecen estas plantas, evitando sus floraciones y flujos de néctar (9)

En la tabla 2.2 muestra los valores promedios de la composición de la miel de abeja, expresados como tanto por ciento del total.

**TABLA 2.2  
COMPOSICION DE LA MIEL**

Componente	Promedio %	Rango %
<b>Agua</b>	17,2	13,4 – 22,9
<b>d- levulosa (fructosa)</b>	38,2	27,2 – 44,3
<b>D- dextrosa (glucosa)</b>	31,3	22,0 – 40,7
<b>Sacarosa</b>	1,3	0,2 – 7,6
<b>Maltosa</b>	7,3	2,7 – 16,0
<b>Polisacáridos</b>	1,5	0,1 – 8,5
<b>Ácidos libres (como glucónico)</b>	0,43	0,13 – 0,92
<b>Acidez total (como glucónico)</b>	0,57	0,17 – 1,17
<b>Lactonas (como glucolactona)</b>	0,14	0,0 – 0,37
<b>Cenizas</b>	0,169	0,020 – 1,028
<b>Nitrógeno</b>	0,041	0,0 – 0,133

Fuente: Revista del Consumidor No. 287, 2001

La tabla 2.3 muestra la concentración de elementos colorantes de la miel de abeja

**TABLA 2.3  
CONCENTRACIONES DE ELEMENTOS COLORANTES EN LA MIEL**

DENOMINACION	MINIMA	MAXIMA
Blanco de agua	1.00	8.00
Extra blanco	8.01	16.50
Blanco	16.51	34.00
Ámbar extra claro	34.01	50.00
Ámbar claro	50.01	85.00
Ámbar	85.01	114.00
Oscuro	114.01	En adelante

Fuente: Revista Claridades Agropecuarias

El color oscuro en la miel no significa que sea de inferior calidad. Por el contrario, mientras más oscura es más rica en fosfato de calcio y en hierro y, por lo tanto

satisface las necesidades de personas en crecimiento, anémicos y de intelectuales sometidos a esfuerzos mentales.(10)

## **2.10 USOS DE LA MIEL**

Los usos de la miel se dividen básicamente en alimenticios, medicinales, cosméticos.

### **2.10.1 Uso alimenticio**

La miel es una excelente fuente energética ya que los azúcares que la componen (fructosa y glucosa) son rápidamente adsorbidos por el organismo.

Las mieles se consumen generalmente en estado líquido.

Los usos más comunes son:

1. Miel Líquida natural (90% de la producción del mundo).
2. Ingredientes de repostería (galletas, tortas, etc.).
3. Ingredientes de cereales (granola, etc.).
4. Comidas para niños.
5. Saborizante de lácteos (helados, yogurts, etc.).
6. Ingrediente para algunos tipos de cerveza.
7. Conservante frutas y vegetales envasados.
8. Conservante de carnes empacadas.
9. Vino de miel (Hidromiel).
10. Vinagre de miel.
11. Mielles saborizadas y caramelos.
12. Endulzante natural.

### **2.10.2 Uso en cosméticos**

Algunos usos más comunes son:

1. Shampoo para niños y adultos.
2. Jabón de tocador.
3. Crema facial.
4. Bálsamo para labios y otros.

### **2.10.3 Usos medicinales**

En usos medicinales se usan como:

1. Desinflamante y desinfectante de vías respiratorias (jarabes y pastillas).
2. Cicatrizante de heridas.
3. Fuente de energía para personas convalecientes y niños prematuros.
4. Previene el insomnio.
5. Regula las funciones del hígado.
6. Desorden digestivo y estomacal.
7. Stress por actividad física.
8. Alergias.
9. Diabetes.
10. Anemia, anorexia y otros (9)

## **2.11 HIDROMIEL EN LA ANTIGÜEDAD**

La hidromiel, es una bebida alcohólica que se la reconoce como la más antigua consumida por el hombre

Su uso estuvo muy difundido entre los pueblos de la antigüedad. En Europa fue consumida en forma abundante por los griegos, celtas, sajones y los bárbaros del norte. Los griegos le dieron el nombre de melikraton y los romanos la llamaban mulsum. Según Plinio, la primera receta para la fabricación del hidromiel fue dada

por Aristeo, un ser mitológico a los mortales. Collumella, escritor, menciona en su obra “De rustica” numerosas formulaciones empleadas por los romanos en la elaboración de esta bebida. (11)

Cuando los romanos invadieron Inglaterra en el siglo I de nuestra era, observaron que el pueblo consumía una bebida elaborada con miel.

Gruss y Betts refieren en 1931, el hallazgo en Alemania, en un pantano de turba de 2.5 m de profundidad, un cuerno con granos de polen y levaduras, lo que indicaría que había servido de recipiente a una bebida hecha con miel fermentada, esta pieza, que data de unos 100 años d.c. sería uno de los testimonios más antiguos de la relación del hombre con el hidromiel.

Por el siglo XI, el arte de la vitivinicultura comenzó a expandirse desde el mar Mediterráneo hasta los 50° de latitud norte. Ello motivó que el vino desplazara al hidromiel como fuente popular para obtener alcohol y que a partir de entonces su consumo fuera declinando en forma gradual.

En América, los pueblos mayas de la península de Yucatán, disolvían la miel con agua, la maceraban con trozos de la corteza de un árbol llamado “balche” y la hacían fermentar hasta obtener un licor al que llamaban con el nombre de la citada planta y que bebían en las festividades tanto religiosas como profanas. Para elaborar la bebida utilizaban la miel de las abejas sin aguijón –meliponas- a las que llamaban “xcolecab”. Las abejas del género Trigona y Melipona son nativas de América Central y del Sur y también de Africa y pueden llegar a almacenar grandes cantidades de miel.(1)

Cristóbal Colón, al cabo de su primer viaje a América, encontró miel en Cuba producida por la Melipona Beecheli fulvipes, única especie existente en toda esa región. Schwarz (1948) dice que el explorador Gomara, en el año 1578, encontró muy desarrollada la apicultura en la península de Yucatán. Se estima que alrededor de 1638, la abeja Apis mellifera fue introducida en América por los colonizadores. Gayre (1948), estima que la declinación en el uso del hidromiel como bebida

comenzó en el siglo XVIII debido a la escasez de miel y su encarecimiento y también como consecuencia de un cambio en el gusto de la población hacia el consumo de vinos dulces, como lo atestigua la gran importación de oportos, jereces y madeiras de Inglaterra en los años 1800. Una causa no desechable podría ser también la baja calidad de los hidromieles que se elaboraban en esa época.

En un poco de miel abandonada a sí misma, la que se diluye en forma casual (una lluvia por ej.), y que por efecto de las levaduras que están presentes en ella (levaduras que traen las abejas junto con el polen) comienza el fenómeno de la fermentación que consiste en transformación de los hidratos de carbono (azúcares) de la miel en alcohol etílico y dióxido de carbono. Como consecuencia de ella se forma una solución hidroalcohólica, de sabor agradable y que a lo largo del tiempo se la ha sabido apreciar en distintas partes de la tierra. Veamos lo que dice la enciclopedia británica al respecto:

Las bebidas alcohólicas hechas a partir de miel fermentada, eran comúnmente consumidas por los antiguos habitantes escandinavos, la Europa teutónica, y Grecia en la Edad Media, particularmente en los países del norte, donde la uva no prospera; la hidromiel de los Griegos y Romanos era probablemente similar a la hidromiel bebida por los Celtas y Anglosajones. Sin embargo la Romana Mulsum o Mulse no era hidromiel sino que era vino de uva endulzado con miel. En la literatura céltica y anglosajona tales como los escritos de Taliesin, la hidromiel es la bebida de reyes.

Sin embargo, su consumo comenzó a decrecer frente a las cervezas desde los primeros tiempos de la agricultura medieval y también por los vinos importados desde Portugal a partir del Siglo XII. Finalmente, cuando el azúcar proveniente de las Indias Occidentales comienza a ser importada en cantidad (a partir del Siglo XVII) había menos incentivos para la cría de abejas, y así la esencial miel comenzó a escasear. De hecho la hidromiel pasó de ser la más común bebida alcohólica de la Gran Bretaña a un brebaje consumido en ciertos ámbitos y determinadas ocasiones.

(1), (2)

### **2.11.1 La hidromiel en el mundo**

Actualmente se elabora hidromiel en algunos puntos de Centro Europa, Alemania, Ucrania, Suecia, Rusia, Bulgaria, Polonia, España, Estados Unidos, y Francia.

### **2.11.2 La hidromiel en Latinó América**

En Latino América no es muy popular su producción, apenas países como Argentina, México y Brasil son los únicos dedicados a esta actividad. (11)

La cooperativa Naranjillo en Expoalimentaria Perú 2009. Feria que es la considerada como la plataforma de negocios más importante del Perú. En esta feria, del sector alimentario. Unos de los productos que genero mayor impacto fue la HIDROMIEL AMAZONIC, este producto no es muy conocido en el mercado de Lima, pero con esta presentación y degustación durante la Expoalimentaria se dió a conocer las bondades y atributos del producto y todos lo querían comprar uno por lo menos, para experimentar el sabor de la “Bebida de los dioses”. Los países que tiene una producción considerable de hidromiel son: Estados Unidos, Argentina, México y en toda Europa. (12)

### **2.11.3 Tipos de Hidromiel**

Se reconocen tres categorías de hidromiel y cada una tiene sub-categorías. La importancia de estas divisiones es que ellas ayudan a entender la enorme variedad de sabores que la hidromiel puede asumir. Un cierto sector, muy específico por cierto utiliza diferentes tipos de hidromieles para diferentes momentos. Las categorías son:

**TRADICIONAL:** Agua, miel y levaduras. Para muchos similar al vino Riesling o Chardonay pero con un sabor propio único.

**MELOMEL:** Hidromiel saborizada con frutas tales como Manzana (Cyser), Uva (Pyment) o con cereales tales como cebada malteada y lúpulo (Braggot o Bracket).

**METHELGLIN e HIPPOCRAS:** Hidromieles especiadas que han sido originalmente creadas para cubrir el sabor indeseable que se generan a causa de las

probables contaminaciones que debe haber sufrido la hidromiel durante el curso de su elaboración. Esta categoría incluye sabores tales como Lavanda, Vainilla, Jazmín, etc. El tipo de hidromiel que se va a obtener es la tradicional.

#### **2.11.4 Hidromiel en el mundo Definiciones.**

**Español:** Hidromiel o Aguamiel

**Portugués:** Hidromel

**Francés:** Hydromel

**Italiano:** Idromele

**Inglés:** Mead

**Búlgaro y Ucraniano:** Med

**Galés:** Meddeglyn o Myddyglyn

**Alemán:** Mede

**Rep. Checa y Eslovaquia:** Medovina

**Ruso:** Medovukha

**Lituano:** Medus

**Polaco:** miód

**Danés y Noruego:** Mjod

**Sueco:** Mjod

**En Estonia:** Modu

**Árabe:** Nabidh

**Finlandés:** Sima

**Etíope:** Tej

**Griego:** Ydromeli (11)

### **3.1.- HIDROMIEL**

La hidromiel, es una bebida alcohólica que resulta de la fermentación de una mezcla de miel y agua. En su elaboración deben emplearse las mieles más dulces, más aromáticas y de color más claro.

Esta recomendación tiene por objeto:

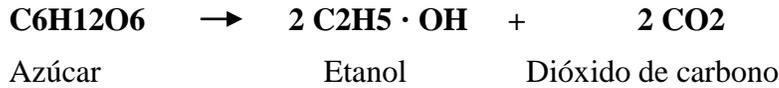
- a) obtener un mayor rendimiento.
- b) que el producto obtenido tenga un lindo color ámbar pálido.
- c) que presente excelente aroma.

En la elaboración de hidromiel se recomienda el empleo de mieles seleccionadas entre las más dulces y aromáticas. Siendo la fermentación un fenómeno de desdoblamiento químico de los azúcares en alcohol y anhídrido carbónico, se comprenderá que un mayor poder edulcorante de la miel mejorará la graduación alcohólica y perdurará además el aroma de una rica miel y sus otras condiciones de color y transparencia. La miel sola diluida en agua difícilmente fermenta, debido a que carece casi por completo de levaduras naturales. Su densidad media es de 1,420 o sea algo más pesada que el agua potable, conteniendo de 65 a 80 % de azúcares reductores con un 6 a 8 % de sacarosa, siendo por otra parte pobre en sales minerales.

### **3.2 La elaboración de hidromiel comprende tres etapas básicas:**

- ❖ La primera es preparar el mosto de tal manera que las levaduras encuentren un medio apropiado para su vida.
- ❖ La segunda es lograr que estas levaduras realicen la transformación de los azúcares de la miel en alcohol etílico y  $\text{CO}_2$ . Fenómeno este, muy complejo por cierto, que se conoce como fermentación.

## Fermentación alcohólica



- ❖ La tercera es que lo obtenido de esa fermentación se transforme en un producto sano, agradable, y de conservable en el tiempo. Luego de esta tercera etapa, y a la elección del productor, una segunda fermentación en botella para otorgarle la tan mágica burbuja.

### ❖ 3.3 Preparación del mosto

Para la mezcla de agua y miel la mejor manera de hacerlo es calentando el agua en un recipiente de acero inoxidable y agregar la miel al agua caliente agitando para facilitar la disolución. (15)

#### 3.3.1 Ingredientes, materiales y equipos

Ingredientes, materiales y equipos a ser utilizados en la elaboración de hidromiel son los siguientes:

#### 3.3.2 Materia prima.

Miel pura de abeja (fuente floral polifloral)

Agua potable de manantial (provincia cercado).

#### 3.3.3 Ingredientes y reactivos

- Levadura activa seca levapan (*Saccharomyces cerevisiae*)
- Jugo de manzana (Golden Delicious)
- Acido cítrico
- Bentonita
- Metabisulfito de sodio

#### 3.3.4 Materiales y equipos de laboratorio

- Balanza analítica
- Probeta de 100 ml

- Termómetro de mercurio rango 0 a 100 °C
- Brixómetro Abbé rango 0 a 32 °Brix
- Pipeta de 10 ml

### **3.3.5 Equipos y utensilios de proceso**

- Botellas de vidrio transparente de 1250 ml
- Lienzo
- Ollas de acero inoxidable
- Cocina industrial
- Goteros de plástico de 30ml (para fabricar trampa de gases)
- Manguera de plástico (para fabricar trampa de gases y realizar el trasiego)
- Decespumadera

## **3.4 Descripción de la materia prima y los reactivos**

### **3.4.1 Miel de abeja:**

Miel empleada es pura de abeja, líquida y natural Polifloral (de la Asociación de Apicultores de la Reserva natural de Tariquia. AART.Dpto. Tarija. La miel de Tariquía cuenta con reconocimiento nacional como la mejor miel tropical de Bolivia, también ha logrado la certificación como producto ecológico y registro sanitario.

Al usar este producto como materia prima contribuimos a la conservación de los recursos naturales de la Reserva nacional y al desarrollo de las comunidades y familias que viven en el área.

### **3.4.2.- Agua:**

El agua que se utilizada debe ser agua potable sin cloro de manantial, también se puede utilizar agua de lluvia o de osmosis reversible de buena calidad lo más pura posible que composición microbiológica y fisicoquímica no alteren la calidad de la hidromiel ni la salud del consumidor no usar agua destilada o agua embotellada en plástico.

### **3.4.3 Levaduras:**

Levadura, cualquiera de los diversos hongos microscópicos unicelulares que son importantes por su capacidad para realizar la fermentación de hidratos de carbono, produciendo distintas sustancias. Las levaduras son abundantes en la naturaleza, y se encuentran en el suelo y sobre las plantas. La mayoría de las levaduras que se cultivan pertenecen al género *Saccharomyces*, como la levadura de la cerveza, que son cepas de la especie *Saccharomyces cerevisiae* (14).

#### **3.4.3.1 Las levaduras secas activas**

Cuando se pretende recurrir a las levaduras en forma liofilizada (es decir las llamadas levaduras secas activas) es necesario proceder a una serie de pasos previos, con el fin multiplicativo de la masa a inocular a continuación.

#### **3.4.4. Jugo de manzana:**

Como nutrientes para las levaduras se utiliza jugo de manzana de la variedad (Golden Delicious) No se utiliza componentes químicos para no perder la característica de elaborar un producto natural.

#### **3.4.5- Acido cítrico:**

El ácido cítrico es un aditivo, que independientemente de su valor nutricional, se añade intencionadamente a los alimento con fines tecnológicos y en cantidades controladas. Este aditivo se emplea en nuestro producto para regular la acidez del mosto y crear un ambiente propicio para la proliferación de las levaduras.

#### **3.4.6-Bentonita:**

Empleo de la Bentonita: la clarificación de los vinos por medio de arcillas especiales es un procedimiento muy antiguo. Se puede encontrar en forma de polvo o en forma granulada. Es una sustancia mineral de la familia de las arcillas, clasificadas en dos grupos: las compuestas de caolinita (como el caolín), de estructura cristalizada y con propiedades de absorción escasas; y las compuestas por montmorillonita (como la

bentonita), la cual se esponja considerablemente y fija hasta diez veces su peso en agua; su carácter coloidal y la carga electronegativa de sus partículas le confieren un fuerte poder absorbente. No todas las variedades de bentonita son convenientes para el fregamiento de los vinos. Para este fin se suelen emplear bentonitas sódicas, tienen reacción alcalina. Este tratamiento es el remedio específico de la quiebra proteica.

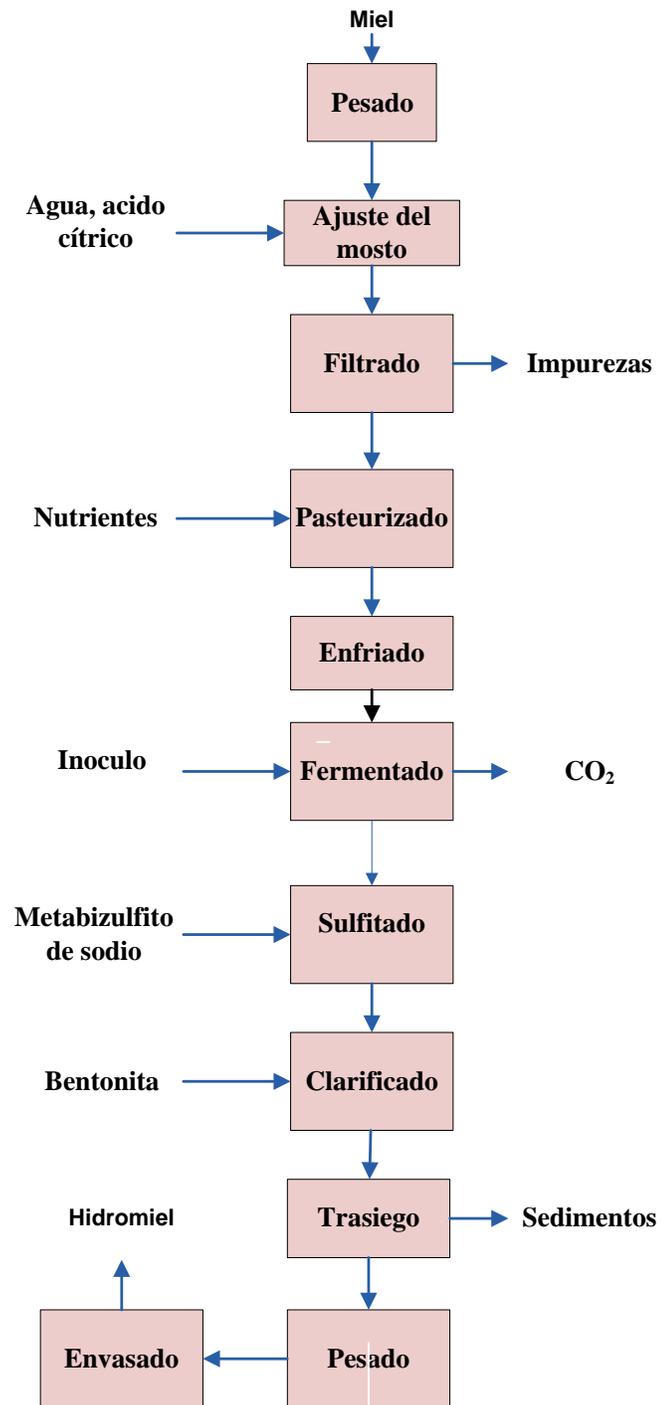
#### **3.4.7- Metabisulfito de sodio:**

De una forma general, el anhídrido sulfuroso ejerce, frente a los microorganismos presentes en el mosto de forma natural, una acción antimicrobiana. Se añade de metabisulfito de sodio, con la finalidad de suspender la fermentación alcohólica, (9)

### **3. 5- Diagrama de bloques**

Existe un conjunto de operaciones que se refleja en el siguiente diagrama de bloques del proceso a seguir para la obtención del producto las cuales se definen a continuación.

### 3.5.1-Diagrama de bloques elaboración de hidromiel



## **3.6 Manejo específico del experimento.-**

### **3.6.1 Materia prima**

La miel de abeja utilizada en el proyecto de investigación es comercializada por la A.A.R.T. y proviene de fuente polifloral.

### **3.6.2 Pesado**

La miel de abeja y el agua se pesaron de acuerdo a los valores calculados mediante balance de materiales, los mismos que se indicaran en capítulo (IV), para pesar cada insumo, se utilizó una balanza analítica.

### **3.6.3 Ajuste del mosto**

Se ajustó el mosto a 24° Brix según tratamiento mezclando 30.60 % de miel, 69.37 % de agua y 0.030 % de ácido cítrico para acidificar el mosto hasta pH 3,98. Y se agrega el jugo de manzana como nutrientes para la levadura 20 ml según tratamiento.

### **3.6.4 Filtración**

Una vez obtenida la solución se procede a la filtración utilizando un lienzo y un recipiente de acero inoxidable previamente esterilizado. Se realiza el proceso con la finalidad de eliminar impurezas.

### **3.6.5 Pasteurización**

Se realiza el calentamiento de la mezcla a una temperatura de 80°C durante 30 segundos con el propósito de eliminar microorganismos ajenos a la fermentación.

### **3.6.6 Enfriado**

A continuación se realizó el enfriamiento del mosto hasta una temperatura de 35 °C

### **3.6.7 Fermentación**

La fermentación se efectuó en un recipiente de 1,250 litros de capacidad, donde se añadió el inóculo previamente preparado (levadura activa seca 0,3 g/l) la cual se lo rehidrató en una muestra de mosto a 35 °C. Se adaptó un pipeta para la toma de

muestras, donde se realizó el control de grados brix cada 24 horas hasta completar la fermentación, misma que duro 15 días a temperatura ambiente  $20 \pm 2$  °C.

### **3.6.8 Sulfitado**

Se añadió 0,65g/l de metabisulfito de sodio, con la finalidad de suspender la fermentación alcohólica, debido a que transcurridos los 15 días de fermentación se obtuvo tres lecturas iguales de 8,30 ° Brix, lo que significa que ya no existe consumo de azúcares por parte de las levaduras

### **3.6.9 Clarificación**

Para ello utilizaremos la bentonita. Primero la debemos hidratar, colocando los 20 g en 200 ml de agua espolvoreándola finamente sobre la superficie sin agitar el agua. Así la dejamos tranquila por 24 h. Pasado ese tiempo, mezclamos la bentonita con la hidromiel 30 minutos de contacto de la bentonita con la bebida agitando no muy fuerte. Después lo volvemos a poner en embase de vidrio con la bentonita y lo dejamos en reposo por 48 h. Van a ver como la bentonita se va al fondo dejando bien cristalina la bebida. Pasadas las 48 h., trasvasamos con una manguerita el líquido de un recipiente a otro con cuidado de no arrastrar el fondo.

### **3.6.10 Trasiego**

Este proceso de transferir el vino de miel limpio a otro botellón limpio esto se realiza para eliminar los sedimentos obtenidos durante la clarificación y obtener de esta forma un vino de miel límpido,

### **3.6.11 Pesado**

Se pesa el vino de miel con la finalidad de cuantificar la cantidad obtenida y evaluar el rendimiento de acuerdo al balance de materiales que se muestra en el en capítulo IV. Para determinar el rendimiento se utilizó la siguiente fórmula: Rendimiento = (peso final) / (peso inicial) x 100 = 90, 83 %

### 3.6.12 Envasado

Se realizó manualmente, para lo cual se utilizó botellas de vidrio de 750 ml de capacidad, las mismas que fueron previamente esterilizadas. Las botellas se llenaron dejando un espacio de 4 cm de vacío y fueron selladas con tapas plásticas estériles.

## 3.7 DISEÑO EXPERIMENTAL

Los métodos de diseño experimental tienen amplia aplicación en muchas disciplinas. En ingeniería para mejorar el rendimiento de un proceso de de manufactura, también se emplea extensamente en el desarrollo de nuevos procesos. La aplicación de la técnica de diseño experimental en una fase temprana del desarrollo de un proceso puede dar por resultado. Mejorar el rendimiento del proceso, menor tiempo de desarrollo, menores costos globales. Todo esto mediante el estudio de variables involucradas en el proceso.

.  $(2^k)$  Ec.4.1

Donde: K = numero de variables y 2 = niveles

Se aplicara un diseño experimental en la etapa de dosificación del mosto:

### 3.7.1 ETAPA DE AJUSTE DEL pH

Para determinar la cantidad de acido cítrico que hay que adicionar en la dosificación, se realiza el siguiente diseño factorial:

$$2^K = 2^2 = 4 \text{ tratamientos}$$

En la etapa de ajuste del mosto se tomara en cuenta dos variables, (cantidad de acido cítrico como acidificantes y la cantidad de miel), considerando el agua como variable constante.

Cantidad de acido cítrico (A) = 2 niveles

Cantidad de miel (B) = 2 niveles

Cantidad de agua (C) = cte.

En la tabla 3.1 se muestra los niveles de variación de los factores en el proceso de regulación del pH en el mosto.

**Tabla 3.1**  
**Variación de los factores en el proceso de ajuste del pH del mosto**

<b>Factores</b>	<b>Nivel inferior</b>	<b>Nivel superior</b>
<b>Cantidad de ácido cítrico</b>	(-) Sin acidificante	(+) 0.08gr.
<b>Cantidad de miel</b>	(-) 79,6 gr.	(+) 111,8 gr.

**Fuente:** elaboración propia

Realizando las combinaciones entre las variables y sus diferentes niveles en el proceso de ajuste del pH se detallan en la tabla 4.2

**Tabla 3.2**  
**Diseño factorial en la etapa de ajuste del mosto**

<b>Prueba</b>	<b>Tratamiento</b>	<b>Variables</b>		<b>Interrelación</b>	<b>Variable Respuesta (Y)</b>
		<b>(t)</b>	<b>(V)</b>		
<b>1</b>	<b>(1)</b>	-1	-1	+1	Y <sub>1</sub>
<b>2</b>	<b>A</b>	+1	-1	-1	Y <sub>2</sub>
<b>3</b>	<b>B</b>	-1	+1	-1	Y <sub>3</sub>
<b>4</b>	<b>Ab</b>	+1	+1	+1	Y <sub>4</sub>

Fuente: Elaboración Propia

Donde:

**Y** = pH del mosto

Variables:

**t** = Cantidad de ácido cítrico

**v** = Cantidad de miel

### 3.7.2 Etapas de preparación del mosto

Considerando las etapas de pesado de la miel agregado de nutrientes e inoculación, se tomara en cuenta tres factores (concentración de sólidos solubles, cantidad Jugó de manzana y cantidad de inóculo) y con dos niveles de variación de cada factor

J = Concentración de sólidos solubles SS °Brix → 2 niveles

AC= Cantidad de inóculo (levaduras) → 2 niveles

F<sub>n</sub>= Cantidad de jugo de manzana (fuente de nutrientes) → 2 niveles

De acuerdo a la ecuación (1), el modelo experimental será el siguiente:

$2^3 = 2 \times 2 \times 2 = 8$  (ecuación 4.2). El diseño factorial se detalla en la tabla 4.3

**Tabla 3.3**

#### Variación de los factores en el proceso de dosificación del mosto del mosto

Factores	Nivel superior	Nivel inferior
<b>J</b>	(+)30 °Brix	(-) 24 °Brix
<b>Ac.</b>	(+) 0.75grs.	(-) 0.4grs
<b>F n</b>	(+)30 ml	(-)20 ml

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 4.4 se muestra el diseño experimental a ser utilizado para el proceso de preparación del mosto

**Tabla 3.4**  
**Diseño experimental para el proceso de elaboración de la hidromiel**

Corridas	Combinación	Factores			Interacción de los efectos				Respuesta
	de tratamientos	J	Ac	Fn	JAc	JFn	AcFn	JAcFn	Y <sub>i</sub>
1	(1)	-	-	-	+	+	+	-	Y <sub>1</sub>
2	a	+	-	-	-	-	+	+	Y <sub>2</sub>
3	b	-	+	-	-	-	-	+	Y <sub>3</sub>
4	ab	+	+	-	+	-	-	-	Y <sub>4</sub>
5	c	-	-	+	+	-	-	+	Y <sub>5</sub>
6	ac	+	-	+	-	+	-	-	Y <sub>6</sub>
7	bc	-	+	+	-	-	+	-	Y <sub>7</sub>
8	abc	+	+	+	+	+	+	+	Y <sub>8</sub>

Fuente: Elaboración propia

Donde:

**Y** = % de alcohol

Variables:

**J**= Brix

**Ac.** = levaduras.,

**F n**= jugo de manzana

#### 4.1 CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS DE LA MATERIA PRIMA

La tabla siguiente indica las características fisicoquímicas de la miel de abeja los cuales fueron realizados en el centro de Análisis Investigación y desarrollo (CEANID).

**Tabla 4.1**  
**Características fisicoquímicas de la miel de abeja (polifloral)**

Parámetro	Valor	Unidad
Cenizas	0,16	%
Densidad relativa (20°C)	1,4342	
Fibra	n.d	
Hidratos de carbono	84,25	%
Humedad	15,20	%
pH (21,9°C)	4,26	
Proteína total (Nx6,25)	0,39	%

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en tabla 4.1 el contenido de hidratos de carbono es de 84.25 % y su humedad 15,20 % que es menor al límite máximo permitido según la norma (NB38023), para miel de abeja

La tabla 4.2 muestra los resultados de los análisis fisicoquímicos y microbiológicos del agua utilizada en el proyecto de investigación, los cuales fueron realizados en el centro de análisis, investigación y desarrollo (CEANID).

**Tabla 4.2**  
**Características fisicoquímicas y microbiológicas del agua**

<b>Parámetro</b>	<b>Valor</b>	<b>Unidad</b>
Dureza total	39,38	mgCaCO <sub>3</sub> /l
Coliformes totales	0	ufc/100 ml
Escherichia coli	0	ufc/100 ml

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la tabla 4.2 el valor de dureza total del agua es de 39,38 mgCaCO<sub>3</sub>/l que es mucho más bajo al límite máximo que permite la norma (NB512/2004) para aguas potables.

Según (Krell, 1996) el agua puede influenciar en el sabor de la hidromiel, esta contiene frecuentemente todo tipo de minerales y químicos la pureza del agua es la clave para obtener hidromiel de buena calidad.

#### **4.2 DETERMINACIÓN DE LAS VARIABLES DEL PROCESO DE AJUSTE DEL pH EN EL MOSTO.**

Para la determinación de las variables del proceso de ajuste del pH en el mosto a nivel experimental, se procedió a elaborar cuatro muestras con diferentes dosificaciones de miel y ácido cítrico; que se detalla a continuación

M1 = 79,6gr de miel, 180 gr de agua y sin acidificante, dando una solución de 24°Brix

M2 = 79,6gr de miel, 180 gr de agua y 0,08gr de ácido cítrico, dando una solución de 24°Brix

M3 = 111.8gr de miel, 180 gr de agua, y sin acidificante, dando una solución de 30°Brix

M4 = 111.8gr de miel, 180 gr de agua y 0.08gr de ácido cítrico, dando una solución de 30°Brix

Para la elección del proceso de ajuste del pH en el mosto, se realizaron análisis del pH en las cuatro muestras.

Según (Conell y Schwarmm 1996) las levaduras del vino crecerán bien solamente en un medio ácido con un pH de 3,8 a 4,00 la miel tiene un pH ligeramente ácido entre 3,95 – 6,00, por lo que no provee un medio lo suficientemente ácido al disolverse en agua para dar un buen crecimiento para las levaduras. Para un buen vino de miel se requiere un balance de acidez para dar un efecto limpio de frescura en la boca. El uso del ácido cítrico ha sido recomendado por varios autores para ajustar el pH entre 3,8 - 4,00.

#### 4.2.1 ANÁLISIS DEL pH PARA ELIGIR LA DOSIFICACION DEL MOSTO

En la tabla 4.3, se muestra los resultados obtenidos de los análisis del pH realizados en el Centro de Análisis, Investigación y Desarrollo (CEANID).

**Tabla 4.3**  
**Resultados de los análisis del pH para elegir la dosificación del mosto**

Muestra	Parámetro	Valor
M1	pH	4,43
M2	pH	4,08
M3	pH	4,41
M4	pH	4,15

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la tabla 4.3 la muestra M2 y M4 se acerca más al valor requerido.

#### 4.2.2 ANÁLISIS DEL pH EN LAS REPLICAS DE LAS MUESTRAS PARA ELEGIR LA DOSIFICACIÓN DEL MOSTO

En la tabla 4.4 se muestra los resultados obtenidos de los análisis del pH en las replica de las muestras M1, M2, M3 y M4.

**Tabla 4.4**  
**Análisis del pH en las replicas para elegir la dosificación del mosto**

Muestra	Parámetro	Valor
M1	pH	3,60
M2	pH	3,65
M3	pH	4,08
M4	pH	3,98

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la tabla 4.4 la muestra M3 y M4 se acerca más al valor requerido.

#### 4.2.3 ANÁLISIS DEL DISEÑO FACTORIAL PARA EL PROCESO DE AJUSTE DEL pH EN EL MOSTO

Para el análisis estadístico del proceso de ajuste del pH en el mosto, se realiza en base a datos experimentales, tomando en cuenta como variable respuesta el valor del pH obtenido en el mosto.

En la tabla 4.5 muestra los resultados de las variables en la regulación del pH en el mosto, el diseño de  $2^2$  con dos réplicas y dos niveles según tabla C.2.1, (Anexo C.2)

**Tabla 4.5**  
**Matriz de resultados de las variables de ajuste del pH en el mosto para la hidromiel**

Combinación de corridas	Variables		Y1	Y2	Total (Yi)
	Miel (gr) (A)	Acido cítrico (gr) (B)			
(1)	-	-	4,43	3,60	8,03
a	+	-	4,08	4,41	8,49
b	-	+	3,65	4,08	7,73
ab	+	+	3,98	4,15	8,13
Total (Yj)			16,14	16,24	32,38

Fuente: Elaboración propia

La tabla 4.6 indica las deducciones del estudio de varianza del diseño  $2^2$  el desarrollo y el procedimiento de resolución de detallan en el Anexo C.2.

**Tabla 4.6**  
**Análisis de la varianza para el ajuste del mosto par la hidromiel**

Fuente de Varianza (FV)	Suma de Cuadrados (SC)	Grados de Libertad (GL)	Cuadrados Medios (CM)	Fcal	Ftab
<i>Total</i>	0,65	abr -1 = 7			
<i>Factor A</i>	0.054	(a-1) = 1	0.054	0.43	7.71
<i>Factor B</i>	0.092	(b-1) = 1	0.092	0.73	7.71
<i>Interacción AB</i>	0.00045	(a-1)(b-1) = 1	0.00045	0.0036	7.71
<i>Error</i>	0.5	ab(r-1) = 4	0.125		

Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en la Tabla 4.6  $F_{cal} < F_{tab}$  para el factor (A) “miel” y para el facto (B) “acido cítrico”, lo cual se Acepta la  $H_p$  planteada y no existe evidencia estadística de variación de estos factores en el proceso; para una ( $p < 0.05$ )

Para el caso de la interacción de los factores (AB),  $F_{cal} < F_{tab}$  para la interacción de los factores (miel y ácido cítrico), lo cual se acepta la  $H_0$  y no existe evidencia estadística significativa de variación entre los factores (miel y ácido cítrico) en el proceso; para un límite de confianza de 95%.

#### **4.3 DETERMINACIÓN DE LAS VARIABLES DEL PROCESO DE DOSIFICACIÓN DEL MOSTO**

Para la determinación de las variables del proceso de dosificación inicial del mosto a nivel experimental, se procedió a elaborar ocho muestras con diferente dosificación del mosto para la elaboración de la hidromiel; la cual se detallan a continuación:

M1 = 352.76 g de miel, 30 ml nutrientes y 0.4 g de levadura

M2 = 496.89 g de miel, 20 ml nutrientes y 0.4 g de levadura

M3 = 352.76 g de miel, 30 ml nutrientes y 0.74 g de levadura

M4 = 496.89 g de miel, 20 ml nutrientes y 0,74 g de levadura

M5 = 352.76 g de miel, 30 ml nutrientes y 0.4 g de levadura

M6 = 496.89 g de miel, 20 ml nutrientes y 0.4 g de levadura

M7 = 352.76 g de miel, 20 ml nutrientes y 0.74 g de levadura

M8 = 496.89 g de miel, 30 ml nutrientes y 0.74 g de levadura

Para la elección del proceso de dosificación e inoculación del mosto para la hidromiel se efectuó una evaluación sensorial en escala hedónica; utilizando doce jueces no entrenados que analizaron los atributos de sabor, aroma y color.

##### **4.3.1 EVALUACIÓN SENSORIAL DEL ATRIBUTO SABOR PARA ELEGIR LA DOSIFICACIÓN DEL MOSTO PARA LA HIDROMIEL**

En la tabla 4.7 se observa los resultados obtenidos (ver anexo C.3) para el atributo sabor

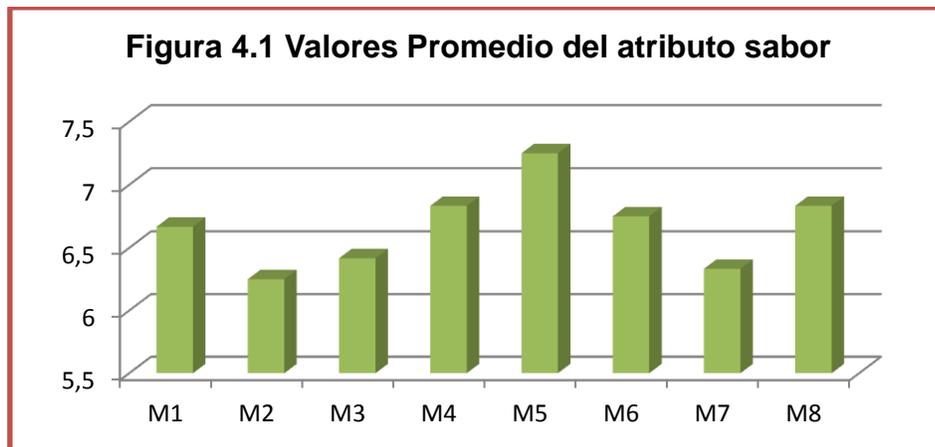
**Tabla 4.7**

**Evaluación sensorial del atributo sabor para elegir la dosificación del mosto para elaborar la hidromiel**

<b>Jueces (B)</b>	<b>Muestras (A) escala hedónica</b>								<b>Total <math>\Sigma X_j</math></b>
	<b>M1</b>	<b>M2</b>	<b>M3</b>	<b>M4</b>	<b>M5</b>	<b>M6</b>	<b>M7</b>	<b>M8</b>	
<b>1</b>	6	6	5	6	9	8	7	6	<b>53</b>
<b>2</b>	7	5	5	6	6	5	9	8	<b>51</b>
<b>3</b>	6	8	6	7	7	6	7	7	<b>54</b>
<b>4</b>	6	8	8	7	7	6	5	8	<b>55</b>
<b>5</b>	7	7	8	7	6	5	5	7	<b>52</b>
<b>6</b>	9	5	8	7	7	7	5	8	<b>56</b>
<b>7</b>	6	7	7	7	6	8	4	7	<b>52</b>
<b>8</b>	8	7	4	6	9	7	7	5	<b>53</b>
<b>9</b>	6	4	6	6	9	8	5	6	<b>50</b>
<b>10</b>	8	6	5	6	8	8	6	7	<b>54</b>
<b>11</b>	5	6	7	8	7	6	9	7	<b>55</b>
<b>12</b>	6	6	8	9	6	7	7	6	<b>55</b>
<b>Total (<math>Y_j</math>)</b>	<b>80</b>	<b>75</b>	<b>77</b>	<b>82</b>	<b>87</b>	<b>81</b>	<b>76</b>	<b>82</b>	<b>640</b>
<b><math>\Sigma (Y_i^2)</math></b>	<b>548</b>	<b>485</b>	<b>517,</b>	<b>570</b>	<b>647</b>	<b>561</b>	<b>510</b>	<b>570</b>	<b>4408</b>
<b>Promedio</b>	<b>6,667</b>	<b>6,250</b>	<b>6,417</b>	<b>6,833</b>	<b>7,250</b>	<b>6,750</b>	<b>6,333</b>	<b>6,833</b>	

Fuente: Elaboración propia

La figura 4.1 muestra los valores promedio obtenidos de la evaluación sensorial del atributo sabor de datos extraídos de la tabla 4.5.



Fuente: Elaboración propia

Como se muestra en la figura 4.1 la muestra M5 tiene mejor aceptación entre los jueces no entrenados para el atributo sabor de la Hidromiel con un valor promedio de 7,250.

#### 4.3.2 ANÁLISIS DE VARIANZA DEL ATRIBUTO SABOR PARA ELEGIR LA DOSIFICACIÓN INICIAL DE LA HIDROMIEL

La tabla 4.8 muestra el análisis estadístico de varianza del atributo sabor de las ocho muestras de la hidromiel (Anexo C.3).

**Tabla 4.8**  
**Análisis de varianza del atributo sabor de la hidromiel**

Fuente de variación	SC	GL	CM	Fcal	Ftab
<b>Entre muestras</b>	9	7	1,28	0,775	2,131
<b>Entre jueces</b>	4.58	11	0,41	0,251	1,915
<b>Error</b>	127.75	77	1,65		
<b>Total</b>	141.33	95			

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4.8 se observa que  $F_{cal} < F_{tab}$  ( $0,775 < 2,131$ ), Por lo tanto, no existe evidencia estadística de variación entre los promedios de los procesos M1, M2, M3, M4, M5, M6, M7 y M8, para un límite de confianza de 95%.. Por lo que, se Acepta

la hipótesis planteada y tomando en cuenta la preferencia de los jueces por la muestra M5 en escala hedónica del atributo sabor, como la mejor opción.

#### 4.3.3 EVALUACIÓN SENSORIAL DEL ATRIBUTO COLOR PARA ELEGIR LA DOSIFICACIÓN DEL MOSTO

En la tabla 4.9, se muestran los resultados obtenidos en la tabla C.4.1 (Anexo C.4) para el atributo color en base de doce jueces no entrenado

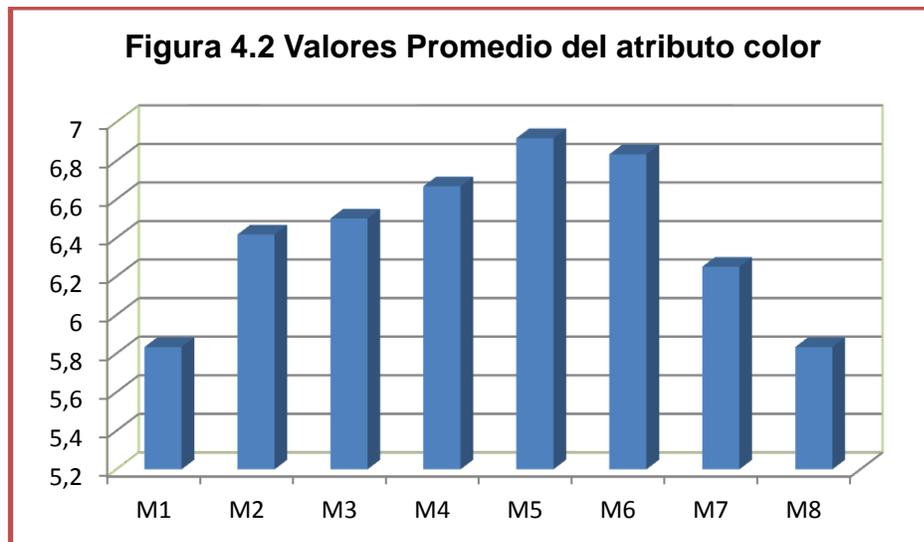
**Tabla 4.9**

**Evaluación sensorial del atributo color para elegir la dosificación del mosto para la hidromiel**

Jueces (B)	Muestras (A) escala hedónica								Total $\Sigma X_j$
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	
1	5	6	5	6	8	8	6	3	47
2	7	5	6	8	6	5	6	4	47
3	5	7	6	7	6	6	7	5	49
4	6	8	8	5	7	6	5	6	51
5	5	6	7	7	6	5	8	6	50
6	7	5	8	7	7	9	5	6	54
7	6	7	7	7	6	8	7	9	57
8	5	8	4	6	9	8	7	8	55
9	6	6	9	6	9	8	6	6	56
10	5	6	5	6	5	6	5	7	45
11	5	6	6	7	8	6	6	6	50
12	8	7	6	8	6	7	7	4	53
Total ( $Y_j$ )	70	77	78	80	83	82	75	70	615
$\Sigma (Y_i^2)$	420	505	528	542	593	580	479	440	4087
Promedio	5,833	6,417	6,500	6,667	6,917	6,833	6,250	5,833	

Fuente: Elaboración propia

La figura 4.2 muestra los valores promedio obtenidos de la evaluación sensorial del atributo sabor de datos extraídos de la tabla 4.9



Fuente: Elaboración propia

Como se muestra en la figura 4.2 la muestra M5 tiene mejor aceptación entre los jueces no entrenados para el atributo color de la Hidromiel con un valor promedio de 6,917

#### 4.3.4 ANÁLISIS DE VARIANZA DEL ATRIBUTO COLOR PARA ELEGIR LA DOSIFICACIÓN INICIAL DE LA HIDROMIEL

La tabla 4.10 muestra el análisis estadístico de varianza del atributo color de las ocho muestras de la hidromiel (Anexo C.4).

**Tabla 4.10**

**Análisis de varianza del atributo color en el proceso de dosificación del mosto para la hidromiel**

Fuente de Variación	SC	GL	CM	F <sub>cal</sub>	F <sub>tab</sub>
Entre muestras	14.406	7	2,058	1.394	2,131
Entre jueces	19.031	11	1.730	1.171	1.915
Error	113.719	77	1.477		
<b>Total</b>	<b>147.156</b>	<b>95</b>			

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4.10 se observa que  $F_{cal} < F_{tab}$  ( $1.394 < 2,131$ ), Por lo tanto, no existe evidencia estadística de variación entre los promedios de los procesos M1, M2, M3, M4, M5, M6, M7 y M8, para un límite de confianza de 95%... Por lo que, se Acepta la hipótesis planteada y tomando en cuenta la preferencia de los jueces por la muestra M5 en escala hedónica del atributo sabor, como la mejor opción.

#### 4.3.5 EVALUACIÓN SENSORIAL DEL ATRIBUTO AROMA PARA ELEGIR LA DOSIFICACIÓN DEL MOSTO

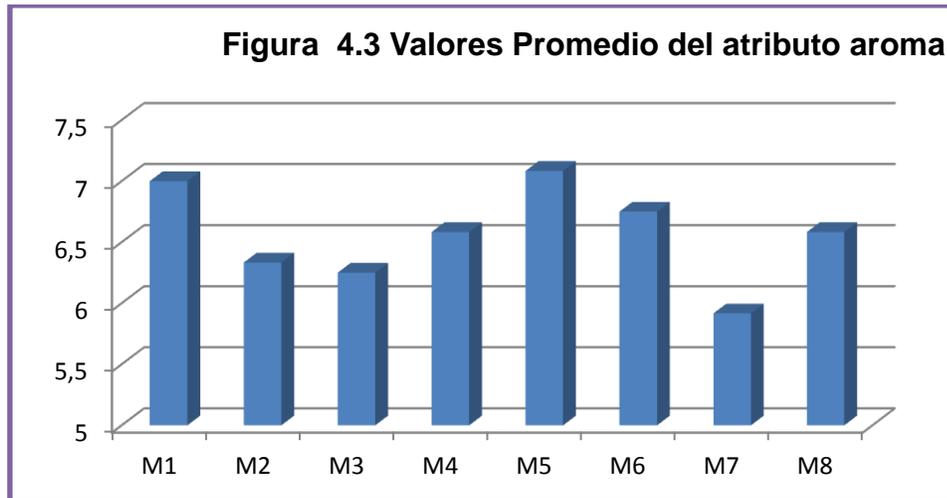
En la tabla 4.11, se muestran los resultados obtenidos en la tabla C.5.1 (Anexo C.5) para el atributo aroma en base de doce jueces no entrenados

**Tabla 4.11**  
Evaluación sensorial del atributo aroma para elegir la dosificación del mosto para la hidromiel

Jueces (B)	Muestras (A) escala hedónica								Total $\Sigma X_j$
	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	
1	7	6	6	7	9	8	8	8	59
2	6	6	7	7	7	7	5	8	53
3	7	7	6	6	8	6	5	7	52
4	8	5	6	6	7	7	7	7	53
5	9	7	6	8	5	8	4	7	54
6	8	8	8	7	7	7	5	5	55
7	7	5	6	6	9	6	4	5	48
8	6	6	6	7	5	7	6	6	49
9	6	6	5	6	9	8	6	6	52
10	8	7	6	6	8	6	6	7	54
11	5	7	6	6	5	5	8	5	47
12	7	6	7	7	6	6	7	8	54
Total ( $Y_j$ )	84	76	75	79	85	81	71	79	630
$\Sigma (Y_i^2)$	602	490	475	525	629	557	441	535	4254
Promedio	7,000	6,333	6,250	6,583	7,083	6,750	5,917	6,583	

Fuente: Elaboración propia

La grafica 4.3 muestra los valores promedio obtenidos de la evaluación sensorial del atributo aroma de datos extraídos de la tabla 4.11



Fuente: Elaboración propia

Como se muestra en la figura 4.3 la muestra M5 tiene mejor aceptación entre los jueces no entrenados para el atributo aroma de la hidromiel con un valor promedio de 7,083.

#### 4.3.6 ANÁLISIS DE VARIANZA DEL ATRIBUTO AROMA PARA ELEGIR LA DOSIFICACIÓN INICIAL DE LA HIDROMIEL

La tabla 4.12 muestra el análisis estadístico de varianza del atributo aroma de las ocho muestras de la hidromiel (Anexo C.5).

**Tabla 4.12**

**Análisis de varianza del atributo aroma en el proceso de dosificación del mosto para la hidromiel**

Fuente de Variación	SC	GL	CM	F <sub>cal</sub>	F <sub>tab</sub>
Entre muestras	12.792	7	1.827	1.530	<b>2,131</b>
Entre jueces	14.875	11	1.352	1.915	<b>1,915</b>
Error	91.958	77	1.194		
<b>Total</b>	<b>119.625</b>	<b>95</b>			

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4.12 se observa que  $F_{cal} < F_{tab}$  ( $1.530 < 2,131$ ), Por lo tanto, no existe evidencia estadística de variación entre los promedios de los procesos M1, M2, M3, M4, M5, M6, M7 y M8, para un límite de confianza de 95%. Por lo que, se Acepta la hipótesis planteada y tomando en cuenta la preferencia de los jueces por la muestra M5 en escala hedónica del atributo aroma, como la mejor opción.

#### **4.3.7 DETERMINACIÓN DE LAS VARIABLES DEL PROCESO DE DOSIFICACIÓN FINAL DEL MOSTO PARA LA HIDROMIEL**

Para la elección del proceso de dosificación final del mosto para la hidromiel, se efectuó una evaluación sensorial en escala hedónica; utilizando doce jueces no entrenados que analizaron los atributos de sabor, color y aroma, de las muestras con mayor aceptación, que son las siguientes.

M5 = 352.76 g de miel, 30 ml nutrientes y 0.4 g de levadura

M6 = 496.89 g de miel, 20 ml nutrientes y 0.4 g de levadura

M4 = 496.89 g de miel, 20 ml nutrientes y 0,74 g de levadura

M8 = 496.89 g de miel, 20 ml nutrientes y 0.74 g de levadura

M3 = 352.76 g de miel, 30 ml nutrientes y 0.74 g de levadura

Reordenado: M5 = M1, M6 = M2, M4 = M3, M8 = M4 y M3 = M5

#### 4.3.7.1 EVALUACIÓN SENSORIAL DEL ATRIBUTO SABOR PARA ELEGIR LA DOSIFICACIÓN FINAL DE LA HIDROMIEL

En la tabla 4.13, se muestran los resultados obtenidos (Anexo C.6) de la evaluación sensorial del hidromiel para el atributo sabor.

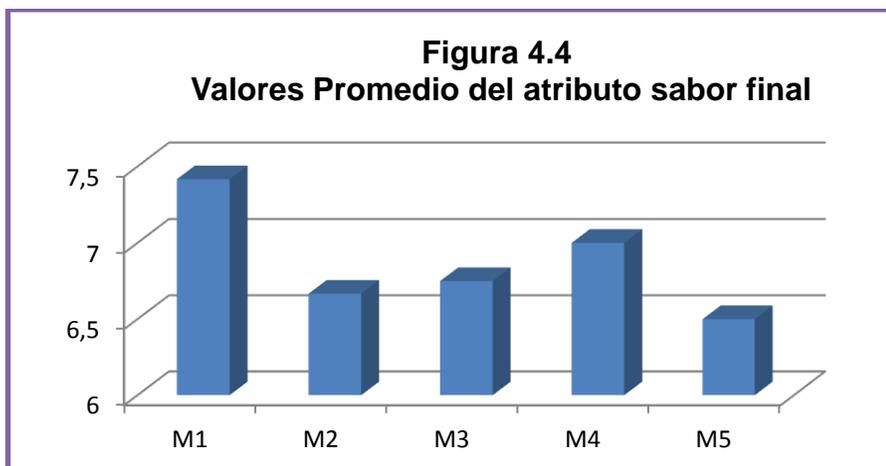
**Tabla 4.13**

**Evaluación sensorial del atributo sabor en el proceso de dosificación final mosto**

Jueces (B)	Muestras (A) escala hedónica					Total $\Sigma X_j$
	M1	M2	M3	M4	M5	
1	8	7	5	8	7	35
2	7	7	8	9	8	39
3	7	8	5	6	7	33
4	8	7	7	7	8	37
5	7	6	6	3	6	28
6	6	6	6	6	4	28
7	5	8	7	8	6	34
8	8	6	6	7	6	33
9	9	6	7	7	8	37
10	8	6	9	9	6	38
11	8	7	9	8	6	38
12	8	6	6	6	6	32
Total ( $Y_j$ )	<b>89</b>	<b>80</b>	<b>81</b>	<b>84</b>	<b>78</b>	<b>412</b>
$\Sigma (Y_i^2)$	673	540	567	618	522	2920
Promedio	7,417	6,667	6,750	7,000	6,500	

Fuente: Elaboración propia

La figura 4.4 muestra los valores promedio obtenidos de la evaluación sensorial del atributo sabor de datos extraídos de la tabla 4.13



Fuente: Elaboración propia

Como se muestra en la figura 4.4 la muestra M1 tiene mejor aceptación entre los jueces no entrenados para el atributo sabor de la hidromiel con un valor medio de 7,417

#### 4.3.7.2 ESTUDIO DE VARIANZA DE LA CARACTERÍSTICA ORGANOLÉPTICA DEL SABOR PARA ELEGIR LA DOSIFICACIÓN FINAL DEL MOSTO

La tabla 4.14 muestra el análisis estadístico de varianza del atributo sabor de las cinco muestras de la hidromiel (Anexo C.6).

**Tabla 4.14**

**Análisis de varianza del atributo sabor en el proceso de dosificación del mosto para la hidromiel**

Fuente de Variación	SC	GL	CM	F <sub>cal</sub>	F <sub>tab</sub>
Entre muestras	6.100	4	1,525	1,236	2,584
Entre jueces	30.533	11	2,776	2,249	2,014
Error	54.300	44	1,234		
Total	90.933	59			

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4.14 se observa que  $F_{cal} < F_{tab}$  ( $1,236 < 2,584$ ), Por lo tanto, no existe evidencia estadística de variación entre los promedios de los procesos M1, M2, M3, M4, y M5, para un límite de confianza de 95%. Por lo que, se Acepta la hipótesis planteada y tomando en cuenta la preferencia de los jueces por la muestra M1 en escala hedónica del atributo sabor, como la mejor opción.

#### 4.3.7.3 EVALUACIÓN SENSORIAL DEL ATRIBUTO COLOR PARA ELEGIR LA DOSIFICACIÓN FINAL DEL MOSTO PARA LA HIDROMIEL

En la tabla 4.15, se muestran los resultados obtenidos (Anexo C.7) de la evaluación sensorial del mosto para el atributo color.

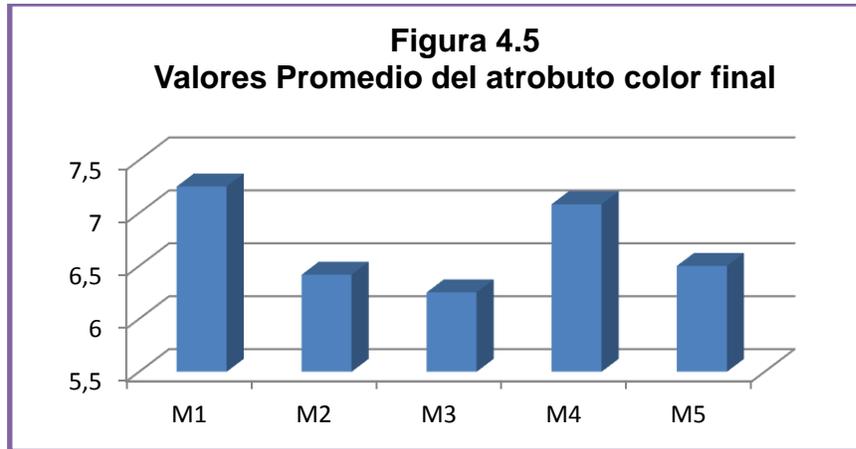
**Tabla 4.15**

**Evaluación sensorial del atributo color en el proceso de dosificación final mosto**

Jueces (B)	Muestras (A) escala hedónica					Total $\Sigma X_j$
	M1	M2	M3	M4	M5	
1	8	6	6	6	6	32
2	8	7	8	9	8	40
3	6	6	6	7	6	31
4	7	5	8	7	8	35
5	8	8	7	9	7	39
6	7	6	2	4	6	25
7	5	6	6	7	4	28
8	9	6	6	8	7	36
9	8,	8	8	7	8	39
10	7	5	7	7	6	32
11	8	6	5	8	7	34
12	6	8	6	6	5	31
Total ( $Y_j$ )	<b>87</b>	<b>77</b>	<b>75</b>	<b>85</b>	<b>78</b>	<b>402</b>
$\Sigma (Y_i^2)$	645	507	499	623	524	2798
Promedio	7,250	6,417	6,250	7,083	6,500	

Fuente: Elaboración propia

La figura 4.5 muestra los valores promedio obtenidos de la evaluación sensorial del atributo color de datos extraídos de la tabla 4.15



Fuente: Elaboración propia

Como se muestra en la figura 4.5 la muestra M1 tiene mejor aceptación entre los jueces no entrenados para el atributo color de la Hidromiel con un valor medio de 7,250.

#### 4.3.7.4 ESTUDIO DE VARIANZA DE LA CARACTERÍSTICA ORGANOLÉPTICA DEL COLOR PARA ELEGIR LA DOSIFICACIÓN FINAL DEL MOSTO

La tabla 4.16 muestra el análisis estadístico de varianza del atributo color de las cinco muestras de la hidromiel (Anexo C.7).

**Tabla 4.16**

**Análisis de varianza del atributo color en el proceso de dosificación del mosto para la hidromiel**

Fuente de Variación	SC	GL	CM	F <sub>cal</sub>	F <sub>tab</sub>
Entre muestras	9,267	4	2,317	2,075	2,584
Entre jueces	46,200	11	4,200	3,761	2,014
Error	49,200	44	1,117		
Total	104,600	59			

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4.16, se observa que  $F_{cal} < F_{tab}$  ( $2,075 < 2,584$ ), Por lo tanto, no existe evidencia estadística de variación entre los promedios de los procesos M1, M2, M3, M4, y M5, para un límite de confianza de 95%. Por lo que, se Acepta la hipótesis planteada y tomando en cuenta la preferencia de los jueces por la muestra M1 en escala hedónica del atributo color, como la mejor opción.

#### 4.3.7.5 EVALUACIÓN SENSORIAL DEL ATRIBUTO AROMA PARA ELEGIR LA DOSIFICACIÓN FINAL DEL MOSTO PARA LA HIDROMIEL

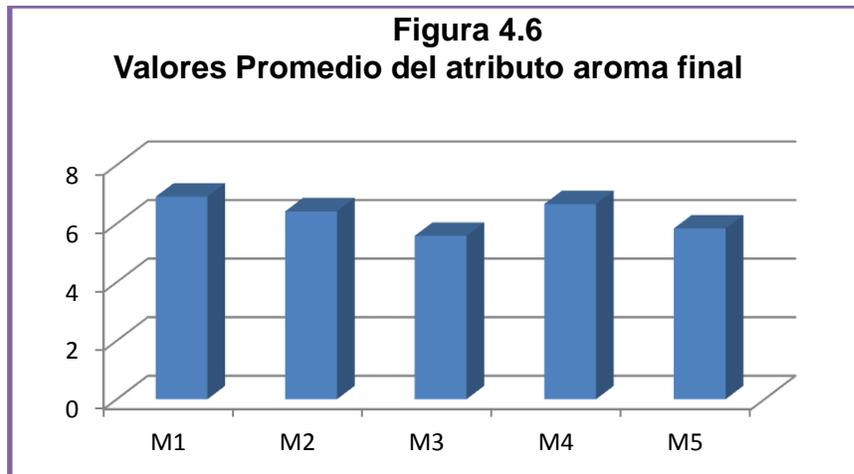
En la tabla 4.17, se muestran los resultados obtenidos (Anexo C.8) de la evaluación sensorial del mosto para el atributo aroma.

**Tabla 4.17**  
**Evaluación sensorial del atributo aroma en el proceso de dosificación final**

Jueces (B)	Muestras (A) escala hedónica					Total $\Sigma X_j$
	M1	M2	M3	M4	M5	
1	9	6	6	7	5	33
2	7	5	6	6	5	29
3	6	6	5	5	7	29
4	5	7	7	8	6	33
5	7	6	8	6	7	34
6	6	7	4	7	7	31
7	8	6	4	8	4	30
8	8	7	4	7	7	33
9	7	8	6	6	5	32
10	8	7	4	6	4	29
11	7	5	6	7	6	31
12	9	7	7	7	7	33
<b>Total (<math>Y_j</math>)</b>	<b>83</b>	<b>77</b>	<b>67</b>	<b>80</b>	<b>70</b>	<b>377</b>
$\Sigma (Y_i^2)$	591	503	395	542	424	2455
<b>Promedio</b>	6,917	6,417	5,583	6,667	5,833	

Fuente: Elaboración propia

La figura 4.6 muestra los valores promedio obtenidos de la evaluación sensorial del atributo aroma de datos extraídos de la tabla 4.17



Fuente: elaboración propia

Como se muestra en la figura 4.6 la muestra M1 tiene mejor aceptación entre los jueces no entrenados para el atributo aroma de la hidromiel con un valor medio de 6,917.

#### 4.3.7.6 ESTUDIO DE VARIANZA DE LA CARACTERÍSTICA ORGANOLÉPTICA DEL AROMA PARA ELEGIR LA DOSIFICACIÓN FINAL DEL MOSTO

La tabla 4.18 muestra el análisis estadístico de varianza del atributo aroma de las cinco muestras de la hidromiel (Anexo C.8).

**Tabla 4.18**

**Análisis de varianza del atributo aroma en el proceso de dosificación del mosto para la hidromiel**

Fuente de Variación	SC	GL	CM	F <sub>cal</sub>	F <sub>tab</sub>
Entre muestras	9,267	4	3,775	2,608	2,584
Entre jueces	7,383	11	0,671	0,464	2,014
Error	63,700	44	1,448		
<b>Total</b>	<b>86,183</b>	<b>59</b>			

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4.18, se observa que  $F_{cal} > F_{tab}$  ( $2,608 > 2,584$ ), por lo tanto existe diferencia significativa entre las muestras y es apto para desarrollar la prueba de Duncan (Anexo C.8).

#### 4.3.7.7 PRUEBA DE DUNCAN DEL ATRIBUTO AROMA PARA ELEGIR LA DOSIFICACIÓN FINAL DEL MOSTO

En la tabla 4.19, se muestra los resultados del análisis estadístico de la prueba de Duncan de los datos extraídos de la tabla C.8.5 (Anexo C.8).

**Tabla 4.19**

**Análisis estadístico de Duncan del atributo aroma para elegir la dosificación final del mosto**

Tratamientos	Valores	Significancia
M1 – M4	$0,3 > 0,990$	Significativo
M1 - M2	$0,5 < 1,051$	No significativo
M1 – M5	$1,1 > 1,074$	Significativo
M1 – M3	$1,4 > 1,098$	Significativo
M4 – M2	$0,2 < 0,758$	No significativo
M4– M5	$0,8 < 1.116$	No significativo
M4 – M3	$1,1 > 0,990$	Significativo
M2 – M5	$0,6 < 1,051$	No significativo
M2 – M3	$0,9 < 1,074$	No significativo
M5 – M3	$0,3 < 1,098$	No significativo

**Fuente:** Elaboración propia

En la tabla 4.19, se observa que si existe evidencia estadística en los tratamientos (M1-M4, M1-M5, M1-M3, M4-M3) que son significativos en comparación a las muestras (M1- M2, M4-M2, M4- M5, M2-M5, M2-M3, M5-M3) que no son significativos para un límite de confianza del 95% sin embargo, se tomó en cuenta la

preferencia de los jueces por las muestras M1, M2 y M4 , como las de mejor aceptación para el atributo aroma.

Observando los resultados obtenidos de la evaluación sensorial, la muestra M1, tiene mayor aceptación para los atributos sabor, color y aroma en comparación con las demás muestras. Por lo tanto, los doce jueces no entrenados tienen mayor preferencia por la muestra M1 (352.76 g de miel, 0.39 g de ácido cítrico, 0.4 g de levadura, y una concentración de sólidos solubles de 24°Brix) con mayor puntaje.

#### 4.4 DETERMINACIÓN DE LAS VARIABLES DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE HIDROMIEL

Para establecer el contenido de alcohol del producto en el proceso de elaboración de hidromiel, se elaboró tomando en cuenta el diseño factorial  $2^3$  (tabla 3.4) con los niveles de variación (tabla 3.3) donde la variable respuesta fue el contenido de alcohol, los resultados se muestran en la tabla 4.20 (Anexo D.2).

**Tabla 4.20**  
**Diseño factorial en función del contenido de alcohol**

Corridas	Combinación	Factores			Réplica	Réplica	Respuestas
		J	Ac	Fn	I	II	Yi
1	1	-1	-1	-1	12,00	14,40	26,40
2	J	+1	-1	-1	12,40	11,60	24,00
3	Ac	-1	+1	-1	12,40	13,20	25,60
4	J*Ac	+1	+1	+1	12,20	12,20	24,40
5	Fn	-1	-1	-1	14,42	12,70	27,12
6	J*Fn	+1	-1	+1	14,58	12,00	26,58
7	AC*Fn	-1	+1	+1	14,33	13,70	28,03
8	J*Ac*Fn	+1	+1	+1	13,52	12,50	26,02
<b>Total</b>							208,15

**Fuente.** Elaboración propia

En base a los resultados de la tabla 4.20, se realizó el análisis de varianza de los valores del contenido de alcohol para el diseño factorial  $2^3$  tabla 4.21

**Tabla 4.21**  
**Análisis de varianza para las variables del proceso de hidromiel**

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados libertad	Cuadrados medios	Fcal	Ftab
<b>Total</b>	15,3407	15			
<b>Factor J</b>	2,3639	1	2,3639	2,09	5,32
<b>Factor Ac</b>	0,00015	1	0,00015	0,00	5,32
<b>Interacción J.Ac</b>	0,0046	1	0,0046	0,00	5,32
<b>Factor Fn</b>	3,3764	1	3,3764	2,98	5,32
<b>Interacción J. Fn</b>	0,0689	1	0,0689	0,06	5,32
<b>Interacción Ac. Fn</b>	0,0352	1	0,0352	0,03	5,32
<b>Interacción J.Ac.Fn</b>	0,4456	1	0,4456	0,39	5,32
<b>Error experimental</b>	9,0461	8	1,1308	-	

Fuente: elaboración propia

La tabla 4.21 muestra que para todos los factores planteados así como sus interacciones  $F_{cal} < F_{tab}$ . Por lo tanto se acepta la hipótesis planteada y no existe evidencia estadística de variación de estos factores en el proceso de elaboración de hidromiel para un nivel de confianza de 95%.

#### 4.4.1 Sólidos solubles

**Figura 4.7 Variación de los sólidos solubles (°Brix) durante la etapa de fermentación del vino de miel de abeja**



Elaboración: propia

La gráfica indica la disminución de los sólidos solubles (°Brix) en función del tiempo de fermentación del vino de miel de abeja, deduciendo así que la concentración de sólidos solubles del mosto es inversamente proporcional durante el tiempo de fermentación.

La fermentación se inició con un mosto de 24 °Brix y tuvo una duración de veinte y cinco días. De acuerdo a la gráfica se puede observar que los grados Brix descienden gradualmente cada día que transcurre la fermentación alcohólica. Esto se debe a que los azúcares contenidos en el mosto son consumidos por las levaduras y transformados en etanol. El descenso de la curva se detiene a los veinte y cinco días de fermentación, donde la medida de sólidos solubles es 13°Brix. Esto significa que ya no existe consumo de azúcares y por tanto la fermentación ha cesado

#### 4.5. CARACTERIZACIÓN DEL PRODUCTO (HIDROMIEL)

Para caracterizar el producto e toma en cuenta las propiedades fisicoquímica

##### 4.5.1 ANÁLISIS FISICOQUÍMICO DE LA HIDROMIEL

La tabla 4.22 muestra los resultados del análisis fisicoquímico del producto terminado los cuales fueron realizados en laboratorios del Centro Nacional Vitivinícola (Cenavit) ubicado en el valle de la concepción departamento de Tarija.

**Tabla 4.22**  
**Determinación de características fisicoquímica de la hidromiel**

Parámetros	Unidad	Valores	Requisitos	
			mínimos	máximos
Acidez total	g/l(Ácido tartárico)	5,32	3,5	9,75
Acidez volátil	g/l(Ácido Acético)	0,24	0,1	1
Grado alcohólico	°GL (a 20°C)	14,43	10	De acuerdo al tipo de vino
pH	Unidades de pH	3,30	2,5	4,5

Fuente: Cenavit, 2011

como se puede observar en la tabla 4.22 los resultados obtenidos del análisis fisicoquímico del producto terminado según los valores de acidez total, acidez volátil, grado alcohólico y pH el producto cumple los requisitos de la Norma boliviana (322002:2007) para vinos blancos.

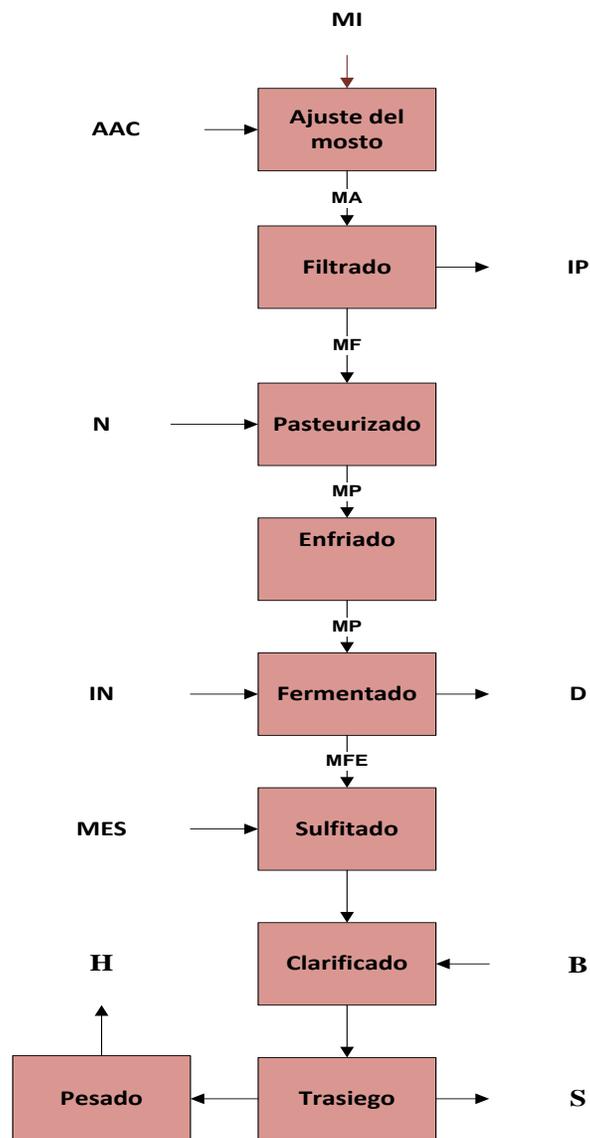
#### 4.6 BALANCES DE MATERIA EN EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE LA HIDROMIEL

El balance de materia para la elaboración de la hidromiel se efectuó en base al diagrama 4.8

Aplicando el principio de conservación de la materia se plantea el diagrama 4.8

FIGURA 4.8

Diagrama de bloques para el balance de materia en la elaboración de hidromiel



Donde:

MI = cantidad de miel (gr)

A = cantidad de agua (gr)

AC = ácido cítrico (gr)

MA = cantidad de mosto ajustado (gr)

IP = cantidad de impurezas (gr)

D = Dióxido de carbono (gr)

N = cantidad de nutrientes (ml)

MF = cantidad de mosto filtrado (gr)

MP = cantidad de mosto pasteurizado (gr)

IN = cantidad de lavaduras (gr)

MFE = cantidad de mosto fermentado (gr)

MES = cantidad de metabisulfito de sodio (gr)

B = cantidad de bentonita (gr)

HF = cantidad de hidromiel filtrada (gr)

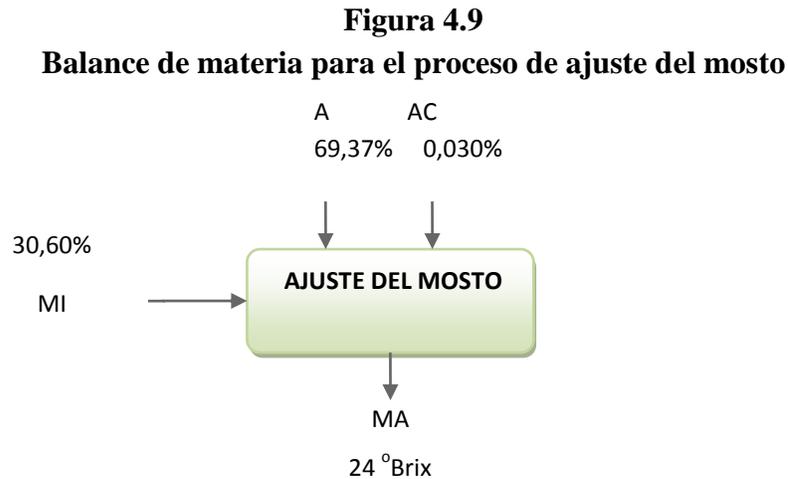
S = cantidad de sedimentos (gr)

PE = cantidad de pérdidas (gr)

H = cantidad de hidromiel (gr)

#### 4.6.1 BALANCE DE MATERIA PARA EL AJUSTE DEL MOSTO

El balance de materia para la preparación del mosto, se realizo en base a la figura 4.9.



#### Balance total de materia en el ajuste del mosto

$$MI + A + AC = MA \quad (\text{Ecuación: 4.1})$$

Balance parcial para el agua:

$$30,60 \text{ g }_{0,217} + A_1 + AC_0 = 100 \text{ gr }_{0,76}$$

$$6,63 \text{ g } + A_1 + 0 = 76 \text{ g}$$

Despejando A de la ecuación 4.1 se tendrá;

$$A = (76 \text{ g} - 6,63\text{g}) = 69,37 \text{ g de agua}$$

Balance parcial para sólidos:

$$30,60 \text{ g }_{0,783 \text{ SS}} + 0,030 \text{ g }_1 = 100\text{gr }_{0,24\text{SS}} = 24\text{g}$$

DATOS:

Para la preparación de 1kg de mosto a 24 °Brix. Los porcentajes en masa de ingredientes son los siguientes.

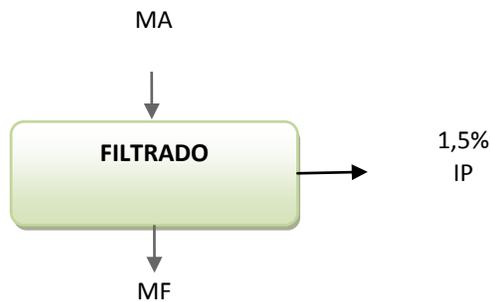
69,37 % de agua y 0,030 % de ácido cítrico

30,60 % de miel de abeja al 78,3 °Brix SS

#### 4.6.2 BALANCE DE MATERIA EN LA ETAPA DEL FILTRADO

El balance de materia para la etapa del filtrado realizado en base a la figura 4.10.

**Figura 4.10**  
**Balance de materia en el proceso del filtrado**



#### Datos

MA = Cantidad de mosto = 1,0 kg

IP = Cantidad de impurezas = ?

MF = Cantidad de mosto filtrado = 0,9850 kg

#### Balance total en la etapa del filtrado

$MA - IP = MF$  (Ecuación 4.2)

Despejando IP de la ecuación 4.2 tenemos

$$IP = - (MF - MA)$$

$$IP = MA - MF$$

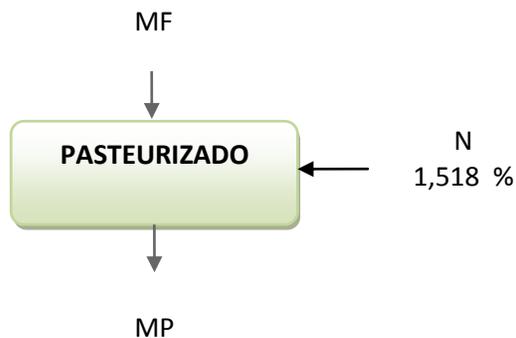
$$IP = 1,0 - 0,9850 = 0,015 \text{ kg}$$

Al filtrar 1000 g de mosto se obtiene 1,5 g de impurezas.

### 5.6.3 BALANCE DE MATERIA EN LA ETAPA DEL PASTEURIZADO

El balance de materia en la etapa del pasteurizado se realizó en base a la siguiente figura 4.11.

**Figura 4.11**  
**Balance de materia en el proceso de pasteurización**



#### Datos

MF = Cantidad de mosto filtrado = 0,985 kg

N = Cantidad de nutrientes = 0,01518 kg

MP = Cantidad de mosto pasteurizado = ?

#### Balance total en la etapa del pasteurizado

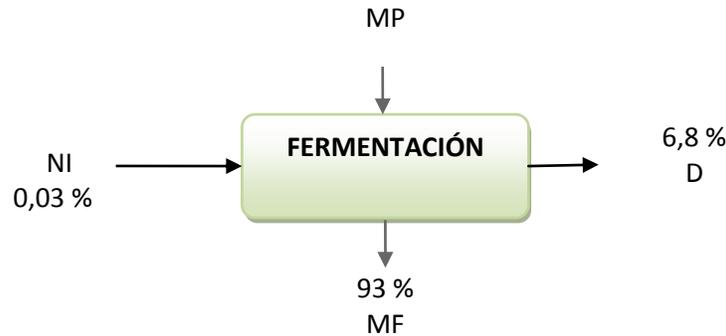
$$MF + N = MP \quad (\text{Ecuación 4.3})$$

$$0,985 + 0,01518 = 1,00018 \text{ kg}$$

#### 4.6.4 BALANCE DE MATERIA EN LA ETAPA DE LA FERMENTACIÓN

El balance de materia en la etapa del pasteurizado se realizo en base a la siguiente figura 4.12.

**Figura 4.12**  
**Balance de materia en el proceso del fermentado**



#### Según datos

Corrientes de entrada: mosto

Corrientes de salida: mostro fermentado, CO<sub>2</sub>.

Mosto + Nutrientes + Levadura = Vino + CO<sub>2</sub>

Para el cálculo del CO<sub>2</sub> tenemos que las 1kg de mosto entra a proceso presentan un 24% de azúcares fermentables.

Por datos experimentales obtenidos se tiene que solo se consumió 11% del azúcar fermentable

$1\text{kg} * 0.11 = 0,11 \text{ kg}$  de azúcar fermentable.

De la reacción de fermentación, por estequiometria: el 48.9 % del azúcar se convierte en CO<sub>2</sub>, entonces:

$(0,11 \text{ kg} * 0.489) = 0,053 \text{ kg}$  de CO<sub>2</sub> que salen.

Datos

MP = Cantidad de mosto pasteurizado = 1,00018 kg

NI = Cantidad de inculo = 0,0003 kg

D = Cantidad de CO<sub>2</sub> que salen = 0,053 kg

MFE = cantidad de mosto fermentado = ?

### Balance total en la etapa del fermentado

MP + NI - D = MFE (Ecuación 4.4)

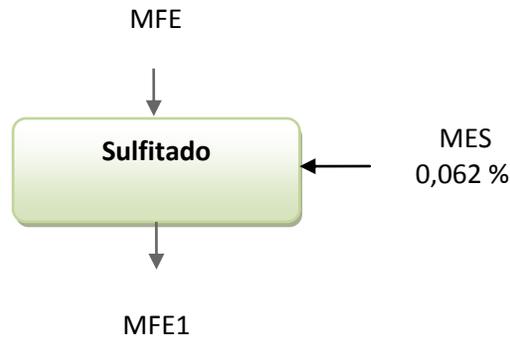
1,00018 + 0,0003 - 0,053 = 0,95018 kg

En 1000,18 g de mosto se inocula 0,3 g de levadura y se obtiene 53 g de CO<sub>2</sub> y 950,18 g de mosto fermentado.

### 4.6.5 BALANCE DE MATERIA EN LA ETAPA DEL SULFIDADO

El balance de materia en la etapa del sulfitado se realizo en base a la siguiente figura 4.13.

**Figura 4.13**  
**Balance de materia en el proceso del sulfitado**



### Datos

MFE = Cantidad de mosto fermentado = 0,95018 kg

MES = Cantidad de metabisulfito de sodio = 0,00062 kg

MFE1 = Cantidad de mosto sulfitado = ?

Balance de total en la etapa del sulfitado

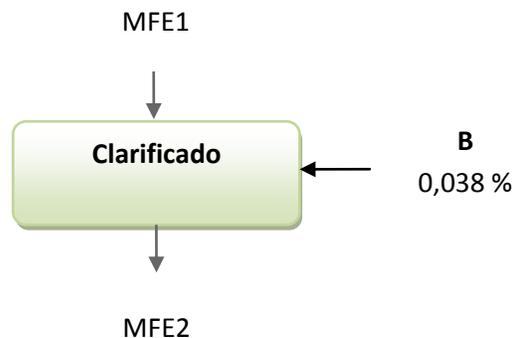
$$MFE + MES = MFE1 \text{ (Ecuación 4.5)}$$

$$MFE1 = 0,95018 + 0,00062 = 0,95080 \text{ kg}$$

#### 4.6.6 BALANCE DE MATERIA EN LA ETAPA DEL CLARIFICADO

El balance de materia en la etapa del clarificado se realizo en base a la siguiente figura 4.14

**Figura 4.14**  
**Balance de materia en el proceso del clarificado**



#### **Datos**

MFE1 = Cantidad de mosto sulfitado = 0,95080 kg

B = Cantidad de betonita = 0,00036 kg

MFE2 = Cantidad de mosto con betonita = ?

#### **Balance total en la etapa del clarificado**

$$MFE1 + B = MFE2 \text{ (Ecuación 4.6)}$$

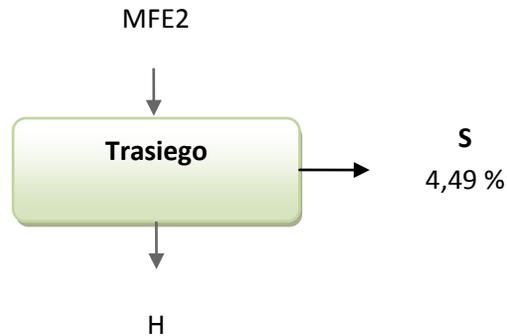
$$MFE2 = 0,95080 + 0,00036 = 0,95116 \text{ kg}$$

Se obtiene 0,95116 kg de mosto con betonita

#### 4.6.7 BALANCE DE MATERIA EN LA ETAPA DEL TRASIEGO

El balance de materia en la etapa del trasiego se realizo en base a la siguiente figura 4.15

**Figura 4.15**  
**Balance de materia en el proceso del trasiego**



#### **Datos**

MF2 = Cantidad de hidromiel sin trasiegar = 0,95116 kg

S = cantidad de sedimentos = ?

H = cantidad de hidromiel = 0,90839 kg

#### **Balance total en la etapa de trasiego**

$MEF2 - S = H$  (Ecuación 4.6)

despejando S de la ecuación 4.6 tenemos

$S = MEF2 - H$

$S = 0,95116 - 0,90839 = 0,0427$  kg

De 1000,0 g de mosto se obtiene 908,39 g de hidromiel

Calculo del rendimiento

Rendimiento =  $(\text{peso final}) / (\text{peso inicial}) \times 100$

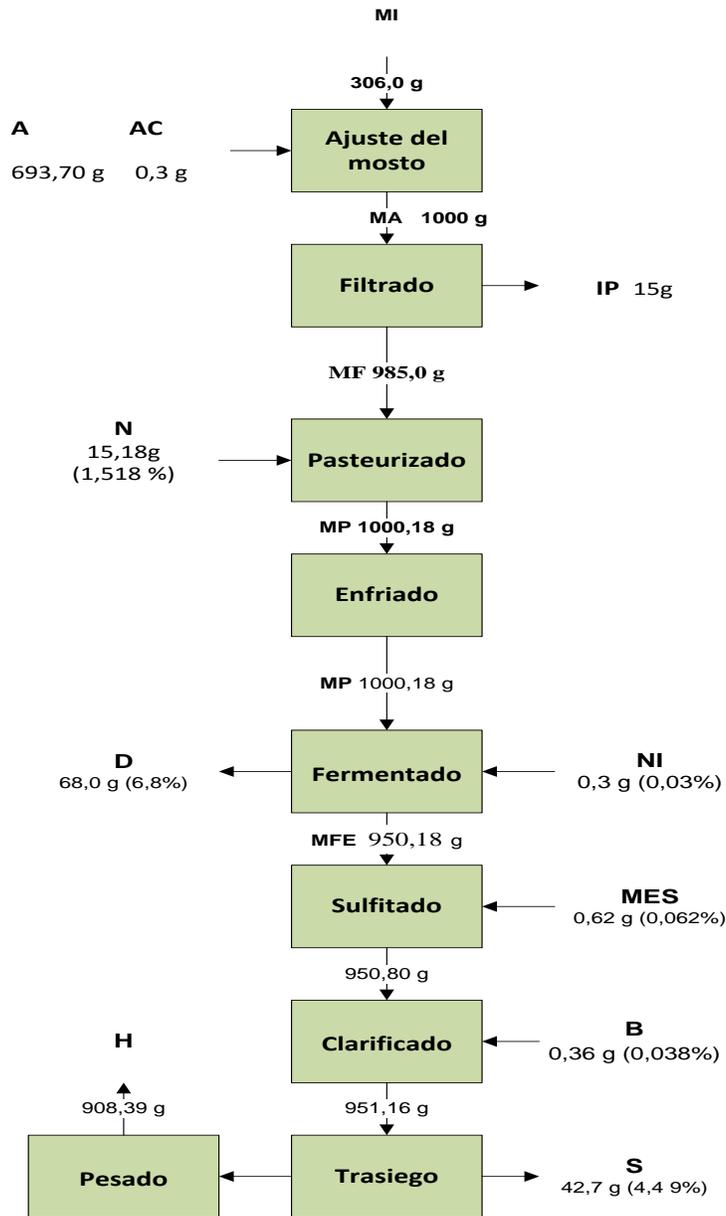
$(908,39/1000,0) \times 100 = 90.83 \%$

El rendimiento es de 90, 83 %

#### 4.6.8 RESUMEN DEL BALANCE DE MATERIA EN EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE HIDROMIEL

En la figura 4.16, se muestra el resumen del balance de materia del proceso de elaboración de hidromiel.

**Figura 4.16**  
**Resumen del balance de materia del proceso de elaboración de hidromiel**

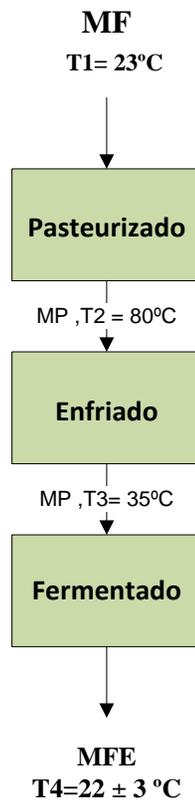


## 4.7 BALANCE DE ENERGÍA EN EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE HIDROMIEL

La figura 4.17 muestra el diagrama de bloques del balance de energía en el proceso de elaboración de la hidromiel. Se tomo en cuenta las etapas de pasteurización y fermentación.

**Figura 4.17**

**Diagrama de bloques del balance de energía en la elaboración de la hidromiel**



Donde:

T1 = temperatura inicial del mosto °C

T2 = temperatura final de pasteurización del mosto °C

T3 = temperatura final de enfriamiento del mosto °C

T4 = temperatura final de fermentación del mosto °C

#### 4.7.1 BALANCE DE ENERGÍA EN LA PASTEURIZACIÓN DEL MOSTO

En los cálculos siguientes, se obtiene la energía necesaria para calentar 1kg de mosto desde 23°C hasta 80°C que es la temperatura.

La figura 4.18 muestra el diagrama de bloque del balance de energía en el proceso de pasteurización del mosto.

**Figura 4.18**  
**Balance de energía en proceso de pasteurización del mosto**



Según Valiente (1994) para el balance de energía se puede aplicar la ecuación 4.10.

$$Q = m * C_p * \Delta T \quad (\text{Ecuación 4.7})$$

$$Q_{\text{cedido}} = Q_{\text{ganado}} \quad (\text{Ecuación 4.8})$$

Donde **m** es la masa de entrada, **C<sub>p</sub>** la capacidad calorífica del mosto y **ΔT** la diferencia de temperaturas de entrada y de salida.

Según (Sing y col, 1998) para el cálculo de C<sub>p</sub> del alimento, se aplica la ecuación 4.7

$$C_{p_{\text{alimento}}} = m_{\text{agua}} 4,187 + m_{\text{proteína}} 1,549 + m_{\text{grasa}} 1,675 + m_{\text{glúcidos}} 1,424 + m_{\text{ceniza}} 0,837 \quad \left| \frac{\text{kJ}}{\text{kg}^\circ\text{C}} \right|$$

Ecuación 4.9

Los porcentajes en masa de la miel de cada componente son obtenidos de la tabla 4.1

Donde:

$m$  = porcentaje de masa de cada componente en el mosto

$$m_{\text{cenizas}} = 0,0079$$

$$m_{\text{glúsidos}} = 0,300$$

$$m_{\text{proteínas}} = 0,0193$$

$$m_{\text{agua}} = 0,672$$

$$m_{\text{grasa}} = 0,000$$

Reemplazando los datos en la ecuación 4.9 tenemos:

$$C_{p_{\text{alimento}}} = [0,672 * 4,187 + 0,0193 * 1.549 + 0,300 * 1.424 + 0,0079 * 0,837] \text{ KJ / kg } ^\circ\text{C}$$

$$C_{p_{\text{alimento}}} = 3,2773 \text{ kJ/kg}^\circ\text{C} = 0,7865 \text{ Kcal/kg}^\circ\text{C}$$

### **Cantidad de calor requerido para calentar el mosto a 80°C ( $Q_1$ )**

Remplazando en la ecuación 4.8 tenemos

$$Q_1 = (m_{\text{recipiente}} * C_{p_{\text{acero}}} * \Delta T_{\text{recipiente}}) + (m_{\text{mosto}} * C_{p_{\text{mosto}}} * \Delta T_{\text{mosto}})$$

$$Q_1 = 0,280 \text{ kg} * 0,12 \text{ Kcal/kg } ^\circ\text{C} (80 - 23) ^\circ\text{C} + 1,00018 \text{ kg} * 0,7865 \text{ Kcal/kg } ^\circ\text{C} (80 - 23) ^\circ\text{C}$$

$$Q_1 = 46,7537 \text{ Kcal}$$

## **4.7.2 BALANCE DE ENERGÍA EN LA ETAPA DE ENFRIAMIENTO DEL MOSTO**

### **Calor que se le debe retirar para la disminución de la temperatura a 35°C $Q_2$**

Inmediatamente después de la esterilización, la temperatura del mosto se debe llevar a 35 °C; por lo tanto, es necesario retirarle calor por contacto indirecto con agua de enfriamiento.

El balance de energía en la etapa del enfriado se realizó embacé a la figura 4.19

**Figura 4.19**  
**Balance de energía para el proceso del enfriamiento del mosto**



$$Q_2 = Q_{\text{ganado}}$$

$$Q = m * C_p * \Delta T$$

Remplazando:

$$Q_2 = (m_{\text{mosto}} * C_{p_{\text{mosto}}} * \Delta T_{\text{mosto}})$$

$$Q_2 = 1,00018\text{kg} * 0,7865 \text{ Kcal/kg } ^\circ\text{C} (35 - 80) ^\circ\text{C}$$

$$Q_2 = - 35,39887 \text{ Kcal}$$

La figura 4. Muestra el diagrama de bloque del balance de energía en el proceso de fermentación del mosto.

### 4.7.3 BALANCE DE ENERGÍA EN LA ETAPA DE FERMENTACION DEL MOSTO

La figura 4.20 muestra el balance de energía en la etapa del fermentado.

**Figura 4.20**  
**Balance de energía para el proceso de fermentación**



### Etapa de Fermentación del mosto



Por dos moles de alcohol producidas se liberan 31.200 cal. Por 1 mol 15.600 cal, La temperatura, durante el proceso de fermentación no debe ser mayor de 35°C.

Calor total librado en la fermentación:

n° de moles formadas durante el proceso de fermentación:

Datos

Peso del hidromiel 908,36 g

Porcentaje de alcohol promedio de hidromiel 12 %

Peso de 1 kmol de alcohol 46 Kg/ Kmol

Peso de alcohol  $0,90836 * 0,12 = 0,1090 \text{ kg}$

Numero de moles formados en el proceso de la fermentación

$n = 0,1089 \text{ Kg} / (46 \text{ Kg/ Kmol}) = 0,002369 \text{ Kmol}$

Como se libera 15.600cal/mol por 0,002369 Kmoles el calor total es

$15.600 \text{ Kcal/Kmol} * 0,002369 \text{ Kmol} = 0,036963 \text{ Kcal}$

Para el control de la temperatura

De la ecuación.....  $Q = m * C_p * (T_f - T_i)$

Despajando  $T_f$

$T_f = [Q / (m * C_p)] + 35$

$T_f = [0,036963 \text{ Kcal} / (1,00018 \text{ kg} * 0,7865 \text{ Kcal/kg } ^\circ\text{C})] + 35 \text{ } ^\circ\text{C} = 35,046 \text{ } ^\circ\text{C}$

Por lo tanto el calor generado por la reacción de fermentación es de un valor despreciable., no hay que retirar calor en el proceso de la fermentación

## **5.1 CONCLUSIONES**

De acuerdo a los resultados obtenidos en la investigación, se determinaron conclusiones tanto para la etapa de ajuste del pH del mosto donde se definen los parámetros óptimos de este proceso, así como también para la etapa de preparación del mosto.

## **5.2 CONCLUSIÓN DEL PROCESO DE AJUSTE DEL pH**

Se demostró que utilizando miel de abeja del la Asociación de Apicultores de la Reserva Nacional Tariquía (A.A.R.T) y realizando un diseño factorial  $2^2$  tomando en cuenta dos variables ácido cítrico dos niveles (0,0gr – 0,08gr) y cantidad de miel dos niveles (79,6 gr – 111,8 gr) dando una solución de 24 y 30°Brix, en función del valor pH y según el análisis de varianza estadísticamente no existe significativa variación del pH en las muestras para un límite de confianza de 95 % y la muestra M4 se acerca más al valor requerido con un pH 3,98 para el crecimiento optimó de las levaduras en la fermentación.

## **5.3 CONCLUSIONES DEL PROCESO DE DOSIFICACIÓN DEL MOSTO**

Según Ing. Viterman Velasquez Resp. Dpto. Enológico del Cenavit la bebida alcohólica obtenida tuvo una coloración amarillo – ámbar claro, con aroma intensidad media alta a miel floral, pasas y sabor ataque dulce, paso en la boca suave, post gusto medio largo.

Se midieron 11° Brix como valor final para sólidos solubles y un pH final de 3,30; parámetros que sirvieron para determinar la finalización de la fase fermentativa que duró veinte y cinco días.

De acuerdo a los análisis fisicoquímicos de la hidromiel, se tiene acidez total 5,32 g/l (Ácido tartárico), acidez volátil 0,24 g/l (Ácido Acético), grado alcohólico 14,43 °Gl

el producto cumple con los requisitos permitidos que están definidos en la Norma Boliviana 322101: 2003 para vinos.

De acuerdo a los resultados obtenidos, el producto elaborado es una buena alternativa para los apicultores de Tarija para darle un valor agregado a la miel de abeja ya que la hidromiel es un producto atractivo y el proceso de elaboración de hidromiel es poco complicado y fácil de entender, por lo que los apicultores lo pueden elaborar.

### **5.3 RECOMENDACIONES**

Para la elaboración de hidromiel se recomienda realizar una pasteurización de máximo 80 °C durante 30 segundos, debido a que a mayores temperaturas y tiempos de pasteurización se eliminan algunos componentes aromáticos de la miel de abeja que influyen positivamente en las características organolépticas del producto final.

Se sugiere estudiar a fondo el desarrollo de la fermentación en el vino de miel de abeja, utilizando otras cepas de levadura, enzimas y diferentes rangos de temperaturas de fermentación para obtener el vino en el menor tiempo posible.

Es importante hacer un estudio de mercado para el vino de miel de abeja, debido a que Tarija no es productor de hidromiel y para el consumo local se debe importar este tipo de bebidas alcohólicas.

No se recomienda el uso excesivo de agentes químicos durante el proceso de clarificación del vino de miel de abeja, ya que estos afectan las características organolépticas del producto.