

## **CAPÍTULO I**

### **1. INTRODUCCIÓN**

#### **1.1. EL PROBLEMA**

El pisco es una bebida alcohólica de aproximadamente 40°GL con aroma y sabor exquisito, producto que se obtiene a través de la destilación del mosto fermentado fresco de uva. Actualmente se fabrica en Perú y también en Chile, pero en el Ecuador se desconoce que alguna empresa se dedique a la elaboración de esta bebida alcohólica. En algún momento se producía en la provincia del Azuay pero este producto ya no se encuentra en el mercado.

En los sectores rurales del país, el único proceso de destilación de alcohol que se realiza es el utilizado en la obtención de aguardiente a partir de la caña de azúcar, proceso que se hace de una manera rústica y anti-técnica, resultando una mezcla de varios tipos de alcoholes no recomendables para el consumo humano, por la presencia de alcoholes superiores que produce entre otras cosas: irritación de las neuronas, destrucción de las paredes del estómago, siendo la resaca más fuerte que puede producir la ceguera y la muerte.

El sabor y aroma del pisco son característicos, por conservar las cualidades de la fruta de la que proviene, siendo su exquisitez muy poco conocida en la zona norte del país. Otra situación que conviene mencionar es que la industria licorera actual dentro de sus procesos de elaboración no realizan un proceso de destilación a partir de mosto fermentado, siendo la práctica común a partir de alcohol potable, esencias, saborizantes y colorantes por lo tanto el producto que se obtiene no es completamente natural.

En el Ecuador, la producción de uva es muy baja, habiéndose importado en el año 1999 4200 TM y en el año 2000 la importación subió a 5600 TM para abastecer el mercado nacional. Su comercialización se realiza en forma de fruta fresca, pasas, en mermeladas, jugos o en vinos.

[http://www.sica.gov.ec/comext/docs/import/m2000/mprod\\_242000.htm](http://www.sica.gov.ec/comext/docs/import/m2000/mprod_242000.htm)

Además dentro del aspecto académico la Escuela de Ingeniería Agroindustrial, no dispone de equipos que permitan llevar a cabo prácticas concernientes a los procesos de destilación, siendo ésta una debilidad para los estudiantes en la realización de investigaciones dentro de las cuáles se aproveche de mejor manera materias primas que están disponibles en el sector, pudiendo convertirse en un renglón de desarrollo en el norte del país en el extenso campo de la licorería que no es realizada de una manera técnica por cuanto existe desconocimiento de los procesos fermentativos y de destilación.

## 1.2. JUSTIFICACIÓN

Con la presente investigación se desea obtener el pisco, producto que conserva las cualidades específicas de la materia prima de donde se lo obtiene, como son sabor y aroma, dichas cualidades sólo se mantienen mediante un proceso de fermentación y destilación.

Fruto de este trabajo es también encontrar la posibilidad de que los agricultores se incentiven en el cultivo de uva, ya que en muchas zonas como en la provincia de Imbabura se tiene las condiciones necesarias para su desarrollo. Creando la necesidad de otra forma de comercialización de esta fruta, asignando al producto un valor agregado al transformarlo en licor.

El proceso de destilación a partir de mosto fermentado de uva, es poco conocido en la zona norte, es por ello que con el desarrollo del presente trabajo de investigación se desea aportar con los parámetros básicos para el mejor aprovechamiento de materias primas como es el caso de la uva.

El propósito de esta investigación es también diversificar la producción de alcohol en mini destilerías, aprovechando productos y subproductos que se obtienen en la zona, brindándole al agricultor una nueva alternativa para mejorar sus condiciones de vida.

Como estudiantes de Ingeniería Agroindustrial hemos creído conveniente investigar estos procesos de elaboración de licores, utilizando un equipo de destilación tipo piloto que será donado a la Universidad para futuras investigaciones. Como también se puede convertir en un renglón de producción utilizando variedad de frutas que se ofertan en la zona, encaminando a los futuros agroindustriales en el amplio campo de la producción de licores y la creación de microempresas que generen trabajo para un mejor desarrollo del país, por tanto con la presente investigación se busca dejar sentando las bases técnicas que ayuden a cumplir dichos propósitos.

### **1.3. OBJETIVOS**

#### **1.3.1. Objetivo General:**

Obtener pisco utilizando un alambique de destilación.

#### **1.3.2. Objetivos Específicos:**

- Obtener mosto fermentado de dos variedades de uva.
  
- Evaluar diariamente el efecto de las dosificaciones de levadura (*saccharomyces cerevisiae*) en el tiempo de fermentación del mosto con relación al testigo.
  
- Determinar el rendimiento de alcohol en el proceso de destilación de los cinco tratamientos en función del grado alcohólico.
  
- Evaluar las características organolépticas (color, olor, sabor) y físico químicas (acidez, densidad) de los cinco tratamientos.
  
- Buscar alternativas de uso para los subproductos del destilado.

#### 1.4. HIPÓTESIS

HIPÓTESIS ALTERNA  $H_a$ :

La variedad de uva y la adición de levadura (*saccharomyces cerevisiae*) inciden en la calidad del destilado (Pisco)

HIPÓTESIS NULA  $H_0$ :

La variedad de uva y la adición de levaduras (*saccharomyces cerevisiae*) no inciden en la calidad del destilado (Pisco).

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO TEÓRICO

#### 2.1. LA UVA

Según TERRANOVA (1995):

Nombre científico:	Vitis vinífera L
Nombres comunes:	Vid, viña, parra, uva
Reino:	Vegetal
Clase:	Angiospermas
Subclase:	Dicotyledoneae
Orden:	Ramnales
Familia:	Vitaceae
Género:	Vitis
Especie:	Vinífera L.

La uva es el fruto de la vid, que es un grano más o menos redondo y jugoso de color negro o verde amarillento, terso y algo translúcido. Nace apiñado con otros, adheridos todos a un vástago común y formando racimos. Cada grano tiene un hollejo más o menos grueso y en su interior dos o más semillas duras y una pulpa delicada y jugosa.

### 2.1.1. DESCRIPCIÓN

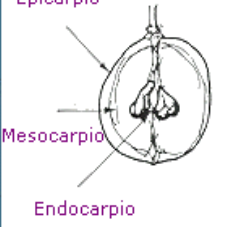











Manuel Ruiz Hernández, 2000

El racimo de uva comprende dos partes bien diferenciadas: la leñosa o raspón y los granos llamados también bayas.

Los granos o bayas están unidos al raspón por el pedicelo, el raspón desempeña las funciones de sostén y medio de comunicación de los granos.

Los granos están formados por la piel o película, las pepitas o semillas, y la pulpa, tejido frágil cuya ruptura proporciona el zumo o mosto.

#### PARTES DE LA BAYA

Botánica (real)	Enológica (teórica)	Desgranado	Estrujado	Estrujado centrifugo
<p>Epicarpio</p>  <p>Mesocarpio</p> <p>Endocarpio</p>	<p>Piel</p>  <p>Pulpa</p>  <p>Semillas</p> 	<p>Baya rasgada</p>  <p>Mosto virgen</p> 	<p>Hollejo</p>  <p>Pulpa globosa y Semillas</p>  <p>Mosto virgen</p> 	<p>Hollejo limpio</p>  <p>Mosto pulpa</p>  <p>Semillas</p> 



## 2.1.2. TRANSFORMACIONES DE LA UVA DURANTE LA MADURACIÓN

La evolución del grano de uva se realiza en las siguientes etapas:

- Período herbáceo, que va desde el cuajado, momento en el que el grano se forma, hasta el envero, momento en que la uva cambia de color. Durante este período la uva es verde, coloreada por la clorofila y presenta una consistencia dura, contiene 20 g de azúcar y casi otro tanto de acidez.
- El período de envero, corresponde a la época fisiológica de la coloración de la uva. Al mismo tiempo el grano engorda y adquiere elasticidad. La uva blanca pasa de verde a amarillo, la uva tinta pasa del verde al rojo claro, después a rojo oscuro. Durante el envero el azúcar de las uvas aumenta de modo repentino.
- El período de maduración, comprende desde el envero al estado de madurez. Durante los cuarenta o cincuenta días que dura, la uva continua engrosando, acumula azúcares y pierde acidez.
- Período de sobre-maduración, es cuando la uva permanece mucho tiempo en la planta. El fruto vive de sus reservas, pierde agua y el zumo se concentra

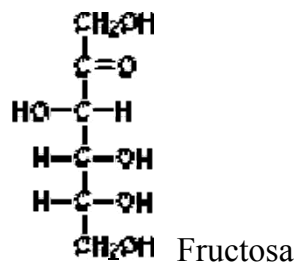
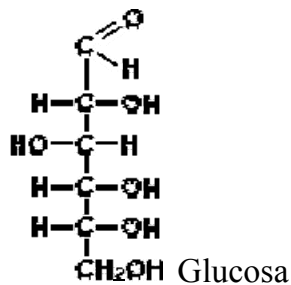
### 2.1.3. FENÓMENOS DE MADURACIÓN

- Engrosamiento de las bayas.

Los granos de uva aumentan constantemente de peso y de volumen desde el cuajado hasta su madurez, su grosor depende de las condiciones exteriores según la circulación del agua en la planta.

- Almacenamiento de los azúcares.

Los azúcares en forma de glucosa ( $C_6H_{12}O_6$ ) y fructuosa ( $C_6H_{12}O_6$ ), se almacenan en la uva, esto tiene varios orígenes, durante el invierno el fruto se enriquece a partir de las reservas de la planta (raíz, tronco y sarmientos), también proceden de las reservas formadas diariamente en las hojas, gracias a la fotosíntesis.



- Evolución de los ácidos.

La acidez de la uva disminuye durante su maduración. Esta disminución progresiva de la acidez se debe al comportamiento de los dos ácidos orgánicos de la uva: ácido tartárico y málico los cuales son quemados por la respiración de la uva con el consumo de oxígeno y la expulsión de gas carbónico.

El ácido tartárico de fórmula  $C_4H_6O_6$  (HOOC-CHOH-CHOH-COOH) y el málico de fórmula  $C_4H_6O_5$  (CO<sub>2</sub>H-CHOH-CHOH-COH) no evolucionan paralelamente y son sintetizados por vías diferentes. El ácido málico desaparece más rápidamente que el ácido tartárico.

- Formación del color.

En el envero, los granos verdes de uva pierden su clorofila y se colorean, progresivamente su color se oscurece al madurar. Las células de la piel de uvas tintas acumulan antocianinos (compuestos químicos complejos que confieren a cada cepa su color característico) coloreándolas en profundidad; de igual manera, el color de la película de uvas blancas y en algunas variedades se dora.

- Formación de aromas.

Las células internas de la piel son las que contienen la parte más considerable de la llamada esencia característica de la cepa; parecen formarse en el mismo grano acumulándose en el hollejo, además las semillas contienen algunos perfumes. Excepto algunas cepas como la Moscatel y Malvasia, el mosto es generalmente poco aromático.

#### **2.1.4. VARIEDADES DE UVAS PISQUERAS.**

<http://www.delpilar.com.pe/pisco.htm>: Las variedades de uvas más utilizadas en la elaboración de pisco por su alto contenido de azúcar (12 a 13 grados Brix) son:

**Aromáticas:** Albilla, Italia, Moscatel y Torontel.

**No aromáticas:** Mollar, Negra corriente, Quebranta y Uvina.

#### **2.1.4.1. Uva Moscatel.**

Es la variedad más popular debido a su delicado aroma y su delicioso sabor dulce.

Los granos son grandes, redondos, muy lisos, con la piel blanca, negra o rosada.

Moscatel Negra.



Cultivada desde 1860 en invernaderos en Inglaterra. Obtenida por cruzamiento entre las variedades moscatel de Alejandría y Frakental. Presenta un brote recubierto de pelos blancos horizontales. Hojas grandes, cuneiformes, pentalobuladas. Racimos de medianos a grandes. Granos gruesos (21 mm de largo y 18 mm de diámetro), ligeramente ovalados, de color azul-negro.

## **Propiedades**

Brote y maduración medianos. Crecimiento de mediano a vigoroso. Prefiere suelos de calidad mediana. En suelos fértiles, el crecimiento es muy vigoroso, mientras que la maduración es tardía y la coloración de los frutos insuficiente. Una poda corta favorece la coloración regular de los frutos. Rendimiento entre 2 y 6 kg por cepa. Racimos hermosos.

### Moscatel rosada.



Presenta un árbol alto vigoroso. La forma del racimo es cónico alargado con un tamaño de mediano a grande. La producción es de 28 a 30 toneladas/hectárea.

### **Características del fruto**

Color: Rosada

Forma de la baya: Redonda

Calibre promedio: 20 mm

Presencia de semillas: Sí

<http://www.geocities.com/Athens/Sparta/4704/apuntes.htm>

### **2.1.5. AGRO ECOLOGÍA.**

TERRANOVA. La vid soporta grandes variaciones climáticas. Los mejores climas son los templados, algo secos, con veranos largos e inviernos poco rigurosos. Para su desarrollo óptimo necesita temperaturas de 20 a 30° C. En las zonas donde hay estaciones, una parte del ciclo vegetativo es latente y la otra activa. Durante el invierno permanece en reposo y durante el verano crecen todos los órganos de la planta. En las regiones tropicales la vid siempre está activa y simultáneamente tiene racimos que crecen y maduran. El mejor clima para la vid es aquel donde tenga reposo o latencia de unos cuatro meses. La vid si acepta suelos profundos, franco-arenosos y hasta con pedrusco de grano fino. No les son apropiados suelos arcillosos y arcillo-limosos, principalmente por exceso de fertilidad. Los terrenos deben ser bien drenados y disponer de abundante agua de riego.

### **2.1.6. REQUERIMIENTOS DE LOS ELEMENTOS PRIMARIOS.**

Nitrógeno.- La mayor demanda de la vid por nitrógeno ocurre entre la brotadura

de las yemas y la floración. Debido a la profundidad de las raíces de la vid, la asimilación del nitrógeno no es inmediata, debiéndose aplicar en el momento de la poda. Las aplicaciones tardías del fertilizante demora la maduración de los frutos y les quitan calidad.

Fósforo.- Su deficiencia retarda el desarrollo de los sarmientos. La respuesta al fósforo es demorada, y las aplicaciones deben ser profundas para que sea mejor tomada por las raíces.

Potasio.- Debido a su solubilidad, debe aplicarse próximo a las raíces para que sea aprovechado. Su deficiencia se muestra en el amarillamiento inicial de la lámina foliar y sus nervaduras, posteriormente ocurre quemazón en los bordes de las hojas. Las vides deficientes en potasio dan racimos pequeños con maduración desigual.

TERRANOVA, Producción Agrícola 1, pág. 257

CUADRO 1: COMPONENTES DEL FRUTO DE LA UVA

<b>COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA PARTE COMESTIBLE DEL FRUTO (100 g)</b>	
Agua	90.5
Proteínas	0.5
Carbohidratos	8.1
Fibra	0.5
Cenizas	0.4
<b>Otros componentes (mg)</b>	
Calcio	5.00
Fósforo	11.00
Hierro	0.30
Tiamina	0.02
Riboflavina	0.01
Niacina	0.20
Ácido ascórbico	9.00
Calorías	31

FUENTE: Terranova Producción Agrícola 1

## 2.2. LEVADURAS.

DE WIKIPEDIA. Se denomina levadura a cualquiera de los diversos hongos microscópicos unicelulares que son importantes por su capacidad para realizar la fermentación de hidratos de carbono, produciendo distintas sustancias. A veces suelen estar unidos entre sí formando cadenas. Producen enzimas capaces de descomponer diversos sustratos, principalmente los azúcares. Las levaduras miden de 2 a 6 micrones de anchura y 10 a 30 micrones de longitud, y pueden reproducirse asexualmente, por gemación o sexualmente, mediante la producción de ascoesporas. En términos generales, las levaduras están compuestas por un 75% de agua y un 25% de sustancias secas. De estas el 90 - 95% es sustancia orgánica y el 5 al 10% sustancias inorgánicas. De las sustancias orgánicas, el 45% corresponden a sustancias nitrogenadas, en máxima parte de proteínas, y el 50% a glúcidos. Las sustancias minerales representan alrededor del 8%.

Las levaduras fermentativas se pueden clasificar en tres grandes grupos con relación a su influencia dentro de este proceso:

- Levaduras de inicio de fermentación

Se trata generalmente de levaduras apiculadas, es decir con forma de limón, que tienen un bajo poder fermentativo (hasta 4-5 %Vol.).



- Levaduras de poder fermentativo medio-alto

Una vez que se han superado los 4-5 %Vol. de alcohol, otras especies de levaduras dominan el proceso como es el caso de *Saccharomyces cerevisiae* var. *Ellipsoideus*, *Saccharomyces pastorianus*, y otras.

- Levaduras de elevado poder fermentativo

Al alcanzar los 10-11% Vol. de alcohol, hay otras especies de levaduras que comienzan a ejercer su predominio debido a que gozan de un elevado poder fermentativo como son *Saccharomyces oviformis*, *Saccharomyces bayanus*, y otros *Saccharomyces ellipsoideus*, entre otras.

### **2.2.1. CRITERIOS DE SELECCIÓN DE LEVADURAS.**

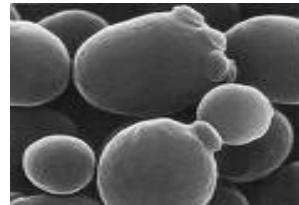
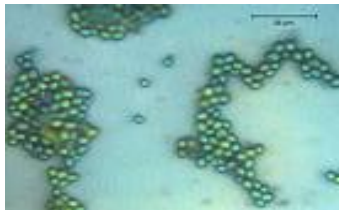
A lo largo de los años, las levaduras han sido objeto de investigación y selección, en función de criterios tecnológicos para conseguir productos tipificados con escasas o nulas variaciones de unos años a otros. En principio, se seleccionaron aquellas que representaban un mayor poder fermentativo y menor producción de acidez volátil, llevándose acabo con posterioridad estudios fisiológicos más profundos.(Ferraro, O. R. 1991)

La elección debe efectuarse entre un gran número de cultivos puros de los que tienen mejores características enológicas.

Estas características son:

- Máximo rendimiento en etanol por unidad de azúcar metabolizado.
- Producción mínima de acidez volátil.
- Regularidad en la actividad fermentativa, esto quiere decir, obtener un producto con características estándar.
- Producción de determinados metabolitos secundarios

### **2.2.2. *SACCHAROMYCES CEREVISIAE***



Reino:	Fungi
Filo:	Ascomycota
Clase:	Hemiascomycetes
Orden:	Saccharomycetales
Familia:	Saccharomycetaceae
Género:	Saccharomyces
Especie:	<i>S. cerevisiae</i>

FUENTE: [www. De Wikipedia, la enciclopedia libre](http://www. De Wikipedia, la enciclopedia libre)

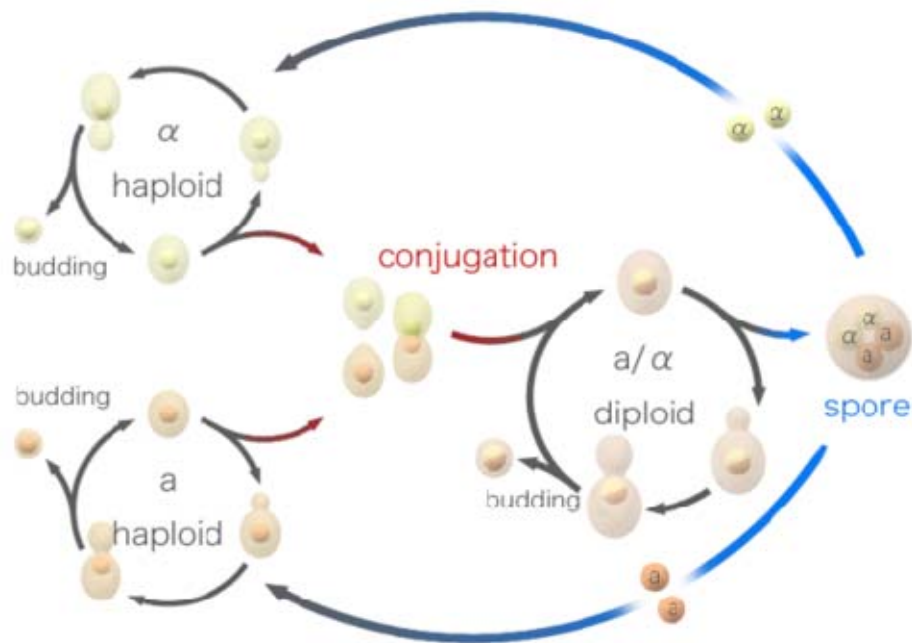
La levadura de cerveza (*Saccharomyces cerevisiae*) es un hongo unicelular, este tipo de levadura es utilizado industrialmente en la fabricación de pan, cerveza y vino. Se divide por gemación y puede tener una reproducción asexual cuando se encuentra en su forma haploide, y de manera sexual cuando a partir de un cigoto se forma un asca que contiene cuatro ascosporas haploides.

Las utilidades industriales más importantes de esta levadura son la producción de cerveza, pan y vino, gracias a su capacidad de generar dióxido de carbono y etanol durante el proceso de fermentación. Básicamente este proceso se lleva a cabo cuando esta levadura se encuentra en un medio muy rico en azúcares (como la D-glucosa). En condiciones de escasez de nutrientes, la levadura utiliza otras rutas metabólicas que le permiten obtener un mayor rendimiento energético, y por tanto no realiza la fermentación.

#### **2.2.2.1. CICLO SEXUAL DE *SACCHAROMYCES CEREVISIAE***

Las levaduras pueden ser haploides o diploides según el estadio del ciclo, no obstante ambos tipos celulares son estables y se pueden reproducir de forma asexual mediante mitosis. La división es por gemación, es decir, las células hijas son de tamaño inferior al de las células madre. Como ya se ha comentado anteriormente sólo las células haploides se pueden reproducir sexualmente por lo que si una célula de tipo  $a$  se encuentra con una célula del tipo  $\alpha$  se fusionarán en

una sola célula, la cual también sufrirá una fusión de núcleos, formándose un diploide estable y que también es capaz de reproducirse de forma asexual. Cuando las condiciones exteriores son desfavorables para las células diploides, sobreviene la meiosis que provocará la aparición de cuatro esporas haploides, en donde dos de ellas serán de tipo sexual **a** y las otras dos de tipo sexual  $\alpha$ .



FUENTE: [www. De Wikipedia, la enciclopedia libre](http://www.wikipedia.org)

### 2.3. FERMENTACIÓN DE LA UVA

DE WIKEPEDIA: La transformación del mosto en vino es el resultado de una compleja sucesión de diferentes especies de levaduras. Un primer estudio ecológico sobre los mostos de uva naturalmente fermentados, reveló una ocupación secuencial del sustrato: durante las primeras etapas de la fermentación predominan especies apiculadas y de baja tolerancia al etanol (*Kloeckera*, *Hanseniaspora*, *Candida*, *Pichia*, *Torulaspota*); durante el transcurso del proceso, éstas son gradualmente reemplazadas por *Saccharomyces cerevisiae* y especies relacionadas, con alta tolerancia al etanol. Numerosos factores afectan la variedad y proporción relativa de las especies de levaduras presentes en la uva. Estos factores incluyen ubicación geográfica, temperatura, lluvias y otras condiciones climáticas, así como también el manejo del viñedo y el modo de vinificación. Por esto, cada área vinícola presenta un grupo de cepas que son características de cada región.

La fermentación alcohólica produce gran cantidad de CO<sub>2</sub>, que hace el pan esponjoso y hace que el champán tenga burbujas. Este CO<sub>2</sub> pesa más que el aire, y puede llegar a crear bolsas sin oxígeno, produciéndose con ello una disminución total del oxígeno por consiguiente un área peligrosa para el bodeguero que puede envenenarse por el CO<sub>2</sub> presente en el ambiente. Por ello es necesario ventilar bien los espacios dedicados a la fermentación de mostos.



de la biosíntesis de metabolitos primarios y secundarios. Entre los sustratos iniciales (precursores) y finales se establece una cadena compleja de reacciones produciendo una diversidad de sustancias intermedias, por ejemplo, actúan sobre los azúcares y los compuestos intermediarios que después se forman, a través de rutas bioquímicas como la glucolítica, (mecanismos de degradación de la glucosa en compuestos más simples) la gliceropirúvica, etc. para determinar la formación de unos productos principales que son alcohol y anhídrido carbónico, y otros metabolitos secundarios como glicerina, aldehído, ácido acético, ácido succínico, butilenglicol, acetoína, alcoholes superiores, etc. Todos estos productos citados, en mayor o menor proporción contribuyen a las propiedades sensoriales del producto final. Al ser la fermentación alcohólica un proceso vital de las levaduras, sin intervención directa del oxígeno, se dice que son anaerobias facultativas, puesto que pueden vivir en medio privado de aire.

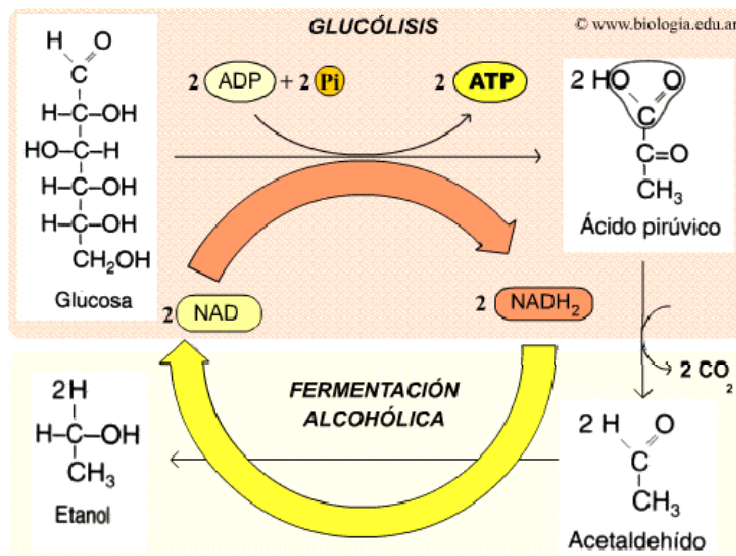
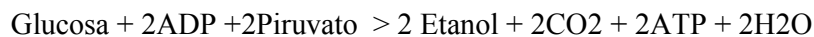
La vía de la glucólisis es una secuencia de reacciones catalizadas por enzimas que convierten a la glucosa en piruvato. La conversión de una molécula de glucosa a dos moléculas de piruvato se acompaña de la conversión neta de dos moléculas de ADP (fosfato deshidrogenasa) en ATP (adenosin trifosfato).

Además de servir como un bloque de construcción de los ácidos nucleicos, el ATP (adenosin trifosfato) es el proveedor central de energía en las células vivas. La ruptura de los enlaces entre los grupos fosforilo del ATP se puede acoplar con otras reacciones, de modo que la energía liberada se puede utilizar en cualquier otra parte.

La conversión de glucosa a piruvato se acompaña no solo por la síntesis de ATP sino también por la reducción de  $\text{NAD}^+$  en  $\text{NADH}$  en la etapa de la gliceraldehido 3 – fosfato deshidrogenasa. A fin de que la glucólisis pueda operar en forma continua, la célula debe tener una forma de regeneración del  $\text{NAD}^+$ . Esta regeneración se obtiene en anaerobiosis sobre todo por el proceso de la fosforilación oxidativa, el cual necesita oxígeno.

En ausencia de oxígeno (en estado anaerobio), las células de levadura convierten el piruvato en etanol y  $\text{CO}_2$  en el proceso que oxida el  $\text{NADH}$  a  $\text{NAD}^+$ . Participan dos reacciones. Primero el piruvato es descarboxilado a acetaldehído en una reacción catalizada por el piruvato descarboxilasa. En seguida el alcohol deshidrogenasa cataliza la reducción del acetaldehído a etanol transfiriendo los electrones a partir del  $\text{NADH}$ .

Su ecuación global es la siguiente:

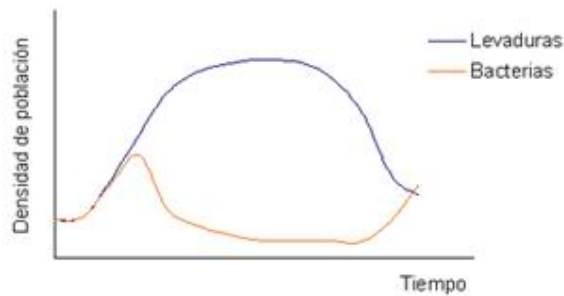




### 2.3.2. SUCESIÓN DE GÉNEROS Y ESPECIES DE LEVADURAS DURANTE LA FERMENTACIÓN ALCOHÓLICA.

En un principio, antes del inicio de la fermentación, el mosto de uva contiene una gran cantidad y variedad de microorganismos como mohos, bacterias, levaduras e incluso protozoos. Sin embargo, son las levaduras y las bacterias las que empiezan a sobrevivir y multiplicarse en este medio en detrimento del resto. Inicialmente el mosto de uva supone un medio adecuado; poco a poco este medio se va haciendo más inhóspito debido a la formación de alcohol, la disminución de azúcares necesarios para su catabolismo (**transformación de las sustancias complejas a simples**) y la reducción de los nutrientes necesarios para su anabolismo (**transformación de las sustancias simples a complejas**). Una vez superado un periodo inicial de adaptación, las poblaciones de levaduras y bacterias se incrementan rápidamente, pero estas últimas pierden la batalla de la supervivencia, permaneciendo durante gran parte del proceso fermentativo en un estado de latencia.

Gráficamente, podemos observar la evolución poblacional de unos y otros durante la fermentación:



Levaduras y la fermentación alcohólica (I).htm. Quique Collado

La velocidad del proceso fermentativo está totalmente ligada a la densidad de población de levaduras fermentativas: se aprecia una primera etapa de adaptación, seguida de una segunda etapa de crecimiento exponencial (fermentación tumultuosa, es decir muy viva y agresiva, con gran desprendimiento de gas carbónico) que va siendo cada vez menor hasta llegar a una etapa de crecimiento poblacional nulo, es decir nacimientos = defunciones. Tras esta etapa la mortalidad comienza a ser mayor a la multiplicación, lo que corresponde a las últimas fases de la fermentación.

Inicialmente, cuando el medio es favorable, las levaduras se multiplican por vía vegetativa asexual por mitosis, mientras que al final de la fermentación alcohólica comienzan a reproducirse sexualmente por meiosis, señal de que el medio de vida es muy desfavorable por falta de sustratos. En esta última etapa del proceso fermentativo, las bacterias lácticas empiezan a "ver la luz", aumentando su densidad de población.

### **2.3.3. CICLO DE CRECIMIENTO DE LAS LEVADURAS.**

El ciclo de crecimiento se puede dividir en diversas fases llamadas: período de retraso, fase exponencial, fase estacionaria y fase de muerte.

- Período de retraso, cuando una población microbiana es inoculada en medio fresco, el crecimiento generalmente no inicia de inmediato, sino después de un tiempo de retraso, que puede ser breve o largo dependiendo de las condiciones del medio, es una fase de adaptación de la levadura al medio.
- Fase exponencial, esta es la fase de reproducción asexual de la célula, cada célula se divide para formar dos nuevas células, luego cada una de las células formadas también se divide para formar dos células más y así sucesivamente, o sea la reproducción celular se duplica.
- Fase estacionaria, el crecimiento exponencial cesa por el agotamiento de algunos nutrientes indispensables o algún producto de desecho fabricado en el medio que llega a inhibir el crecimiento. En esta fase no hay incremento ni decremento de la cantidad de células; sin embargo, todas las funciones celulares continúan, la producción de metabolitos secundarios sucede en su mayor parte en esta fase.
- Fase de muerte, durante esta fase, el conteo microscópico directo puede permanecer constante pero la viabilidad de las células disminuye lentamente debido al agotamiento de nutrientes. En algunos casos la muerte se acompaña por

la lisis celular dando lugar a una disminución en el conteo microscópico directo, junto con la disminución del conteo de viabilidad.

#### **2.3.4. TIPOS DE FERMENTACIÓN**

##### **2.3.4.1. Baja fermentación**

Se emplea en la elaboración de algunas cervezas (generalmente de color claro rubio) con algunos matices dorados oscuros, y de marcado sabor a lúpulo. Se elaboran con malta de color claro por el método de cocción. La levadura de estas cervezas actúa a baja temperatura (en el intervalo que va de 6 a 10°C) y pasan de 8 a 10 días tras los cuales se depositan en el fondo de la cuba. El nombre de esta fermentación se denomina baja debido a este efecto de precipitación.

##### **2.3.4.2. Alta fermentación**

La fermentación alta se trata de una fermentación típica en la elaboración de algunas cervezas, se denomina así por producirse en la superficie exterior alta. La fermentación se forma por los cultivos de la *Saccharomyces cerevisiae*, que suben a la parte superior del tanque de fermentación (cervezas "ale"). Este tipo de fermentación es la que se produjo en nuestra investigación.

<http://es.wikipedia.org/wiki/Levadura>

### **2.3.5. CONDICIONES NECESARIAS PARA UNA BUENA FERMENTACIÓN.**

<http://www.veremana.com/opinamos/tribuna/articulos/levaduras02.asp>

- Temperatura

Las levaduras son microorganismos mesófilos, esto hace que la fermentación pueda tener lugar en un rango de temperaturas desde los 13-14°C hasta los 33-35°C. Dentro de este intervalo, cuanto mayor sea la temperatura mayor será la velocidad del proceso fermentativo siendo también mayor la proporción de productos secundarios. Sin embargo, a menor temperatura es más fácil conseguir un mayor grado alcohólico, ya que parece que las altas temperaturas que hacen fermentar más rápido a las levaduras llegan a agotarlas antes. La temperatura más adecuada para realizar la fermentación alcohólica se sitúa entre los 18-23°C .

- Aireación

Durante mucho tiempo se pensó que las levaduras eran microorganismos anaerobios estrictos, es decir, debía realizarse la fermentación en ausencia de oxígeno. Sin embargo, es un hecho erróneo ya que requieren una cierta aireación.

- pH

Cuanto menor es el pH peor lo tendrán las levaduras para fermentar, aunque más protegido se encuentra el mosto ante posibles ataques bacterianos.

- Nutrientes y Activadores

Las levaduras fermentativas necesitan los azúcares para su catabolismo, es decir para obtener la energía necesaria para sus procesos vitales, pero además necesitan otros substratos para su anabolismo como son nitrógeno, fósforo, carbono, azufre, potasio, magnesio, calcio y vitaminas, especialmente tiamina (vitamina B1). Por ello es de vital importancia que el medio disponga de una base nutricional adecuada para poder llevar a cabo la fermentación alcohólica.

- Inhibidores

Es importante evitar la presencia de inhibidores en el mosto como restos de productos fitosanitarios y ácidos grasos saturados de cadena corta.

- Concentración inicial de azúcares

No podemos pensar en fermentar un mosto con una concentración muy elevada de azúcares. En estas condiciones osmófilas las levaduras simplemente estallarían al salir bruscamente el agua de su interior para equilibrar las concentraciones de solutos en el exterior y en el interior de la célula, es decir, lo que se conoce como una plasmólisis.

### **2.3.6. FACTORES QUE INFLUYEN EN LA FERMENTACIÓN ALCOHÓLICA**

1. La levadura necesita para su desarrollo un medio que contenga fuentes utilizables de energía y carbono, así como nitrógeno y sales inorgánicas. Los monosacáridos son el sustrato preferido y el más usado por las levaduras.
2. El tipo de levadura es muy importante, puede fermentar preferentemente glucosa o fructuosa con prioridad una sobre la otra. La fructuosa es mucho más dulce que la glucosa, por lo que el uso de levaduras seleccionadas nos puede dar bebidas más o menos dulces con el mismo contenido en azúcares totales. El alcohol produce un efecto de inhibición en la fermentación que aumenta con la temperatura. Así una bebida con 15% de alcohol y calentado a 30 °C inhibe totalmente el crecimiento de la levadura.
3. El anhídrido carbónico tiene un efecto negativo en la fermentación y concentraciones superiores a 15 g/l detienen el crecimiento de la levadura.
4. Existe poca información sobre el efecto de los ácidos orgánicos fijos en la fermentación alcohólica del mosto, pero se sabe que a pH inferior a 3 reduce considerablemente la fermentación.
5. Concentraciones de hierro mayor a 10 mg/l o de cobre mayores a 1 mg/l impiden la fermentación del mosto.

Pese a su complejidad, la fermentación depende mas que nada de tres parámetros básicos: a) la composición del mosto (nutrientes de la levadura), b) la levadura y c) las condiciones del proceso (tales como: tiempo, temperatura, volumen, presión, forma y tamaño de las cubas fermenteras, agitación, etc.).

a) Explica que las principales variables que determinan la fermentación son, la presencia y concentración de diversos nutrientes, pH, grado de aeración y temperatura.

b) La selección de los tipos y/o razas de levadura, por su comportamiento bioquímico y físico, determinan el patrón de fermentación. Además, tanto la adición de levadura (siembra), cantidades y método, el estado de la levadura (viabilidad), como su distribución en el mosto tienen gran incidencia sobre la fermentación, y.

c) Que las condiciones del proceso sean las mas adecuadas para la fermentación.

### **2.3.7. USOS DE LA FERMENTACIÓN**

El beneficio primario de la fermentación es la conversión, Ej. Convertir zumo en vino, cebada en cerveza y carbohidratos en dióxido de carbono para hacer pan.

De acuerdo con Steinkraus (1995), la fermentación de los alimentos sirve a cinco propósitos generales:



- \* Enriquecimiento de la dieta a través del desarrollo de una diversidad de sabores, aromas y texturas en los substratos de los alimentos.
- \* Preservación de cantidades substanciales de alimentos a través de ácido lácteo, alcohólico, ácido acético y fermentaciones alcalinas.
- \* Enriquecimiento de substratos alimenticios con proteína, amino ácidos, ácidos grasos esenciales y vitaminas.
- \* Detoxificación durante el proceso de fermentación alimenticia.
- \* Una disminución de los tiempos de cocinado y de los requerimientos de combustible.

La fermentación tiene algunos usos exclusivos para los alimentos. Puede producir nutrientes importantes o eliminar antinutrientes. Los alimentos pueden preservarse por fermentación, la fermentación hace uso de energía de los alimentos y puede crear condiciones inadecuadas para organismos indeseables. Por ejemplo, avinagrando el ácido producido por la bacteria dominante, inhibe el crecimiento de todos los otros microorganismos. Dependiendo del tipo de fermentación, algunos productos (ej. alcohol de fusel) pueden ser dañinos para la salud.

### **2.3.8. SUBSTANCIAS VOLÁTILES DEL MOSTO FERMENTADO**

Las sustancias volátiles que contiene normalmente el vino, y que concurren en la formación de los aromas, pertenecen a diversas clases de la química orgánica; son principalmente alcoholes, aldehídos, éteres, y ácidos. En razón de su temperatura de ebullición relativamente poco elevada, estas sustancias se encuentran, en su

totalidad o en gran parte, en los aguardientes; además, a consecuencia de ciertas afinidades mutuas se combinan entre sí dando nacimiento a productos nuevos.

El agua puede clasificarse al lado de las sustancias volátiles del vino, ya que pasa siempre en una gran proporción durante la destilación; incluso es bastante difícil de suprimirla completamente del alcohol, que es tanto más ávido de ella cuanto más anhidro es.

#### **2.3.8.1. Los Alcoholes.**

En la categoría de los alcoholes se encuentran, además del alcohol etílico, que es uno de los principales productos de la fermentación del azúcar, los alcoholes butílico, amílico, propílico, caproico, enantílico, etc., así como la glicerina, que es un trialcohol. La mayoría de los autores consideran a cada uno de estos alcoholes como resultado de fermentaciones secundarias de diversos azúcares de la uva bajo la acción de levaduras especiales.

El alcohol butílico, que hierve a 116°C, tiene un sabor untuoso y es un producto normal de la fermentación de la glucosa; se ha encontrado que va acompañado en débil proporción por su isómero el alcohol isobutílico, que hierve a 98°C pero parece ser que la presencia de este último cuerpo es del todo excepcional en el vino, ya que es debido a la acción específica de las levaduras de cervecería.

El alcohol amílico, que puede hallarse en el vino hasta la dosis de 30 centigramos por litro, y a veces más, se caracteriza por un olor bastante desagradable; se le encuentra en cantidades mucho más importantes en los alcoholes de patata no rectificadas, y es causa de la toxicidad de los mismos.

El alcohol propílico, menos tóxico que el precedente, alcanza la proporción media de 10 centigramos por litro de vino. Hierve a 98°C., pero presenta una cierta tensión de vapor por debajo de esta temperatura. Posee un olor agradable y picante.

De los otros alcoholes superiores (caproico, enantílico, etc.), existen únicamente indicios. Menos volátiles que los precedentes, no pasan más que entre 150 y 160°C y tienen solamente una influencia relativa sobre los perfumes de los aguardientes.

Finalmente, la glicerina es un triálcohol poco volátil, ya que se evapora hacia los 275°C., y también descomponiéndose parcialmente y dando acroleína. Las proporciones son muy variables según los vinos, y oscilan entre 2 y 10 gramos por litro; es particularmente abundante en los vinos provenientes de racimos con Botrytis. A esta sustancia deben en parte los vinos su untuosidad, suavidad y también su viscosidad. Aunque a la temperatura de destilación posee una cierta tensión de vapor, la glicerina queda en gran parte en las vinazas. Las fracciones que pasan al alambique son arrastradas mecánicamente por los vapores de agua y alcohol.

### **2.3.8.2. Los aldehídos.**

La mayoría de los mostos fermentados contienen pequeñas cantidades de aldehído etílico, oscilando entre 3 y 20 miligramos por litro. Este cuerpo se produce por oxidación del alcohol y es muy volátil, ya que hierve a 21°C. Como consecuencia de esta propiedad, pasa en la destilación con los primeros productos de cabeza, que le deben un olor fuerte característico. Es muy tóxico y provoca vértigos incluso a dosis pequeñas. En el vino muestra una cierta afinidad por el alcohol, con el que puede entrar en combinación para formar acetal.

El aldehído piromúxico o furfurool parece ser un producto de la oxidación de ciertas sustancias azucaradas; existe normalmente en el vino a la dosis de 2 a 5 miligramos por litro. Se forma igualmente en el transcurso de la destilación bajo la influencia del calor sobre ciertas sustancias. El furfurool pasa al alambique con las colas de la destilación, pues su punto de ebullición es bastante elevado y se sitúa hacia los 165°C. Es un líquido pesado y aceitoso, de olor agradable. Es de gran toxicidad y contribuye a hacer peligrosos los alcoholes mal rectificadas.

### **2.3.8.3. Los éteres.**

El vino encierra un número considerable de éteres. En general, los vinos jóvenes no contienen más que indicios, ya que no se producen más que a la larga, como consecuencia principalmente de la acción prolongada de los ácidos sobre los alcoholes. Poseen generalmente un olor agradable, recordando el de ciertos

frutos, y son los principales causantes del bouquet de los vinos viejos. Los vinos muy ácidos son bastante ricos en éteres y por ello los aguardientes que se obtienen de los mismos son en extremo perfumados.

El éter acético se encuentra sobre todo en los vinos que comienzan a acetificarse. Es más volátil que el alcohol, ya que hierve a 74°C y forma parte de los productos de cabeza; el éter propiónico se volatiliza a 98°C y posee un agradable olor a fruta; el éter butírico imita el olor de la piña americana, y lo mismo sucede con el éter caproico. Se pueden citar igualmente los éteres enantílico, caprílico, pelargónico, cáprico, enántico, succínico, etc., cuya temperatura de ebullición se eleva gradualmente hasta cerca de los 23°C, y pasan sobre todo al final de la destilación.

#### **2.3.8.4. Los ácidos.**

*Departamento Agricultura y Tecnología de los Alimentos, Universidad de la Rioja*

Los ácidos orgánicos del vino proceden, por una parte, de la uva (esencialmente de la pulpa de las bayas) y, por otra, de los fenómenos fermentativos. La naturaleza y la concentración dependen de la técnica de elaboración. Todos estos ácidos constituyen la acidez del vino que soporta el color, el aspecto sensorial y el estado higiénico de los vinos

Ácidos procedentes de la fermentación: ácido L-láctico (0,04-4,2 g/l), ácido succínico (0,035-1 g/l), ácido pirúvico (0,01-0,5 g/l), ácido acético (0,15-0,9 g/l); cetoglutárico, ácido citramálico, ácido glicérico, ácido dimetilglicérico, ácido fórmico, ácidos grasos saturados e insaturados. La principal propiedad de los ácidos orgánicos es la de contribuir, en gran medida, a la acidez del vino. Entre los equilibrios fundamentales en los que hay implicación de la acidez, podemos citar los siguientes:

- La astringencia refuerza la acidez.
- El sabor salado acusa el exceso de acidez.
- El sabor dulce contrarresta el sabor ácido.

#### **Acción de las levaduras *Saccharomyces cerevisiae* sobre la acidez**

Las levaduras del género *Saccharomyces* también son capaces de descomponer el ácido málico, aunque únicamente pueden metabolizar del 3 al 45% de ácido málico en mosto (Radler, 1993; Redezepovic *et al.*, 2003). Recientemente Volschenk *et al.*, (1997) diseñaron satisfactoriamente una *Saccharomyces cerevisiae* capaz de metabolizar el ácido málico a ácido láctico. Diferentes grupos de investigación (Ansanay *et al.* 1996; Denayrolles *et al.*, 1995, Volschenk *et al.*, 1997) han estudiado la posibilidad que un único microorganismo fuera capaz de llevar a cabo la fermentación alcohólica y maloláctica.

Una referencia especial debe hacerse para el anhídrido carbónico, que se puede clasificar al lado de los ácidos. No existe más que en los vinos jóvenes, en estado de disolución, y se evapora poco a poco. A este gas se debe la formación de la espuma abundante que se produce al comienzo de la destilación de los vinos nuevos.

El ácido acético se encuentra normalmente en todos los vinos, pero únicamente se hallan dosis elevadas en los vinos picados, enfermedad que provoca la oxidación del alcohol. Estos vinos, destilados sin precaución, dan aguardientes depreciados, pues el ácido acético, por hervir a 118°C pasa en su totalidad al alambique. Importa, antes de la destilación, neutralizarlo con una base, la cal generalmente.

Los restantes ácidos volátiles figuran en el vino solamente como indicios. Además, frecuentemente no se encuentran en el estado libre, sino en forma de ésteres resultantes de las combinaciones con los alcoholes. Entre los principales se pueden citar los ácidos caproico, enantílico, caprílico, pelargónico, cáprico y enántico. Otros, como los ácidos propiónico y butírico, el segundo en particular, parecen ser productos de fermentaciones secundarias accidentales. Todos estos cuerpos, que pertenecen a la serie de ácidos grasos, tienen un punto de ebullición que varía entre 240 °C y 270 °C; y pasan hacia el final de la destilación.

Además de los alcoholes, aldehídos, éteres y ácidos, la mayoría de los vinos contienen diversas materias volátiles. Así es que se encuentran ligeros indicios de amoníaco, resultante de la degradación de ciertas materias nitrogenadas, así como

diversas bases pirúvicas que se originan del ácido pirúvico ( $C_3H_5O_3$ ), pero que algunos autores consideran como productos de fermentación pútridas locales.

Finalmente, se pueden clasificar entre el número de materias volátiles del vino los aceites esenciales, bastante mal definidos por otra parte, que intervienen en la formación de los aromas. Se localizan sobre todo en los hollejos. Los aguardientes de los orujos, que los contienen en elevadas proporciones, deben a ellos su carácter distintivo. Son bastante solubles en alcohol, pero en presencia del agua se saponifican dando un precipitado muy fino, que se observa a menudo cuando se desdoblan sin precaución los aguardientes de orujos.

XANDRI JOSÉ, Elaboración de Aguardientes Simples, Compuestos y Licores.



## **2.4. DESTILACIÓN**

DOBISLAW Ernts. Es una operación que tiene por objeto separar mediante el calor las partes más volátiles de una mezcla, transformándolas en vapores que para recogerlos se condensan por enfriamiento. Generalmente los materiales de los que se parte para la elaboración de bebidas destiladas, son alimentos dulces en su forma natural como la caña de azúcar, la miel, leche, frutas maduras, etc. y aquellos que pueden ser transformados en melazas y azúcares. El proceso de destilado se remonta a épocas anteriores al año 800 AC (antes de Cristo), momento en el cual se documentó al detalle el primer proceso de fermentación y destilación que se conoce.

### **2.4.1. PRINCIPIO DE LA DESTILACIÓN**

#### **2.4.1.1. Normas básicas de la destilación**

-El principio de la destilación es bastante simple, el aspecto más importante de este proceso es la separación de un líquido que contiene alcohol, el alcohol se evapora a partir de los 78°C y el agua a 100°C.

-El resultado de cualquier destilación se divide en tres fracciones en el siguiente orden cabeza-corazón-colas.

-La mejor parte de la destilación es el corazón y entra en ebullición a partir de los 78 a 82°C a una concentración de 45 a 65 % de alcohol

-Las sustancias más volátiles son las primeras en salir por cuanto tienen puntos de ebullición más bajos, son conocidos como cabezas, se trata de sustancias como la acetona, metanol, y varios ésteres pues tales productos pueden producir ceguera y muerte si son consumidos por el hombre.

-Normalmente se separan los primeros 50 ml por cada 25 l de destilado cuando se utiliza un alambique de columna, o 100 ml por cada 20 l cuando se utiliza un alambique tradicional.

-Para evitar que las cabezas contaminen el resto del destilado se debe controlar la temperatura, pues estas entran en ebullición a partir de los 55°C, normalmente tienen un sabor amargo.

-Los corazones son reconocidos por el destilador a través de su color ampliamente transparente.

-Las colas o rabos tienen alcoholes con un punto de ebullición más elevado como son los furfurales que producen en el destilado un mal sabor.

<http://www.qualityhandcraftedportuguesecopperalembicstills1.htm>

## 2.4.2. TIPOS DE DESTILACIÓN

[http://www.alambiques.com/tecnicas\\_destilacion.htm](http://www.alambiques.com/tecnicas_destilacion.htm)

Destilación fraccionada: Es un proceso de destilación de mezclas muy complejas y con componentes de similar volatilidad. Consiste en que una parte del destilado vuelve del condensador y gotea por una larga columna a una serie de placas, y que al mismo tiempo el vapor que se dirige al condensador hace burbujear al líquido de esas placas. De esta forma, el vapor y el líquido interactúan de forma que parte del agua del vapor se condensan y parte del alcohol del líquido se evapora.

Destilación por vapor: Si dos líquidos insolubles se calientan, ninguno de los dos es afectado por la presencia del otro (mientras se les remueva para que el líquido más ligero no forme una capa impenetrable sobre el más pesado) y se evaporan en un grado determinado solamente por su propia volatilidad. Por lo tanto, dicha mezcla siempre hierve a una temperatura menor que la de cada componente por separado. El porcentaje de cada componente en el vapor sólo depende de su presión de vapor a esa temperatura. Este principio puede aplicarse a sustancias que podrían verse perjudicadas por el exceso de calor si fueran destiladas en la forma habitual.

Destilación al vacío: Otro método para destilar sustancias a temperaturas por debajo de su punto normal de ebullición es evacuar parcialmente el alambique. Por ejemplo, la anilina puede ser destilada a 100 °C extrayendo el 93% del aire del alambique. Este método es tan efectivo como la destilación por vapor, pero

más caro. Cuanto mayor es el grado de vacío, menor es la temperatura de destilación.

Destilación molecular centrífuga: Si una columna larga que contiene una mezcla de gases se cierra herméticamente y se coloca en posición vertical, se produce una separación parcial de los gases como resultado de la gravedad. En una centrifugadora de alta velocidad, o en un instrumento llamado vórtice, las fuerzas que separan los componentes más ligeros de los más pesados son miles de veces mayores que las de la gravedad, haciendo la separación más eficaz.

Sublimación: Si se destila una sustancia sólida, pasándola directamente a la fase de vapor y otra vez a la fase sólida sin que se forme un líquido en ningún momento, el proceso se llama sublimación. La sublimación no difiere de la destilación en ningún aspecto importante, excepto en el cuidado especial que se requiere para impedir que el sólido obstruya el aparato utilizado. La rectificación de dichos materiales es imposible. El yodo se purifica por sublimación.

Destilación destructiva: Cuando se calienta una sustancia a una temperatura elevada, descomponiéndose en varios productos valiosos, y esos productos se separan por fraccionamiento en la misma operación, el proceso se llama destilación destructiva. Las aplicaciones más importantes de este proceso son la destilación destructiva del carbón para el coque, el alquitrán, el gas y el amoníaco, y la destilación destructiva de la madera para el carbón de leña, el ácido etanoico, la propanona y el metanol. Este último proceso ha sido ampliamente desplazado

por procedimientos sintéticos para fabricar distintos subproductos. El craqueo del petróleo es similar a la destilación destructiva.

### **2.4.3. LECTURA DE TEMPERATURA EN DESTILACIÓN**

Dependiendo de lo que se vaya a destilar (fruta, cereales, flores, crudo y sus derivados, etc.) se obtendrá a partir del proceso de destilación una mezcla de diferentes sustancias químicas, ejemplo:

Acetona 56,5 °C

Metanol (alcohol de la madera) 64°C

Acido etílico 77,1 °C

Etol 78 °C

Agua 100°C

Butanol 116 °C

Alcohol amílico 137,8 °C

Furfurol 161 °C

<http://www.qualityhandcraftedportuguesecopperalembicstills1.htm>

Sin embargo, como las diferentes sustancias no son producidas separadamente, sino como una mezcla, hay una gran variación de la temperatura para cada una de ellas. Felizmente, cada una de las sustancias predominará en el momento de su punto de ebullición, por lo que podemos así saber cual alcohol que predominantemente se encuentra va a ser producido. Las lecturas de la temperatura de una destilación son hechas en la cámara de vapor del alambique,

normalmente en el casco donde los vapores se acumulan antes de seguir para la lentilla de refinamiento o para el recipiente de condensación.

#### **2.4.4. SUSTANCIAS NOCIVAS**

En la fermentación y destilación fácilmente pueden producirse sustancias derivadas no deseables como propanol, acetona, acetato o alcohol metílico. Cuanto más hayan sido respetadas las normas de higiene durante la preparación de la fruta macerada, menor será también la cantidad de sustancias nocivas generadas durante la maceración y destilación.

Afortunadamente en gran parte se pueden separar estas sustancias nocivas ya que su punto de ebullición está por debajo del que posee el alcohol potable (excepto el del propanol 2, que está por encima). Por esto se separan las primeras gotas del destilado.

Esta es también la razón por la que se recomienda la utilización de un termómetro en la destilación de alcohol: cuando la temperatura ya no ascienda de forma visible, comienza el corazón del destilado.

Quien trabaje sin termómetro y quiera estar seguro, deja simplemente unas gotas más en las cabezas antes de recoger el destilado fino (aunque el aguardiente justo después de las cabezas es el mejor). Normalmente se trata sólo de unas pocas gotas de cabezas. El alcohol metílico se puede separar también en parte si tras la

destilación se mantiene el destilado durante una hora a 30°C y se deja enfriar después. Cuidado con no calentarlo demasiado porque si no se evapora también el alcohol.

#### **2.4.5. ERRORES FRECUENTES**

Es importantísimo separar las cabezas ya que si no hay que volver a destilar. A pesar de todos los instrumentos auxiliares como el termómetro confíe también en su sentido del olfato. Como dice la web oficial del Brandy de Jerez: “La nariz, el control del ritmo de destilación y la experiencia convierte la destilación en un verdadero arte”. También en las grandes destilerías se separan las cabezas por olfato.

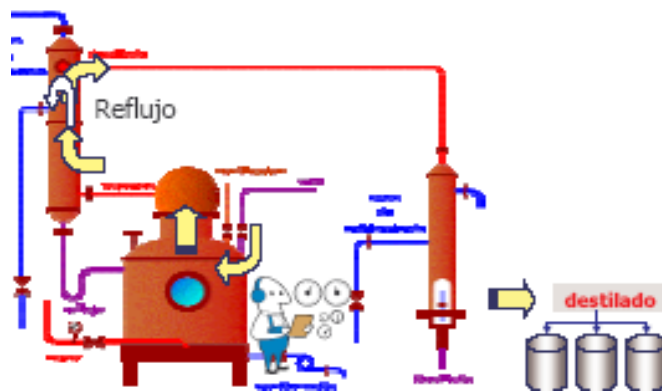
Pero también las colas deben ser separadas a tiempo, y eso resulta un poco más difícil porque el paso del corazón a la cola es corrido. Además las colas pueden contener gran cantidad de aceites esenciales por lo que se puede confundir fácilmente el aguardiente malo con aroma. También en este caso es recomendable separar generosamente y finalizar con antelación.

Rectificación demasiado elevada: Quien destile con demasiada resistencia a fuego vivo probablemente obtendrá alcohol puro, sin un poquito de aroma. Igualmente por un calentamiento excesivo o utilización de fruta inmadura se puede quemar la mezcla. Esto dará al aguardiente un tono desagradable que ya no se podrá corregir.

Turbidez de tono azul lechoso radican de una separación incorrecta, pero pueden subsanarse con refrigeración y filtración. Turbidez de color verde amarillento o marrón rojizo surgen a veces a causa del material de los recipientes de maceración o destilación.

<http://www.funcionamientodeunalambique.com>

#### 2.4.6. DESTILACIÓN DEL PISCO



[http://www.Presentacion\\_Reingenieria\\_de\\_la\\_destilacion\\_de\\_pisco1.http](http://www.Presentacion_Reingenieria_de_la_destilacion_de_pisco1.http)

En la elaboración del pisco se lleva a cabo un proceso de destilación SIMPLE O DIFERENCIAL de tipo discontinuo, es decir, de carga y descarga. Se trata de una destilación simple porque los componentes de la disolución (mosto fermentado = agua + alcohol), poseen puntos de ebullición que difieren ampliamente entre sí. La composición del vapor producido en la ebullición de la mezcla, será diferente de la composición del líquido de partida, por ello, el conocimiento de las relaciones de equilibrio entre ambas fases es esencial para la resolución analítica de los problemas de destilación, y los aparatos en los que se lleva a cabo esta



operación han de suministrar un íntimo contacto entre el vapor y el líquido para que en el límite entre ambas fases se almacenen las condiciones de equilibrio.

El proceso de destilación del pisco está íntimamente relacionado con la volatilidad relativa. Se denomina volatilidad relativa de un componente en una mezcla o disolución, a la relación entre su presión parcial de vapor y su concentración en la fase líquida, es decir:

La destilación del pisco es una destilación discontinua o por cargas debidas a que se hierve por algún tiempo (7 u 8 horas aproximadamente dependiendo de la cantidad de alcohol producido) la mezcla líquida de partida (jugo fermentado), se condensan los vapores y al final del tiempo de destilación se retiran los líquidos remanentes en el calderín como residuos.

En algunos casos la destilación se continúa hasta que el punto de ebullición alcanza un valor predeterminado llevando así a cabo la separación de un componente volátil de un residuo menos volátil. En otros casos se puede sacar 2 ó más fracciones a tiempos diferentes que naturalmente serán de volatilidad decreciente.

Durante la destilación discontinua cambia tanto la concentración del líquido como la del vapor.

## 2.4.7. TRANSFERENCIA DE CALOR

En un proceso de destilación existen pérdidas de calor, y es importante conocer los diferentes mecanismos que existen de transferencia de calor para poder realizar los cálculos que nos son necesarios para aumentar la eficiencia de un equipo.

### 2.4.7.1. Mecanismos de transmisión de calor

#### Transmisión de calor por conducción

La conducción es la forma en que tiene lugar la transferencia de energía a escala molecular. Cuando las moléculas absorben energía térmica vibran sin desplazarse, aumentando la amplitud de la vibración conforme aumenta el nivel de energía. La conducción es el método más habitual de transmisión de calor en procesos de calentamiento/enfriamiento de materiales sólidos opacos.

Ley de Fourier. Si existe un gradiente de temperatura en un cuerpo, tendrá lugar una transmisión de calor desde la zona de alta temperatura hacia la que está a temperatura más baja. El flujo de calor será proporcional al gradiente de temperatura:

$$\frac{q}{A} = -k \cdot \frac{dT}{dx}$$

Siendo  $q$  el flujo de calor por conducción en la dirección  $x$  (W),  $k$  la conductividad térmica ( $\text{W/m} \cdot ^\circ\text{C}$ ),  $A$  el área (normal a la dirección  $x$ ) a través de la que fluye el calor ( $\text{m}^2$ ),  $T$  la temperatura ( $^\circ\text{C}$ ) y  $x$  la distancia (m).

$$q = k \cdot A \cdot dT$$

### **Transmisión de calor por convección**

Cuando un fluido circula alrededor de un sólido, existiendo una diferencia de temperatura entre ambos, tiene lugar un intercambio de calor entre ellos. Esta transmisión de calor se debe al mecanismo de convección. El calentamiento y enfriamiento de gases y líquidos son los ejemplos más habituales de transmisión de calor con convección. Dependiendo de si el flujo del fluido es provocado artificialmente o no, se distinguen dos tipos de transmisión de calor por convección:

- Convección forzada. Implica el uso de algún medio mecánico (bomba, ventilador, agitador, etc.)
- Convección natural o libre. Tiene lugar a causa de las diferencias de densidad provocadas a su vez por gradientes de temperatura.

En la superficie de contacto entre el fluido y el cuerpo sólido se genera la capa límite que es la que ofrece mayor resistencia a la transmisión de calor. La transmisión de calor por convección se expresa:

$$q = h \cdot A \cdot \Delta T$$

Siendo  $A$  el área ( $m^2$ ) y  $h$  es el coeficiente individual de transmisión de calor por convección ( $W/m^2 \cdot ^\circ C$ ).

### **Transmisión de calor por radiación**

La transmisión de calor por radiación tiene lugar entre superficies mediante la emisión y posterior absorción de radiación electromagnética.

A diferencia de la conducción y la convección, no requiere ningún medio para su propagación y puede tener lugar incluso en el vacío.

Cuando la radiación de una determinada longitud de onda incide sobre un objeto, se cumple la siguiente expresión:

$$\phi + X + \psi = 1$$

Siendo  $\phi$  la absorbanza,  $X$  la reflectividad y  $\psi$  la transmitividad.

La energía irradiada o emitida por una superficie depende de las características de la superficie. De forma que una parte de la radiación incidente se refleja, otra parte se transmite y otra parte se absorbe. La radiación absorbida produce un aumento de temperatura del cuerpo.

Para comparar la capacidad de absorción de la radiación por parte de los diferentes materiales se utiliza una referencia ideal denominada cuerpo negro.

Para un cuerpo negro la absorptividad es 1,0. El flujo de calor absorbido por una superficie se expresa mediante la siguiente ecuación:

$$q = \sigma \cdot \varepsilon \cdot A \cdot T^4$$

Siendo  $\sigma$  la constante de Stefan-Boltzmann ( $5,669 \cdot 10^{-8} \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}^4$ ),  $T^4$  la diferencia de las temperaturas elevadas a la cuarta (siempre en  $^\circ \text{K}$ ) y  $\varepsilon$  la emisividad, que expresa la medida en que una superficie se asemeja a un cuerpo negro. Otra ecuación que indica el flujo de calor emitido por una superficie viene dada por la siguiente ecuación:

$$q = F \cdot \sigma \cdot \varepsilon \cdot A \cdot T^4$$

Donde F es un factor que indica la ecuación de energía que sale de la superficie 1 y choca con la superficie 2. Este factor se calcula con la siguiente ecuación:

$$\frac{1}{F_{1-2}} = \frac{1}{\varepsilon_1} + \frac{1}{\varepsilon_2} - 1$$

LOMAS Carmen, Introducción al Cálculo de los Procesos Tecnológicos de los Alimentos.

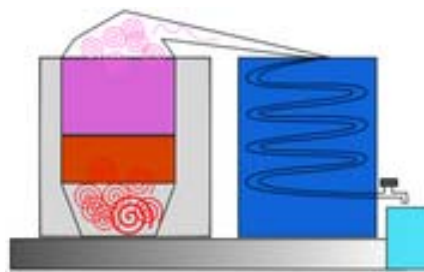
## 2.5. ALAMBIQUES DE DESTILACIÓN

ECOALDEA. El ALAMBIQUE (del árabe al - ambiq, y este a su vez del griego ambicos = vaso), es el sistema de destilación más utilizado.

Técnicamente el término alambique se aplica al recipiente en el que se hierven los líquidos durante la destilación, pero a veces se aplica al aparato entero, incluyendo la columna fraccionadora, el condensador y el receptor en el que se recoge el destilado.



Alambique utilizado en el experimento



Esquema de un alambique.

El alambique es una herramienta utilizada para destilar mezclas de líquidos mediante un proceso de calentamiento y posterior enfriamiento. Fue inventado alrededor del siglo X de nuestra era y se usa para producir perfumes, medicinas y el alcohol procedente de frutas fermentadas.

Como el alcohol hierve a una temperatura inferior al agua, se consigue destilar una bebida con alto grado alcohólico. Los alambiques se fabrican normalmente de

cobre, porque no proporciona sabor al alcohol, resiste los ácidos y conduce bien el calor.

### **2.5.1. DESCRIPCIÓN DEL ALAMBIQUE**

<http://www.zonadiet.com/bebidas/destilacion.htm>

El equipo consta de una caldera de cobre de capacidad variable, un condensador prolongado en un cuello de cisne (o trompa de elefante), un condensador refrigerante cilíndrico (bidón) provisto en su interior de un serpentín de cobre, conectable al cuello de cisne y con salida para el destilado en su parte inferior y una base para el condensador refrigerante.

Al igual que en la alquitara, el condensador refrigerante lleva dos orificios de entrada y salida de agua (grifo), que se mueve a contracorriente de los vapores en el serpentín. En el orificio de salida del destilado hay normalmente un dispositivo para colocar el alcoholímetro, para permitir controlar la graduación de salida y separar las distintas fracciones del destilado. La pota o vaso suele llevar en el fondo una base metálica de cobre perforada para evitar el contacto intenso entre el fuego y los orujos.

### **2.5.2. FUNCIONAMIENTO DE UN ALAMBIQUE**

Cualquier aparato de destilación por más complejo que sea funciona según el mismo principio. En la caldera se calienta el bien a destilar llevándolo a

ebullición. El vapor asciende por el cuello de cisne del alambique y se condensa en la cuba refrigerante, eso es todo. Ya se destilaba hace aprox. 3000 años en el antiguo Egipto, la India y China; y en la destilación en sí nada ha cambiado desde entonces.

La forma del alambique determina el resultado final, cuanta menor sea la resistencia que tenga que superar el vapor hasta su condensación, mayores sustancias permanecerán en él. Por tanto, en caso del alcohol, el producto final será más aromático pero tendrá menos porcentaje de alcohol.

Al revés esto significa: cuanta mayor sea la resistencia al vapor, antes perderá también sustancias pesadas adicionales y más puro será el resultado final. (El alcohol será de alto grado pero neutral de sabor).

En realidad el arte consiste en proporcionar la resistencia adecuada según el resultado deseado.

#### **2.5.2.1. Materiales**

En el proceso de destilación surgen varias sustancias agresivas, que corroen cualquier otro material “normal”. El cobre es lo suficientemente resistente y por eso el único material apropiado para la destilación. La caldera, el capacet condensador, la columna y el cuello de cisne siempre deberían ser de cobre. Debido a su alta conductividad térmica, el cobre impide que la masa macerada se



queme, ya que distribuye el calor de manera rápida y uniforme. Además el cobre resiste a los ácidos de frutas, absorbe el sulfuro de hidrógeno y actúa como catalizador. En máquinas modernas industriales el condensador puede ser también de acero inoxidable y para experimentos en laboratorios se utilizan aparatos destilatorios de cristal por su fácil limpieza.

#### **2.5.2.2. Forma**

La caldera no ha cambiado mucho a lo largo de los últimos siglos, ya que la forma redonda o de pera ha resultado ideal para la destilación. Por un lado el calor se distribuye de manera rápida y homogénea, y por otro el material no se quema tan fácilmente en una bola como en un recipiente de base llana.

En un alambique con base llana solo debería destilar líquidos: cerveza, vino, agua, aceite... Como alternativa puede utilizar también una criba o montar una batidora para evitar que la masa macerada se queme.

Casi todos los alambiques están provistos de una caldera redonda, solo la parte inferior está un poco allanada para poder colocarlo sobre un fogón normal de cocina.

### 2.5.2.3. Resistencia

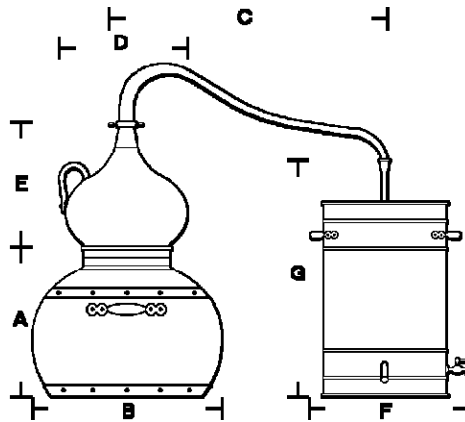
A veces es necesario aumentar la resistencia que ha de superar el vapor hasta que se produzca su condensación. Para alcohol puro por ejemplo la resistencia debe ser elevada, para que se puedan separar del vapor todas las sustancias adicionales en su ascenso por el cuello de cisne y verdaderamente sea únicamente alcohol lo que llegue al condensador.

Para aumentar la resistencia basta ya sólo destilar en una habitación fresca. También si durante la destilación se pulveriza el casquete y el cuello de cisne con agua la resistencia es más elevada, o si se aplica un paño mojado. Aún más se puede incrementar la resistencia con una lente rectificadora o una columna de rotación.

Con aguardientes de calidad o aceites esenciales sin embargo se busca conservar el aroma, y por tanto hay que atender a conservar las sustancias aromáticas, que se pierden con facilidad si la resistencia es demasiado elevada en el cuello de cisne.

Por eso la mayoría de los alambiques cuentan con una parte superior más estrecha, un capacete y un cuello de cisne. El vapor con todo el aroma puede así ascender en toda su anchura y tiene un recorrido fácil hasta el condensador pasando por el cuello de cisne ya que el camino se estrecha de forma gradual.

### 2.5.2.4. CUADRO 3: Medidas Estándares de Alambiques Tradicionales



Medidas en centímetros							
Capacidad	Caldera		Capacete y Caño			Serp	Bidón
Litros	A	B	C	D	E	F	G
1	12,5	17,5	21	8	8	12	12
3	16	21	23	11	12	15	15
5	21	32	34	14	17	18	18
10	26	37	44	19	22	27	27
20	26	37	50	19	22	27	27
30	37	52	50	23	31	32	40
50	40	55	60	30	35	40	55
60	40	55	80	32	36	40	65
80	40	55	80	33	37	40	65
100	60	75	100	35	38	62	80
120	65	75	100	35	38	62	80
150	70	85	120	38	40	65	90
200	75	90	150	40	42	75	90
250	80	95	150	40	42	75	90
300	85	100	160	45	47	75	105
350	90	100	160	45	47	75	105
400	95	115	180	50	52	75	105
450	100	115	180	50	52	75	105
500	100	115	200	55	57	75	105
600	100	115	200	55	57	75	105

<http://alambique.http>

### **2.5.2.5. Temperatura**

Un punto débil tienen los alambiques tradicionales, no están equipados con un termómetro. En general esto no es necesario y seguro que grandes personajes como Paracelsus, Hermes Trismegistos, Arnauld de Villeneuve o Nikolaus Flamel no tenían termómetros calibrados, por no hablar de los antiguos indios, egipcios y chinos.

Pero: con el alcohol la temperatura puede ser muy importante, porque se trata de separar bien las cabezas del destilado principal, y que estas contienen impurezas y sustancias tóxicas.

Como alternativa se puede simplemente perforar el capacete o el cuello de cisne y colocar un termómetro.

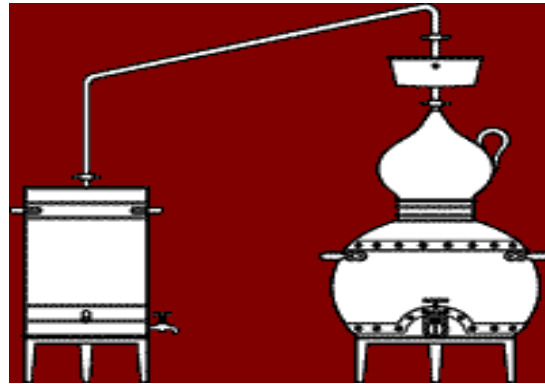
### **2.5.3. INSTRUCCIONES DE UTILIZACIÓN DE ALAMBIQUES**

Antes de ser utilizado, llenar de agua hasta las tres cuartas partes de su capacidad aproximadamente. Añadir a ésta un dos por ciento de ceniza y dos por ciento de harina de centeno, por ejemplo dos kilos de cada uno por 10 litros de agua. Ponerlo a fuego y que hierva durante una hora.

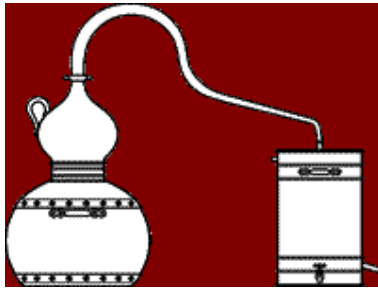
Después de esta operación, vaciar el alambique y enjuagarlo; el equipo está listo para su utilización.

Para destilar llénese el pote del alambique con el producto que se desee. Este si fue prensado y está seco, hay que poner en el fondo el 10 % de su capacidad de agua. Seguidamente colóquese el capazón sobre el pote, y el otro extremo conéctelo a un serpentín en el bidón en el cual se llenara de agua fría. Tapar bien las juntas y uniones con una masilla hecha de centeno o barro. Ahora enciéndase el fuego, más o menos fuerte hasta hacerlo hervir y luego bajarlo al mínimo. Al comenzar la destilación, solo tiene que vigilar que el serpentín tenga agua fría y que el pote no se quede seco para que no sufra daños como fundirse o rajarse. Cada vez que el alambique sea usado nuevamente debe pasarle por dentro un paño mojado en vinagre.

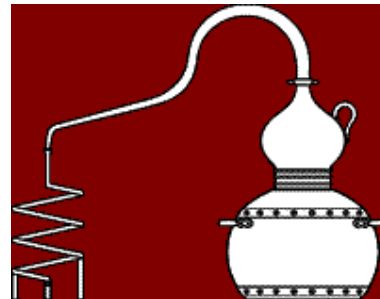
## 2.5.4. TIPOS DE ALAMBIQUES



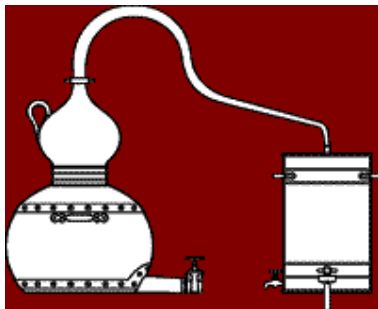
Alambique pera con rectificadora



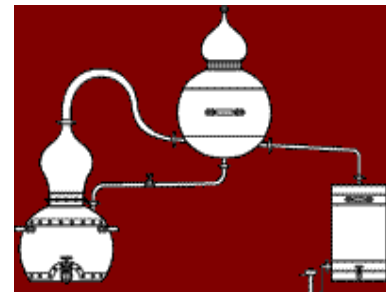
Alambique pera con vaso y serpentin



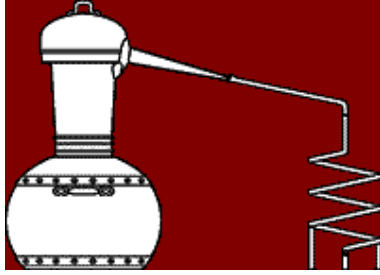
alambique pera con  
serpentin



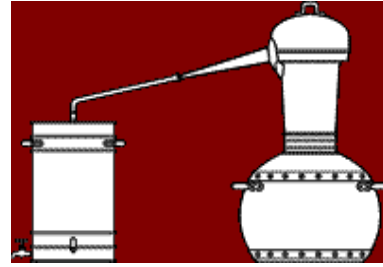
Alambique pera con salida total



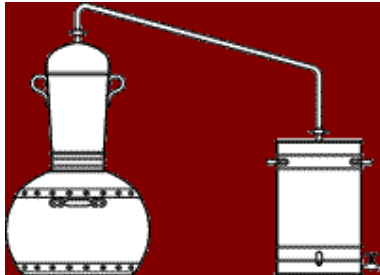
alambique sistema francés



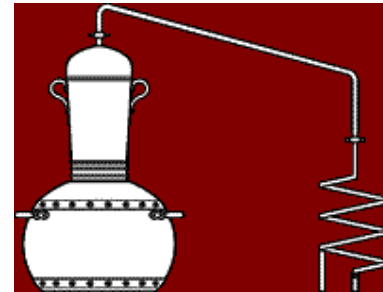
Alambique normal con serpentín



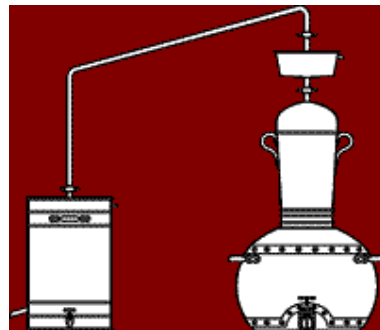
alambique normal con vaso y serpentín



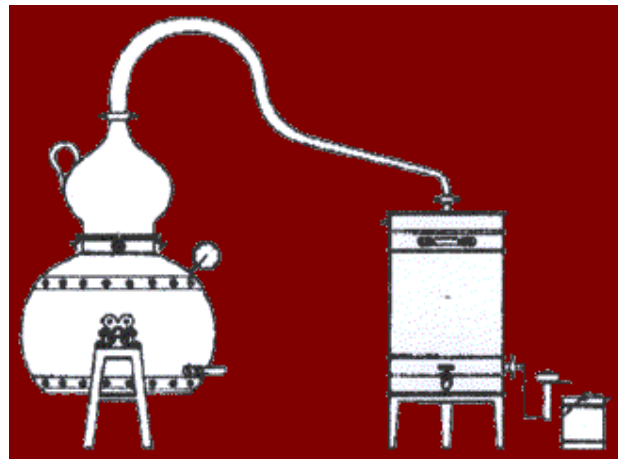
Alambique ingles



alambique ingles con serpentín



Alambique inglés con rectificadora



Alambique con soporte lateral y termómetro

## 2.6. EL PISCO

### 2.6.1. DEFINICIÓN.

<http://www.delpilar.com.pe/pisco.htm>: El pisco es una bebida alcohólica, de la familia de los brandys, que se obtiene a partir de la destilación del mosto fermentado fresco de la uva.

### 2.6.2. TIPOS DE PISCO SEGÚN EL PROCESO O INSUMO UTILIZADO PARA SU ELABORACIÓN

Dependiendo de las uvas utilizadas en su elaboración y al proceso de destilación, existen cuatro variedades de pisco:

<http://www.delpilar.com.pe/pisco.htm>

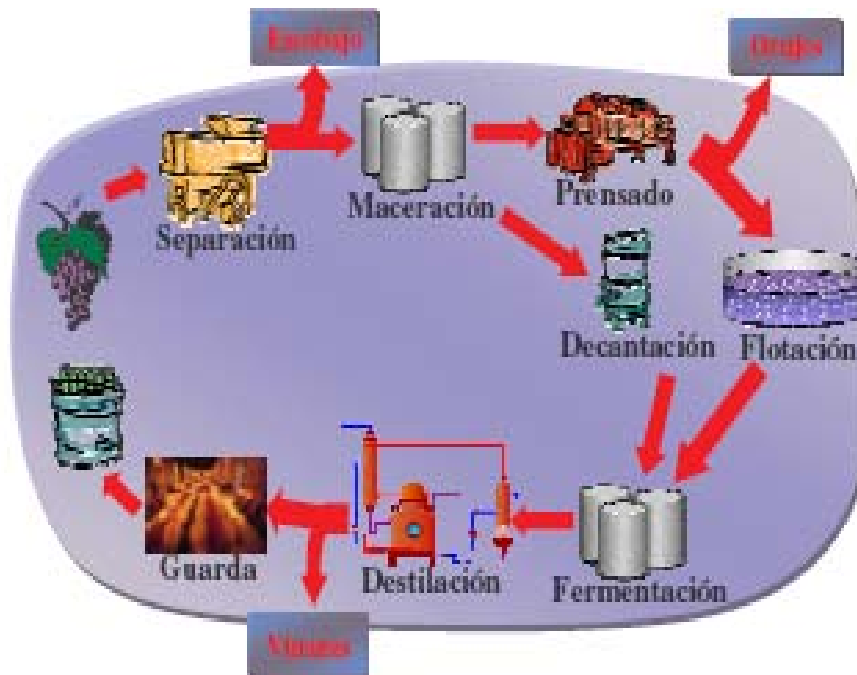
- **Pisco Puro**, especial por su fina destilación y de una sola variedad de uva. Es obtenido solamente de uvas de la variedad no aromática como son: quebranta, mollar y negra corriente. El pisco puro en degustación es un pisco de muy poca estructura aromática en la nariz, o sea, en el olor. Esto permite que el bebedor no se sature o se canse en sus sensaciones gustativas. Posee una complejidad de sabores en la boca.



- **Pisco Mosto Verde**, proveniente de la destilación de mostos frescos incompletamente fermentados. Es elaborado con mostos que no han terminado su proceso de fermentación. En otras palabras, se destila el mosto antes de que todo el azúcar se haya transformado en alcohol. Es por eso que requiere de una mayor cantidad de uva lo que encarece ligeramente el producto. El mosto verde es un pisco sutil, elegante, fino y con mucho cuerpo. Posee una variada estructura de aroma y sabores, y además una sensación táctil en la boca. El hecho de destilar el mosto con azúcar residual no implica que el pisco sea dulce. La glucosa no es eliminada por el alambique ya que éste sólo evapora alcoholes. Sin embargo, esta escasa cantidad de dulce en el mosto le transmite una característica muy particular aportando "cuerpo" a su estructura y una sensación "aterciopelada" en la boca.
  
- **Pisco Acholado**, mayor fuerza y grado alcohólico. Proveniente de mostos frescos fermentados y de la mezcla de diferentes variedades de uva. Elaborado con un ensamblaje de varias cepas. La definición de "acholado" se acerca al "*blended*" (mezcla), como es *blended* el whisky escocés, el coñac o el jerez. Para mejor entendimiento se puede establecer que los piscos puros y los aromáticos son "variedades" o "*single malt*" y los acholados, "*blended*". Los acholados combinan la estructura de olor de los aromáticos con los sabores de los puros.

- **Pisco Aromático**, elaborado de uvas pisqueras aromáticas. Es elaborado con cepas de variedades aromáticas: italia, moscatel, torontel, albilla. En cata los piscos aromáticos aportan a la nariz una gama de aromas a flores y frutas, confirmada en boca con una estructura aromática compleja e interesante, que brinda además una prolongada sensación retro nasal. Son piscos ideales, en coctelería, para preparar chilcano de pisco, cuya base debe ser un pisco aromático. Este tipo de pisco es el que se obtuvo en nuestra investigación. Y, Por último, existen dos tipos de piscos que son poco conocidos:
  - **Pisco aromatizado**, elaborados de la manera tradicional pero que se aromatizan, es decir, se les incorpora aroma de otras frutas, en el momento de la destilación. Para esto, el productor coloca una canastilla dentro de la paila con la fruta escogida. La canastilla cuelga de la base del capitel. Son los vapores vínicos los que al pasar por la canastilla extraen los aromas de la fruta. En el mercado los hay de limón, cereza, mandarina y otros sabores.
  - **Piscos macerados**, son preparados con pisco como elemento macerante y la fruta como elemento macerado. De preparación muy fácil, estos macerados suelen hacerse en casa siendo unos digestivos muy apreciados. Para su preparación basta tomar una "damajuana" de boca ancha, colocar la fruta que se prefiera, agregar pisco puro y dejar macerar unas semanas.

### 2.6.3. FABRICACIÓN DEL PISCO



[http://www.Presentacion\\_Reingenieria\\_de\\_la\\_destilacion\\_de\\_pisco1.htm](http://www.Presentacion_Reingenieria_de_la_destilacion_de_pisco1.htm)

El proceso se inicia con la recepción de la materia prima. La uva es transportada desde el campo, luego de comprobar que su grado Brix fluctúa entre 12 y 13.5. Un Brix menor produciría una deficiente cantidad de alcohol, y por lo tanto, menor cantidad de pisco. Un Brix mayor no permitiría un buen proceso enzimático, de modo que las levaduras transformarían sólo parcialmente el contenido de glucosa, dando lugar a un mosto dulce y no seco, que significaría una transformación total del azúcar en alcohol etílico; el rendimiento de pisco está alrededor del 10 al 15%.

Una vez pesada la uva, es pisada durante varias horas extrayendo gran parte del jugo; posteriormente, con el orujo se formará el “queso” que será presionado fuertemente por un disco de guarango, terminando así la extracción del jugo o mosto.

El mosto es luego distribuido en las cubas de fermentación donde permanecerá 5, 8, 10, hasta 14 días de acuerdo a la temperatura ambiental, a mayor temperatura, mayor velocidad de fermentación. Durante este proceso hay producción de calor, disminución de densidad y aumento de grado alcohólico, el mismo que debe ser vigilado por lo menos una vez al día a fin de regular la temperatura para que no se supere los 38° C porque se produciría la muerte de las levaduras.

Cuando el mosto está “seco”, es conveniente que sea destilado inmediatamente ya que, si queda retenido por mas de 15 días, se tornaría “picante”; este sabor es consecuencia de la descomposición de las levaduras muertas con el paso de los días.

El procedimiento generalmente utilizado es la destilación directa en alambiques de carga:

- **Carga:** colocado del mosto fermentado en la caldera ocupando 2/3 de su capacidad.
  
- **Inyección de calor:** encendido del horno y regulación de temperatura.

- **Evaporación:** los componentes del vino pasan al estado gaseoso al alcanzar el punto de ebullición, a mayor temperatura mayor cantidad de vapor.
  
- **Condensación:** se inicia cuando el serpentín recibe el vapor de la caldera y se le aplica agua de refrigeración para lograr una condensación eficiente.
  
- **Fraccionamiento:** es la separación de cabeza, cuerpo y cola de acuerdo al control de temperatura, grado alcohólico y rendimiento.
  
- \* Cabeza: tiene un punto de ebullición inferior a los 78.4°C, elimina el alcohol metílico y el acetato de etilo, constituye del 1 al 2 % del volumen total de alcohol obtenido. Tiene más de 65 grados de alcohol.
  
- \* Cuerpo: se obtiene entre 78.4 °C a 90 °C, representa la parte noble del destilado, rico en alcohol etílico y sustancias volátiles positivas, el contenido alcohólico es de 40 °GL – 50 °GL.
  
- \* Cola: se obtiene cuando se superan los 90 °C y se le conoce como "pucho", que contiene 16 o menos grados de alcohol, esta parte es desechada, usada también para el enjuague de botellas.

Finalmente el pisco es envasado en recipientes de vidrio como botellas, porrones, etc., cerrado herméticamente quedando listo para su comercialización.

<http://www.magazine@colectividadperuana.com>

#### 2.6.4. INTRODUCCIÓN A LA CATA DE PISCO

La <http://www.galeon.com/lacasadelpisco/cata.html> dice: Cata es a la vez arte y técnica, es someter al pisco a nuestros sentidos para estudiarlo, analizarlo, describirlo, juzgarlo, calificarlo y clasificarlo. El catador debe realizar un continuo ejercicio para desarrollar la memoria sensorial y poder distinguir los distintos tipos de piscos y adquirir la educación apropiada, que proporcione la base para conocer los productos a catar y poder expresar de forma correcta las sensaciones recibidas.

Para que los sentidos estén en forma, hace falta entrenarlos, para tener en la memoria un gran número de recuerdos sensoriales, pues degustar es servirse de la memoria para juzgar con los recuerdos y obtener rápidamente la respuesta. Hay que crearse sus propios hábitos de degustación y hacer un esfuerzo de concentración para retener las sensaciones, no se debe observar la etiqueta, la botella ni el entorno. Hay que concentrarse en sí mismo para ver nacer las sensaciones y formar una impresión. Es la mejor manera de evitar errores debidos a los condicionamientos y la autosugestión.

Para degustaciones, basta con una mesa fácil de limpiar, recubierta de un tapete blanco, un recipiente-escupidero profundo, unas copas apropiadas, y todo ello colocado en lugar bien iluminado con luz del día o lámpara de halógeno (que reproduce aproximadamente la blancura del espectro solar), no siendo aconsejable la iluminación de lámparas de filamento y fluorescentes por su efecto de enmascaramiento de los colores.

La copa empleada en la cata tiene gran incidencia en la calidad y cantidad de las sensaciones recibidas, pues su forma y dimensiones influye, modificando la relación superficie/volumen con el vino, sobre la concentración de los compuestos olorosos en la parte vacía.

La copa debe llenarse como máximo en un tercio aproximado de su capacidad y sostenerse solamente por el pie con el índice y el pulgar a fin de no calentar su contenido ni interferir en la observación del color.

Para degustar bien es necesario estar descansado, dispuesto y con la mente despejada. Todo problema orgánico o psíquico puede afectar tanto a los umbrales de percepción sensorial como a la capacidad de concentración indispensable para la cata.

La cata trata de estudiar las condiciones positivas (calidades) o negativas (defectos) de un producto. Es valorar con los sentidos los parámetros que nos van a dar su degustación, en definitiva vamos a juzgar la calidad de ese pisco. Para ello es necesaria una metodología, que podemos resumir en 4 puntos:

- a) Observación por medio de los sentidos.
- b) Descripción de las sensaciones percibidas.
- c) Comparación con arreglo a normas determinadas (Defectos y calidades).
- d) Juicio razonado. (Expresión de las calidades y defectos, a través de puntajes en la ficha de cata).

La gran cantidad de compuestos que conforman un pisco le confieren un conjunto de características muy particulares que estimulan, de distinta forma e intensidad, los diferentes órganos sensoriales del catador, los que deben separar, ordenar e identificar las impresiones percibidas. Para ello comenzaremos utilizando los que menos esfuerzo físico y mental requieren, y finalizamos con los que demandan mayor capacidad de atención y un más íntimo contacto con el pisco. Así se van impresionando sucesivamente los sentidos de la vista, olfato y gusto.

#### **2.6.4.1. Ejecución de la cata de pisco**

Los catadores aficionados deberán seguir estas recomendaciones para proceder, durante su degustación, a la apreciación de las características de los piscos, y utilizar el vocabulario que se indica para expresar sus sensaciones.

#### **ANÁLISIS VISUAL**

En el proceso de análisis visual se determinará la calidad organoléptica de tres aspectos: color, limpieza y brillantez, lo cual se consigue mirando a través del pisco, delante de una fuente de luz

Los catadores deberán calificar las percepciones de acuerdo a la siguiente escala de apreciación:

-excelente

-muy bueno



-bueno

-regular

-malo

## **EL COLOR**

Apreciar la ausencia de coloración, otorgando mejor calificación al pisco que se muestre absolutamente incoloro. Tonalidades de ligerísimo ambarino o amarillento denotan contaminación con elementos ajenos a la elaboración del pisco, o posible añejamiento, condición no considerada en la norma técnica.

## **LA LIMPIDEZ Y LA TRANSPARENCIA**

Recibimos una primera información sobre el estado de conservación del pisco.

Interponiendo la copa entre la mirada y una fuente luminosa valoramos la limpidez, según ausencia o presencia mayor o menor de algo turbio. Después examinamos la transparencia observando el pisco con la copa inclinada sobre fondo blanco.

Vocabulario: cristalino, limpio, velado, turbio, opacos, nublados o lechosos.

## **LA BRILLANTEZ**

Los buenos piscos son luminosos, brillantes., turbios. Al observar el brillo, si es muy brillante y refleja mucha luz calificarlo como excelente, si no lo es, calificarlo como opaco. Vocabulario: brillante, resplandeciente, luminoso, apagado.

## **ANÁLISIS OLFATIVO**

En la fase nasal la evaluación está dirigida a los aromas complejos y limpios que correspondan al pisco. En términos prácticos se podría resumir en tres tipos de olores: En primer lugar, los olores obtenidos con la copa en reposo (primera impresión del pisco). En ella se pueden apreciar los olores más sutiles y los posibles defectos u olores extraños. En segundo lugar los olores obtenidos después de mover la copa. Aumentando así la superficie de evaporación y permitiendo de esta manera percibir una mayor variedad de sensaciones aromáticas. Y en tercer lugar los olores obtenidos de la copa vacía donde ya es muy baja la presencia de alcoholes, y donde los aromas fluyen de la pequeña cantidad de pisco que todavía se está evaporando.

Es en esta fase de la cata donde se aprecian las tres principales categorías de los aromas presentes en el pisco. Aromas primarios o variedad, los cuales provienen directamente de la uva. Aromas secundarios provenientes de la fermentación alcohólica. Aromas terciarios los cuales son adquiridos durante la destilación.

Los aromas del pisco son de una naturaleza particular y están constituidos por mezclas complejas a veces difíciles de discernir. Los componentes aromáticos se revelan según su volatilidad. Es en cierto modo la interpretación de la evaporación del pisco.

El olor del pisco reúne un conjunto de aromas que deben ser apreciados en dos tiempos: primero con la copa inmóvil, segundo haciéndola girar.

Los efluvios entonces se revelan, transmitiendo por su intensidad y su complejidad la calidad del pisco que catamos.

### **ANÁLISIS GUSTATIVO**

Los sabores sólo se perciben en la lengua a través de las papilas gustativas, y sólo hay cuatro impresiones que se detectan de la siguiente manera:

- Dulces: En la punta de la lengua (azúcares, alcohol, glicerina).
- Salados: En los laterales y parte superior de la lengua (sales minerales, ácidos orgánicos salificados...).
- Ácidos: En los laterales y debajo de la lengua (tartárico, málico, cítrico, acético, láctico, succínico...)
- Amargos: En el fondo de la lengua (compuestos fenólicos, taninos... principalmente).

De estos cuatro sabores sólo el dulce es agradable. El resto sólo son aceptables cuando están mezclados, equilibrándose entre sí, haciendo el pisco agradable y redondo en boca. Cualquier desequilibrio debe ser detectado por el catador.

Las demás sensaciones en boca son:

- Táctiles: suavidad, astringencia, rasposidad, volumen...
- Térmicas: temperatura del pisco (fresco, caliente...)

El examen gustativo se realiza a través de los siguientes parámetros:

1. Ataque o primeras sensaciones, que se perciben durante los 2-3 primeros segundos.
2. Evolución o paso en boca, los otros sabores pasan a enmascarar el sabor dulce, resaltando o armonizando.
3. Sensaciones finales o postgusto, que se aprecian con el fundido de aroma-sabor, y persisten después de haber tragado o escupido el pisco.

Es en este momento donde se identifican y evalúan la presencia de sabores básicos equilibrados, como lo son el dulce, ácido, salado y amargo. Como detalle curioso podemos decir que a diferencia de la degustación de vinos, en la cata de pisco sólo se toma un sorbo del líquido, se mantiene en la boca sin tragarlo, y se mueve tratando de impregnar toda la cavidad y así obtener mayor información, inmediatamente después de impregnar la boca con los sabores del pisco este se expulsa a un recipiente. Como referencia podríamos decir que los sabores potentes

y equilibrados aumentan la calificación del pisco y aquellos poco expresivos tienden a obtener valores bajos en la cata.

Como conclusión de las pruebas precedentes, el pisco sufre su último examen en la boca. Guardaremos en ella unas gotas antes de tragarlo; el tiempo necesario para realizar el análisis detallado de las nuevas sensaciones recibidas.

En la boca el líquido se calienta y difunde nuevos elementos aromáticos que completan los sabores. Dichos sabores van a comunicar el cuerpo del pisco, el origen y la estructura. Van a poder revelarse su equilibrio y su armonía.

En los piscos, el equilibrio tiene en cuenta la acidez, la suavidad y la apreciación alcohólica. También se valorará la entrada y el paso de boca; así como la persistencia gustativa o longitud (caudalía) del pisco. Ello nos servirá como medio de jerarquizar los piscos. La persistencia gustativa varía entre 5 segundos para piscos normales hasta más de 20 segundos para piscos excepcionales.

## **RETRO OLFACCIÓN**

Para la percepción de aromas del pisco, además de la vía nasal directa existe la vía retronasal. Cuando tenemos un sorbo de pisco en la boca y mojamos toda la lengua y paladar se produce un calentamiento del pisco que inunda el aire de la boca de aromas. Si al tragar el pisco ese aire lo expulsamos por la nariz podremos

percibir alguna característica aromática de la misma naturaleza que las recibidas por vía nasal directa o que descubramos algún matiz nuevo.

#### **2.6.5. USOS DE LOS SUBPRODUCTOS**

Las fracciones de cabeza y cola se mezclan constituyendo los impuros. Ellos puede ser re destilados por una sola vez o mezclados en el mosto que va ha ser destilado. Esta última práctica permite aumentar la graduación del mosto base, facilitando su conservación y disminuyendo el contenido de alcoholes superiores y acidez total en los destilados. Los subproductos denominados colas, que contienen un bajo contenido de alcohol (16 ° GL) se suelen utilizar en el lavado de botellas, las cuales serán utilizadas para el envasado del pisco.

**Características y usos del metanol:** El metanol ( $\text{CH}_3\text{OH}$ ) se denomina alcohol metílico o alcohol "de madera" porque originalmente se obtenía de la destilación de esta materia prima en ausencia de aire. Constituye parte de las cabezas de los productos destilados. Es el más simple de los alcoholes y se caracteriza por ser incoloro; su ingestión causa ceguera porque destruye irreversiblemente el nervio óptico y una dosis mayor a 30 ml causa la muerte.

Se utiliza en la fabricación de ácido acético y otros compuestos químicos. Se emplea como materia prima para la fabricación del formaldehído. Es un disolvente que se emplea en la fabricación de plásticos, pintura, barnices, y también sirve como anticongelante en automóviles.

Su uso como combustible alternativo se ha popularizado en vehículos de competencia debido a su alto octanaje, lo que hace que la flama sea más controlable y el consumo de combustible mínimo.

Un derivado químico del metanol se utiliza en combustibles alternativos para reducir las emisiones exhaustivas de contaminantes.

<http://es.wikipedia.org/wiki/Metanol>

**Vinazas.-** Constituye un importante subproducto de las destilerías a causa de su elevado contenido en sales. La composición de las vinazas depende de una serie de factores, entre los que se encuentran la materia prima trabajada, forma de haber sido preparado el mosto.

Del examen de la composición de las vinazas se deduce su elevado poder fertilizante, de donde proviene su principal y más generalizada aplicación. Pueden seguirse dos caminos para ello. El primero se reduce al abonado de los campos circundantes de la destilería mediante irrigación directa con las vinazas. En este caso es conveniente dejarlas decantar y enfriar durante dos o tres días en bolsas adecuadas; de esta forma disminuye su acidez.

El segundo camino consiste en efectuar una concentración previa de las vinazas. Esta es una operación cara para realizarla directamente, y a fin de hacerla posible económicamente, se recurre a los evaporadores de efecto múltiple. Una vez obtenida la vinaza concentrada, se puede proceder de diferentes modos:

1. Se ponen con contacto estas vinazas concentradas con turba, para que sean absorbidas por ésta, y seguidamente se seca el producto obtenido en secaderos adecuados. De esta forma se logra un buen abono rico en potasa, nitrógeno y fosfatos.
  
2. Mezclando las vinazas concentradas con fosfatos naturales y la cantidad necesaria de ácido sulfúrico, y después de haber abandonado esta mezcla durante varios meses en cobertizos adecuados, para que se realicen las reacciones químicas necesarias, se obtiene un excelente abono, rico en sales amoniacaes o metilamoniacaes, a la vez que en superfosfato.
  
3. Como última aplicación de las vinazas para abonar, tenemos la fabricación de los salinos. Esta es la menos provechosa de todas, partiendo de las vinazas concentradas en hornos adecuados, se efectúa su combustión, en la que desaparece el nitrógeno y solo se recupera un producto muy rico en sales potásicas.
  
4. Descomponiendo las vinazas por vía bioquímica se pueden obtener, sulfato potásico, ácido acético, sulfato amónico, cianuro sódico y ácido butírico.
  
5. El empleo de vinazas como pienso no es posible, debido al elevado contenido de sales potásicas. No obstante se preparan algunos piensos en los cuales entra hasta un 25 % de vinazas concentradas.

PALACIO HERNÁN, Fabricación del Alcohol.



## **CAPÍTULO III**

### **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1.MATERIA PRIMA**

Uva moscatel rosada

Uva moscatel negra

Levaduras *Saccharomyces cerevisiae*

#### **3.1.1. EQUIPOS**

Alambique pera con rectificadora capacidad 50 litros

Fuente de calor

Licuadora

Refractómetro

Termómetro

Alcoholímetro

Cromatógrafo de gases

### **3.1.2. MATERIALES**

Tanques de fermentación plásticos de 30 l de capacidad

Recipientes

Botellas de vidrio 750 ml

Botellas de vidrio de 50 ml

Copas

Tapas rosca

#### **3.1.2.1. MATERIAL DE LABORATORIO**

Matraz Erlenmeyer de 500 cm<sup>3</sup>

Bureta de 10 cm<sup>3</sup>, con graduación de 0,05 cm<sup>3</sup>

Pipeta volumétrica de 25 cm<sup>3</sup>

Matraz volumétrico de 250 cm<sup>3</sup>

Probeta de 100 ml

Probeta de 500 ml

### **3.1.3. REACTIVOS**

Solución 0,1 N de hidróxido de sodio

Solución indicador de fenolftaleína, solución alcohólica al 1 %

Agua destilada

### 3.2. MÉTODOS

La presente investigación se realizó con el jugo obtenido de dos variedades de uva tipo moscatel y la adición de dos dosis de levadura de la especie *saccharomyces cerevisiae*, para determinar el tiempo de fermentación y los parámetros en el proceso de destilación. Esto se llevó a cabo en una casa particular, ubicada en la ciudad de Ibarra.

#### 3.2.1. UBICACIÓN

Provincia	Imbabura
Cantón	Ibarra
Parroquia	El Sagrario

#### 3.2.2. CARACTERÍSTICAS CLIMATOLÓGICAS

Temperatura promedio	16 °C
Humedad relativa	60 %
Precipitación anual	625 mm
Altitud	2225 msnm

Fuente: Instituto geográfico militar

### 3.2.3. FACTORES EN ESTUDIO

Para la obtención de pisco se utilizó dos variedades de uva (Factor A) y se aplicó dos dosis de levadura (Factor B), estos se detallan a continuación:

Factor A: Dos variedades de uva (*Vitis vinífera* L)

V1 Moscatel negra (Mn)

V2 Moscatel rosada (Mr)

Factor B: Dos dosis de levadura (*sacharomyces cerevisiae*).

D1 0,5 g/l de levadura

D2 1 g/l de levadura

### 3.3. DISEÑO EXPERIMENTAL

Las condiciones en las que se realizó el presente trabajo de investigación fueron las mismas para todos los tratamientos, por esta razón se empleó un Diseño Completamente al Azar (D.C.A.).

#### 3.3.1. TRATAMIENTOS

CUADRO 4

TRATAMIENTOS		VARIEDAD Y DOSIS (g/l)
T1	V1D1	Mn x 0,5 g/l de levadura
T2	V1D2	Mn x 1 g/l de levadura
T3	V2D1	Mr x 0,5 g/l de levadura
T4	V2D2	Mr x 1 g/l de levadura
T5	Testigo	Mn sin levadura

##### 3.3.1.1. Características:

Número de tratamientos      5

Número de repeticiones      4

Unidades experimentales:    20

Tamaño de la Unidad Experimental: La unidad experimental estuvo constituida por 25 litros de jugo de uva.

### 3.3.2. ANÁLISIS ESTADÍSTICO

#### 3.3.2.1. Esquema del ADEVA

CUADRO 5

FV	GL
TOTAL	19
TRATAMIENTOS	4
ERROR EXPERIMENTAL	15

CV %

#### 3.3.2.2. Análisis Funcional

Se calculó el Coeficiente de Variación (CV), prueba de Tukey al 5 % para tratamientos y Prueba de Friedman para las variables cualitativas.



### **3.4. MANEJO ESPECÍFICO DEL EXPERIMENTO**

El presente trabajo de investigación se realizó de la siguiente manera: la parte experimental, en lo referente a los procesos de fermentación y destilación, se realizaron en una casa particular; los análisis físico-químicos del producto terminado se hicieron en los **laboratorios de Control de Calidad de la Empresa de licores ILENSA** y las pruebas organolépticas (color, olor y sabor) se realizaron con la ayuda de catedráticos de la Universidad y personal de la empresa licorera.

#### **3.4.1. ELABORACIÓN DE PISCO**

##### **3.4.1.1. Recepción de Materia Prima**

La uva que se utilizó para este experimento se compró en el mercado mayorista de la ciudad de Ibarra. Se compró a un solo comerciante, debido a que es importante mantener la uniformidad en la madurez de la fruta. Las compras se realizaron en intervalos de tiempo de tres y cuatro días, porque, una vez que el producto se fermenta se procede a destilar y no se debe permitir que se acumule el producto fermentado, de lo contrario el mosto se tornaría picante.

La variedad Moscatel Negra, venía en cajas de madera, con un peso neto por caja de 5 kg, mientras que la variedad Moscatel Rosada venía en cajas de 8 kg peso neto.



Una vez recibido el producto, se procedió a realizar un análisis de grados brix, para lo cual se utilizó el refractómetro, dando los siguientes valores:

CUADRO 6: CONTROL GRADOS BRUX DE LA MATERIA PRIMA

<b>VARIEDAD</b>	M1 ° BRUX	M2 ° BRUX	M3 ° BRUX	M4 ° BRUX
UVA NEGRA	13	13	13	12
UVA ROSADA	15	16	16	15

La levadura se adquirió en un supermercado de la ciudad. Se utilizó un empaque 0,5 kg de la marca LEVAPAN para los tratamientos excepto el testigo.

#### **3.4.1.2. Lavado y Pesado**

Una vez obtenida la materia prima, se procedió a arrancar la uva propiamente dicha del racimo. Esta operación se realizó de manera manual y es muy importante ya que de esta forma se retiró la parte leñosa que es la causante de la presencia de metanol en los licores. Además en esta fase se eliminan todas las bayas que se encuentren en estado de descomposición porque le pueden dar un mal sabor al producto terminado.

Luego de haber realizado la fase anterior, se procedió a lavar la uva. Esto se hizo con agua a temperatura ambiente en recipientes plásticos. El lavado es importante

porque de esta manera se elimina impurezas como polvo y restos de productos fitosanitarios que pueden inhibir el proceso de fermentación.

El pesado se realizó en una balanza con capacidad para 15 kg.

### **3.4.1.3. Despulpado**

Este proceso reemplazó al que en forma artesanal se conoce como pisado. Para la extracción del jugo se utilizó una licuadora de uso doméstico. En este proceso se tuvo mucho cuidado de no licuar por mucho tiempo, para evitar romper las pepas, las cuales pueden ser causantes de la presencia de metanol en el producto final, pero son de mucha importancia ya que contienen gran cantidad de aromas.

En esta parte del proceso se midió los grados brix, con la finalidad de estandarizar los mostos a 13 grados brix.

En el caso de la uva moscatel negra no hubo ningún problema, ya que el mosto se encontró con un brix de 13, no siendo necesaria la adición de azúcar y/o agua. En la variedad de uva moscatel rosada, fue diferente, ya que tuvimos jugos con un brix de 15 grados, siendo necesario añadir agua, para lo cual se utilizó la siguiente fórmula:

$$\text{kg de agua} = \frac{\text{Peso (jugo) (Brix obtenido - Brix deseado)}}{\text{Brix deseado}}$$

Aplicando la fórmula en este caso:

$$\text{kg de agua} = \frac{25 \text{ l } (15^{\circ}\text{Brix} - 13^{\circ}\text{Brix})}{13^{\circ}\text{Brix}}$$

kg de agua = 3.84 l de agua.

### **Procedimiento para medir grados Brix**

Este procedimiento es muy sencillo, solo se tiene que colocar una gota del jugo de la fruta o mosto en el refractómetro, y mirar por el objetivo. Es importante evitar que existan gotas de aire en la muestra porque puede alterar el resultado. Si la temperatura del mosto es diferente de la que viene graduada en el refractómetro el resultado se debe valorar en las tablas que vienen con el equipo.

#### **3.4.1.4. Fermentación**

El mosto a 13 grados brix se colocó en recipientes con tapa de 30 litros de capacidad donde tendría lugar el proceso fermentativo.

#### **Inoculación.**

En los tratamientos T1 y T3 se adicionó 0,5 gramos por litro de levadura y en los tratamientos T2 y T4 un gramo por litro respectivamente.

La levadura se preparó de la siguiente manera: En un recipiente se colocaron 300 ml de agua a una temperatura de 37 °C y 25g de azúcar, luego se añadió las levaduras y se agitó para evitar que se peguen en las paredes y el fondo del recipiente. De esta manera las levaduras se activaron y luego se añadieron al mosto fresco, para empezar el proceso de fermentación.

Los recipientes con el mosto se taparon, pero no de una manera hermética, ya que las levaduras necesitan cierta aireación para transformar el azúcar en alcohol. Cada uno de los cubos fue etiquetado con el número de tratamiento y repetición, además se incluyó la fecha de inicio del proceso.

#### **3.4.1.5. Destilación**

Antes de iniciar el proceso de destilación se procedió a lavar el alambique, siguiendo las instrucciones de los fabricantes y se hizo de la siguiente manera:

Primero se hizo hervir en la caldera 30 litros de agua mezclada con 6 kg de ceniza y 6 kg de harina de trigo durante una hora. Después se dejó que se enfríe y se enjuagó varias veces. Luego se llenó el alambique hasta la tercera parte de su capacidad con agua, se armó el equipo, se alimentó fuego lento y se destiló por un tiempo de tres horas. Esta operación se realizó por un número de cuatro veces, ya que es necesario hacer las repeticiones necesarias hasta que el agua que se destila no tenga el olor y sabor de los metales, que pueden salir en el producto que se iba a destilar.

Una vez que se lavó el alambique se comprobó que el fermento se encontraba de uno a cero grados brix, y se procedió a destilar:

1. Se colocó el mosto fermentado en la caldera. Es importante aclarar que no se hizo ningún tipo de filtrado al vino, ya que muchos de los aromas se encuentran en la piel y pepas de la uva y el pisco es un producto aromático.

2. Se armó el resto del equipo, procurando que las piezas estén bien centradas y ajustadas. Luego se preparó engrudo (mezcla agua y harina) y se colocó una tela de 5 cm de espesor y 50 cm de largo untada con esta mezcla en las juntas, esto es en la unión de la caldera con el capacet y la trompa de elefante con el serpentín, operación que se realiza con la finalidad de evitar la pérdida de vapores en estas uniones.

En esta investigación el objetivo era obtener un producto que mantenga las cualidades de la fruta de la que procede, razón por la cual no se utilizó la rectificadora en todos los tratamientos, solo en dos repeticiones del testigo (TES R2 y TES R4). Además según la norma INEN 368, el pisco es un producto destilado **no rectificado ni re-destilado**, razón por la cual se evitó el uso de la lentilla y se hizo en los dos tratamientos antes mencionados para comprobar la eficiencia del equipo y adquirir nuevas experiencias en el proceso de destilación.

Con el uso de la rectificadora se logró obtener un producto de mayor grado alcohólico, pero menos aromático. Las cabezas en estas repeticiones empezaron a

salir a los 77 °C y con un grado alcohólico de 78 °GL., mientras que el cuerpo que se obtuvo fue de 50 ° GL.

3. Se colocó el quemador de gas bajo la caldera y se encendió, tratando de regular a llama baja y que quede en el centro de la olla. En la investigación no se utilizó ningún tipo de aislante, tanto para la fuente de calor como para el equipo de destilación, existiendo pérdidas de calor del 92,74 %; de este total el 89,76% corresponden a pérdidas de calor por el mecanismo de radiación y el 10,24 % a pérdidas de calor por convección, los cálculos del balance de energía se reportan en el ANEXO 7.

Se llenó el bidón que contiene el serpentín con agua a temperatura ambiente (18 a 20 ° C) y se controló el cambio de temperatura.

4. El mosto fermentado entró al alambique a una temperatura ambiente de 18° C. Se anotó la hora de inicio del proceso y fuimos tomando datos cada diez minutos. La temperatura iba subiendo en un intervalo de 3 a 6°C durante la primera hora, existiendo un incremento cuando llegó a los 50°C, en donde empiezan a salir los compuestos mas volátiles del mosto como son aldehídos y cetonas, y que no se pueden recoger ya que el refrigerante que se utilizó en este caso es el agua, y no tiene la capacidad de condensar estas sustancias.

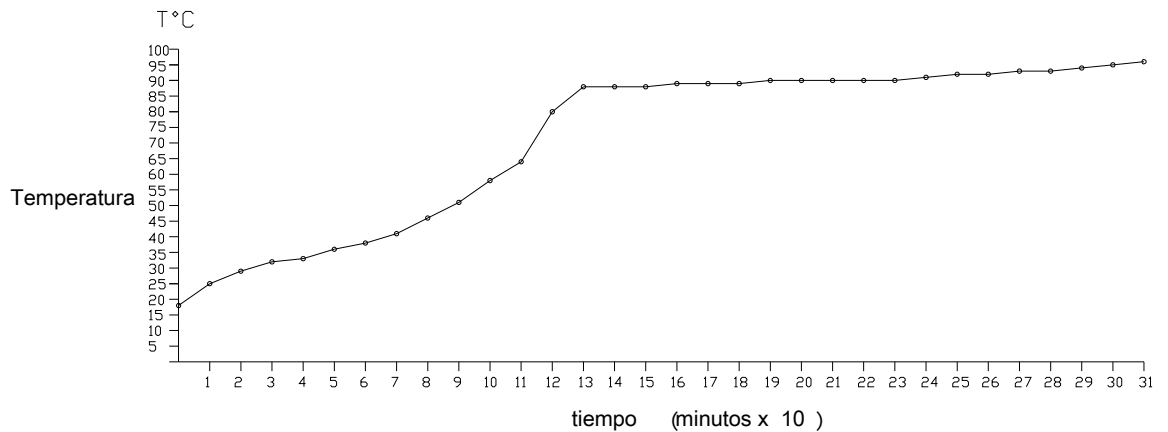
Después de transcurrida hora y media del proceso, el termómetro colocado en el capacete indicaba una temperatura de 60°C; temperatura a la cual se debe poner mucho cuidado porque las cabezas estaban próximas a salir.

Una vez realizado el proceso de fraccionamiento, que se detalla a continuación, se apaga el quemador, y se deja que el alambique se enfríe. Se retira las vinazas y se lava el alambique, pasándole un paño con vinagre por las paredes de la caldera, el capacete y luego se enjuaga.

En las vinazas se analizó el grado alcohólico, obteniendo un resultado de 0,5 a 1% de alcohol.

A continuación se presenta la curva temperatura-tiempo de proceso, donde podemos observar que las cabezas salen a 64°C con un grado alcohólico de 65°GL, el cuerpo salió a una temperatura de 88°C manteniéndose constante por un tiempo de una hora cuarenta minutos, teniendo un grado alcohólico de 45°GL, y por último las colas empezaron a salir a los 92°C con un grado alcohólico de 35°GL y se recogieron hasta los 96°C con un grado alcohólico de 20°GL.

GRÁFICO 1: CURVA DE TEMPERATURA TIEMPO DE PROCESO T2R1



#### 3.4.1.6. FRACCIONAMIENTO

Una vez que empezaron a salir los productos del destilado, cabeza, cuerpo y cola, se empezó a medir el grado alcohólico cada diez minutos al igual que la temperatura, tomando en consideración el tiempo que era necesario para obtener cada parte de la destilación.

La primera gota de las cabezas empezó a salir a los 64°C, existiendo en esta parte un incremento inmediato de la temperatura, alcanzando los 88°C en menos de siete minutos, tiempo en el cual se recogió un volumen de 70 ml de este producto, con un grado alcohólico que oscilaba entre 60°GL y 65°GL dependiendo del tratamiento. Este volumen se colocó en un recipiente, se etiquetó y se selló para luego realizar análisis.



Una vez que se separó las cabezas, se procedió a recoger el cuerpo o corazón del destilado. Esto se hizo en una jarra con capacidad de 2,5 l y de igual manera se tomaba el grado alcohólico cada diez minutos. El grado alcohólico va disminuyendo, debido a que la cantidad de alcohol presente en el mosto fermentado también baja en el transcurso de la destilación.

El cuerpo salió a una temperatura de 88°C con un grado alcohólico de 55°GL y se recogió hasta los 92°C, momento en el cual el grado alcohólico era de 35°GL. El tiempo en que se obtuvo todo el cuerpo fue de 2 horas, esto no es constante, ya que varía de acuerdo al flujo de calor y composición del mosto. El volumen que se recogió por tratamiento varía entre un 10 y 12 % del total del volumen de carga. El pisco se colocaba en botellas con capacidad de 3 l y se etiquetaba con el número de tratamiento, repetición y el grado alcohólico al que salía, obteniéndose piscos desde los 42 °GL hasta los 51 °GL evaluados con el alcoholímetro a 20°C.

Consideramos como colas, al producto que empezó a salir a una temperatura de 92 °C con un grado alcohólico de 34°GL y se recogieron hasta los 20°GL alcanzando una temperatura de 96°C. El volumen de colas que se obtuvo fue de 1,0 litros a 1,8 litros con un grado alcohólico de 26°GL.

El proceso de destilación se detuvo cuando las colas empezaban a salir a 20 ° GL, ya que después de esta fase, el contenido de agua es muy elevado en el producto, disminuyendo el contenido de alcohol, no siendo recomendable seguir destilando

porque aumentaría el tiempo de proceso y por ende los costos de producción. Las colas fueron envasadas y etiquetadas, para luego ser utilizadas en el lavado de las botellas donde iba a ser envasado el cuerpo o pisco.

Del cuerpo obtenido se separó un litro por tratamiento para realizar los análisis físico-químicos necesarios en esta investigación. El resto del producto se estandarizó a 40°GL de alcohol, esto se hizo ya que para el análisis organoléptico nos servimos de un patrón, en este caso el Pisco OCUCAJE, originario del Perú, el cual contiene un porcentaje de alcohol de 40°GL.

En los anexos presentaremos los respectivos análisis.

#### **3.4.1.7. ENVASADO Y ETIQUETADO**

Después de realizar los análisis respectivos al pisco, se procedió a envasarlo.

Se utilizó botellas de vidrio transparente de 750 ml, se llenó las botellas con el producto ayudados de una probeta de 500 ml y un embudo, dejando un espacio de 3 cm entre el producto y la tapa para favorecer la oxidación y que el licor con el tiempo forme el bouquet, luego se los tapó y se identificó los envases de acuerdo al tratamiento.

En la etiqueta se hizo constar la denominación del producto, en este caso “Pisco”, el nombre que le otorgamos, el volumen en centímetros cúbicos, el grado alcohólico (40°GL) y la fecha de envasado.

### 3.4.1.8. ALMACENADO

El producto obtenido se almacenó en un lugar fresco y fuera de la luz.

## 3.5. ANÁLISIS DE VARIABLES

### 3.5.1. VARIABLES CUANTITATIVAS

#### 3.5.1.1. Tiempo de Fermentación del Mosto

El mosto estandarizado a 13° Brix se puso a fermentar a temperatura ambiente de  $18 \pm 2$  °C. Los grados Brix se midieron cada día y a la misma hora (11h00) con la ayuda del refractómetro. Se tomó dos muestras de cada repetición para confirmar el análisis. Los datos que se obtuvieron se reportan en el cuadro 8.

#### 3.5.1.2. Rendimiento de Alcohol

Para estas variables se tomó únicamente el cuerpo del destilado

Esta variable estuvo dada por la cantidad de pisco que obtuvimos al finalizar el proceso de destilación en cada una de las repeticiones. La cantidad **medida fue el cuerpo del destilado**, es decir el volumen que salió entre 55°GL hasta 35°GL.

Para esto se utilizó probetas de 500 ml y de 100 ml, para mayor precisión.

Los resultados de esta variable se reportan en el cuadro 11.

### 3.5.1.3. Determinación de Acidez Total

Para la determinación de acidez total se utilizó la norma INEN 341, la cual expresa lo siguiente:

**Acidez Total.** Es la suma de los ácidos valorables obtenida cuando se lleva la bebida alcohólica a neutralidad (pH 7), por adición de una solución alcalina.

#### **Determinación de la Acidez Total.**

Se colocó 250 cm<sup>3</sup> de agua destilada, recientemente hervida y neutralizada, en un matraz erlenmeyer de 500 cm<sup>3</sup> y añadimos 25 cm<sup>3</sup> de muestra y 5 gotas de la solución de fenolftaleína; procedimos a titular, utilizando la bureta con la solución 0,1 N de hidróxido de sodio.

La acidez total se determinó utilizando la ecuación siguiente:

$$AT = 24 \cdot V$$

Siendo.

AT = Acidez total expresada como ácido acético, en gramos por 100 cm<sup>3</sup>

V = Volumen de solución 0,1 N de hidróxido de sodio usado en la titulación en centímetros cúbicos.

La determinación de acidez se hizo por duplicado de cada muestra y los resultados obtenidos se reportan en el cuadro 14.

#### **3.5.1.4. Determinación de Densidad**

La densidad se determinó basándonos en la norma INEN 349, la cual expresa lo siguiente:

**Densidad relativa.-** Es la relación por cociente entre la densidad de una bebida alcohólica y la densidad del agua destilada, consideradas ambas a la misma temperatura 20°C. Este análisis se realizó en la empresa licorera ILENSA.

Los resultados se reportan en el cuadro 17.

#### **3.5.1.5. Determinación del Grado Alcohólico**

El grado alcohólico se determinó basándonos en la norma INEN 340 que indica lo siguiente:

El grado alcohólico es el volumen de alcohol etílico, expresado en centímetros cúbicos, contenido en 100 cm<sup>3</sup> de bebida alcohólica a una temperatura determinada.

El método consistió en efectuar una destilación simple del pisco, se llevó al volumen inicial con agua destilada y se determinó en el destilado hidroalcohólico,

el grado alcohólico mediante el alcoholímetro centesimal de Gay-Lussac a una temperatura de 20 °C. El grado alcohólico aparente medido a esta temperatura se corrigió en tablas y los resultados obtenidos se indican en el cuadro 20.

#### **3.5.1.6. Metanol y Alcoholes superiores.**

La presencia de metanol y alcoholes superiores (n-propanol, i-butanol, iso-amílico, n-amílico) en una bebida alcohólica son perjudiciales para la salud de los seres humanos, razón por la cual en esta investigación se realizaron los respectivos análisis a cada una de las repeticiones. Los resultados reflejaron que el producto que se obtuvo en la investigación era apto para el consumo humano, ya que reunía las características que exige la norma INEN 368, cuadro siete.

**Este análisis se realizó en la empresa de licores ILENSA.**

Las muestras se analizaron en un **cromatógrafo de gases**, cuyo fundamento es separar las sustancias de una mezcla basándose en la diferencia que existe en las fuerzas bipolares de los productos.

\* Cabe aclarar que todos los tratamientos se encuentran dentro de la norma INEN 368

Los análisis realizados a cada una de las repeticiones se adjuntan en el ANEXO 9 y los datos obtenidos en el mejor tratamiento se reportan en el cuadro siete.

### CUADRO 7: METANOL Y ALCOHOLES SUPERIORES T2R4

El tratamiento T2R4 presenta las mejores características Físico-químicas y organolépticas

REPORTE	T2R4	INEN 368
$\text{g}/100\text{cm}^3$		
METANOL	0.035	0.25
ESTERES	0.0061	0.2
ALC. SUPERIORES	0.05	0.3
ALDEHÍDOS	0.0014	0.02
FURFURAL	0.001	0.004

Analizando los valores de este cuadro podemos deducir que los valores obtenidos en el tratamiento T2R4 (tratamiento que presentó las mejores características organolépticas), se encuentran dentro de la norma INEN 368

\* El metanol esta expresado en  $\text{cm}^3/\text{l}$ , los otros compuestos están expresados en  $\text{g}/100\text{cm}^3$

### 3.5.1.7. Evaluación Organoléptica

Una vez realizados los análisis físico-químicos al producto, se procedió con la evaluación organoléptica, para lo cual se solicitó la colaboración de ocho degustadores, de los cuales cinco son catedráticos de la universidad y tres son los encargados de control de calidad de la empresa ILENSA.

El pisco al no ser un producto conocido presentaría el problema en catación de parecer un licor fuerte, razón por la cual el jurado se escogió tomando en consideración este aspecto, es decir, se buscó personas que hayan probado alguna vez este producto, así como personas con criterio en la degustación de licores.

Para realizar la catación se procedió de la siguiente manera:

- Primero se adquirió una botella de pisco que se vende en los supermercados de la ciudad de Quito siendo este de la marca Ocucaje del Perú, viniendo a constituirse en patrón.
- Luego se estandarizó el grado alcohólico de las muestras para que tengan las mismas condiciones que el patrón, es decir a 40°GL.
- Se llenó botellas de 50 ml con cada una de las repeticiones y el patrón, a las cuales se les asignó un número.



- Se entregó a cada uno de los catadores las muestras respectivas y se les proporcionó una ficha organoléptica. (ANEXO 4).
  
- La degustación de licores es muy compleja, ya que el catador debe disponer de tiempo para hacerlo, razón por la cual se facilitó una copa y una hoja (ANEXO 4 - 5 ) con las instrucciones necesarias para que las catas puedan ser realizadas en el tiempo y el lugar que el catador creyese conveniente.
  
- A cada característica organoléptica se le asignó una escala de apreciación y se valoró de la siguiente manera:

Excelente	5 puntos
Muy Bueno	4 puntos
Bueno	3 puntos
Regular	2 puntos
Malo	1 punto

- Los resultados obtenidos de los catadores se analizaron bajo la prueba no paramétrica de Friedman y se reportan en los cuadros 23 - 25 – 27.

## **CAPÍTULO IV**

### **4. RESULTADOS Y DISCUSIONES.**

Luego de realizada la investigación: “Obtención de Pisco utilizando un Alambique de Destilación” se obtuvo los siguientes resultados para cada variable propuesta:

Para los resultados de las variables se tomó únicamente el cuerpo del destilado

#### **4.1. TIEMPO DE FERMENTACIÓN DEL MOSTO EN DÍAS**

Esta variable presentó alta significancia en todos los tratamientos, los valores se detallan a continuación.

CUADRO 8: TIEMPO EN DÍAS DE FERMENTACIÓN

TRATAMIENTOS	REPETICIONES					
	I	II	III	IV	Σ	MEDIA
T1	14	14	10	11	49	12.25
T2	14	14	13	13	54	13.50
T3	16	12	16	16	60	15.00
T4	12	14	13	13	52	13.00
T5	22	23	21	22	88	22.00
Σ	<b>78</b>	<b>77</b>	<b>73</b>	<b>75</b>	<b>303</b>	<b>15.15</b>

CUADRO 9: ADEVA DEL TIEMPO DE FERMENTACIÓN

**ADEVA**

FV	GL	SC	CM	FC	NS	FT	
						0.05	0.01
TOTAL	19	280.55					
TRATAT	4	250.80	62.7	31.66	**	3.06	4.89
Error Exp	15	29.75	1.98				

**CV = 9.28%**

\* Significativo al 1%

\*\* Significativo al 5%

NS no significativo

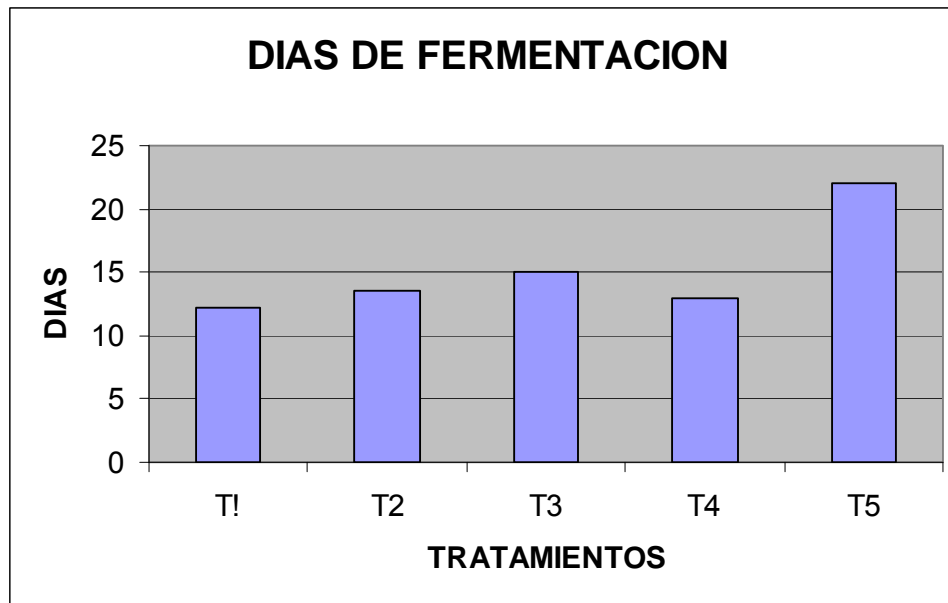
En el análisis de varianza se observó que existe diferencia altamente significativa entre tratamientos, por tanto los tratamientos no son estadísticamente iguales, por lo cual se realizó Tukey al 5 % para tratamientos.

CUADRO 10: PRUEBA DE TUKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS

TRATAMIENTOS	MEDIAS	RANGOS
T5	22.00	a
T3	15.00	a
T2	13.50	b
T4	13.00	b
T1	12.25	b

Realizada la prueba de Tuckey al 5 % se detecta la presencia de dos rangos (a,b) en donde el tratamiento T5 que corresponde a jugo de uva de la variedad moscatel negra sin levadura tiene la media más alta, lo que significa que este tratamiento se demora mas tiempo en fermentar. El tratamiento T1, que corresponde a uva moscatel negra con 0.5 g/l de levadura, presenta la media más baja, lo que indica que la fermentación ha terminado, reduciéndose los grados brix a uno y debe destilarse.

GRÁFICO 2: TIEMPO EN DÍAS DE FERMENTACIÓN



Al comparar los valores de tiempo de fermentación de los mostos obtenidos en la presente investigación con el tiempo de fermentación del mosto según la literatura consultada Pág.80 que dice: el mosto permanecerá 5, 8, 10, hasta 14 días observamos que estamos dentro de los parámetros para los tratamientos T1, T2, T4, y que la temperatura tiene mayor influencia que la dosis de levadura.

## 4.2. RENDIMIENTO DE ALCOHOL

Para esta variable se partió de un volumen de 25 litros de mosto con 13<sup>0</sup>brix.

Los resultados de esta variable se presentan en el siguiente cuadro:

CUADRO 11: RENDIMIENTO EN ALCOHOL DEL CUERPO EN %

TRATAMIENTOS	REPETICIONES					
	I	II	III	IV	Σ	MEDIA
T1	12.00	14.24	12.00	17.68	55.92	13.98
T2	12.08	10.56	11.60	12.00	46.24	11.56
T3	9.40	10.40	7.60	8.40	35.80	8.95
T4	10.40	10.60	8.80	9.28	39.08	9.77
T5	11.44	10.50	10.00	10.48	42.42	10.60
Σ	<b>55.32</b>	<b>56.30</b>	<b>50.00</b>	<b>57.84</b>	<b>219.46</b>	<b>10.97</b>

CUADRO 12: ADEVA DEL RENDIMIENTO DE ALCOHOL

### ADEVA

FV	GL	SC	CM	FC	NS	FT	
						0.05	0.01
TOTAL	19	451.10					
TRATAT	4	420.25	105.06	51.24	**	3.06	4.89
Error Exp	15	30.85	2.05				

**CV = 13.05%**

\* Significativo al 1%

\*\* Significativo al 5%

NS no significativo

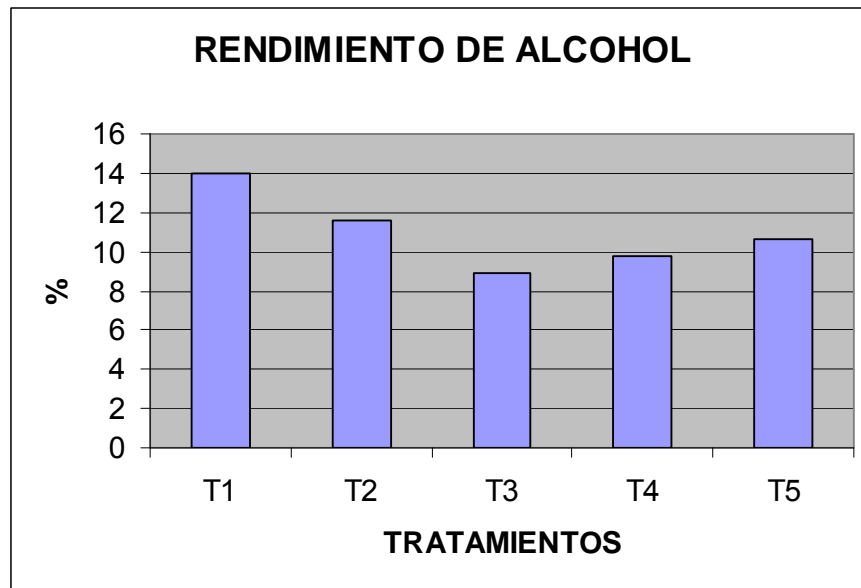
En el análisis de varianza se observa que existe diferencia altamente significativa entre tratamientos, lo que significa que el rendimiento de alcohol obtenido en cada tratamiento es diferente, existiendo mayor rendimiento en el tratamiento T1R4. Se procedió a realizar la prueba de Tuckey al 5 %.

CUADRO 13: PRUEBA DE TUCKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS

TRATAMIENTOS	MEDIAS	RANGOS
T1	13.98	a
T2	11.56	a
T5	10.60	b
T4	9.77	b
T3	8.95	b

Una vez realizada la prueba de tuckey para esta variable, se obtuvo dos rangos (a,b), lo que significa que el tratamiento T1 y el tratamiento T2 son estadísticamente iguales, mientras que existe diferencia con los otros tratamientos. Considerando el cuadro, los tratamientos T1 y T2 son los más recomendables para la producción de pisco en esta variable.

GRÁFICO 3: RENDIMIENTO DE ALCOHOL



El rendimiento de alcohol obtenido en la presente investigación está de acuerdo con la bibliografía consultada 10 a 15% Pág. 79, es decir que para tener un buen proceso fermentativo, es muy importante siempre partir de un mosto estandarizado a 13° brix y no superior porque de lo contrario las levaduras no transformarían totalmente el azúcar en alcohol y destilaríamos un mosto dulce, dando como consecuencia menor rendimiento de alcohol.



### 4.3. DETERMINACIÓN DE ACIDEZ

En esta variable se determino la acidez total del cuerpo

CUADRO 14: ACIDEZ TOTAL (Expresada como ácido acético g/100cm<sup>3</sup>)

TRATAMIENTOS	REPETICIONES					
	I	II	III	IV	Σ	MEDIA
T1	0.17	0.20	0.18	0.20	0.75	0.18
T2	0.20	0.25	0.18	0.23	0.86	0.21
T3	0.23	0.25	0.27	0.28	1.03	0.25
T4	0.28	0.27	0.28	0.30	1.13	0.28
T5	0.30	0.30	0.31	0.32	1.23	0.30
Σ	<b>1.18</b>	<b>1.27</b>	<b>1.22</b>	<b>1.33</b>	<b>5</b>	<b>0.25</b>

CUADRO 15: ADEVA DE ACIDEZ TOTAL

#### ADEVA

FV	GL	SC	CM	FC	NS	FT	
						0.05	0.01
TOTAL	19	0.04					
TRATAT	4	0.03	0.007	12.5	**	3.06	4.89
Error Exp	15	0.01	0.0006				

**CV = 9.7%**

\* Significativo al 1%

\*\* Significativo al 5%

NS no significativo

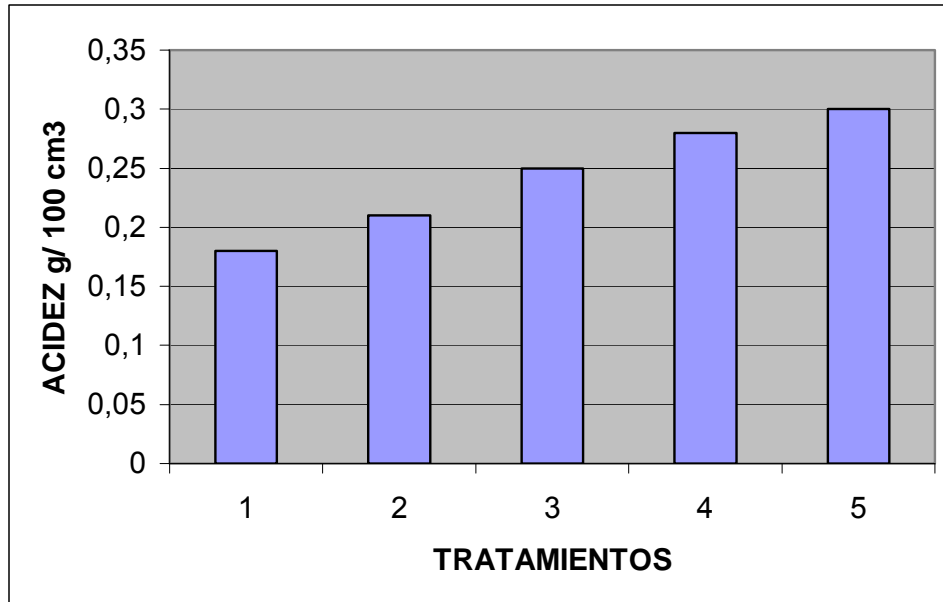
En el cuadro de análisis de varianza se observa que existe diferencia altamente significativa entre tratamientos. Los tratamientos constituidos por uva rosada presentan una mayor acidez, esto se debe a que la composición del mosto es diferente. El T5 también se presenta ácido, pero esto se debe al tiempo que estuvo fermentándose, ya que tardó 22 días y hubo producción de ácidos

CUADRO 16: PRUEBA DE TUCKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS

TRATAMIENTOS	MEDIAS	RANGOS
T5	0.30	A
T4	0.28	A
T3	0.25	a
T2	0.21	b
T1	0.18	c

Realizada la prueba de tuckey se observa que para esta variable tenemos tres rangos (a, b, c) lo que significa que el tratamiento T5, T4 y T3 son estadísticamente iguales, mientras que existe diferencia con los otros tratamientos. Según las medias el tratamiento, el T5 es el tratamiento más ácido y el T1 es el que menos acidez presenta.

GRÁFICO 4: ACIDEZ TOTAL



Según la literatura citada Pág. 49, la mayoría de los ácidos proviene de las bayas, y consecuentemente de la fermentación alcohólica, como metabolitos secundarios.

En el gráfico se observa que los tratamientos T1, T2, T3, T4 presentan una acidez muy similar, por cuanto los mostos químicamente debieron ser muy parecidos; en cambio, el tratamiento T5 presenta mayor acidez por cuanto el tiempo de fermentación fue de 23 días y hubo una contaminación acética por bacterias el cual se tradujo al licor en el momento de la destilación, de ahí que no se debe permitir que una vez fermentado el mosto se pase sino destilarlo inmediatamente.

#### 4.4. DETERMINACIÓN DE DENSIDAD

Los datos de densidad se registran en el siguiente cuadro y son tomados en referencia al cuerpo del destilado

CUADRO 17: DENSIDAD

TRATAMIENTOS	REPETICIONES					
	I	II	III	IV	Σ	MEDIA
T1	0.9315	0.9335	0.9355	0.9290	3.7295	0.9323
T2	0.9270	0.9335	0.9290	0.9290	3.7185	0.9296
T3	0.9335	0.9355	0.9375	0.9290	3.7355	0.9338
T4	0.9270	0.9270	0.9250	0.9290	3.7080	0.9270
T5	0.9290	0.9185	0.9160	0.9270	3.6905	0.9226
Σ	<b>4.648</b>	<b>4.648</b>	<b>4.643</b>	<b>4.643</b>	<b>18.582</b>	<b>0.9291</b>

CUADRO 18: ADEVA DE DENSIDAD

#### ADEVA

FV	GL	SC	CM	FC	NS	FT	
						0.05	0.01
TOTAL	19	0.0050					
TRATAT	4	0.0025	0.000625	3.76	**	3.06	4.89
Error Exp	15	0.0025	0.000166				

**CV = 1.38%**

\* Significativo al 1%

\*\* Significativo al 5%

NS no significativo

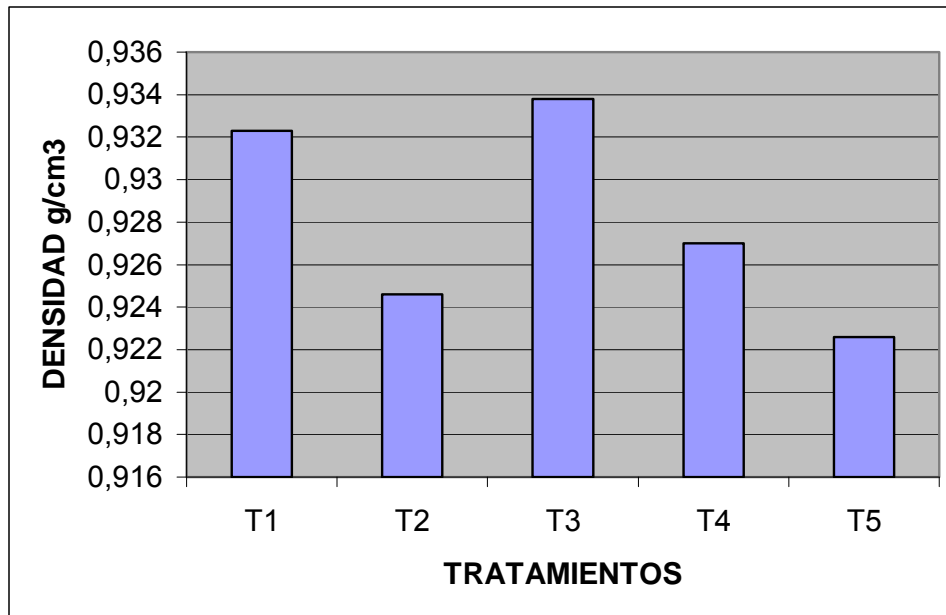
En el análisis de varianza se observa que existe diferencia altamente significativa entre los tratamientos al 5%. Se realizó Tuckey al 5 % para los tratamientos:

CUADRO 19: PRUEBA DE TUCKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS

TRATAMIENTOS	MEDIAS	RANGOS
T3	0.9338	A
T1	0.9323	A
T4	0.9270	A
T2	0.9246	A
T5	0.9226	A

La prueba de tuckey realizada señala que ninguno de los tratamientos es significativo, considerándolos a todos estadísticamente iguales. Esto es porque las concentraciones de alcohol entre los tratamientos no son muy diferentes.

GRÁFICO 5: DENSIDAD



En el gráfico se observa que existe diferencia entre los tratamientos en la densidad, siendo el T1 y T3 los más densos, esto es porque en su concentración de alcohol son los más bajos, porque la densidad es inversamente proporcional al grado alcohólico. El T5 en cambio presenta una densidad inferior ya que tiene un mayor grado alcohólico.

#### 4.5. DETERMINACIÓN DE GRADO ALCOHÓLICO.

Los valores de grado alcohólico se tomaron para el cuerpo del destilado y se presentan en el siguiente cuadro.

CUADRO 20: RESULTADOS GRADO ALCOHÓLICO (°GL)

TRATAMIENTOS	REPETICIONES					
	I	II	III	IV	Σ	MEDIA
T1	44	43	42	45	174	43.50
T2	46	43	45	45	179	44.75
T3	43	42	41	45	171	42.75
T4	46	46	47	45	184	46.00
T5	45	50	51	46	192	48.00
Σ	<b>224</b>	<b>224</b>	<b>226</b>	<b>226</b>	<b>900</b>	<b>45.00</b>

CUADRO 21: ADEVA GRADO ALCOHÓLICO

#### ADEVA

FV	GL	SC	CM	FC	NS	FT	
						0.05	0.01
TOTAL	19	116					
TRATAT	4	69.5	17.37	5.60	**	3.06	4.89
Error Exp	15	46.5	3.1				

**CV = 3.91%**

\* Significativo al 1%

\*\* Significativo al 5%

NS no significativo

En el análisis de varianza se observa que existe diferencia significativa entre los tratamientos. El coeficiente de variación es de 3,91%, se procedió a realizar prueba de Tuckey al 5 % para los tratamientos.

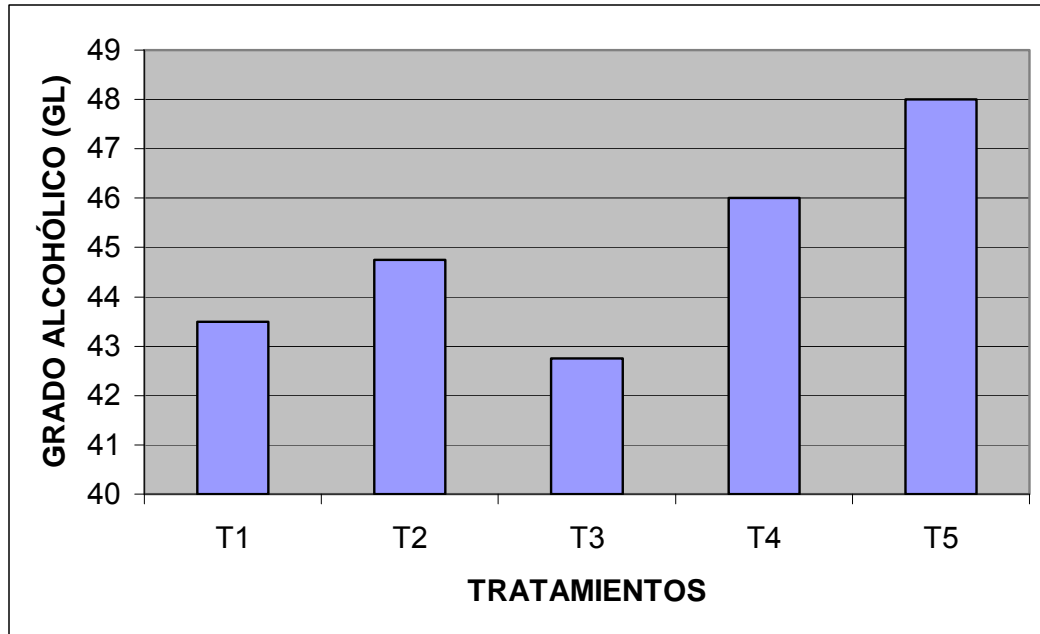
CUADRO 22: PRUEBA DE TUCKEY AL 5% PARA TRATAMIENTOS

TRATAMIENTOS	MEDIAS	RANGOS
T5	48.00	A
T4	46.00	A
T2	44.75	A
T1	43.50	B
T3	42.75	B

La prueba de tuckey realizada presenta la existencia de dos rangos (a,b) y señala que los tratamientos T5, T4 y T2 son estadísticamente iguales, no existiendo diferencia significativa entre ellos. Los tratamientos T1 y T3 que presentan las medias más bajas presentan otro rango, lo que significa que estos dos son estadísticamente iguales entre sí, teniendo el menor grado alcohólico.



GRÁFICO 6: GRADO ALCOHÓLICO



En el gráfico se observa que el tratamiento T5 es el que presentó mayor grado alcohólico, debido a que en dos repeticiones se utilizó la rectificadora. El T3 y T1 son los tratamientos con menor grado alcohólico, estos son los tratamientos con una dosis de 0,5 g/l de levadura, siendo importante ya que las levaduras son las causantes de la transformación del azúcar del mosto en alcohol.

#### 4.6. CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS

Para el análisis organoléptico se hizo referencia a los siguientes atributos: color, olor y sabor.

CUADRO 23: VALORACIÓN DE LA CARACTERÍSTICA DE COLOR

DEGUST	MUESTRAS						
	1	2	3	4	5	6	$\Sigma$
I	4	5	5	4	4	4	26
II	4	3	5	4	4	5	25
III	5	3	5	5	5	5	28
IV	4	4	4	4	4	4	24
V	4	4	4	4	4	4	24
VI	3	3	4	3	3	4	20
VII	4	4	4	4	4	4	24
VIII	5	4	4	4	5	4	26
$\Sigma$	33	30	35	32	33	34	197
X	4.12	3.75	4.37	4.00	4.12	4.25	

Elaborado por: Cristian Jaramillo - Xavier Soria

Muestra 1: Testigo R1

Muestra 2: Tratamiento T1R1

Muestra 3: Tratamiento T2R4

Muestra 4: Tratamiento T3R1

Muestra 5: Tratamiento T4R4

Muestra 6: Patrón

CUADRO 24: DATOS RANQUEADOS DE COLOR

DEGUST	MUESTRAS						
	1	2	3	4	5	6	$\Sigma$
I	2.5	5.5	5.5	2.5	2.5	2.5	<b>21</b>
II	3.0	1.0	5.5	3.0	3.0	5.5	<b>21</b>
III	4.0	1.0	4.0	4.0	4.0	4.0	<b>21</b>
IV	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	<b>21</b>
V	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	<b>21</b>
VI	2.5	2.5	5.5	2.5	2.5	5.5	<b>21</b>
VII	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	3.5	<b>21</b>
VIII	5.5	2.5	2.5	2.5	5.5	2.5	<b>21</b>
$\Sigma$	<b>28</b>	<b>23</b>	<b>33.5</b>	<b>25</b>	<b>28</b>	<b>30.5</b>	<b>168</b>
<b>X</b>	<b>784</b>	<b>529</b>	<b>1122.25</b>	<b>625</b>	<b>784</b>	<b>930.25</b>	<b>4774.5</b>

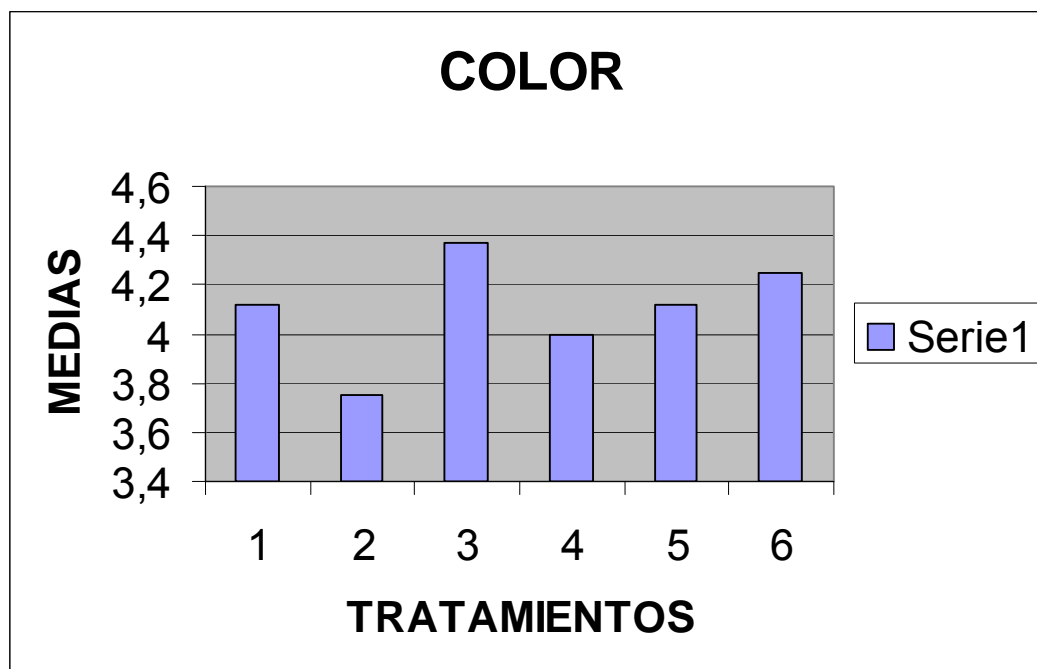
Elaborado por: Cristian Jaramillo - Xavier Soria

$$X^2 = 2.5NS$$

Después de realizada la prueba de FREEDMAN para la característica organoléptica color se encontró que estadísticamente era no significativa por tanto todas las muestras son iguales.

Para visualizar mejor se realizó el siguiente grafico.

GRÁFICO 7: COLOR



Como se puede observar en el gráfico 7. La muestra 3 (uva negra con 1g/l levadura) tiene la media más alta 4.37 por lo tanto para el color ese es el mejor tratamiento, por cuanto está dentro de la norma INEN 368 para color que dice: El pisco debe presentar un aspecto límpido, transparente y ser incoloro. Además todos los catadores a esta característica organoléptica le dieron la calificación de Muy Bueno.

CUADRO 25: VALORACIÓN DE LA CARACTERÍSTICA DE OLOR

DEGUST	MUESTRAS						
	1	2	3	4	5	6	$\Sigma$
I	3	4	4	3	4	4	22
II	4	4	5	4	5	5	27
III	5	3	4	3	5	3	23
IV	4	3	3	3	4	4	21
V	2	2	3	4	3	5	19
VI	2	3	4	3	2	3	17
VII	3	3	4	4	2	4	20
VIII	3	4	3	3	4	3	20
$\Sigma$	26	26	30	27	29	31	
X	3.25	3.25	3.75	3.37	3.62	3.87	

Elaborado por: Cristian Jaramillo - Xavier Soria

Muestra 1: Testigo R1

Muestra 2: Tratamiento T1R1

Muestra 3: Tratamiento T2R4

Muestra 4: Tratamiento T3R1

Muestra 5: Tratamiento T4R4

Muestra 6: Patrón

CUADRO 26: DATOS RANQUEADOS DE OLOR

DEGUST	MUESTRAS						
	1	2	3	4	5	6	$\Sigma$
I	1.5	4.5	4.5	1.5	4.5	4.5	21
II	2.0	2.0	5.0	2.0	5.0	5.0	21
III	5.5	2.0	4.0	2.0	5.5	2.0	21
IV	5.0	2.0	2.0	2.0	5.0	5.0	21
V	1.5	1.5	3.5	5.0	3.5	6.0	21
VI	1.5	4.0	6.0	4.0	1.5	4.0	21
VII	2.5	2.5	5.0	5.0	1.0	5.0	21
VIII	2.5	5.5	2.5	2.5	5.5	2.5	21
$\Sigma$	22	24	32.5	24	21.5	34	168
X	484	570	1056.25	576	992.25	1156	4840.5

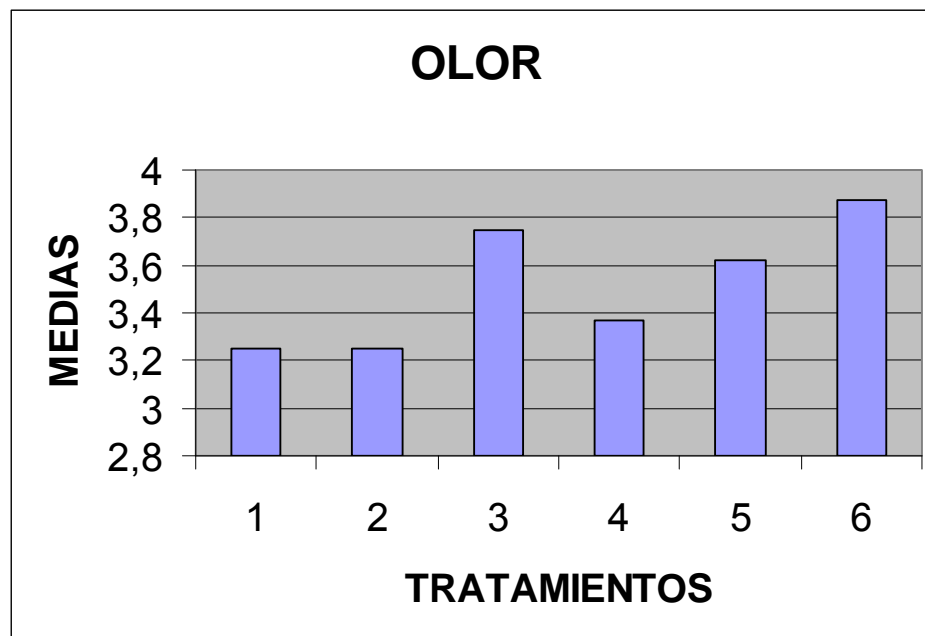
Elaborado por: Cristian Jaramillo - Xavier Soria

$$X^2 = 4.87NS$$

Después de realizada la prueba de FREEDMAN para la característica olor, se encontró que estadísticamente es no significativa por tanto todas las muestras son iguales.

Para visualizar mejor se realizo el siguiente grafico.

GRÁFICO 8: OLOR



Como se observa en el gráfico 8 la muestra 6 (pisco patrón) tiene la media mas alta 3.87 seguido de la muestra 3 (uva negra con 1g/l levadura) con una media 3.75, por tanto la diferencia es muy poca al comparar los valores, y encontrándose dentro de la norma INEN 368 que dice: Debe tener el sabor y el olor característicos de esta bebida, esto es conservar el aroma de la fruta de la cual proviene (uva). Según literatura consultada Pág.86 con el análisis olfativo se puede detectar tres tipos de olores:

Aromas primarios o varietales provenientes de la uva

Aromas secundarios provenientes de la fermentación alcohólica

Aromas terciarios los cuales son adquiridos durante la destilación.

CUADRO 27: VALORACIÓN DE LA CARACTERÍSTICA DE SABOR

DEGUST	MUESTRAS						
	1	2	3	4	5	6	$\Sigma$
I	3	4	4	2	2	3	18
II	4	5	3	4	5	5	26
III	4	5	4	4	5	4	26
IV	3	3	4	3	4	4	21
V	2	2	3	4	3	5	19
VI	2	3	4	2	2	4	17
VII	3	4	3	4	3	4	21
VIII	3	4	5	4	4	3	23
$\Sigma$	24	32	33	31	33	32	
X	3	4	4.1	3.8	4.1	4.	

Elaborado por: Cristian Jaramillo - Xavier Soria

Muestra 1: Testigo R1

Muestra 2: Tratamiento T1R1

Muestra 3: Tratamiento T2R4

Muestra 4: Tratamiento T3R1

Muestra 5: Tratamiento T4R4

Muestra 6: Patrón



CUADRO 28: DATOS RANQUEADOS DE SABOR

DEGUST	MUESTRAS						
	1	2	3	4	5	6	$\Sigma$
I	3.5	5.5	5.5	1.5	1.5	3.5	21
II	2.5	5.0	1.0	2.5	5.0	5.0	21
III	2.5	5.5	2.5	2.5	5.5	2.5	21
IV	2.0	2.0	5.0	2.0	5.0	5.0	21
V	1.5	1.5	3.5	5.0	3.5	6.0	21
VI	2.0	4.0	5.5	2.0	2.0	5.5	21
VII	2.0	5.0	2.0	5.0	2.0	5.0	21
VIII	3.0	3.0	6.0	3.0	3.0	3.0	21
$\Sigma$	19	31.5	31	23.5	27.5	35.5	168
CUADRA	361	992.25	961	552.25	756.25	1260.25	4883

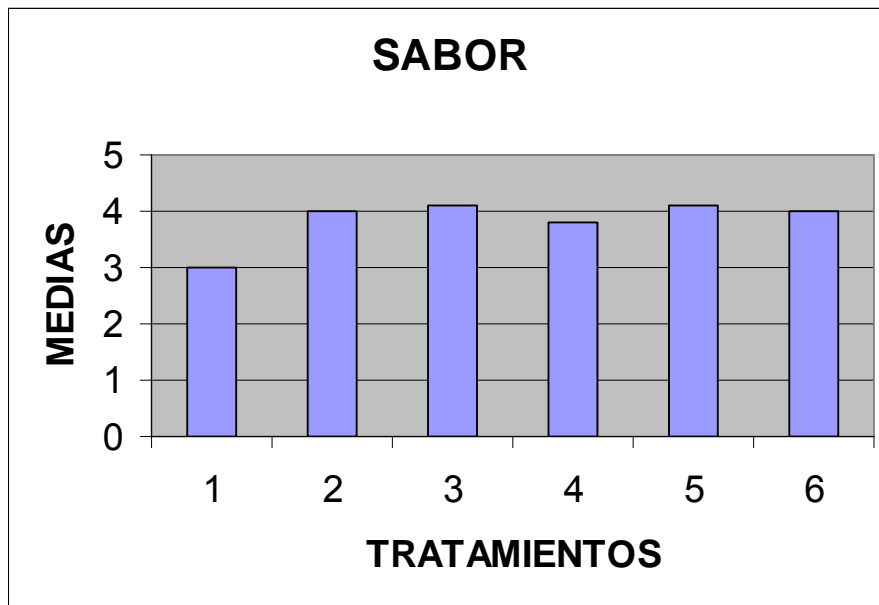
Elaborado por: Cristian Jaramillo - Xavier Soria

$$X^2 = 6.39NS$$

Después de realizada la prueba de FREEDMAN para la característica organoléptica sabor se encontró que no existe diferencia estadísticamente significativa por tanto las muestras son iguales.

Para visualizar mejor se realizó el siguiente grafico.

GRÁFICO 9: SABOR



En el gráfico 9 se puede notar que las muestras 3 y 5 (uva negra 1g/l levadura) (uva rosada 1g/l levadura) respectivamente para el sabor presentan las medias más altas 4.1 superando incluso al pisco patrón seguidos de las muestras 6 y 2 con una media de 4. Por lo que queda demostrado que el producto que se ha obtenido en la presente investigación, a más de cumplir con los requisitos de la norma INEN 368, que dice: El pisco debe tener el sabor característico de esta bebida, tubo mucha aceptación por los diferentes catadores otorgándole una calificación de Muy Bueno, y al comparar con la literatura consultada Pág. 87, con esta característica se pueden distinguir cuatro sabores:

Dulces en la punta de la lengua

Salados en la parte superior de la lengua

Ácidos debajo de la lengua

Amargos en el fondo de la lengua.

Los cuales deben estar en perfecta armonía, haciendo al pisco agradable, equilibrado y fino.

## **CAPITULO V**

### **5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1 CONCLUSIONES**

De los resultados obtenidos en la presente investigación se concluye que:

- La metodología empleada en la siguiente investigación permitió obtener un producto de calidad enmarcado dentro de las normas INEN 368 para pisco, ya que se obtuvo un producto que conserva las cualidades como sabor y aroma de la fruta que proviene.
- Del balance de energía se concluye que existe pérdidas de calor en un 92,74 %; de los cuales el 10,24 % corresponden a pérdidas de calor por convección y el 89,76 % corresponden a pérdidas de calor por radiación.

- El tratamiento T1R3 (uva negra con 0.5g/l de levadura) estadísticamente hablando presenta el menor tiempo de fermentación con relación al testigo, convirtiéndose en el mejor tratamiento en esta variable. La composición del mosto y las condiciones en las que se encontraba este tratamiento fueron favorables para que las levaduras se desarrollen y actúen en el proceso fermentativo.
- En relación al rendimiento de alcohol producido el tratamiento T1 que corresponde a uva negra con 0.5 g/l de levadura posee la media más alta con 13.98 % lo que significa que las levaduras transformaron totalmente el azúcar en alcohol.
- En lo que respecta a acidez, los tratamientos constituidos por uva rosada presentan un mayor grado de acidez, esto se debe a que durante el proceso fermentativo propio de esta uva existe mayor producción de metabolitos secundarios de las levaduras como ácidos orgánicos. El T5 (testigo) también se presenta ácido, pero esto se debe al tiempo que estuvo fermentándose, ya que tardó 23 días.
- Del proceso de destilación se concluye que las primeras gotas del destilado es decir las cabezas empiezan a caer a la temperatura de 64 °C y a un tiempo de 90 minutos de iniciado el proceso con grado alcohólico de 65

GL. El cuerpo a 85 °C manteniéndose constante durante 120 minutos y desde 55°GL hasta 35°GL. Las colas a partir de los 90 °C durante 60 minutos desde 34°GL a 20° GL.

- En lo referente a la densidad esta varía en función del grado alcohólico y es inversamente proporcional al mismo es decir que a mayor grado alcohólico menor densidad y viceversa, en este caso el tratamiento que presentó menor densidad y por ende mayor grado alcohólico fue el Testigo con una media de 48°GL.
- El grado alcohólico está en función de la resistencia (uso de lentilla rectificadora, columna de destilación de platos) que se ponga al vapor de la mezcla alcohol-agua que sale de la caldera antes de la condensación, es decir, que a mayor resistencia mayor grado alcohólico y viceversa. Al obtener un producto con un porcentaje mayor de alcohol, éste será también menos aromático, ya que muchos de los perfumes del licor se pierden en la resistencia. En este caso no se usó la lentilla rectificadora por cuanto el pisco es un producto no rectificado ni redestilado conservando las características de la fruta de la cual proviene en este caso uva.
- Del análisis organoléptico se concluye que el mejor tratamiento para las características evaluadas color, olor, sabor es la muestra 3 (T2R4) que

corresponde a uva negra con 1g de levadura por litro de mosto superando al patrón muestra 6 en color y sabor y manteniéndose muy similar en aroma.

- En lo referente a los análisis del producto terminado se concluye que la presencia de alcoholes superiores, metanol, aldehídos, acetato de etilo son metabolitos secundarios propios de la fermentación con levaduras, este último es decir el acetato de etilo que es un éster es la sustancia que le confiere aroma al producto y dependen mucho de la composición del mosto.
- Por lo tanto se concluye que el mejor tratamiento para esta investigación “OBTENCIÓN DE PISCO UTILIZANDO UN ALAMBIQUE DE DESTILACIÓN “ fue el T2R4 ( uva moscatel negra con 1g/ levadura por litro de mosto), con las siguientes características:

**Rendimiento** 12%

**Tiempo de fermentación** 13 días

**Volumen de cuerpo obtenido** 3000 cm<sup>3</sup>

**Grado alcohólico** 45 ° GL

**Densidad** 0.9290

**Acidez** 0.23 g/100 cm<sup>3</sup>

Aceptándose la hipótesis alterna que dice:

La variedad de uva y la adición de levadura (*saccharomyces cerevisiae*) inciden en la calidad del destilado (Pisco).



## 6. RECOMENDACIONES

- La transformación del mosto de uva en PISCO es poco conocido en el país por lo tanto se recomienda su promoción como una alternativa para incentivar el cultivo de uvas, ya que este producto es muy escaso en el país.
- Se recomienda utilizar la destilación como un método para la producción de licores debido a que en la actualidad únicamente se lo hace en base al alcohol potable con mezclas de esencias y colorantes dando como resultado un producto no tan natural como se logra con la fermentación y destilación.
- Se recomienda para futuras investigaciones, cubrir el alambique con una capa de aislante que absorba el calor y no lo refleje al medio. Para la fuente de calor se recomienda cubrirlo con ladrillo refractario, evitando de esta forma que el calor se disipe al medio aumentando la eficiencia térmica, por cuanto las pérdidas de calor por convección están alrededor del 11% y por radiación alrededor del 89%, en este caso se realizó la investigación sin aislante.
- Para la fermentación del mosto se recomienda realizar futuras investigaciones adicionando dosis y especies de levaduras diferentes,

además, varias las condiciones medio ambientales, como puede ser la temperatura con la finalidad de adelantar el proceso fermentativo.

- Se recomienda hacer la misma investigación con variedades de uvas existentes en el país y sobre todo en la zona norte.
  
- En lo referente a las partes desechables del fraccionamiento es decir cabeza y colas se recomienda usar las cabezas como solventes orgánicos, quita esmalte de uñas; y las colas, se pueden usar para lavado de botellas.
  
- Según el análisis de laboratorio se recomienda recoger mayor volumen de cabezas para eliminar mayor cantidad de metabolitos secundarios propios de la fermentación.
  
- Para el control de los sólidos solubles se recomienda usar el pesa jarabe que mide la densidad del mosto en grados baumé y no el refractómetro que mide el índice de refracción, que en este caso no fue exacto por cuanto el mosto está compuesto de varias sustancias.
  
- En esta investigación para la producción de pisco en forma comercial se recomienda usar la variedad de uva moscatel negra con 1g de levadura por litro por cuanto esta presenta las mejores características organolépticas y menor tiempo de fermentación.

- Para la producción de licor de otras frutas y cereales se recomienda el uso de la lentilla rectificadora y probar la mezcla de diferentes frutas.
  
- Sería importante difundir, mediante campañas publicitarias, el consumo de pisco en el país, bebida que es de un sabor y aroma exquisitos, y completamente natural.

## CAPÍTULO VI

### RESUMEN

El pisco es una bebida alcohólica de sabor y aroma exquisito, obtenido por destilación del mosto fermentado fresco de la uva.

La presente investigación evaluó dos variedades de uva; moscatel negra y moscatel rosada, con dos dosis de levadura 0.5 gr de levadura / litro de mosto y 1 gr de levadura / litro de mosto, en el tiempo de fermentación del mosto con relación al testigo uva moscatel negra sin levadura.

También se evaluaron las características Físico-Químicas (acidez, densidad) y organolépticas (color, olor, sabor) del producto terminado.

Encontrándose que las características físico-químicas, que se evaluaron eran significativas. En lo que respecta a las características organolépticas (color, olor, sabor), la muestra 3 que corresponde al tratamiento T2R4, uva moscatel negra con 1 gr de levadura/ litro de mosto y la muestra 6 pisco patrón fueron los más aceptados.

Por tanto para la presente investigación: “OBTENCIÓN DE PISCO UTILIZANDO UN ALAMBIQUE DE DESTILACIÓN” el mejor tratamiento fue el T2R4 uva moscatel negra con 1 gr de levadura / litro de mosto.

## SUMMARY

Pisco is an alcoholic drink with an exquisite aroma and flavor, obtained by the distillation of the fresh must of the grape.

This investigation evaluated the two varieties of the grapes, the black muscatel and the pink muscatel with two doses of yeast, 0.5 gr. of yeast / liter of must and 1 gr. of yeast / liter of must, in the fermentation of the must with the relation and with the witness of the black muscatel grape without yeast.

We also evaluated the chemical-physical characteristics (density-acidity) and the characteristics which can be appreciated using the 5 senses (color-smell-flavor) of the finished product.

When we find the characteristics the chemical and physical that were evaluated they were very significant. On the respect of the characteristics which can be appreciated using the 5 senses (color-smell-flavor) sample 3 which corresponds to treatment T2R4 black muscatel grape with 1 gr. of yeast / liter of must and sample 6 the pisco pattern were the most accepted. Therefore for the preservation of this investigation "OBTAINING PISCO USING A DISTILLATION ALAMBIQUE" the best treatment was the T2R4 black muscatel grape with 1 gr. of yeast / liter of must

## CAPITULO VII

### BIBLIOGRAFÍA

1. TERRANOVA, Enciclopedia Agropecuaria. Producción Agrícola 1. Ed. Panamericana Formas e Impresos. 256, 257 pp. 1995.
2. JAGNOW G.; DAWID W. Biotecnología, Introducción con Experimentos Modelo. Editorial Acribia S.A. Zaragoza España. 11, 12 y 13 pp. 1991
3. CISNEROS O. UBIDIA M. Elaboración de Alcohol a partir de Lacto suero de Queso con Hidrólisis de la Lactosa. Tesis de Grado Ingeniería Agroindustrial UTN. 2005.
4. MENDEZ J. Farinango E. Utilización del Suero de Queso para la Producción de Vino. Tesis de Grado Ingeniería Agroindustrial UTN. 1999.

5. BARRAGAN R. Principios de Diseño Experimental. 1997.
6. ROSSI A. Manual del Licorista. Editorial Romo y Fussel. Madrid. 1989.
7. CONRADO M; COALDMAW. Fabricación Casera de Licores. Editorial De Vecchi S.A. Barcelona. 1985
8. DOBISLAW E. Formulario de Licorerería. Editorial Reverte S.A. Zaragoza- España. 1981.
9. XANDRI, J. Elaboración de Aguardientes Simples, Compuestos y Licores. Salvat Editores S.A. Barcelona-Madrid. 1958.
10. LOMAS C. Introducción al Cálculo de los Procesos Tecnológicos de los Alimentos. Editorial Acribia S.A. Zaragoza-España. 2002.
11. <http://www.zonadiet.com/bebidas/destilacion.htm>
12. <http://www.delpilar.com.pe/pisco.htm>
11. <http://es.wikipedia.org/wiki/Levadura>
12. <http://www.ecoaldea.com/aromaterapia/alambiques.htm>

13. [http://www.alambiques.com/tecnicas\\_destilacion.htm](http://www.alambiques.com/tecnicas_destilacion.htm)
14. <http://www.ilustrados.com/publicaciones/EEulyVVkulcWkRCFSu.php>
15. <http://www.verema.com/opinamos/tribuna/articulos/levaduras02.asp>
16. <http://www.galeon.com/lacasadelpisco/cata.html>
17. [http://www.sica.gov.ec/comext/docs/import/m2000/mprod\\_242000.htm](http://www.sica.gov.ec/comext/docs/import/m2000/mprod_242000.htm)
18. <http://www.geocities.com/Athens/Sparta/4704/apuntes.htm>
19. <http://esg-www.mit.edu:8001/esgbio/chapters.html>
20. <http://www.qualityhandcraftedportuguesecopperalembicstills1.htm>

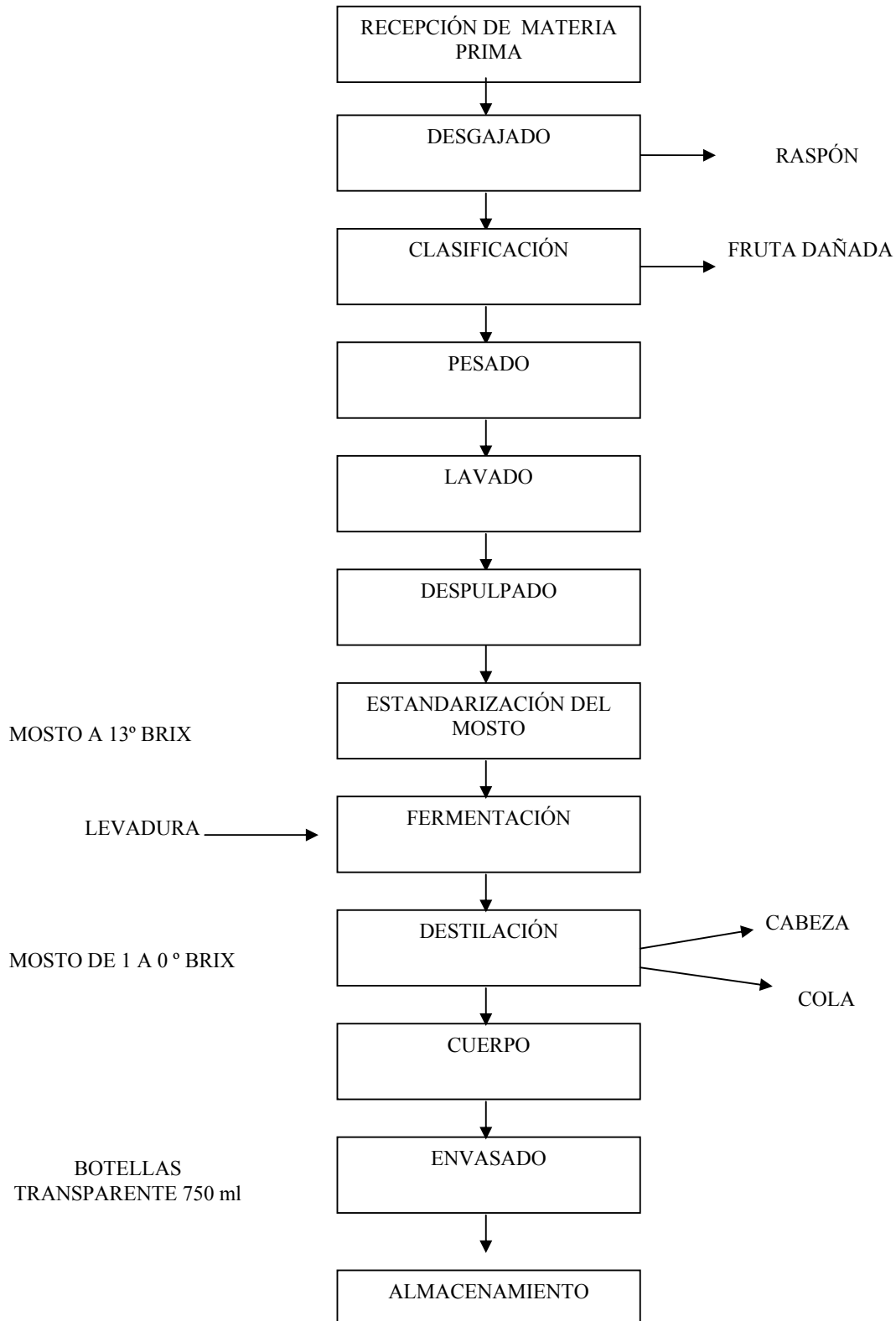


## CAPÍTULO VIII

### A N E X O S

## ANEXO 1: ELABORACIÓN DEL PISCO

## DIAGRAMA DE FLUJO



ANEXO 2: EVOLUCIÓN DE GRADOS BRIX DURANTE EL TIEMPO DE  
FERMENTACIÓN DEL MOSTO

TESTIGO UVA NEGRA SIN LEVADURA

DIA	R1	R2	R3	R4
0	13	13	13	13
1	13	13	13	13
2	13	12	13	13
3	12	11	12	12
4	12	11	12	12
5	12	10	11	12
6	11	9	10	11
7	10	8	10	10
8	9	7	9	9
9	9	7	8	9
10	8	6	7	7
11	7	6	6	7
12	6	5	6	6
13	5	5	5	5
14	5	4	4	4
15	5	4	4	4
16	4	4	4	4
17	4	4	4	4
18	4	4	4	4
19	3	3	3	4
20	3	3	2	3
21	2	2	1	2
22	1	2		1
23		1		

## TRATAMIENTO I UVA NEGRA 0.5g/l LEVADURA

DIA	R1	R2	R3	R4
0	13	13	13	13
1	11	11	10	12
2	9	9	8	10
3	8	8	6	9
4	7	7	5	7
5	5	6	4	6
6	4	5	4	5
7	4	4	3	4
8	4	4	2	3
9	4	4	2	3
10	3	4	1	2
11	3	3		1
12	2	3		
13	2	2		
14	1	1		
15				

## TRATAMIENTO II UVA NEGRA 1g/l LEVADURA

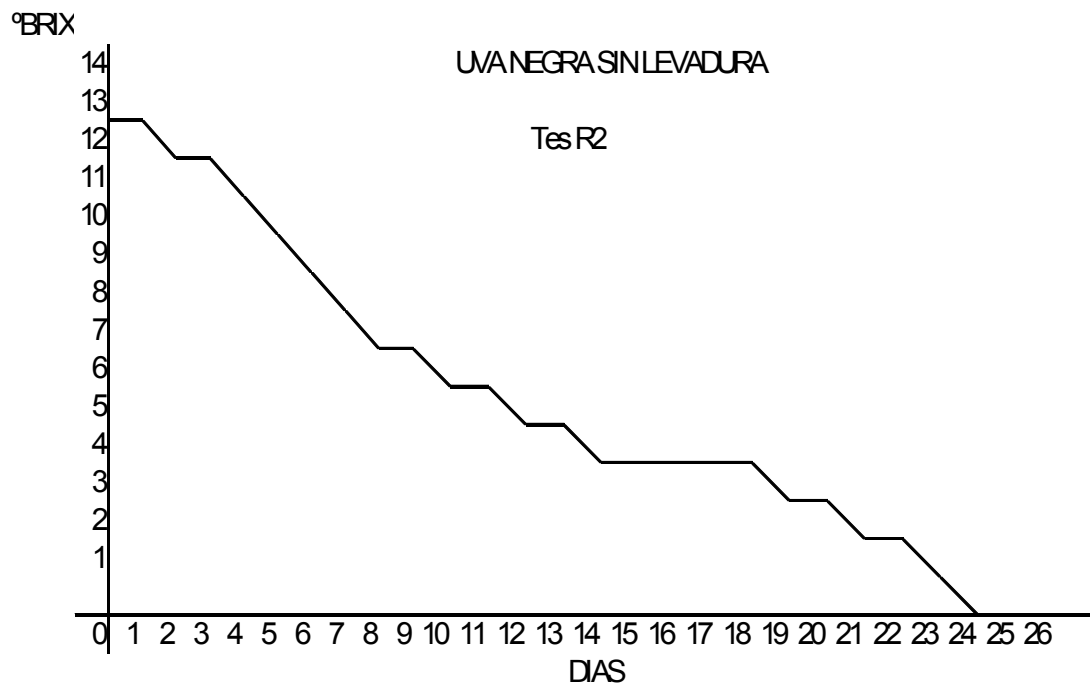
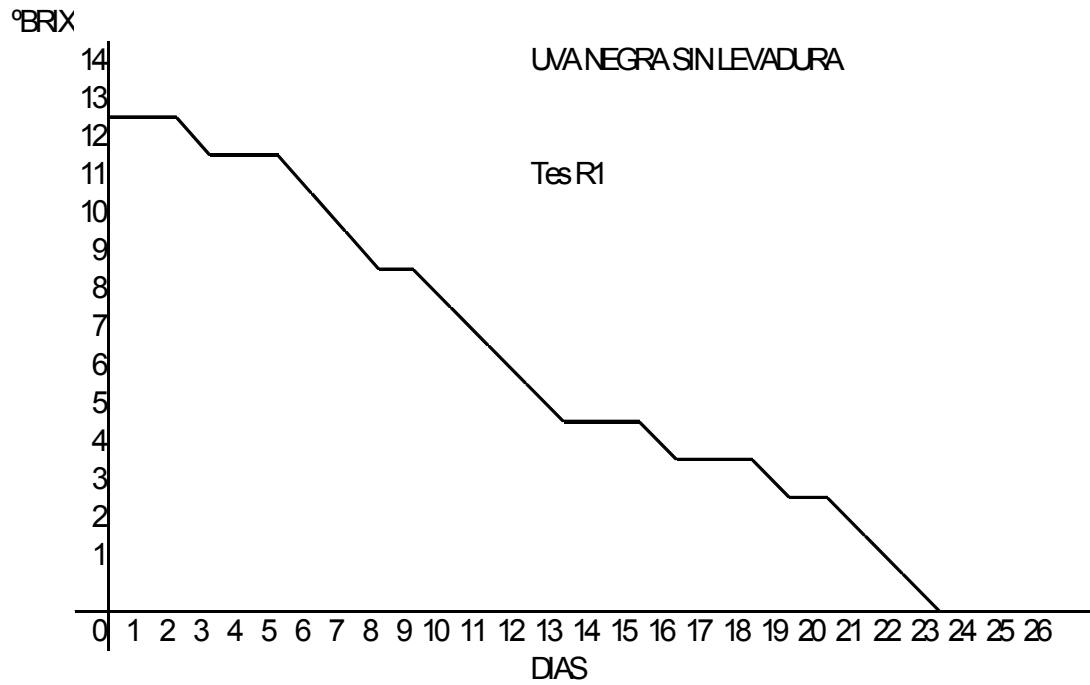
DIA	R1	R2	R3	R4
0	13	13	13	13
1	10	11	10	11
2	9	9	9	9
3	8	8	8	8
4	6	7	7	6
5	5	6	6	5
6	4	5	5	4
7	3	4	4	4
8	3	3	4	4
9	3	3	4	4
10	3	3	4	3
11	3	3	3	3
12	2	2	2	2
13	2	2	1	1
14	1	1		
15				

## TRATAMIENTO III UVA ROSADA 0.5g/l LEVADURA

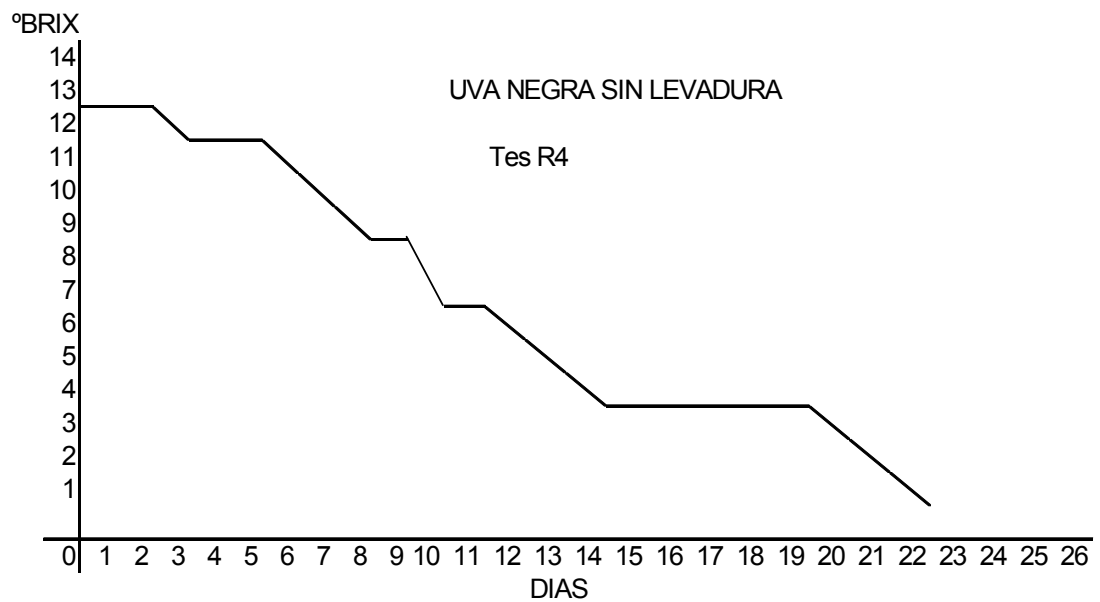
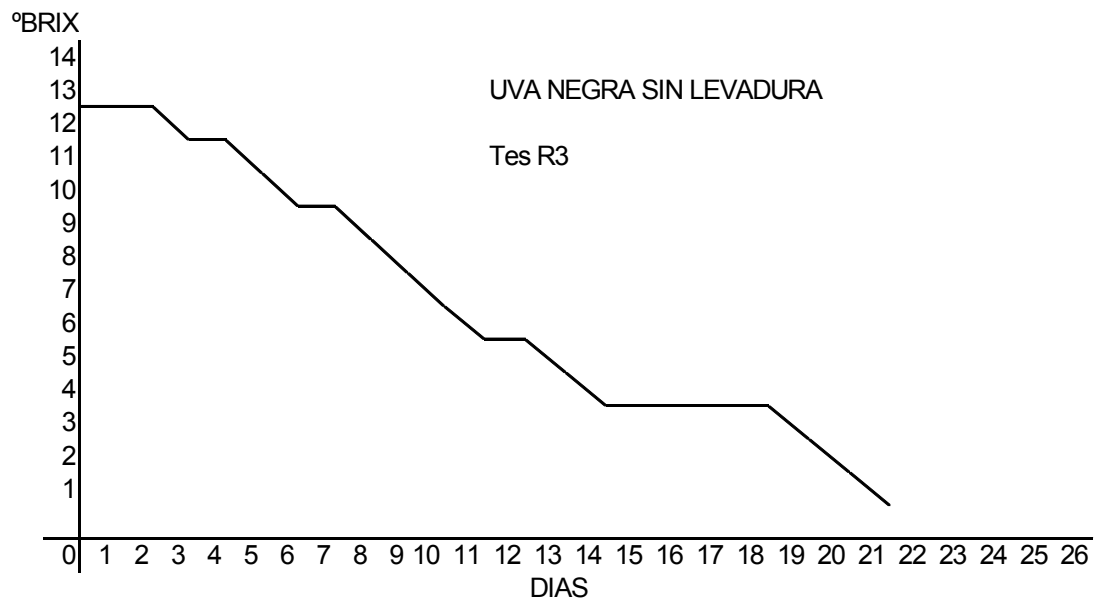
DIA	R1	R2	R3	R4
0	13	13	13	13
1	11	12	11	11
2	9	9	8	9
3	8	8	7	8
4	7	7	6	7
5	6	6	5	6
6	5	4	4	5
7	4	4	4	4
8	4	3	4	4
9	4	3	3	4
10	4	3	3	3
11	4	2	3	3
12	3	1	3	3
13	3		3	3
14	3		3	3
15	2		2	2
16	1		1	1

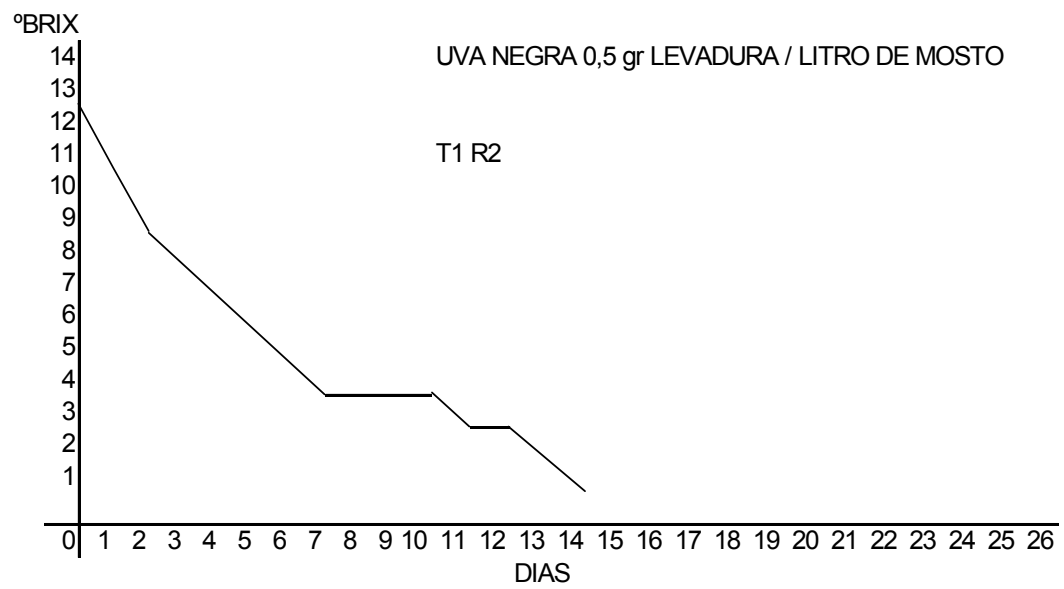
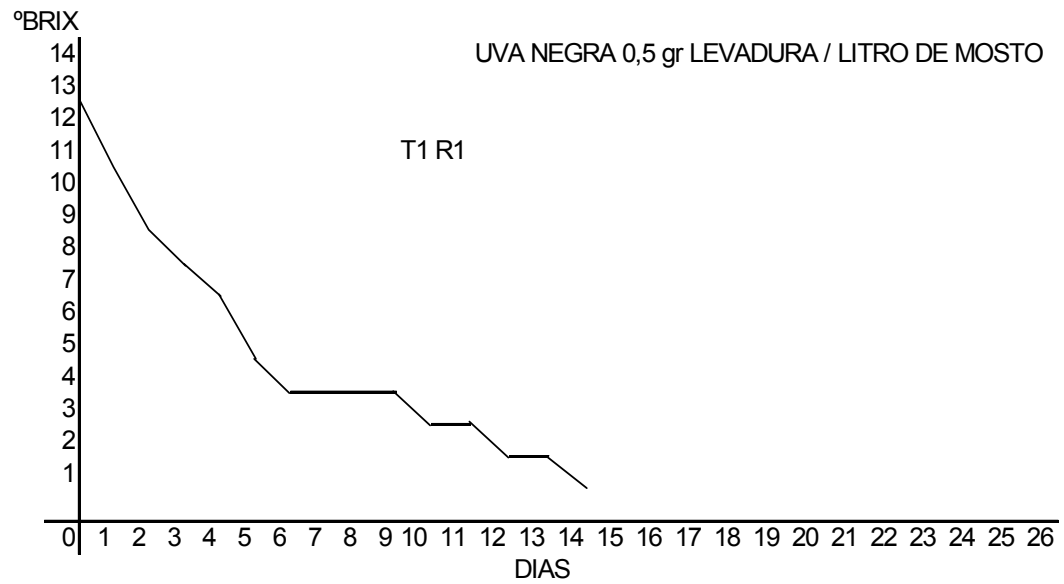
## TRATAMIENTO IV UVA ROSADA 1G/L LEVADURA

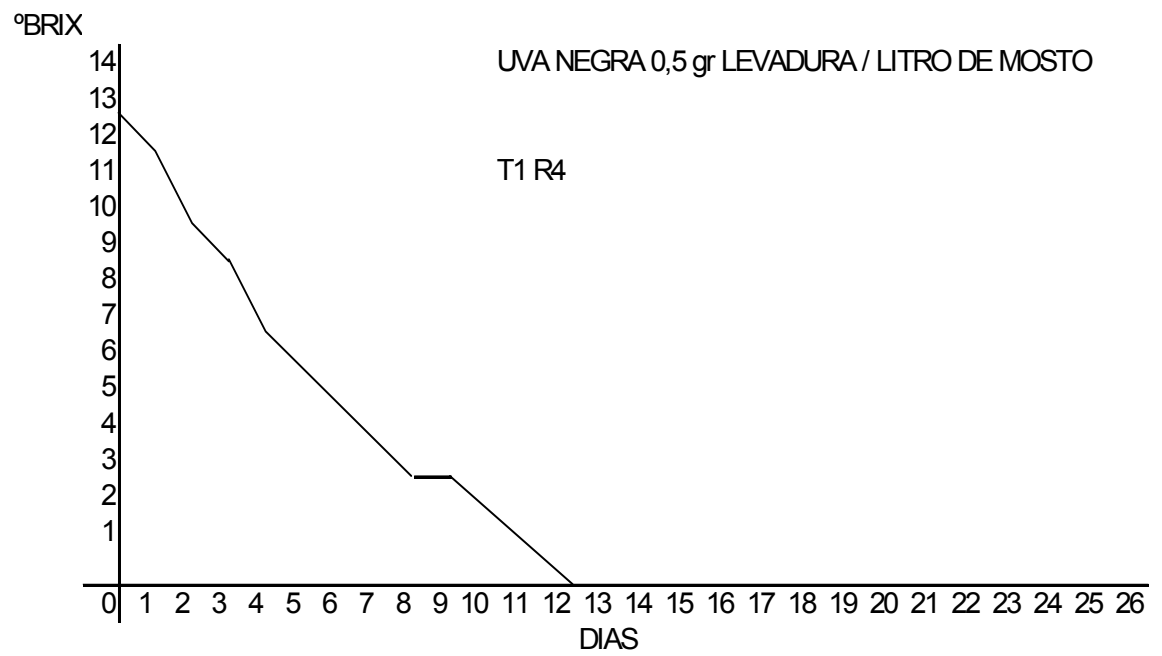
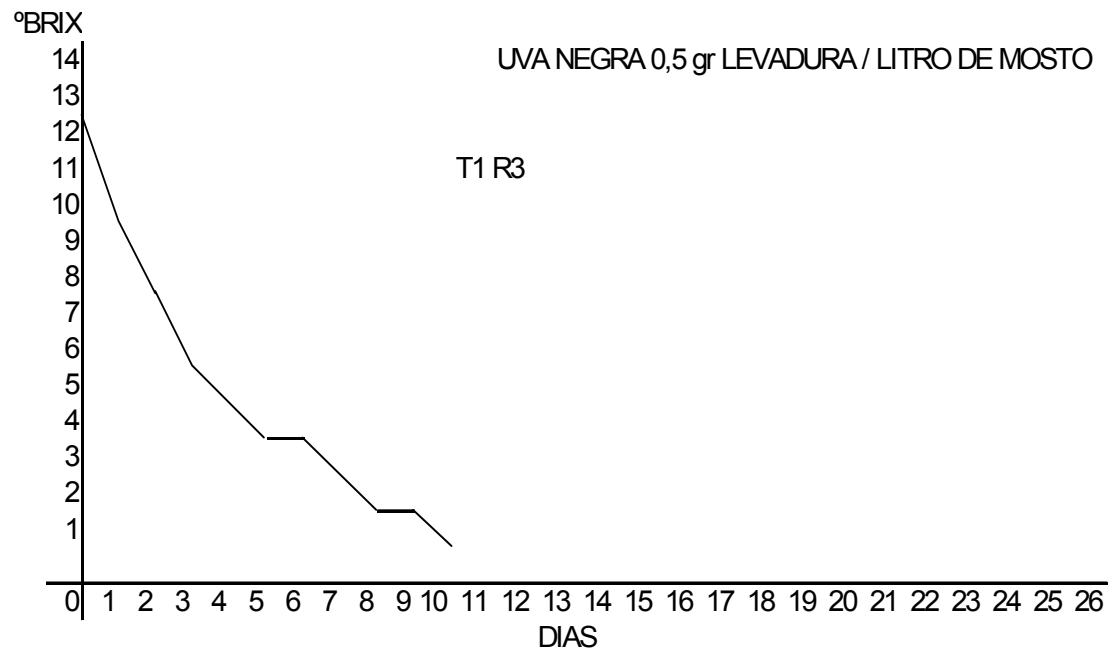
DIA	R1	R2	R3	R4
0	13	13	13	13
1	11	12	11	11
2	10	11	10	9
3	9	9	9	8
4	8	9	7	7
5	7	7	6	6
6	6	6	5	5
7	5	5	5	5
8	5	5	5	4
9	4	4	4	4
10	3	4	4	4
11	2	4	3	3
12	1	3	2	2
13		2	1	1
14		1		
15				

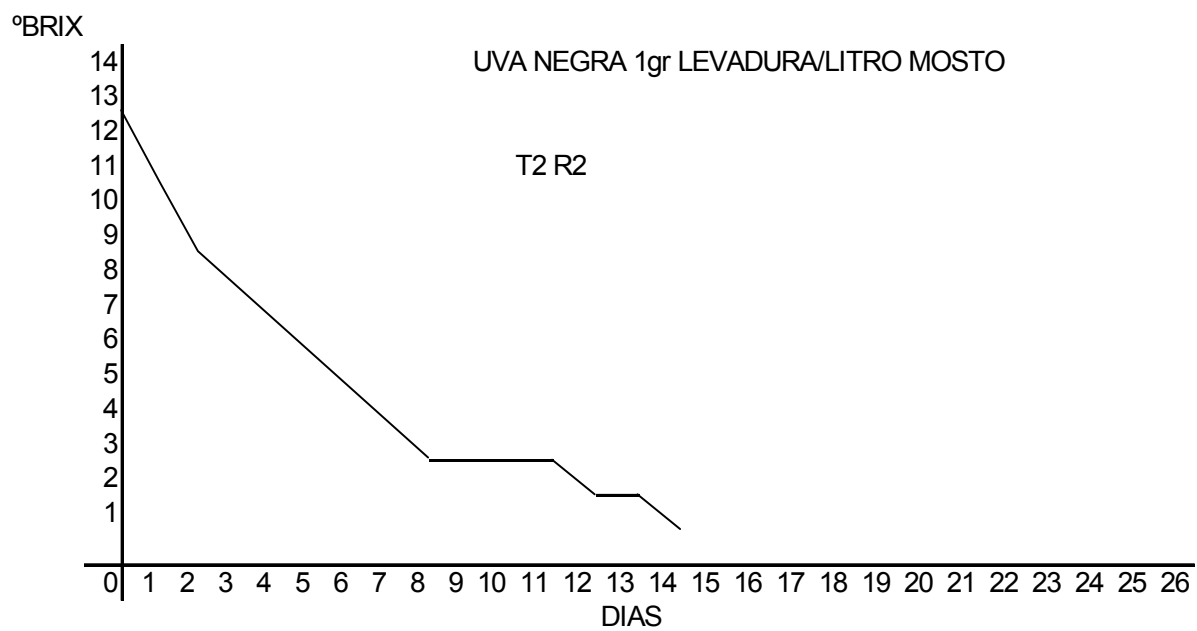
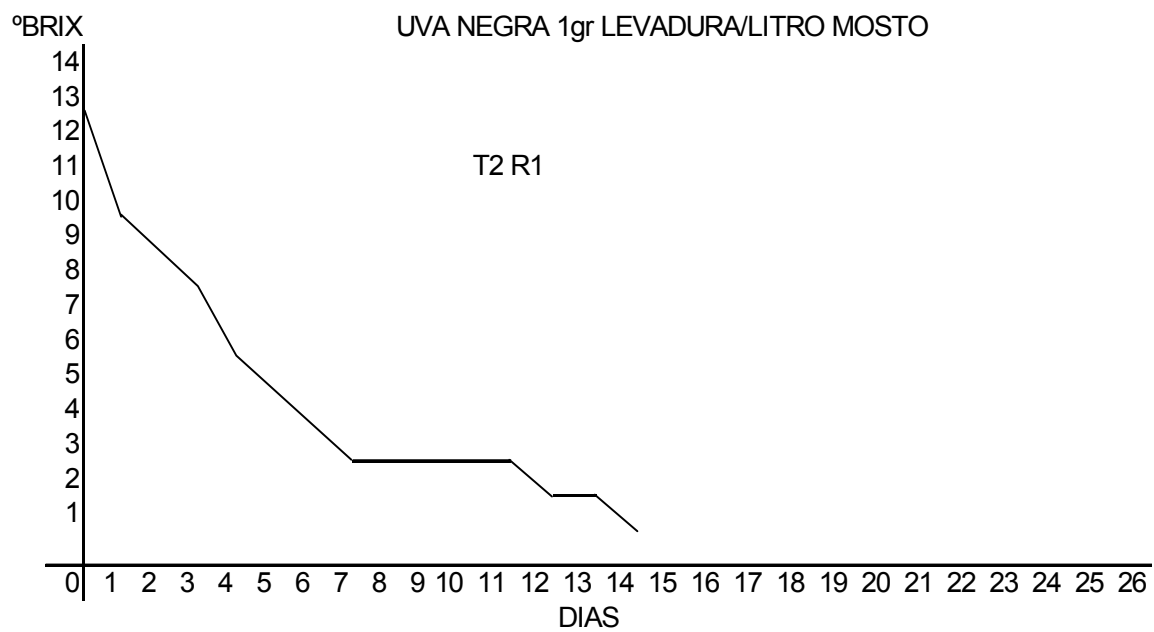
**ANEXO 3: CURVAS DE VARIACIÓN DE GRADOS BRIX DURANTE LA FERMENTACIÓN DEL MOSTO**

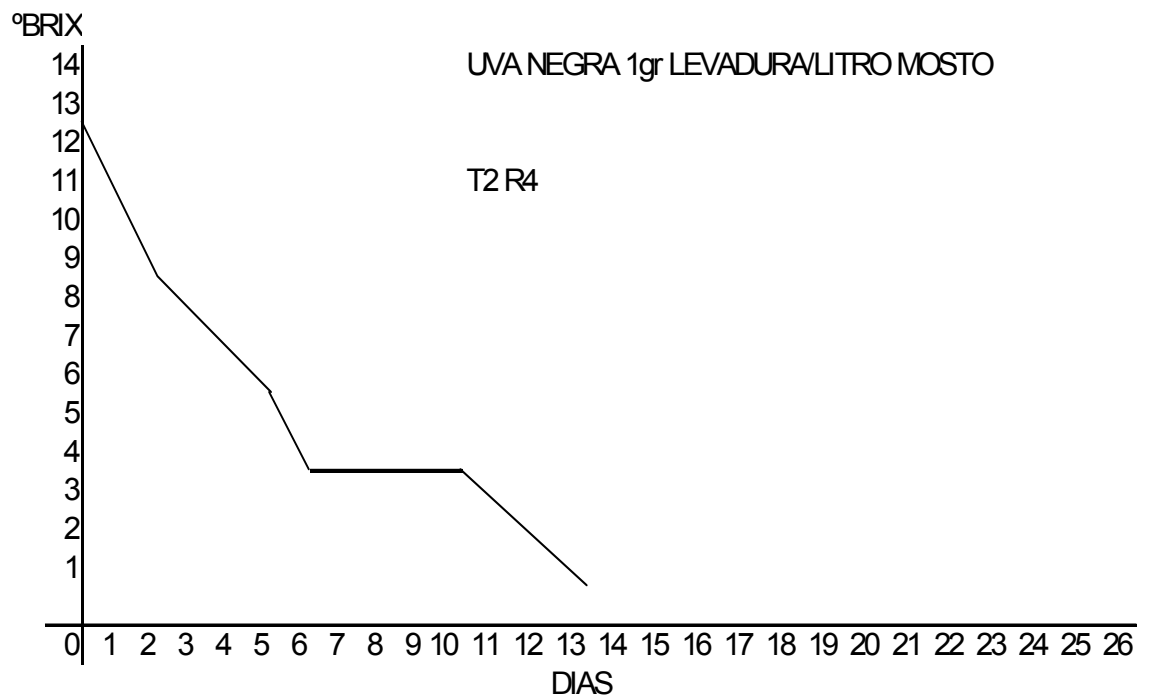
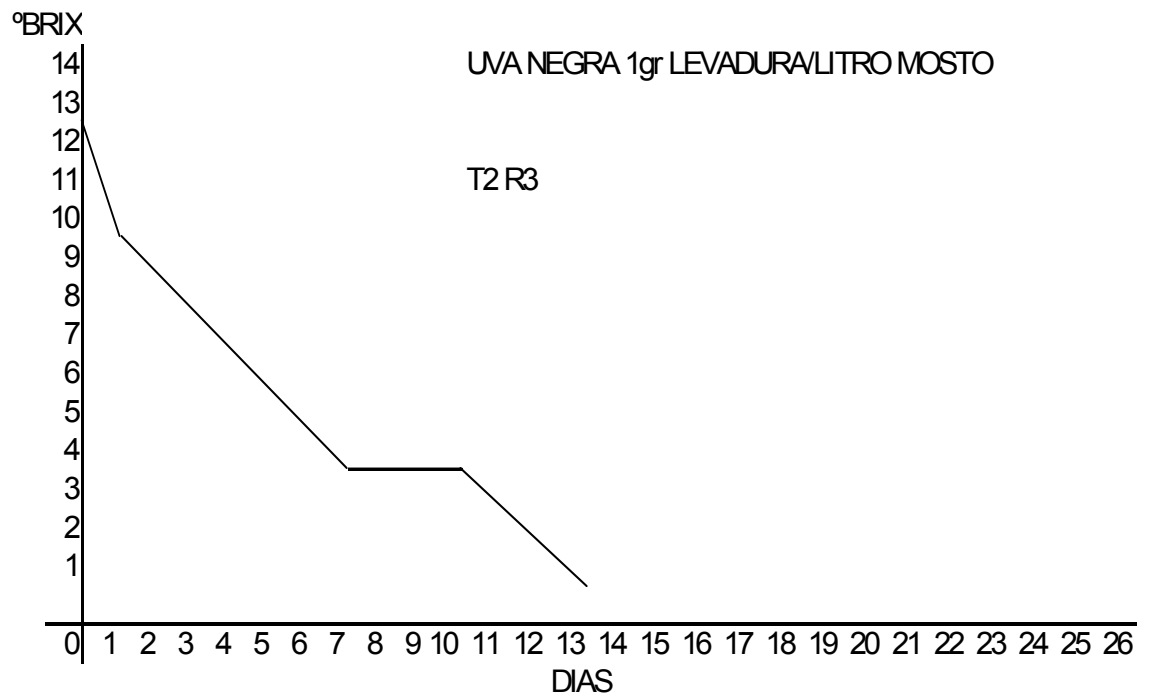


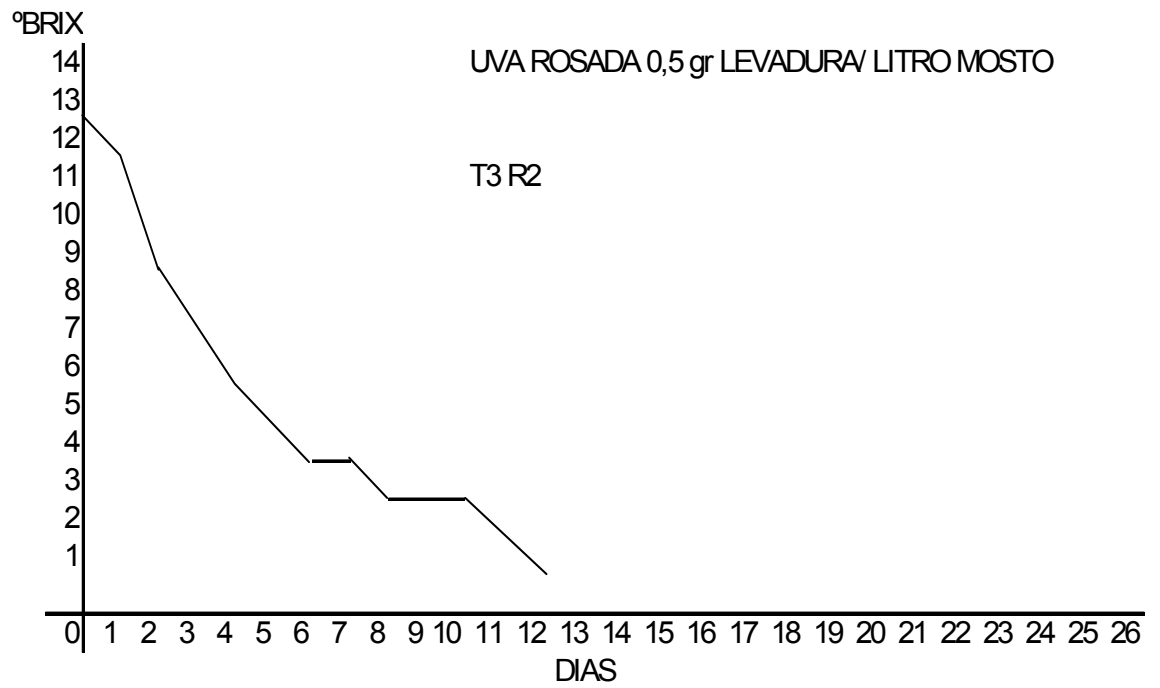
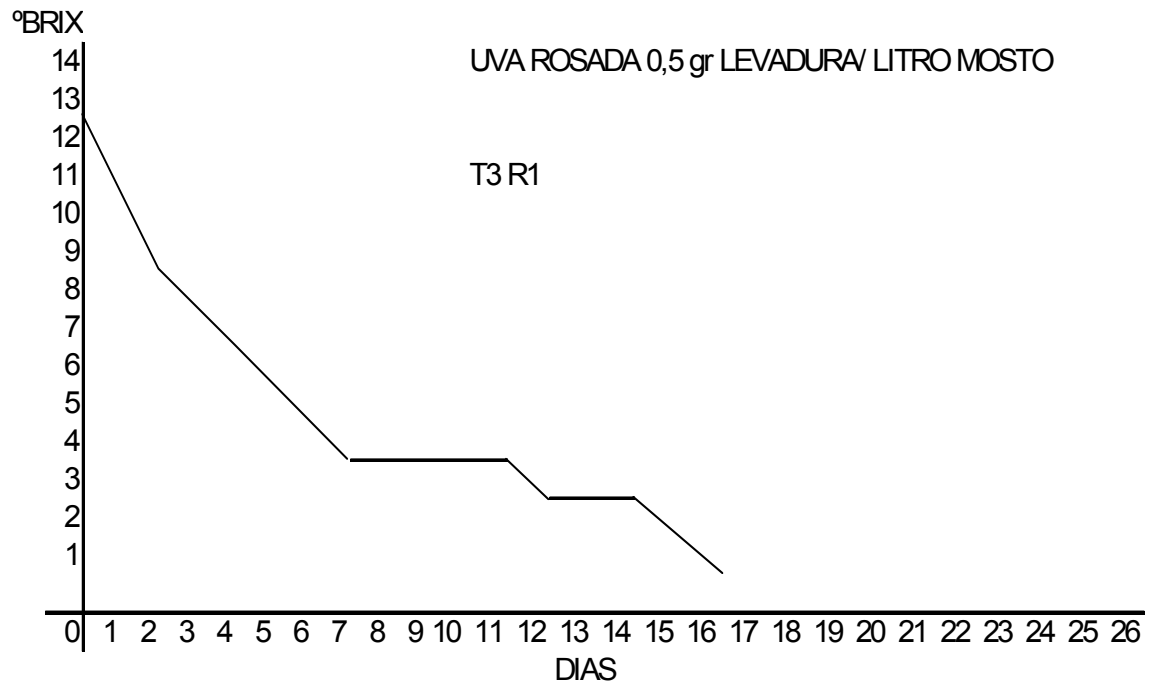


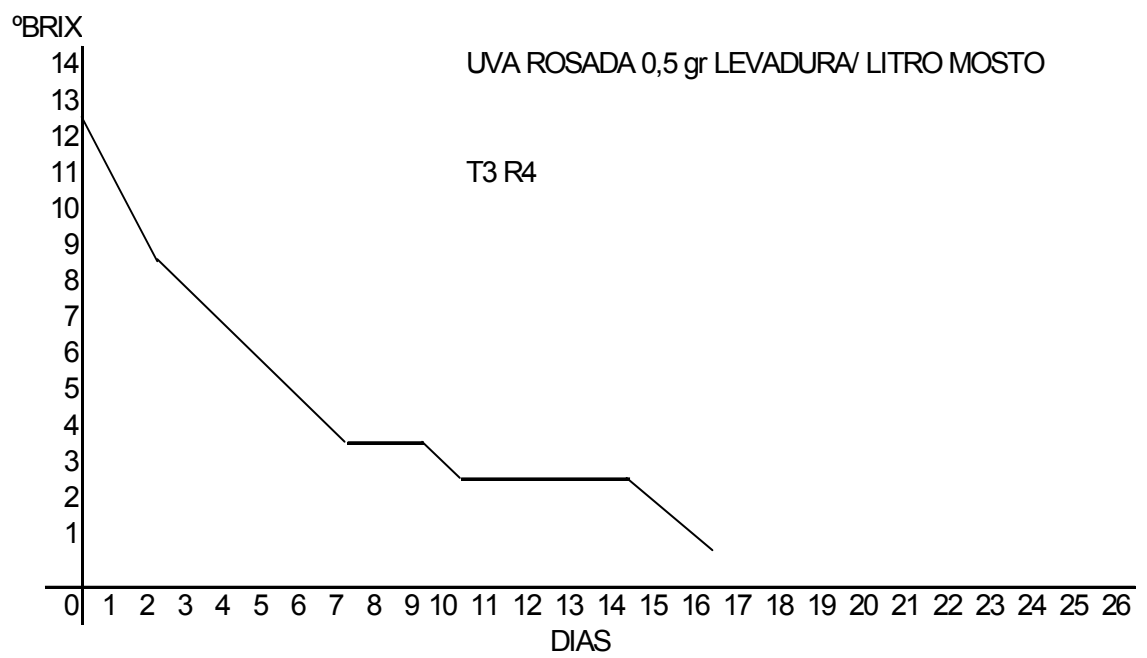
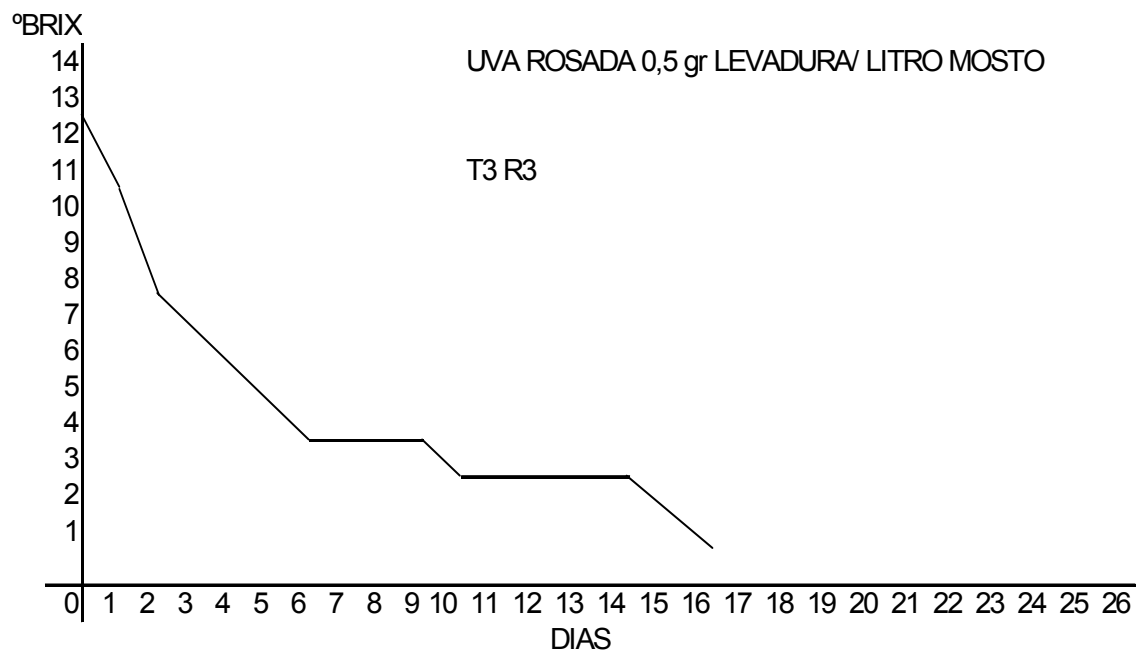


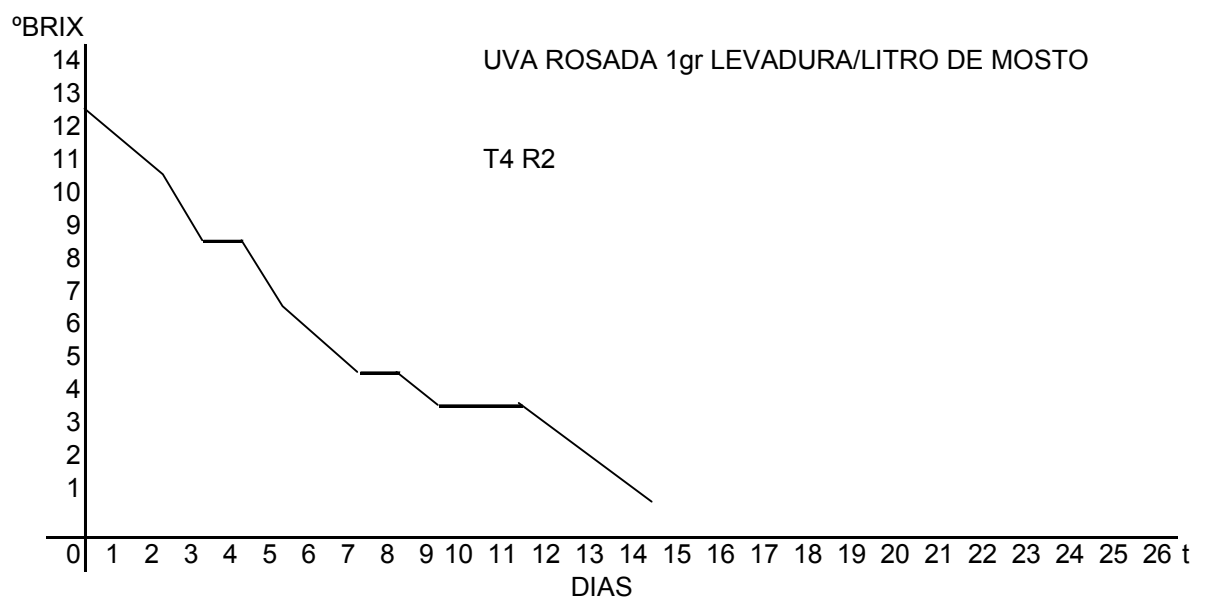
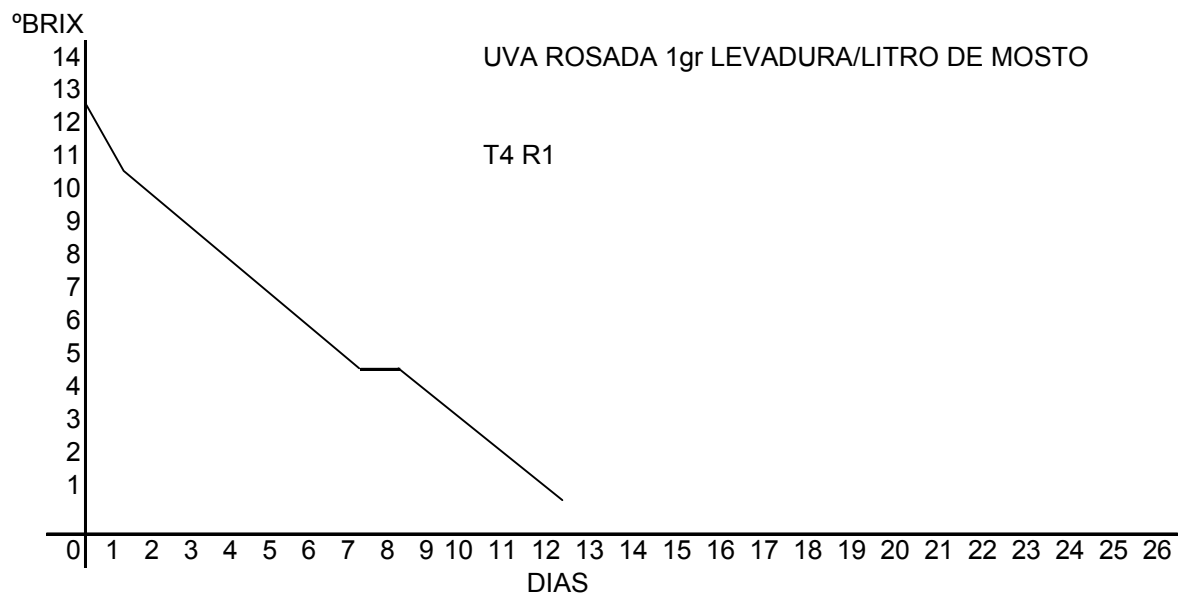




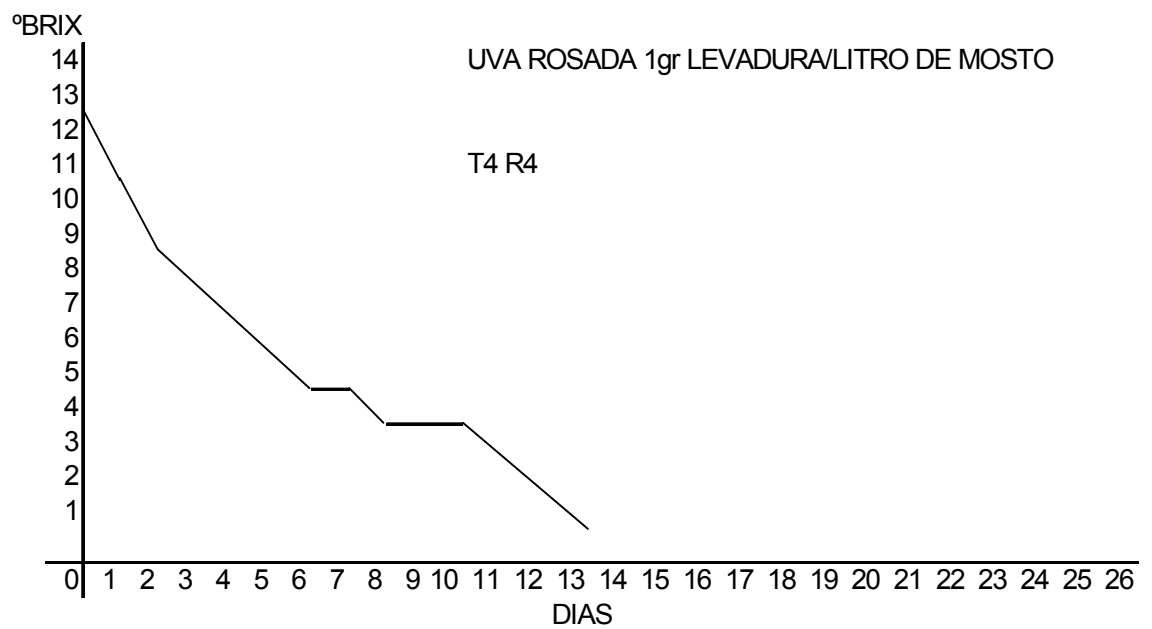
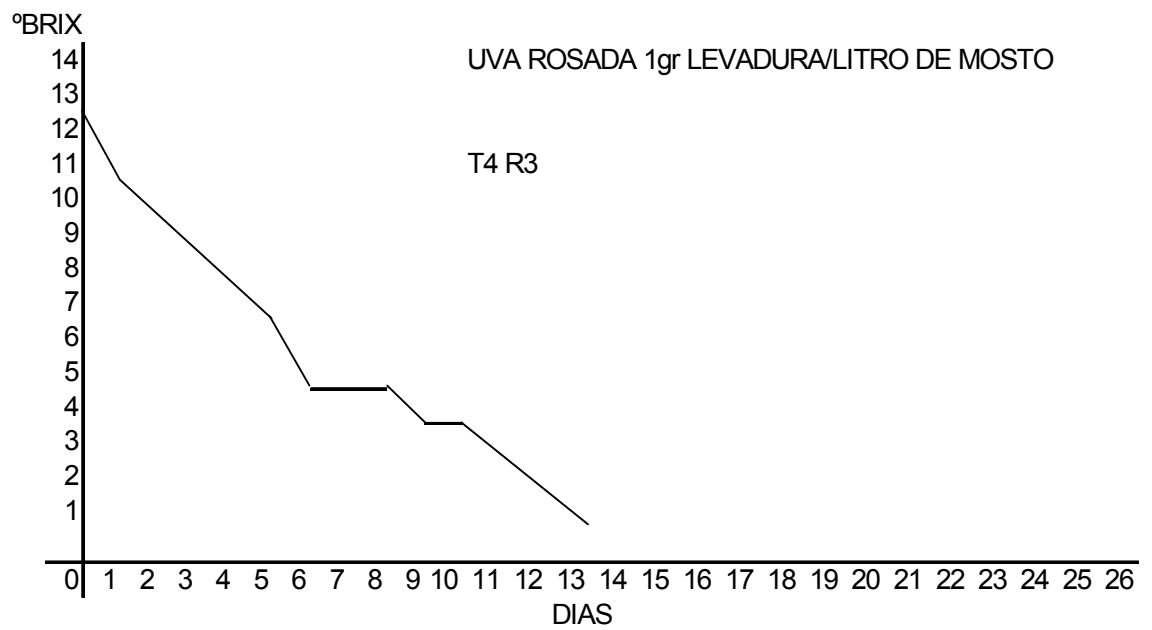












## ANEXO 4: INSTRUCCIONES EVALUACIÓN SENSORIAL “PISCO”

**FECHA:**

### INSTRUCCIONES

1.- Solicitamos su colaboración para realizar el siguiente análisis organoléptico. La información que usted nos proporcione es muy importante, por eso le rogamos que si tiene problemas con su salud (infección de las vías respiratorias, bucales u otra), prescindir de realizarlo.

2.- Para degustar bien es necesario estar descansado, dispuesto y con la mente despejada.

3.- Para el análisis se dispondrá de uno o varios patrones de comparación que le permitirán concluir su calificación y realizar las observaciones pertinentes.

4.- La copa debe llenarse como máximo en un tercio aproximado de su capacidad y sostenerse solamente por el pie con el índice y el pulgar a fin de no calentar su contenido ni interferir en la observación del color.

5.- Para la calificación le pedimos tomarse el tiempo necesario para analizar detenidamente cada una de las características que se detallan a continuación.

**COLOR:** Interponer la copa entre la mirada y la luz natural. Apreciar la ausencia de coloración, otorgando mejor calificación al pisco que se muestre absolutamente incoloro.

**Defectos:** Color amarillento, aspecto turbio, presencia de grumos, sólidos en suspensión decantados o materias extrañas.

**OLOR:** En primer lugar oler con la copa en reposo, luego mueva la copa en forma circular para facilitar la captación del olor el cual debe ser agradable.

(Nota: evitar la fatiga del olfato, dejando transcurrir por lo menos quince minutos entre cada prueba, aspirando aire profundo en el intervalo).

**Defectos:** Puede considerarse como defectos la presencia de olores ajenos a la uva, malos olores o la ausencia del mismo.

**SABOR:** Probar sorbos de igual volumen aproximadamente de 4 a 5 cm<sup>3</sup>, no debiendo permanecer la bebida por más de cinco segundos en la boca y prefiriendo no ingerir para evitar falsas percepciones.

El sabor debe ser agradable, considerando la suavidad, acidez, amargor y dulzor.

Después de cada prueba enjuagar con agua. (Nota: evitar la fatiga de las papilas gustativas, dejando transcurrir por lo menos quince minutos entre cada prueba)

**Defectos:** Puede considerarse como defectos el exceso o falta de dulzor, sabores extremadamente fuertes o extremadamente suaves, exceso de acidez o amargor.

A continuación encontrará los cuadros de alternativas establecidas con el número de muestras a evaluar para cada una de las características a evaluar:

Marque con una sola (x) la alternativa de su preferencia de acuerdo a la escala presentada para las características de cada muestra: **el renglón “Total” es de uso de la parte interesada no diligenciar.**

**ANEXO 5: HOJA PARA LA EVALUACIÓN SENSORIAL**  
**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**FACULTAD DE ING. EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y**  
**AMBIENTALES**  
**PRUEBA SENSORIAL PISCO**

**1. COLOR**

Alternativas	Muestras					
	1	2	3	4	5	6
Excelente						
Muy bueno						
Bueno						
Regular						
Malo						
Total						

**2. OLOR**

Alternativas	Muestras					
	1	2	3	4	5	6
Excelente						
Muy bueno						
Bueno						
Regular						
Malo						
Total						

**3. SABOR**

Alternativas	Muestras					
	1	2	3	4	5	6
Excelente						
Muy bueno						
Bueno						
Regular						
Malo						
Total						

**OBSERVACIONES GENERALES**

---



---



---



---

FIRMA DEL CATADOR

**ANEXO 6: RESUMEN DESTILACION**

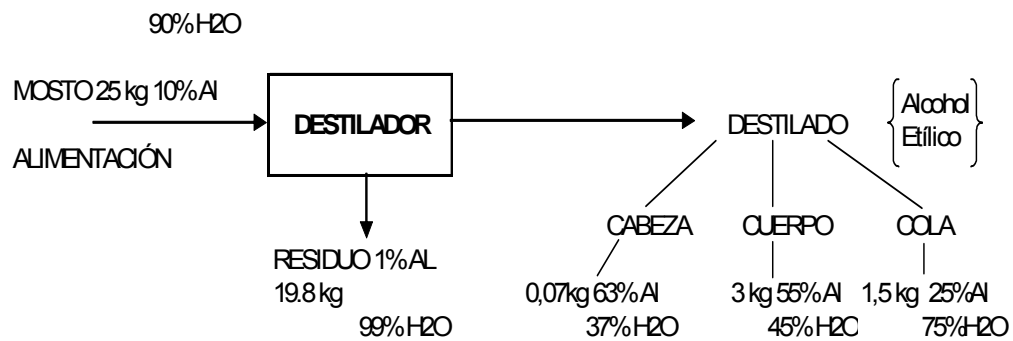
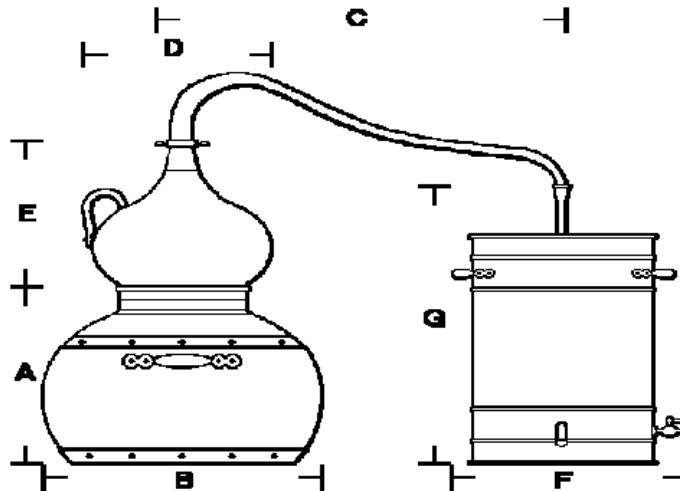
<b>REPETICIÓN I</b>							
TRATAMIENTOS	VOLUMEN MOSTO ml	CABEZA	CUERPO	COLA	TOTAL DESTILADO	% CUERPO	% TOTAL DESTILADO
		ml	ml	ml	ml		
T1	25000	70	3000	1235	4305	12	17,22
T2	25000	70	3022	1030	4122	12,08	16,5
T3	25000	85	2350	1125	3560	9,4	14,24
T4	25000	70	2600	1425	4095	10,4	16,38
TES	25000	90	2860	1250	4200	11,44	16,8

<b>REPETICIÓN II</b>							
TRATAMIENTOS	VOLUMEN MOSTO ml	CABEZA	CUERPO	COLA	TOTAL DESTILADO	% CUERPO	% TOTAL DESTILADO
		ml	ml	ml	ml		
T1	25000	70	3560	1385	5015	14,24	20,06
T2	25000	70	2640	1300	4010	10,56	16,04
T3	25000	70	2600	1120	3790	10,4	15,16
T4	25000	80	2650	1280	4010	10,6	16,04
TES	25000	90	2627	933	3650	10,5	14,6

<b>REPETICIÓN III</b>							
TRATAMIENTOS	VOLUMEN MOSTO ml	CABEZA	CUERPO	COLA	TOTAL DESTILADO	% CUERPO	% TOTAL DESTILADO
		ml	ml	ml	ml		
T1	25000	70	3000	1330	4400	12	17,6
T2	25000	70	2900	1350	4320	11,6	17,3
T3	25000	70	1900	1850	3820	8,4	15,28
T4	25000	70	2200	1300	3570	9,28	14,28
TES	25000	70	2500	1100	3670	10,48	14,68

<b>REPETICIÓN IV</b>							
TRATAMIENTOS	VOLUMEN MOSTO ml	CABEZA	CUERPO	COLA	TOTAL DESTILADO	% CUERPO	% TOTAL DESTILADO
		ml	ml	ml	ml		
T1	25000	70	4420	1000	5490	17,68	21,96
T2	25000	70	3000	895	3965	12	15,86
T3	25000	70	2100	1650	3820	8,4	15,28
T4	25000	70	2320	1650	4040	9,28	16,16
TES	25000	85	2620	1200	3905	14,48	15,62

## ANEXO 7: BALANCE DE MASA Y ENERGÍA



	V	RANGOT RECOMENDADO	RANGOT UTILIZADO	VOLUMEN	RANGO °G
CABEZA	0,05kg	5°C - 78,5°C	64°C - 88°C	0,07kg	65°G - 55°G
CUERPO	2,5 kg	78,5°C - 90°C	88°C - 92°C	3 kg	55°G - 35°G
COLA		90°C -	92°C - 97°C	1,5 kg	35°G - 20°G

TOTAL 4,57 l

**BALANCE DE ENERGÍA DESTILACIÓN (PISCO)**

Calor Entrada = Calor Salida

CALOR FUENTE + CALOR MOSTO = CALOR DESTILADO + CALOR PERDIDO + CALOR RESIDUAL

$$(FM \times P.C) + (m \times cP \times \Delta T) = [(FM \times H_1) + (FM \times H_2) + (FM \times H_3)] + qp + (FM \times Cp^{H_2O} + \Delta T)$$

Flujo másico gas = 0.45Kg/h

Poder calorífico gas = 10830 Kcal/Kg

Flujo másico mosto = 8 Kg/h

Cp mosto = 0,90Kcal/Kg°C

$\Delta T = T_2 - T_1 = 96 - 20 = 76^\circ\text{C}$

Flujo másico cabeza = 0.42 Kg/h

Flujo másico cuerpo = 2 Kg/h

Flujo másico cola = 0.75 Kg/h

Entalpía cabeza = 17.8 Kcal/Kg

Entalpía cuerpo = 3.1 Kcal/Kg

Entalpía cola = 4.5 Kcal/Kg

Flujo másico residuo = 5 Kg/h

Cp H<sub>2</sub>O = 1 Kcal/Kg°C

hc = 2 BTU/h pie<sup>2</sup> °F (tomado de tablas de coeficientes de radiación y convección combinados con referencia a la temperatura ambiente de 70°F)

$$\left(0.45 \frac{\text{kg}}{\text{h}} \times 10830 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}}\right) + \left(8 \frac{\text{Kg}}{\text{h}} \times 1 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}^\circ\text{C}} \times 76^\circ\text{C}\right)$$

$$4873.5 \frac{\text{Kcal}}{\text{h}} + 547.2 \frac{\text{Kcal}}{\text{h}} = \left[\left(0.42 \frac{\text{Kg}}{\text{h}} \times 17.8 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}}\right) + \left(2 \frac{\text{Kg}}{\text{h}} \times 3.1 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}}\right) + \left(0.75 \frac{\text{Kg}}{\text{h}} \times 4.5 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}}\right)\right] + \left(5 \frac{\text{Kg}}{\text{h}} \times 0.99 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}} \times 76\right)$$

$$5420.7 \frac{\text{Kcal}}{\text{h}} = \left[7.47 + 6.2 + 3.37 \frac{\text{Kcal}}{\text{h}}\right] + 376.2 \frac{\text{Kcal}}{\text{h}} + q_p$$

$$5420.7 = 393.24 + q_p$$

$$5420 - 393.24 = q_p$$

$$q_p = 5027.46 \text{ Kcal/h}$$

$$q \text{ convección} = hc \times A \times \Delta T$$

$$\Delta T = 158^\circ\text{F} - 68^\circ\text{F} = 90^\circ\text{F}$$

$$70^\circ\text{C} - 20^\circ\text{C} = 50^\circ\text{C}$$

$$q = \frac{2\text{BTU}}{\text{hpie}^2 \text{ } ^\circ\text{F}} \times 11,36 \text{ pies}^2 \times 90^\circ\text{F}$$

$$q \text{ convección} = 2044.8 \text{ BTU/h} = 515.28 \text{ Kcal/h}$$

$$q \text{ radiación} = 4512.18 \text{ Kcal/h}$$

$$5027,46 \text{ Kcal/h} \text{ ----- } 100\%$$

$$515,28 \text{ Kcal/h} \text{ ----- } X = 10,24 \%$$

$$5027,46 \text{ Kcal/h} \text{ ----- } 100\%$$

$$4512,18 \text{ Kcal/h} \text{ ----- } X = 89,75\%$$

**CONVECCIÓN 10.24%**

**RADIACIÓN 89.75%**

**ANEXO 8: COSTOS MEJOR TRATAMIENTO T2R4**

<b>Materia Prima</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>C. unitario</b>	<b>C. total</b>
<b>Uvas</b>	<b>kg</b>	<b>25</b>	<b>0.6</b>	<b>15</b>
<b>Materiales</b>				
<b>Tinas</b>		<b>1</b>	<b>3</b>	<b>3</b>
<b>Botellas</b>		<b>4</b>	<b>0.15</b>	<b>0.6</b>
<b>Tapas</b>		<b>4</b>	<b>0.05</b>	<b>0.2</b>
<b>Insumos</b>				
<b>Gas</b>	<b>kg</b>	<b>1.6</b>	<b>0.133</b>	<b>0.21</b>
<b>Agua</b>	<b>l</b>	<b>100</b>	<b>0.02</b>	<b>2</b>
<b>Mano d obra</b>	<b>hora</b>	<b>4</b>	<b>1/h</b>	<b>4</b>
<b>T.C.V</b>				<b>25.01</b>
<b>Equipos</b>				
<b>Alambique</b>		<b>1</b>	<b>10</b>	<b>10</b>

Total Costos Operativos = Total costos variables + Costos fijos

$$T. C. O = 25.01 + 10 = \mathbf{35.01}$$

Volumen total obtenido (cuerpo): 3000 ml

Numero de botellas de 750 ml: 4

T.C.O/ Numero de unidades

$$35.01/4 = \mathbf{8.75}$$

PRECIO DE CADA BOTELLA DE 750 ml: **8.75** DÓLARES



## ANEXO 9: RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS

\* Los Esteres, Alcoholes superiores, Aldehídos y Furfural, están expresados en g/ 100 cm<sup>3</sup> de alcohol INEN 368

\* El Metanol esta expresado en cm<sup>3</sup> / litro de alcohol INEN 368

	TRATAMIENTO I				
	METANOL	ESTERES	ALC. SUPE	ALDEHÍDOS	FURFURAL
R1	0.031	0.021	0.065	0.0007	0.0033
R2	0.026	0.043	0.043	0.0008	0.0012
R3	0.038	0.019	0.088	0.0007	0.0012
R4	0.034	0.006	0.046	0.0004	0.0011
<b>INEN 368</b>	<b>0.25</b>	<b>0.2</b>	<b>0.3</b>	<b>0.02</b>	<b>0.004</b>

	TRATAMIENTO II				
	METANOL	ESTERES	ALC. SUPE	ALDEHÍDOS	FURFURAL
R1	0.041	0.0041	0.067	0.0017	0.0012
R2	0.057	0.094	0.075	0.0018	0.0013
R3	0.068	0.059	0.19	0.0041	0.0013
R4	0.035	0.0061	0.059	0.0014	0.0011
<b>INEN 368</b>	<b>0.25</b>	<b>0.2</b>	<b>0.3</b>	<b>0.02</b>	<b>0.004</b>

	TRATAMIENTO III				
	METANOL	ESTERES	ALC. SUPE	ALDEHÍDOS	FURFURAL
R1	0.024	0.045	0.047	0.0005	0.0012
R2	0.028	0.087	0.055	0.0012	0.0013
R3	0.049	0.19	0.072	0.0027	0.0018
R4	0.080	0.19	0.1	0.0047	0.0019
<b>INEN</b> <b>368</b>	<b>0.25</b>	<b>0.2</b>	<b>0.3</b>	<b>0.02</b>	<b>0.004</b>

	TRATAMIENTO IV				
	METANOL	ESTERES	ALC .SUPE	ALDEHÍDOS	FURFURAL
R1	0.032	0.070	0.078	0.0013	0.0018
R2	0.034	0.11	0.074	0.0009	0.0014
R3	0.037	0.15	0.074	0.0015	0.0015
R4	0.022	0.023	0.028	0.0003	0.0012
<b>INEN</b> <b>368</b>	<b>0.25</b>	<b>0.2</b>	<b>0.3</b>	<b>0.02</b>	<b>0.004</b>

	TRATAMIENTO V ( TESTIGO)				
	METANOL	ESTERES	ALC. SUPE	ALDEHÍDOS	FURFURAL
R1	0.042	0.12	0.026	0.0012	0.0011
R2	0.042	0.14	0.039	0.0011	0.0012
R3	0.040	0.13	0.028	0.0010	0.0012
R4	0.039	0.12	0.033	0.0013	0.0013
<b>INEN</b> <b>368</b>	<b>0.25</b>	<b>0.2</b>	<b>0.3</b>	<b>0.02</b>	<b>0.004</b>

	METANOL	ESTERES	ALC .SUPE	ALDEHÍDOS	FURFURAL
CABEZA	0.040	0.28	0.12	0.0053	0.010
COLA	0.030	0.0077	0.012	0.0002	0.0015
PATRON	0.056	0.0065	0.023	0.0005	0.0011
<b>INEN</b> <b>368</b>	<b>0.25</b>	<b>0.2</b>	<b>0.3</b>	<b>0.02</b>	<b>0.004</b>

ANEXO 10. FOTOS



