

ARTICULO N°6

ELABORACIÓN DE SINGANI A PARTIR DE UVA MOSCATEL DE ALEJANDRÍA

ELABORATION OF SINGANI FROM UVA
MOSCATEL DE ALEJANDRÍA

6

Autores:

Lorena Caren Reyes Gudiño,

Estudiante de la Carrera de Ingeniería de Alimentos

Correo electrónico: Lorena.5.lr23@gmail.com

Erick Ramírez Ruiz

Docente guía de la Carrera de Ing. de Alimentos Facultad de Ciencias y Tecnología

Correo electrónico: ramirezruiz@yahoo.com.ar

Universidad Autónoma Juan Misael Saracho

RESUMEN

El presente trabajo de investigación de elaboración de singani a partir de uva Moscatel de Alejandría, fue desarrollado en el Centro de investigación CEVITA. Para tal efecto, se utilizó uva variedad Moscatel de Alejandría, que procede de los viñedos del Portillo de la ciudad de Tarija. En la primera parte, se hizo un seguimiento de la maduración de la uva Moscatel de Alejandría, hasta llegar al grado óptimo de la vendimia, para ello se realizó el muestreo de la uva cada 7 días, donde se determinó el control °Brix, °Baumé, Acidez total, pH y densidad. Las características fisicoquímicas de la uva a ser procesada son: 18,70 °Brix, 5,40 mg/l (acidez total), 11°Baumé, 1082 g/ml y pH 3,44.

El proceso de elaboración de singani pretende proponer un método de proceso para obtener un producto de calidad organoléptica, para tal efecto se realizó una fermentación con orujo y sin orujo. Para tal efecto comprende las etapas

de la vendimia, selección, pesado, molienda, encubado, fermentación, descubado, trasiego, destilado, rebaje y embotellado. Se determinó el tiempo de descube según los °Baumé; siendo el primer proceso donde se realizó el descubado a los 11°Baumé; es decir eliminando los orujos antes de iniciar la fermentación y realizar la conversión del azúcar en alcohol. Para el segundo proceso, se realizó el descube a los 8°Baumé momento en el cual se retiran los orujos; pero sin parar la fermentación; el tercer proceso consistió en descubar a los 4°Baumé; momento en el cual se retiran los orujos sin para la fermentación hasta conversión total, y el cuarto proceso se realizó el descubado a los 0°Baumé, es decir tuvo un contacto completo con los orujos durante el proceso de fermentación.

Para determinar la influencia que tiene el contacto del orujo con el mosto, se realizó un di-

seño por bloques completamente al aleatorio DBCA, en el proceso de fermentación donde se tomó en cuenta los factores de tiempo y recipientes de fermentación; tomando como variable respuesta los °Baumé, donde se demuestra que el tiempo de fermentación no son igualmente efectiva durante el proceso.

En el proceso de destilación también se procedió a realizar un diseño completamente al azar DCA, donde se tomó en cuenta los recipientes de fermentación en función del tiempo; tomando como variable respuesta el grado alcohólico de tal manera se demuestra que los tratamientos son igualmente efectivos en cuanto al rendimiento alcohólico en el proceso fermentativo.

Finalmente se realizó una evaluación sensorial en escala porcentual de las propiedades organolépticas, como ser: limpidez, aroma y sabor del producto final con 93 % de aceptabilidad.

ABSTRACT

The present research work entitled "Singani elaboration from Muscat of Alexandria" was developed in the CEVITA Research Center. For this purpose, grapes from the Muscatel variety of Alexandria were used, which comes from the vineyards of the portillo of the city of Tarija. In the first part, the maturation was monitored until the optimal degree of harvest was reached. Sampling was carried out every 7 days where the °Brix, °Baume, Total Acidity, pH and density were determined. The physicochemical characteristics of the grape to be processed are: 18, 70°Brix, 5,40 mg/l of total acidity, 11° Baume, 1082 g/ml and pH 3,44.

The singani process aims to observe the influence of the contact of the pomace with must for this purpose, a fermentation was carried out with pomace and another without pomace, which includes the stages of harvest, selection, weighing, grinding, fermentation, descubado, racking, distillation, recessing and bottling. The

discovery time was determined according to the °Baume which was, the first where it was discovered at 11°Baume, that is to say, removing the marc before starting the fermentation and converting it into alcohol, the second one was discovered at 8°Baume moment in which remove the marc but continue with its fermentation, the third that was discovered at 4 ° Baume moment in which the marcs are removed continuing with its fermentation to become alcohol, and the fourth that was discovered at 0 ° Baume is that he had a

Full contact with the marc in all the fermentation. To determine the influence of the contact of the pomace with the must, a block design was carried out completely to the random DBCA, in the fermentation process where the time factors and fermentation bins were taken into account; taking as a response variable °Baume, where it is shown that the fermentation time are not equally effective during the process.

In the distillation process, a completely randomized DCA design was also carried out, where the fermentation bins were taken into account as a function of time; taking as a response variable the alcoholic degree in such a way it is demonstrated that the treatments are equally effective in terms of the alcoholic yield in the process.

Finally, a sensorial evaluation of the percentage scale of the organoleptic properties is carried out. Cleanliness, aroma and taste of the final product with 93% acceptability.

INTRODUCCIÓN

La variedad *moscatel* de *Aleandría*, es utilizada principalmente para la elaboración de singani, en segundo lugar para la elaboración de vinos blancos aromáticos, de características muy interesantes, desde el punto de vista organoléptico, factor que lo diferencia de las otras variedades. Esta variedad permite obtener singanis

de excelente calidad con propiedades organolépticas de sabor y aromas muy interesantes (Castillo, 2003).

En Bolivia es una de las variedades más importante que ocupa el primer lugar como variedad cultivada en todas las regiones vitivinícolas, siendo destinada a la producción de singani (Acuña, 2014) y vinos (60 %) y consumo directo como fruta fresca (40 %) (FAUTAPO, 2009).

El singani es una bebida obtenida de la destilación de los productos resultantes de la fermentación, siguiendo las prácticas tradicionales existentes en las zonas de producción (CENAVIT, 2005).

El singani deberá ser una bebida alcohólica resultante de la destilación exclusiva de vinos de manera que el producto destilado homogéneo y bien constituido esté libre de color, de aspecto limpio y transparente, posee además un aroma característico al de la variedad de uva al que proceda y presente un sabor genuino (CENAVIT, 2005).

Así mismo, se tiene una clasificación de los tipos de singani (CENAVIT, 2005), como ser:

Singani de altura, que es el producto obtenido por destilación simple o doble de vinos provenientes exclusivamente de la fermentación alcohólica de la uva Moscatel de Alejandría, producidos en una altura mínima de 1600 metros de acuerdo al decreto supremo 25569, elaborados, destilados embotellados y/o añejados en barricas de roble francés en las zonas de denominación de origen.

Singani de primera selección, es la bebida alcohólica de vinos proveniente de la fermentación alcohólica, de una o varias variedades *Vitis vinifera* blancas de acuerdo a prácticas enológicas, producidos, destilados y embotellados en las zonas de denominación de origen.

Singani de segunda selección es la bebida alcohólica de vinos proveniente de la fermentación

alcohólica de orujos no prensados, de la *Vitis vinifera* blanca, producidos, destilados y embotellados en las zonas de denominación de origen.

Para la elaboración de singani de uva **Moscatel de Alejandría**, comienza desde en la vendimia con el control de maduración en la viña para conocer el momento óptimo de la maduración fenólica en la uva. Los análisis de grado Baume que determinan el azúcar contenido de la uva, (la concentración de los azúcares superiores a 200 mg/l pueden originar problemas para desdoblarse los últimos gramos de azúcar con el riesgo que repercute en la fermentación). Y los análisis de los taninos y antocianos que determinan que determinan el equilibrio y estabilidad posterior de los vinos (Rosa, 1998).

Los principales componentes del singani son los alcoholes, ácidos orgánicos, ésteres, aldehídos y terpenos (Larrea, 1950). Para el proceso de degustación del destilado se debe tener en cuenta el aspecto del singani contenido en la copa (un tercio de su capacidad aproximadamente de singani puro), o se puede hacer una dilución de 50% de su volumen para apreciar mejor la calidad. Donde se observa luego de una agitación su limpidez y se prosigue la degustación por la olfacción, esta debe ser atenta y prolongada; antes de realizarlo se debe hacer una agitación con el fin de aumentar la superficie de contacto con el aire y en consecuencia la evaporación de sus aromas. Finalmente, se lleva una pequeña cantidad a la boca (menos de 10 ml) prologando más o menos unos 10 segundos el contacto con la lengua y la cavidad bucal; finalmente se escupe el singani (expulsar lo más completamente posible) (Peynoud, 2008).

La fermentación alcohólica, parte esencial y fundamental en todo proceso de vinificación, es de manera sencilla; puesto que es un proceso biológico por el cual las levaduras desdoblan los azúcares del mosto en alcohol (Jerez, 2002),

dióxido de carbono y compuestos secundarios por la acción de enzimas. Este proceso es importante y de gran trascendencia en las posteriores características aromáticas y gustativas del vino base para el Singani (Rosa, 1998).

Este proceso se lleva a cabo en tres fases (FAUTAPO, 2009):

1. **Primera fase:** levaduras apiculadas productoras de bajo grado alcohólico e importantes concentraciones de ácidos volátiles (fundamentalmente acético).
2. **Segunda fase:** están presentes especies fermentativas y productoras de grado alcohólico medio.
3. **Tercera fase:** predominan las distintas especies del género *Saccharomyces* típicamente alcoholígenas que terminan el proceso fermentativo con total agotamiento de los azúcares.

Este fenómeno químico esencial de la fermentación, es la transformación de azúcar en alcohol y anhídrido carbónico, a través de la ecuación (FAUTAPO, 2009):



El proceso de destilación consiste en una técnica utilizada para separar y seleccionar, mediante el uso de calor, componentes específicos volátiles de una mezcla líquida, con un alto grado de pureza, como son los terpenos, ésteres, el etanol y otros alcoholes (Georffino, 2016), los cuales deben estar libres de metanol (Unizar, 2018). Este proceso es muy complejo desde la obtención de alcoholes entre (96-98) G.L. estos alcoholes en la industria vitivinícola se obtiene a partir de vino base, orujos y borras; denominados alcohol vínico (CEVITA, 2014).

Para la obtención de estos alcoholes de alta graduación e requieren equipos destiladores especiales, conocidos como torre de destilación las cuales terminan con un deflamador o rectificadores especiales (Tolaba, 2016).

El proceso de destilación se lleva a cabo en lote usando alambiques donde se realiza a base de

cortes. En una primera etapa se destilan las sustancias de bajo punto de ebullición tales como: Acetaldehídos, acetato de etilo, metanol, 1-propanol y 2-propanol generalmente dura entre (10 a 20) minutos, a esa etapa se denomina cabeza cuya graduación es 60°GL (FAUTAPO, 2009).

MATERIALES Y MÉTODOS

Materiales

Se utilizó como materia prima uva variedad **Moscatel de Alejandría** procedente del Portillo de la ciudad de Tarija.

En el caso, del proceso de destilación para la obtención de singani se utilizó un alambique de bronce por destilación directa y discontinua; Con una capacidad de 200 L. para el proceso de fermentación se utilizó vasijas de micro fermentación de plástico de 250 L, una moledora de granos de uva de rodillos sin fin, prensa neumática para el prensado del orujo, filtro a placa y embotelladora manual. Instrumentos de laboratorio como ser: termómetro (0-100)°C, mostímetro, alcoholímetro (%GL), bazuqueador, probetas de vidrio, recipientes, baldes, etc.

Materia prima

En la Figura 1 se observa uva blanca, variedad **Moscatel de Alejandría**.

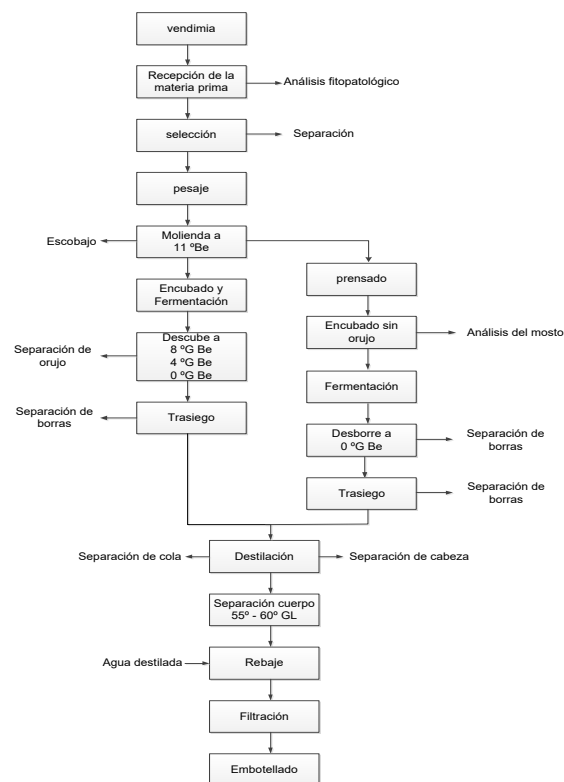
Figura 1. Uva blanca **moscotel de Alejandría**



Metodología Experimental

En la Figura 2, se describe el proceso experimental para la elaboración de singani a partir de uva **Moscatel de Alejandría**.

Figura 2: Elaboración de singani a partir de uva **Moscatel de Alejandría**.



Vendimia

Esta operación consiste en la recolección de la uva. Para realizar este proceso primero se realizó el seguimiento del grado de maduración hasta llegar al grado óptimo de madurez. La cosecha se realizó manualmente los racimos con la ayuda de tijeras de podar con la cual se hace el desprendimiento del racimo para ser colocados en cajas de madera.

Recepción de materia prima y pesaje

Una vez que la materia prima llega a la bodega, se realiza una inspección visual de la uva para determinar el estado fitosanitario de la misma.

Luego se procede al pesaje de las cajas para determinar y cuantificar la cantidad de materia prima recibida. Posteriormente, se realiza la determinación del azúcar materia prima (uva) a ser procesada, mediante la lectura de los °Baumé (°Be) del jugo de uva.

Molienda y encubado

Después del pesado de la materia prima se realiza la molienda, para ello se utilizó una moladora a rodillo sin fin el cual provocó la ruptura del grano y salida del mosto. Una vez realizada la liberación del mosto se realiza la separación en diferentes recipientes; en los cuales se codificaron como T-2, T-3, T-4 que se encubaron con el orujo de la uva. Mientras que el T-1 después de su molienda se procedió al prensado directo, utilizando una prensa neumática para obtener un mosto puro sin orujos para luego ser encubado.

Durante la molienda se realiza la separación del escobajo, ya que la misma máquina hace este proceso retirando los escobajos por otro orificio de salida.

Encubado con orujo

La pasta procedente del estrujado; constituida por mosto, pulpa, hollejo y pepitas es depositada inmediatamente en el recipiente de 230 L; en donde se va a realizar la fermentación. Se remueve manualmente para homogeneizar la pasta. En el proceso de encubado con orujo se realizarán tres tipos de experimentos que tendrán diferentes tiempos de fermentación.

Encubado sin orujo

Las uvas previamente estrujadas se procederán a un prensado para la separación de los sólidos solubles; como ser pulpa, hollejo y pepas. Con el fin de obtener sólo la fase líquida que es el mosto, inmediatamente se coloca en el recipiente para su posterior fermentación.

En este proceso se agrega unos 5 L de pie de cuba para que ayude a iniciar la fermentación, debido a que este mosto no cuenta con las levaduras viníferas que se encuentran en los hollejos del proceso de prensado.

Fermentación alcohólica

En el proceso de fermentación es en donde las levaduras realizan el desdoblamiento de los azúcares del mosto (Llanos, 2014), en alcohol y dióxido de carbono. Para el control del proceso se realizó un seguimiento tomando datos como ser el tiempo de fermentación, lectura de los °Baumé y temperatura para determinar la calidad del vino base.

En este proceso se realizó una fermentación con orujo y sin orujo la cual se detalla a continuación:

- 🔦 **Fermentación sin orujo.**- Para la fermentación sin orujo se realiza la separación de los orujos a los 11°Baumé; es decir, se descuba antes de iniciar la fermentación y una vez retirado el orujo se fermenta; sólo el mosto sin presencia de orujos su fermentación se da con la ayuda de un pie de cuba.
- 🔦 **Fermentación con orujo.**- Para la fermentación con orujo se realizaron tres tipos de experimentos de los cuales son:
 - 📦 Fermentación con orujo hasta los (8 °Be)
 - 📦 Fermentación con orujo hasta los (4 °Be)
 - 📦 Fermentación con orujo hasta los (0 °Be)

Una vez llegada a la cantidades de azúcar entre (8 y 4)°Be, se realiza la separación de los orujos; pero se continua con la fermentación hasta llegar a los 0 °Be. Debido a que toda fermentación debe ser realizada hasta su completa conversión de azúcar en alcohol.

Descube

El proceso de descube es donde se realiza la

separación de los orujos que están presentes en el mosto. Para este trabajo se realizan cuatro descubes:

- 🔦 Primer descube.- El primer descube se realiza a los 11°Be, es decir que se retiran los orujos antes de iniciar la fermentación.
- 🔦 Segundo descube.- El segundo descube se realiza a los 8 °Be, momento en el cual se realiza la separación de los orujos.
- 🔦 Tercer descube.- El tercer descube se realiza a los 4 °Be, momento en el cual se realiza la separación de los orujos.
- 🔦 Cuarto descube.- El cuarto descube se realiza a los 0° Be, momento en el cual se realiza la separación de los orujos.

Trasiego

Este proceso se realiza como en cualquier proceso de vinificación dentro de los 10 días y una vez determinado el proceso que llegó a rastros de azúcar. Una vez realizado el primer trasiego, el vino base ya prácticamente está listo para ser enviado al proceso de destilación.

Destilación

En el proceso de destilación (Correa, 2008), se realizó la separación de los componentes volátiles del vino base mediante un proceso discontinuo (Figura 3). Para tal efecto, se utiliza un alambique que consta del calderón, calienta-vino y un tanque refrigerante. Una vez cargado el mosto en el alambique se procede a la destilación donde se llega a obtener tres tipos de fracciones. La primera fracción que es la obtención de la cabeza y se realiza la separación; debido a que presenta malos olores y sabores amargos. La segunda fracción que es el cuerpo también llamado que singani presenta aromas frutales. Esta realiza la separación a los 50 °GL y la última fracción que son las colas, que se realiza la separación porque presenta malos olores y un

contenido bajo del grado alcohólico donde se para la destilación a los 10 °GL.

Figura 3. Alambique de destilación discontinuo



Reducción del grado alcohólico del singani

Una vez realizado el proceso de destilación, se deja en reposo el producto destilado (singani) y el cual debe estar a una temperatura ambiente para reducir el nivel del grado alcohol; con el fin de ajustar el grado alcohol para ser de expendio y/o comercialización, según la NB 322002 que debe ser alrededor de los 40 % (Alc/Vol).

Filtración

La filtración, es la operación que tiene por objetivo de separar las micro y macro partículas suspendidas en el singani, para ello se utilizó un filtro a placa, que consta con un medio filtrante permeable, que retiene las partículas con el fin de proporcionar un singani limpio.

Embotellado

Después de haber realizado la reducción del contenido de alcohol y se procede al envasado del singani. Para tal efecto, se utilizó envases de vidrio de 750 ml de capacidad en el cual se procedió a llenar botellas con el producto termi-

nado en forma manual.

Metodología experimental

La metodología utilizada en el presente trabajo es:

Análisis fisicoquímico de la materia prima

Se realizó en función al grado de maduración de la uva (Cuadro 1), donde se tomaron en cuenta cuatro parámetros hasta llegar al grado óptimo de la vendimia y en base a la Norma Boliviana 322002.

Cuadro 1. Análisis fisicoquímico de la uva Moscatel de Alejandría.

Parámetros	Unidad
Grados Brix	°Brix
Grados Baumé	°Be
Acidez total	mg/L
pH	pH

Fuente: CEVITA, 2014

Análisis fisicoquímico del producto final

Se muestran los análisis fisicoquímicos y las normas que se utilizaron para el producto final (Cuadro 2).

Cuadro 2. Análisis fisicoquímico del singani de uva Moscatel de Alejandría.

Parámetro	Método de ensayo	Norma	Unidad
Sulfuroso total	Volumetría	NB-324007	mg/l
Acidez total	Volumetría	NB-324003	mg/l
Grado alcohólico	Gravimetría	NB-322003	°gl
Densidad	Gravimetría	NB-324002	g/ml
Cobre	Espectrofotometría		mg/l
Extracto seco	Gravimetría	NB-324005	g/l
Metanol	Espectrofotometría	NB-324010	mg/l
Esteres	Volumetría	NB-324008	mg/l
Aldehídos	Espectrofotometría	NB-324009	mg/l
pH	Potenciómetro	NB-324006	unidad de ph
Furfural	Espectrofotometría		mg/l
Alcoholes superiores	Espectrofotometría		mg/l

Fuente: Elaboración propia.

Análisis sensorial

Se realizó la técnica de degustación del producto terminado, donde se utilizó jueces experimentados en una escala porcentual entre (1 a 100)%, y que evaluaron mediante una escala de degustación (Peynaud, 2008), como ser: aspecto, sabor y aroma del singani de uva **Moscatel de Alejandría**.

Diseño experimental

Se utilizó dos tipos de diseño experimentales (Ramírez, 2010); uno en el proceso de fermentación en base a un diseño por boques completamente al azar (DBCA), cuando los tamaños de los tratamientos son desiguales y haciendo variar los °Baumé a diferentes tiempos de fermentación y controlando como variable respuesta los °Baumé. Otro diseño en el proceso de destilación, completamente al azar (DCA) cuando los tamaños de los tratamientos son desiguales y midiendo las variables del grado alcohólico y temperatura en base a los recipientes utilizados en la fermentación.

RESULTADOS

En base a la propuesta metodológica se procedió a realizar la caracterización de los resultados obtenidos a nivel experimental.

Características fisicoquímicas de la materia prima

El Cuadro 3 muestra los resultados obtenidos de la uva blanca **Moscatel de Alejandría** realizando el seguimiento del grado de maduración de la uva. **Cuadro 3 Análisis fisicoquímico de la uva**

Días Maduración	°Brix	Acidez (mg/l)	°Baume	pH	Densidad (g/ml)
7	10.60	16.35	7.00	2.82	1051
14	13.20	11.77	7.85	3.12	1058
21	14.80	9.60	8.40	3.22	1062
28	15.80	8.85	9.30	3.27	1069
35	16.30	7.65	9.50	3.43	1071
42	17.30	6.67	9.80	3.61	1073
49	18.70	5.40	11.00	3.44	1082

Fuente: Elaboración propia.

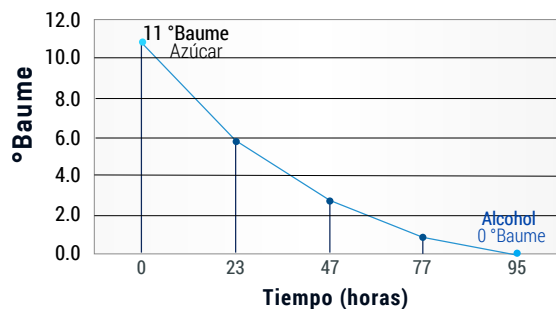
Control de las variables de tiempo, °Baumé y temperatura en el proceso de fermentación

Para realizar el control de las variables: tiempo, °Baumé, y temperatura. Codificándose los recipientes como recipiente 1, recipiente 2, recipiente 3 y recipiente 4. Para el control del tiempo de fermentación en el proceso de elaboración de singani a partir de uva **Moscatel de Alejandría**, se hizo variar el tiempo de contacto del orujo con el mosto y para ello, se registraron los días de fermentación. En el caso del control de los °Baumé, es importante hacer el seguimiento en el proceso de fermentación; debido al desdoblamiento de los azúcares para convertirse en alcohol y para ello se utilizó un mostímetro durante el proceso de fermentación.

Primera fermentación sin orujo

Para la primera fermentación (Figura 1), se hizo la separación de los orujos a los 11 °Baumé. Es decir, se descuba antes de iniciar la fermentación y una vez retirado el orujo se fermenta sólo el mosto sin presencia de orujos. En este proceso el jugo presenta azúcares que se desdoblaron para convertirse en alcohol y llegando hasta los 0°Be.

Figura 1 Control de los °Baumé para el recipiente 1 en el proceso de fermentación sin orujo.



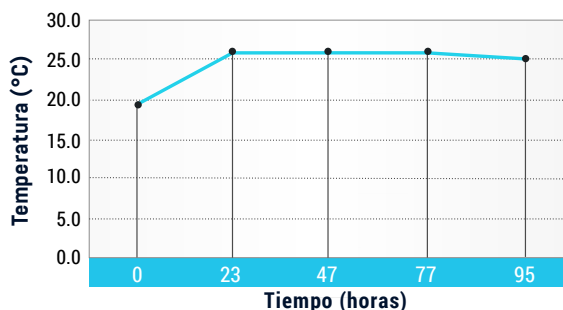
Fuente: Elaboración propia.

Se observa mediante la curva como se da el proceso de conversión de azúcar en alcohol. En el transcurso de tiempo entre (0 a 23) horas comienza la fermentación, pasado las 95 horas

se realiza la completa conversión en alcohol llegando a 0°Baumé; lo cual en ese lapso de tiempo no presenta contenido de azúcar.

En la Figura 2 se observa mediante curva el control de la temperatura para la fermentación sin orujo que fue descubado a 11°Baumé.

Figura 2 Control de la temperatura para el recipiente 1 en el proceso de fermentación sin orujo.



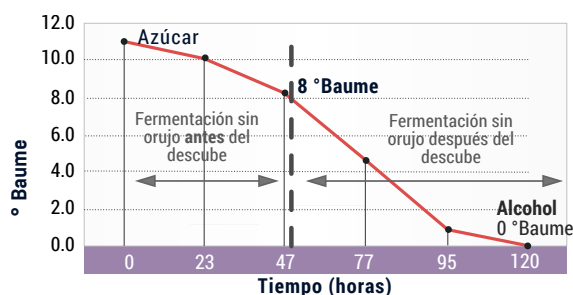
Fuente: Elaboración propia.

Entre la 0 hora, la temperatura aumenta rápidamente hasta las 23 horas y pasado ese tiempo la temperatura, se mantiene constante evitando variaciones durante el proceso fermentativo.

Segunda fermentación con orujo

Para la segunda fermentación (Figura 3), se realiza la separación de los orujos durante los 8°Baumé, continuando con la fermentación; debido a que aún presenta azúcares y los cuales tienen que terminar la conversión total llegando hasta los 0°Baumé.

Figura 3 Control de °Baumé para el recipiente 2 en el proceso de fermentación con orujo.

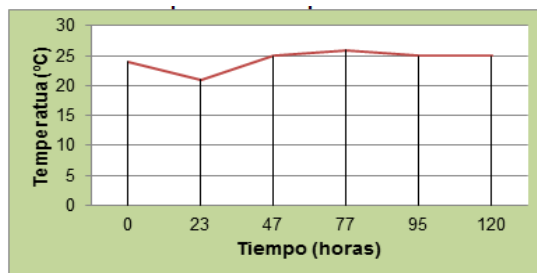


Fuente: Elaboración propia.

Se observa que entre (0 a 23) horas se inicia la fermentación bajando la cantidad de azúcar, al llegar 47 horas y 8°Baumé, se realizó la separación de los orujos; pasado ese tiempo el mosto obtenido tiene una cierta cantidad de azúcar de 8°Baumé y se continúa con la fermentación hasta llegar 120 horas, donde se realiza la completa conversión en alcohol llegando a 0°Baumé.

En la Figura 4, se muestra la curva de control de la variable de temperatura para el recipiente 2, que tuvo una fermentación con orujo hasta los 8°Baumé, momento el cual se realiza el descube.

Figura 4 Control de la temperatura en el proceso de fermentación con orujo



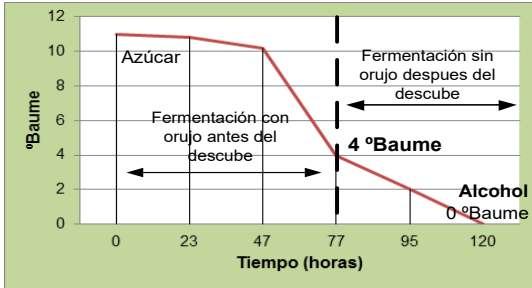
Fuente: Elaboración propia.

Se observa que desde 0 horas hasta las 23 horas, desciende la temperatura y posteriormente empieza a subir; llegando a su máximo a las 77 horas con 26°C, donde se tuvo que realizar el control de la temperatura para evitar que éste siga subiendo y se mantenga constante durante las 120 horas que dura el proceso fermentativo.

Tercera fermentación con orujo

Para la tercera fermentación (Figura 5), se realizó el descube a los 4°Baumé; momento en el cual son retirados los orujos del mosto y continuando con la fermentación hasta llegar los 0°Baumé. El proceso se realiza al igual que el segundo descube.

Figura 5 Control de los °Baumé para el recipiente 3 en el proceso de fermentación con orujo.

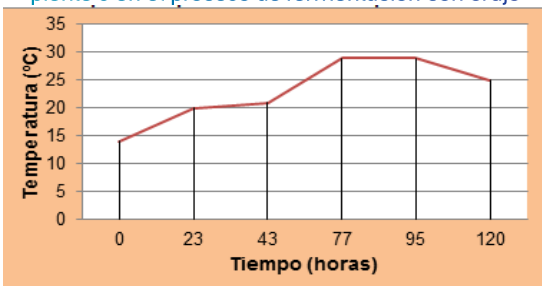


Fuente: Elaboración propia.

Se observa que la conversión de azúcar en alcohol, en el transcurso de (0 a 23) horas; empieza la fermentación el cual llega hasta las 47 horas de fermentación y se da más lentamente entre las (43 a 77) horas y llegando a una cantidad de azúcar de 4°Baumé. Momento en el cual se hace la separación del orujo, y en este transcurso de tiempo se realizó una fermentación con orujo a partir de las 77 horas que continúa la fermentación, hasta llegar a la completa conversión del azúcar en alcohol en un tiempo de 120 horas y llegando 0°Baumé.

En la Figura 6 se observa mediante curva de control de la temperatura para datos registrados en el recipiente 3, donde tuvo una fermentación con orujo hasta los 4°Baumé.

Figura 6 Control de la temperatura para el recipiente 3 en el proceso de fermentación con orujo



Fuente: Elaboración propia.

Se muestra que desde las 0 horas la temperatura aumenta hasta los 43°C, a partir de este tiempo hay un incremento hasta las 77 horas, donde se tuvo que controlar la temperatura para evitar que siga subiendo en el proceso

hasta controlarla en las 95 horas y finalizar la fermentación.

Cuarta fermentación con orujo

Para la cuarta fermentación (Figura 7), donde se retiraron los orujos del mosto a los 0°Baumé, es decir que el contacto del orujo con el mosto, se realizó desde el inicio de la fermentación hasta el final de la fermentación.

Figura 7 Control de los °Baumé para el recipiente 4 en el proceso de fermentación con orujo.

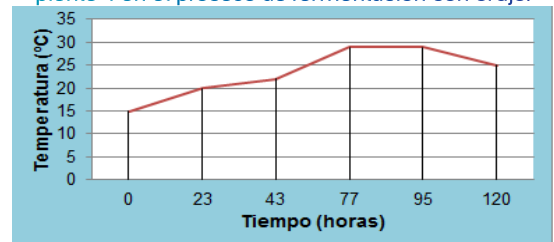


Fuente: Elaboración propia.

Se observa mediante la curva la conversión de azúcar en alcohol, donde en el transcurso de tiempo entre (0 a 23) horas empieza la fermentación y durante este lapso de tiempo entre (23 a 47) horas la fermentación en el proceso se da muy lentamente. Posteriormente, a partir de las 43 horas la curva desciende hasta las 77 horas y pasado este tiempo termina su conversión del azúcar en alcohol y llegando durante las 120 horas y llegando hasta 0°Baumé.

En la Figura 8 se observa mediante curva de control de la temperatura para datos registrados en el recipiente 4, donde tuvo una fermentación con orujo hasta los 4°Baumé.

Figura 8 Control de la temperatura para el recipiente 4 en el proceso de fermentación con orujo.



Fuente: Elaboración propia.

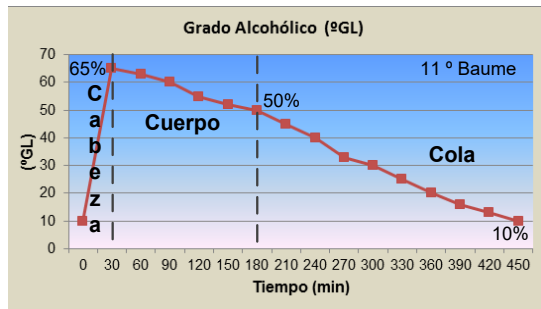
Se observa que entre (0 a 23) horas la temperatura se incrementa y arranca la fermentación, llegando a su máximo de 29°C. Posteriormente, la temperatura disminuye llegando hasta 25°C en el proceso fermentativo.

Control del grado alcohólico y temperatura en función del tiempo en el proceso de destilación

Para el proceso de destilación, se realizó el control del grado alcohólico y temperatura. Para el control de la temperatura se utilizó un termómetro entre (0-100) °C y para el control del grado alcohólico en el proceso se utilizó un alcoholímetro entre (0-100) °GL.

En la Figura 9, se muestra el control del grado alcohólico en el recipiente 1 en función del tiempo.

Figura 9 Control del grado alcohólico en función del tiempo para el recipiente 1.

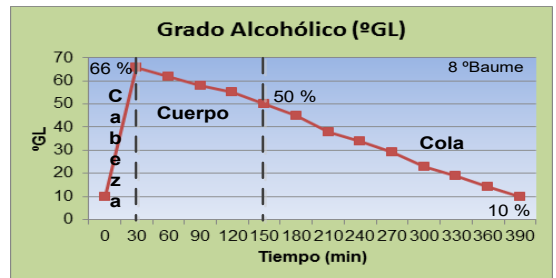


Fuente: Elaboración propia.

En el tiempo de 0 min se obtiene el primer goteo con una concentración de 10 °GL, en un lapso de 30 min la concentración se eleva llegando al máximo, momento en el cual se retira la primera fracción llamada cabeza, pasado el tiempo de 30 min esta concentración comienza a bajar de manera paulatina llegando al 50 % donde se obtiene la segunda fracción que es la parte del producto final el cual se lo denomina como cuerpo, finalmente la tercera fracción que son las denominadas colas se obtiene hasta un 10 %, como se puede observar en la gráfica la obtención de la cola tiene mayor cantidad de volu-

men el cual para evitar pérdidas se puede hacer una redestilación.

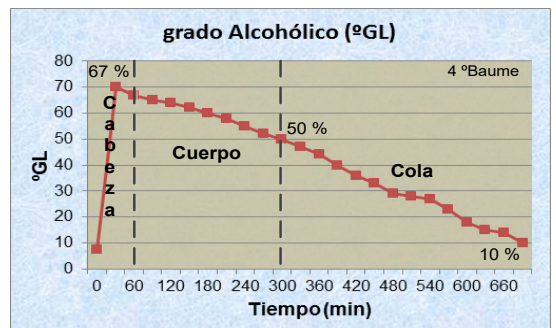
Figura 10 Control del grado alcohólico en función del tiempo para el recipiente 2



Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 4.15 se observa que en el tiempo de 0 min se obtiene el primer goteo con una concentración de 10 °GL, en un lapso de 30 min la concentración de alcohol se eleva llegando al máximo, momento en el cual se retira la primera fracción llamada cabeza, pasado el tiempo de 30 min esta concentración comienza a bajar de manera paulatina llegando al 50 % donde se obtiene la segunda fracción que es la parte del producto final el cual se lo denomina como cuerpo, finalmente la tercera fracción que son las denominadas colas se obtiene hasta un 10 %, como se puede observar en la gráfica la obtención de la cola tiene mayor cantidad de volumen el cual para evitar pérdidas se puede hacer una reinstalación.

Figura 11 Control del grado alcohólico en función del tiempo para el recipiente 3

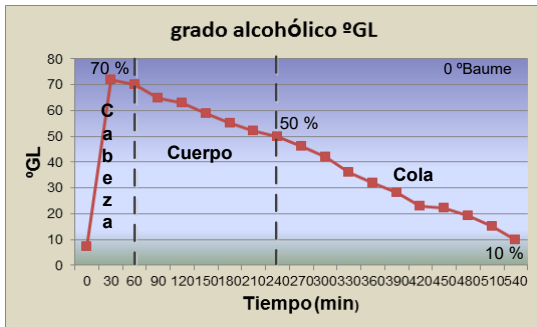


Fuente: Elaboración propia.

Se observa que en el tiempo de 0 min se obtie-

ne el primer goteo con una concentración de 10 °GL, en un lapso de 60 min la concentración de alcohol se eleva llegando a un punto máximo, momento en el cual se retira la primera fracción llamada cabeza, pasado el tiempo de 60 min esta concentración comienza a bajar de manera lenta llegando al 50 % donde se obtiene la segunda fracción que es la parte del producto final el cual se lo denomina como cuerpo, finalmente la tercera fracción que son las denominadas colas se obtiene hasta un 10 %, como se puede observar en la gráfica la obtención de la cola tiene mayor cantidad de volumen el cual para evitar pérdidas se puede hacer una reinstalación.

Figura 12 Control del grado alcohólico en función del tiempo para el recipiente 4



Fuente: Elaboración propia.

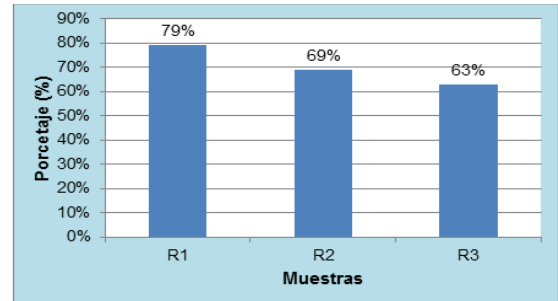
En el tiempo de 0 min se obtiene el primer goteo con una concentración de 10 °GL en un lapso de 60 min la concentración de alcohol hasta el 67 % se eleva llegando a un punto máximo, momento en el cual se retira la primera fracción llamada cabeza, pasado el tiempo de 60 min esta concentración comienza a bajar de manera lenta llegando al 50 % donde se obtiene la segunda fracción que es la parte del producto final el cual se lo denomina como cuerpo, finalmente la tercera fracción que son las denominadas colas se obtiene hasta un 10 %, como se puede observar en la gráfica la obtención de la cola tiene mayor cantidad de volumen el cual para evitar pérdidas se puede hacer una reinstalación.

Evaluación sensorial para elegir la muestra patrón

La evaluación sensorial para elegir la muestra patrón se tomaron en cuenta tres diferentes bodegas las cuales son singani Parrales que fue codificado como R1 para su evaluación sensorial, la segunda elección es singani Casa Real codificado como R2 para su evaluación sensorial y como tercera elección singani Rujero que también fue codificado como R3.

La Figura 13 muestra los resultados promedios de la evaluación sensorial de los atributos limpidez, aroma y sabor (Catania, 2007) para elegir la muestra patrón.

Figura 13 Evaluación sensorial de los atributos para la elección de la muestra patrón



Fuente: Elaboración propia.

La Figura 13 nos permite observar que la muestra R1 denominada como singani parrales adquiere el mayor puntaje obteniendo mayor aceptabilidad en la escala porcentual entre (1 a 100) % y con un total del 79% de aceptación a diferencia de las otras muestras como R2 (69%) y R3 (63%) que tienen valores menores.

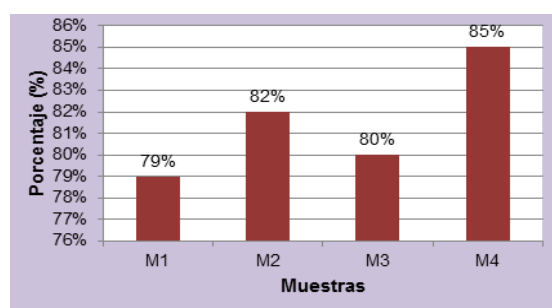
Evaluación sensorial para elegir la muestra final

La evaluación sensorial para elegir la muestra final se tomaron en cuenta cuatro muestras con diferente tiempo de fermentación que fueron descubados en diferente momento de descube la muestra M1 tuvo una fermentación sin orujos se descube a los 11°Baumé, la muestra

M2 que tuvo una fermentación con orujo hasta los 8ºBaumé momento en el cual se realiza su descube, la muestra M3 que tuvo un fermentación con orujo hasta 4ºBaumé momento en el cual se realiza su descube y la muestra M4 que tuvo una fermentación con orujos hasta los 0ºBaumé momento en el cual se realiza su descube.

La Figura 14 muestra los resultados promedios de la evolución sensorial de los atributos limpidez, aroma y sabor para la elección de la muestra final.

Figura 14 Evaluación sensorial de los atributos para la elección de la muestra final



Fuente: Elaboración propia.

La Figura 14, nos permite observar que la muestra M4 adquiere mayor aceptabilidad de los atributos con 85% en la escala porcentual entre (1 a 100) %; en comparación a las muestras M1 (79%), M2 (82%) y M3 (80%) que tienen valores menores.

Caracterización del producto final

Para la caracterización del producto final (elaboración de singani a partir de **moscatel de Alejandría**) se tomaron en cuenta propiedades fisicoquímicas y organolépticas.

Análisis fisicoquímico del producto final

Cuadro 4 Propiedades fisicoquímicas del producto final.

Parámetro	Unidad	Resultado
Acidez total	Mg/l (acidez acética)	108
Aldehídos	mg/l	36
Alcoholes superiores	mg/l	488
Anhidrido sulfuroso	mg/l	3
Cobre	mg/l	0.26
Furfural	mg/l	7.00
Densidad	g/ml	0.951
Extracto seco	g/l	0.02
Grado alcohólico	°GL (a 20°)	40.50
Esteres	mg/l acetato de etilo	598
Metanol	mg/l	544
pH	Unidad de pH	3.99

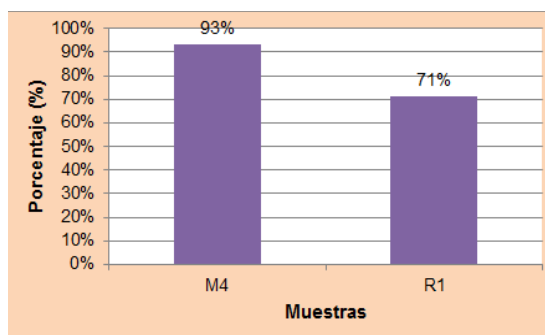
Fuente: Elaboración propia.

En el Cuadro 4, se muestra los resultados de los análisis fisicoquímicos del producto final que cumple con los requisitos que están definidos en la Norma Boliviana 322002 singanis.

Evaluación sensorial de los atributos de la muestra final en comparación con la muestra patrón

La Figura 15 muestra los resultados promedios de la evaluación sensorial de los atributos limpidez aroma y sabor de la muestra final en comparación con la muestra patrón.

Figura 15 Evaluación sensorial de los atributos de la muestra final en comparación con la muestra patrón



Fuente: Elaboración propia.

La Figura 15, nos permite observar que la mues-

tra M4 adquiere mayor puntaje rescatando todas las características organolépticas de limpieza, aroma y sabor con 93% en comparación a la muestra patrón con 71% en la escala porcentual entre (1 a 100)%.

Diseño estadístico en el proceso de fermentación de la elaboración de singani a partir de la uva *Moscatel de Alejandría*

En el diseño estadístico aplicado en el proceso de fermentación, se consideró la variación del tiempo de fermentación de cada uno de los recipientes en función de la variable respuesta (°Baumé), que son controlados durante el proceso de fermentación y para tal efecto, se observa la influencia del contacto del orujo con el mosto, si afecta o no afecta en las características organolépticas del producto terminado.

Cuadro 5 Análisis de varianza del proceso de fermentación de singani de uva *Moscatel de Alejandría*.

Fuente de variación	Suma de cuadrados totales	Grados de libertad	Cuadrados medios	Fcal	Ftab
Total	246.32	$(4 * 4) - 1 = 15$			
Tiempo	179.89	$4 - 1 = 3$	59.96	33.31	6.992
Tachos	53.18	$4 - 1 = 3$	17.72	9.84	6.992
Error	16.25	$(4 - 1) (4 - 1) = 9$	1.80		

Fuente: Elaboración propia.

Según los resultados de la tabla de ANVA, $F_{cal} \geq F_{tab}$ ($33,31 > 6,992$), por lo cual se rechaza la hipótesis planteada; existiendo suficiente evidencia estadística que el tiempo de fermentación con orujo y sin orujo no son igualmente efectivas durante el proceso. Sin embargo para los recipientes de fermentación $F_{cal} > F_{tab}$, por lo cual también existe suficiente evidencia estadística que cada tacho de fermentación es diferente.

Prueba de Tukey para el factor tiempo de fermentación en función de °Baumé

En el Cuadro 6, se muestran los resultados de análisis estadístico de la prueba de Tukey; para

observar la influencia de la fermentación con orujo y sin orujo en la elaboración de singani a partir de uva *Moscatel de Alejandría*.

Cuadro 6 Prueba de Tukey para el factor tiempo de fermentación en función de °Baumé.

Comparaciones	$\bar{X} A - \bar{X} B$	Diferencia mínima significativa	Significativa
T1 - T2	1.65	<2.92	No hay diferencia significativa
T1 - T3	6.37	>2.92	Si hay diferencia significativa
T1 - T4	8.2	>2.92	Si hay diferencia significativa
T2 - T3	4.72	>2.92	Si hay diferencia significativa
T2 - T4	6.55	>2.92	Si hay diferencia significativa
T3 - T4	1.08	<2.92	No hay diferencia significativa

Fuente: Elaboración propia.

De los resultados obtenidos por la prueba de Tukey se concluye que el (t1-t2, t3-t4), no tiene diferencia significativa, por lo tanto es mínima la efectividad en el proceso. Sin embargo (t1-t3, t1-t4, t2-t3, t3-t4), existe suficiente evidencia estadística, ya que más tiempo tenga contacto el orujo con el mosto, mejor será la fermentación y por lo que se puede rescatar mejor los aromas de la uva *Moscatel de Alejandría*.

Prueba de Tukey para el factor de los recipientes de fermentación en función de °Baumé.

En el Cuadro 7, se muestran los resultados de análisis estadístico de la prueba de Tukey; para observar la diferencia de los tachos de fermentación de singani de uva *Moscatel de Alejandría*.

Cuadro 7 Prueba de Tukey para el factor de los recipientes de fermentación en función de °Baumé

Parámetro	Unidad	Resultado
Acidez total	Mg/l (acidez acética)	108
Aldehídos	mg/l	36
Alcoholes superiores	mg/l	488
Anhídrido sulfuroso	mg/l	3
Cobre	mg/l	0.26
Furfural	mg/l	7.00
Densidad	g/ml	0.951
Extracto seco	g/l	0.02
Grado alcohólico	°GL (a 20°)	40.50
Esteres	mg/l acetato de etilo	598
Metanol	mg/l	544
pH	Unidad de pH	3.99

Fuente: Elaboración propia.

De los resultados obtenidos de la prueba de Tukey se concluye (T3-T4, T3-T2, T4-T2), no existe diferencia significativa entre los recipientes, sin embargo los recipientes (T3-T1, T4-T1, T2-T1), existe diferencia significativa por lo se tomó la decisión que el T4 presenta más aromas durante la fermentación.

Diseño estadístico en el proceso de destilación de singani a partir de la uva moscatel de Alejandría

En el diseño estadístico aplicado en el proceso de destilación, se consideró la variación de cada una de las muestras tomando en cuenta el tiempo de destilación controlando la variable respuesta el grado alcohólico.

Cuadro 8 Análisis de varianza en el proceso de la destilación

Fuente de variación	Suma de cuadrados totales	Grados de libertad	Cuadrados medios	Fcal	Ftab
Total	27969.95	73 - 1 = 72			
Tachos	257.99	4 - 1 = 3	85.996	0.214	4.074
Error	27711.96	69	401.623		

Fuente: Elaboración propia.

En el Cuadro 8, se observa que $F_{cal} < F_{tab}$ ($0,214 < 4,074$), por lo cual se acepta la hipótesis planteada de tal manera que no existe diferencia significativa entre los tratamientos, pero analizando entre las cuatro muestras el tacho obtuvo el mejor del rendimiento alcohólico en la destilación para ($p < 0,001$).

DISCUSIÓN

Para el momento de la vendimia la uva presenta los siguientes parámetros: 18,70 °Brix de sólidos solubles, 5,40 (mg/L) de ácido tartárico, 11°Baume de azúcares, 3,44 de pH y su densidad 1082 (g/ml).

La evolución de los azúcares representados en sólidos solubles (°Brix) y azúcares (°Baumé)

durante la maduración, se dio mediante un aumento que inicia desde el envero hasta la época de la vendimia.

La evolución de la acidez representada en ácido tartárico se concluye que la concentración de la acidez disminuye a medida que pasa el tiempo hasta llegado el momento de la vendimia.

En la evolución de pH se puede concluir que a medida que va aumentando el pH llega a un punto donde éste comienza a descender por lo cual se considera que hay una deshidratación de la uva; tomando en cuenta que es el momento exacto de la vendimia y evitando así la sobre maduración de la uva.

Ejecutado el proceso de fermentación, se tomó en cuenta 4 recipientes y donde se realizó el control de las variables: °Baumé, tiempo y temperatura, en el proceso y evitando que éste no sobrepase los 30°C para evitar pérdida de aromas.

El diseño experimental utilizado en el proceso de fermentación fue del tipo DBCA, donde se tomó en cuenta los factores de tiempo y los recipientes de fermentación. Tomando como variable respuesta los °Baumé. Estadísticamente se pudo observar $F_{cal} \geq F_{tab}$ para todos los factores existiendo suficiente evidencia estadística que el tiempo de fermentación con orujo y sin orujo no son igualmente efectivas durante el proceso para ($p < 0,001$).

El diseño experimental utilizado el proceso de destilación es el tipo DCA, donde se tomó en cuenta los recipientes de fermentación en función del tiempo. Tomando como variable respuesta el grado alcohólico. Estadísticamente se pudo observar $F_{cal} < F_{tab}$ no existe diferencia significativa entre los tratamientos para rendimiento alcohólico en la destilación para ($p < 0,001$).

Se realizó la evolución sensorial con un panel de 5 jueces entrenados que calificaron utilizando una panilla de preferencia porcentual entre

(1-100) %; donde se pudo evidenciar que el recipiente 4 es el más aceptado por los jueces y que rescata todas las características organolépticas otorgándole 93%, equivalente a muy bueno.

El análisis fisicoquímico del destilado realizado en el Centro Vitivinícola Tarija "CEVITA" demostró que el singani tuvo todos sus valores conformes según la norma Boliviana 322002: 2015 Singanis- Requisitos.

BIBLIOGRAFÍA

- ✦ Acuña, R. (2014). *Generar una experiencia aplicando tecnología para producción de singani*. (Libro en línea). Publicaciones de la Universidad de San Francisco Javier de Chuquisaca. Disponible en: <https://www.usfx.bo>.
- ✦ Castillo, P. (2003). *Denominación de origen vinos y singanis de altura*. Tarija-Bolivia.
- ✦ Catania, C. (2007). *Curso superior de degustación de vinos*. Inta. Mendoza.
- ✦ CENAVIT. (2005). *Caracterización de uvas, vinos y singanis de altura*. Tarija - Boliva.
- ✦ CEVITA. (2014). *Producción de uva moscatel de Alejandria*. La Concepción- Valle. Tarija-Bolivia.
- ✦ Correa, N. (2008). *Operación unitaria destilación*. (Libro en línea). Publicaciones de la Universidad Técnica de Federico de Santa Maria. Disponible en: <https://es.scribd.com>.
- ✦ FAUTAPO. (2009). *Colección Uvas, Vinos y Singanis*. Bolivia .
- ✦ Georffino, V. L. (2016). *Evaluación del tiempo de maceración para la extracción de antocianos en orujos del mosto de uva Negra Criolla (Vitis vinifera L) de la Universidad Privada de Tacna*. Tesis (Ingeniero Agroindustrial) Universidad Privada de Tacna, Facultad de Ingeniería. Tacna- Perú.
- ✦ Jerez, L. (2002). *Influencias de las cepas seleccionadas en la elaboración de vino blanco moscatel de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho*. Tesis (Ingeniería de Alimentos). Universidad Autónoma Juan Misael Saracho, Facultad de Ciencias y Tecnología. Tarija-Bolivia.
- ✦ Larrea, M. (1950). *Estudio de la Fermentación del Mosto de Uva Italia (Vitis vinifera L) Ejecutada sin Hollejos y su Influencia en el Pisco Puro Aromático*. (Libro en línea). Publicaciones de ministerio de agricultura. Disponible en: <http://revistas.unjbg.edu>.
- ✦ LLanos, D. M. (2014). *determinación de parámetros óptimos para la elaboración de mostos concentrados de sulfitado MCD de uva moscatel de alejandria de la Universidad Mayor de San Andrés*. Tesis (Licenciatura en Química Industrial). Universidad Mayor de San Andres, Facultad de Tecnología de Química Industrial. La Paz- Bolivia.
- ✦ Peynoud, E. (2008). *tutorial de cata de vinos*. (Libro en línea) publicaciones de fondo social europeo. Disponible en: <http://vinatigo.com>.
- ✦ Ramirez, E. (2010). *Diseño experimental aplicado en Ingeniería de Alimentos*. Carrera de Ingeniería de Alimentos-UAJMS. Tarija- Bolivia.
- ✦ Rosa, T. D. (1998). *Tecnología de los vinos blancos*. Mundi- Prensa. Madrid.

- ✦ Rosa, T. D. (1998). *Tecnología de los vinos blancos*. Mundi- Prensa. Madrid.
- ✦ Tolaba, Candido (2016). *Procesos de elaboración de singanis*. Editorial CE-VITA. El Valle de Concepción de Tarija-Bolivia.