

UNIVERSIDAD TÉCNICA NACIONAL  
SEDE DE ATENAS

ÁREA DE TECNOLOGÍA  
CARRERA DE INGENIERÍA EN TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

EVALUACIÓN DEL PROCESO DE ELABORACIÓN ARTESANAL DE VINO  
ORGÁNICO DE MORA (*RUBUS*) PARA LA ASOCIACIÓN APROCIMA,  
UTILIZANDO UNA ENZIMA PECTOLÍTICA, PARA MEJORAR LA  
EXTRACCIÓN DEL JUGO DE LA FRUTA

TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN PARA OPTAR POR EL GRADO DE  
LICENCIATURA EN TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

DANIELA DENGO GONZÁLEZ  
JAZMÍN MORA PEREIRA

ATENAS, COSTA RICA  
2016

### HOJA DE APROBACIÓN

Este Trabajo Final de Graduación fue aprobado por el Tribunal Evaluador como requisito parcial para optar al grado de Licenciatura en Ingeniería en Tecnología de Alimentos

*EAGH*

\_\_\_\_\_  
Eduardo Barrantes Guevara  
Director Investigación Sede Atenas

*Uriel Rojas Hidalgo*

\_\_\_\_\_  
Uriel Rojas Hidalgo  
Director de Carrera

*A. Bárcenas*

\_\_\_\_\_  
Ana María Bárcenas Parra  
Directora de Carrera

*J. Carlos Ugalde Solera*

\_\_\_\_\_  
Juan Carlos Ugalde Solera  
Tutor del TFG

*Carmen González Chaverri*

\_\_\_\_\_  
Carmen González Chaverri  
Lectora TFG

*Mario Garita Serrano*

\_\_\_\_\_  
Mario Garita Serrano  
Representante Asociación APROCIMA

*Daniela Dengo González*

\_\_\_\_\_  
Daniela Dengo González  
Estudiante

*Jazmín Mora Pereira*

\_\_\_\_\_  
Jazmín Mora Pereira  
Estudiante

## DECLARACIÓN JURADA

Yo Daniela Dengo González portadora de la cédula de identidad número 2-0679-0929 y Jazmín Mora Pereira portadora de la cédula de identidad número 3-0442-0655 estudiantes de la Universidad Técnica Nacional, UTN en la carrera de Tecnología de Alimentos, conocedoras de las sanciones legales con que la Ley Penal de la República de Costa Rica castiga el falso testimonio y el delito de perjurio que pueda ocasionarse ante la Directora de la Carrera y quienes constituyen el Tribunal Examinador de este trabajo de investigación, juramos solemnemente que este trabajo de investigación es una obra original respetando las leyes y que ha sido elaborada siguiendo las disposiciones exigidas por la Universidad Técnica Nacional, UTN así como con los derechos de autor.

En fe de lo anterior, firmamos en la ciudad de Atenas, a los dieciséis días del mes de abril del dos mil dieciséis.

---

Daniela Dengo González  
Cédula 2-0679-0929

---

Jazmín Mora Pereira  
Cédula 3-0442-0655

## AGRADECIMIENTO

Nuestro más profundo agradecimiento a Dios por permitirnos realizar y culminar este proyecto con gran satisfacción

A nuestras familias y seres queridos por estar siempre brindándonos su apoyo incondicional, para afrontar cada etapa de este gran proyecto, sin los cuales no hubiese sido posible alcanzar nuestras metas y sueños.

A Instituciones como la Universidad Técnica Nacional sede Atenas, especialmente al área de la carrera de Ingeniería en Tecnología de Alimentos y al Instituto Nacional de Aprendizaje (INA) Núcleo Sector Industria Alimentaria, principalmente a su proyecto de investigación denominado "Desarrollo de productos innovadores" por todo su apoyo y colaboración para desarrollar el proyecto.

Al Ing. Juan Carlos Ugalde Solera profesor titular del proyecto por brindarnos sus conocimientos teóricos y prácticos en el campo de la enología, por su ayuda, confianza y por ofrecernos una mano amiga para culminar con satisfacción el presente trabajo de Graduación.

De igual manera a la Ing. Ana María Bárcenas directora de la carrera de Tecnología de Alimentos de la Universidad Técnica Nacional y a la Licda. Carmen González Chaverri, encargada del Proceso de Gestión Tecnológica del Núcleo Industria Alimentaria INA, al Profesor de Estadística Jimmy Rodríguez y la

Profesora María José Bastos por su acertada orientación y por el constante soporte durante la realización de la investigación.

Agradecemos también a la Asociación APROCIMA de la zona de Copey de Dota por la solidaridad y confianza brindada.

Y finalmente a todas aquellas personas que de alguna u otra forma fueron parte de este proyecto.

## RESUMEN

La presente investigación consiste en, aplicar una enzima pectolítica (Ultrazyme AFP-L) a tres concentraciones diferentes en la elaboración artesanal de vino de mora orgánico y a su vez estudiar el efecto de esta en la extracción del jugo de la mora (*Rubus*) y en el rendimiento final del vino. Para esto se trabaja con un diseño experimental AxB (1x3), siendo el factor A el tratamiento enzimático, el cual es de un nivel ya que solo se utilizó un tipo de enzima y el factor B que fue la dosis de adición de la enzima, la cual se basó en tres concentraciones distintas.

Se efectuaron análisis fisicoquímicos para caracterizar la mora tipo vino, proveniente de la Zona de Copey de Dota, provincia de San José, la cual cuenta con una altitud máxima de 3.491 m s. n. m, con un clima procedente de la Región Montañosa de 17.9 °C y con una precipitación anual de 2647mm. La información obtenida se utilizó como base para formular la bebida, así mismo se realizaron otros análisis para controlar todo el proceso de fermentación del vino, tales como: sólidos solubles, pH y acidez titulable (ácido cítrico). La fermentación tuvo una duración de 31 días aproximadamente.

Con el uso de herramientas estadísticas se logra determinar que, la enzima pectolítica utilizada en la investigación no interviene en el proceso de fermentación, de igual forma se determinó que la enzima si aumenta el rendimiento en la extracción del jugo de la mora en la etapa de maceración.

Por otro lado, se logra determinar que se obtuvo un mayor rendimiento en la elaboración del vino de mora con la utilización de la enzima Pectolítica Ultrazym AFP-L, sin embargo, por falta de datos no se puede determinar estadísticamente que ese aumento de rendimiento sea por la enzima y no por otros factores externos.

## TABLA DE CONTENIDO

I. INTRODUCCIÓN.....	<b>1</b>
1.1 El problema y su importancia.....	1
1.2 Justificación .....	3
1.3 Antecedentes .....	5
1.4 Objetivos .....	10
1.4.1 Objetivo General .....	10
1.4.2 Objetivos Específicos.....	10
II. MARCO TEÓRICO.....	<b>11</b>
2.1 Vino de frutas .....	11
2.2 Certificación Orgánica en Costa Rica. ....	13
2.3 Vino Orgánico .....	14
2.4 Generalidades de la mora.....	15
2.5 Método Artesanal para Fabricación de Vino de Frutas .....	16
2.6 Principales componentes químicos del vino .....	17
2.7 Proceso de elaboración artesanal de vino de frutas.....	19
2.7.1 Descripción del proceso de elaboración artesanal de vino de frutas .....	21
2.8 Materiales para la vinificación.....	30
2.9 Uso de enzimas en enología.....	31
2.9.1 Enzimas Pectolíticas .....	31
2.9.2 Factores que influyen en la eficacia de las enzimas Pectolíticas .....	33
2.10 Propiedades sensoriales del vino .....	34
2.11 Factores que afectan la calidad del vino. ....	35
2.12 Fermentación alcohólica .....	37
2.12.1 Factores que influyen en el proceso de fermentación .....	39
2.13 Levaduras del vino.....	40
2.13.2 Levadura <i>Saccharomyces cerevisiae</i> . ....	41
2.14 Fermentación completa .....	42
2.15 Métodos y Herramientas Estadísticas .....	42

2.15.1	Diseño Estadístico de Experimentos .....	42
2.15.2	Herramientas estadísticas .....	44
<b>III.</b>	<b>MARCO METODOLÓGICO.....</b>	<b>53</b>
3.1	Enfoque.....	53
3.2	Tipo de Investigación .....	53
3.3	Población y muestra .....	54
3.3.1	Población .....	54
3.3.2	Muestra .....	54
3.4	Variables .....	54
3.5	Hipótesis .....	54
3.6	Diseño Experimental .....	54
3.7	Respuestas Experimentales.....	55
3.8	Materiales y métodos .....	55
3.8.1	Características de los materiales .....	55
3.8.2	Herramientas de Trabajo.....	56
3.9	Métodos.....	56
3.9.1	Plan de recolección de información .....	56
3.9.2	Plan de procesamiento y análisis de la información .....	57
3.9.3	Métodos del proceso .....	57
<b>IV.</b>	<b>ANÁLISIS DE RESULTADOS.....</b>	<b>64</b>
4.1	Caracterización de la mora.....	64
4.2	Efectividad de la enzima en la extracción de jugo de mora.....	66
4.3	Análisis fisicoquímicos realizados durante la etapa de fermentación.....	70
4.3.1	Sólidos solubles.....	70
4.3.2	Temperatura en Proceso de Fermentación .....	71
4.3.3	Comportamiento del pH durante el proceso de fermentación.....	72
4.3.4	Comportamiento de la acidez titulable durante el proceso de fermentación.....	73
4.3.5	Enzima en proceso de Fermentación .....	74
4.4	Después de la Fermentación .....	76
4.4.1	Rectificación de los vinos según los ° Brix .....	76

4.4.2 Extracto seco de los vino (g/100g) .....	79
4.4.3 Grados de Alcohol de los vinos (ml/100ml) .....	80
4.4.4 Características finales del vino.....	82
4.4.5 Rendimiento del vino .....	82
4.5 Verificación de la Hipótesis.....	84
<b>V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>85</b>
5.1 Conclusiones.....	85
5.2 Recomendaciones.....	87
<b>VI. REFERENCIAS .....</b>	<b>89</b>
<b>VII. ANEXOS.....</b>	<b>95</b>
Anexo 1. Resultados de los análisis de extracto seco y porcentaje de alcohol delos vinos .....	95
Anexo 2. Procedimiento de análisis de °Brix.....	96
Anexo 3.Procedimiento de análisis de pH. ....	96
Anexo 4. Procedimiento de análisis de determinación de la acidez..... titulables (% ácido cítrico) .....	97
<b>VIII. APÉNDICES.....</b>	<b>99</b>
Apéndice 1. Formulación del mosto para la elaboración de los vinos de mora. ....	99
Apéndice 2. Resultados de la prueba de efectividad de extracción..... del jugo de mora.....	100
Apéndice 3. Hoja de monitoreo del fermentador 3, tratamiento 1 sin enzima. ....	101
Apéndice 4. Hoja de monitoreo del fermentador 4, réplica del tratamiento 1 .....	102
Apéndice 5. Hoja de monitoreo del fermentador 5, tratamiento 2..... con una concentración de enzima de 0,1ml/kg de fruta .....	103
Apéndice 6. Hoja de monitoreo del fermentador 6, réplica del tratamiento 2 .....	104
Apéndice 7. Hoja de monitoreo del fermentador 7, tratamiento 3 con..... una concentración de enzima de 0,2ml/kg de fruta.....	105
Apéndice 8. Hoja de monitoreo del fermentador 8, réplica del tratamiento 3 .....	106
Apéndice 9. Balance de masa del tratamiento 1 y su réplica .....	107
Apéndice 10. Balance de masa del tratamiento 2 y su réplica .....	108

Apéndice 11. Balance de masa del tratamiento 3 y su réplica .....	109
Apéndice 12. Análisis de varianza de la temperatura y los °brix .....	110
Apéndice 13. Test de shapiro wilk para el análisis de varianza de..... la temperatura y los °brix.....	110
Apéndice 14. Test de levene para el análisis de varianza entre la..... temperatura y los °brix .....	111
Apéndice 15. Matriz de correlaciones de Pearson entre la temperatura..... externa y la interna de los fermentadores .....	111
Apéndice 16. Matriz de correlaciones de Pearson para determinar..... el efecto de la enzima en los procesos de fermentación.....	112
Apéndice 17. Análisis de varianza de la efectividad en la extracción..... del jugo de mora en el -programa R Commander.....	112
Apéndice 18. Test de Shapiro Wilk para la realización del análisis..... de varianza de la extracción del jugo de mora .....	113
Apéndice 19. Test de Levene para la realización del análisis de varianza de la extracción del jugo de mora.....	113
Apéndice 20. Diagrama de flujo de la elaboración de los vinos..... de mora con enzima.....	114
Apéndice 21. Diagrama de flujo de la elaboración de los vinos de mora sin enzima .....	116
Apéndice 22. Procedimiento y registro de control de vinos para APROCIMA. ....	118
Apéndice 23. Fotografías de los análisis y equipos utilizados .....	122
Apéndice 24. Fotografías de las etapas del proceso de elaboración de vino .....	123
Apéndice 25. Formularios de autorización de uso público de datos: Autoras y Empresa APROCIMA.....	

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Rombo de los Vinos de Frutas .....	12
Figura 2. Flujo de proceso para la elaboración de vino de frutas .....	20
Figura 3: Esquema de un diagrama de cajas .....	51
Figura 4: Tipos de botellas de vidrio empleadas en la elaboración de vinos .....	62

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Diagrama de caja de la prueba de efectividad de la enzima en la extracción del jugo de mora. ....	69
Gráfico 2. Evolución de los sólidos solubles durante el proceso de fermentación de los mostos. ....	70
Gráfico 3. Comportamiento del pH durante el proceso de fermentación. ....	72
Gráfico 4. Comportamiento de la acidez titulable durante el proceso de fermentación.....	73
Gráfico 5. Gráficos de Dispersión de la comparación de los .....	74

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Agentes utilizados en la elaboración de vinos .....	27
Tabla 2. Valor del coeficiente y su interpretación. ....	48
Tabla 3. Características finales de la Mora tipo vino procedente de la Cima de Copey de Dota (Fruta de Verano) .....	64
Tabla 4. Características finales de los mostos de los vinos de mora .....	65
Tabla 5. Resultados de la prueba de efectividad en la extracción de jugo .....	67
Tabla 6. Características del vino con el tratamiento 1 y su réplica .....	76
Tabla 7. Vino obtenido de la unión del Tratamiento 2 y su réplica .....	78
Tabla 8. Vino obtenido de la unión del Tratamiento 3 y de su réplica .....	79
Tabla 9. Características finales de los vinos de mora elaborados.....	82

## LISTA DE ABREVIATURAS

APROCIMA	Asociación de Productores Orgánicos de la Cima
CNP	Consejo Nacional de Producción
ICE	Instituto Costarricense de Electricidad
IMAS	Instituto Mixto de Ayuda Social
INA	Instituto Nacional de Aprendizaje
INEN	Servicio Ecuatoriano de Normalización
MAG	Ministerio de Agricultura y Ganadería

# I. INTRODUCCIÓN

## 1.1 El problema y su importancia

Al ser Costa Rica un país agrícola, se hace necesario desarrollar nuevas alternativas en la industria alimentaria, en busca de un mejor aprovechamiento de los recursos disponibles, una de estas opciones es fabricar vino a base de frutas.

El vino es definido, legal y tradicionalmente, como el producto resultante de la fermentación alcohólica del jugo de las uvas. La uva es la materia prima ideal y la más utilizada para la elaboración de vino, debido a que posee la cantidad de azúcar y nivel de acidez muy próximos a los valores óptimos de fermentación (González, 2013).

Sin embargo hoy en día con los procesos de innovación e investigación, desarrollo, y desde el punto de vista tecnológico se puede obtener vino a partir de otras frutas.

Según Scheihing (2005) “nada impide obtener un producto equivalente a partir de otras frutas; principalmente de aquellas con aromas, sabores intensos y agradables, así como de gran jugosidad; con la única exigencia de aclarar el origen del vino (nombre de la fruta)” (p.1).

Para la Asociación APROCIMA de la zona de Copey de Dota provincia de San José, (altitud máxima de 3.491 m s. n. m, con un clima procedente de la Región Montañosa de 17.9 °C y con una precipitación anual de 2647mm), la producción de vino artesanal fue una de las alternativas para hacer más sostenible y rentable el cultivo de frutas tales como: la fresa (*Fragaria ssp*), mora (*Rubus*) y uchuva (*Physalis peruviana*); esta disposición fue tomada debido a que el valor de compra de las frutas a granel, por parte del comerciante intermediario es muy bajo, lo cual no permite la estabilidad económica de la Asociación, conformada por 32 asociados; fundada hace 25

años por pequeños parceleros que trabajan en un régimen de producción orgánica del cultivo de frutas.

No obstante, los esfuerzos realizados por dicha entidad para el aprovechamiento de estas materias primas en la elaboración de vino, presenta carencias en la estabilización de varias etapas del proceso, lo cual les impide fabricar un producto de calidad aceptable. Hay tantos factores que influyen en la calidad final de un buen vino que hacen de esta actividad productiva una combinación de ciencia y arte.

Así que, en conjunto con el Núcleo Sector Industria Alimentaria del Instituto Nacional de Aprendizaje (INA) y su proyecto de investigación denominado "Desarrollo de productos innovadores", el cual promueve la utilización de excedentes o de categoría de rechazo de productos agrícolas, con el fin de aprovecharlos y mejorar la productividad de las empresas; se desarrolló un proyecto para la estandarización de la etapa de extracción del jugo de la fruta, mediante la aplicación de la enzima pectolítica (Ultrazyme AFP-L), con la finalidad de aprovechar la mayor cantidad de jugo disponible en la fruta.

## 1.2 Justificación

En las tierras altas de Costa Rica, hay un gran potencial para la producción de frutas tales como: fresa, mora y uchuva; por lo que en ocasiones se generan excedentes, los cuales muchas veces se pierden en el campo.

En el cantón de Dota y específicamente en la zona de la Cima de Copey, la cual cuenta con una altitud máxima de 3.491 m s. n. m, con un clima procedente de la Región Montañosa de 17.9 °C y con una precipitación anual de 2647mm, existe una asociación llamada Asociación de Productores Orgánicos de La Cima (APROCIMA) dedicada al cultivo de este tipo de frutas. Esta entidad se ha enfrentado a diversos problemas de comercialización, ya que las facilidades de venta son limitadas y el precio de compra es bajo por parte del comerciante intermediario.

Debido a, esta situación APROCIMA buscó una alternativa para darle valor agregado a su producción orgánica, mediante la elaboración de vinos de frutas de forma artesanal, utilizando fresa, mora y uchuva como materias primas. Sin embargo, la fabricación de estos vinos presenta ciertas deficiencias en las etapas del proceso, lo cual les impide obtener productos de buena calidad.

Una de las deficiencias a las que se enfrenta esta Asociación es que no se logra extraer por completo el jugo de las frutas, y esto también interfiere en la filtración del vino.

Para cambiar esta condición y optimizar su producción, se trabajó en una investigación de tipo exploratoria, que contempla aplicación de la enzima Pectolítica (Ultrazyme AFP-L), para estandarizar la etapa de extracción del jugo, ya que esta etapa es esencial para obtener un mayor rendimiento y calidad en el vino.

Esta enzima se encarga de cortar las cadenas de la pectina presentes en la fruta, con lo que se mejora la extracción del jugo y facilita la filtración del vino.

Se elige esta enzima tomando en cuenta las recomendaciones del Ing. Glenn Morúa de la compañía Trisan Food, proveedora de enzimas especializadas para industria alimentaria y tomando como referencia una Tesis elaborada en la Universidad Técnica de Ambato en Ecuador, la cual utiliza esta enzima en la elaboración de un vino de mortiño (arándano) (Jácome, 2014). Para este proyecto se utiliza mora tipo vino (cosechada finalizando la estación de verano) ya que es la variedad cultivada por los asociados.

### 1.3 Antecedentes

El vino es considerado como una de las primeras creaciones de la humanidad y ha estado ocupando una plaza privilegiada en numerosas civilizaciones a lo largo de la historia.

Según Zimbrón (2007) “el desarrollo de la viticultura inicia junto con los orígenes del hombre, quien, al volverse sedentario, inicia la agricultura. Así mismo se cree que la vid y que gran parte de las especies frutales, se originaron en Asia.”

No se conoce con exactitud la procedencia de la elaboración del vino, ya que según la historia este se desarrollaba en distintos lugares.

Por otro lado, Macek (s.f) señala que “la historia del vino se remonta al viejo testamento (Génesis 9:20) cuando es mencionado por Noé en varias ocasiones.”

Mientras que en unos países se desarrollaba el cultivo de la vid para la elaboración de vino, en otros se dedicaban a mejorar las técnicas de elaboración y mejorar la calidad del mismo.

Según Zimbrón (2007) señala que “fue en Egipto donde las técnicas de elaboración de vino mejoraron gracias a la meticulosidad científica con que se desarrollaba, mientras que los romanos se preocupaban por obtener vinos de buena calidad.”

El vino para muchas civilizaciones y culturas del continente Europeo era indispensable en su vida cotidiana.

Según Guzmán (2012) el vino constituía en los siglos XV y XVI un complemento indispensable en la dieta del pueblo español, y por ello, desde el primer momento está su presencia en los bastimentos de las expediciones del descubrimiento y colonización de América, ya que este era necesario e

imprescindible para los tripulantes, pues el vino se consumía como alimento, medicina y reparador de fuerzas.

Sin embargo, en Costa Rica desde tiempo inmemorial los pueblos han conocido algún tipo de bebida espirituosa en que su contenido de alcohol, procedente de la fermentación de diversos frutos, semillas, hojas, tallos, raíces y savia de las plantas varía en gran medida.

Se menciona que los antepasados indígenas hacían vino del fruto de una palma llamada coyol: este lo obtenían haciéndole cortes al tronco con filosas navajas de piedra, para que la savia azucarada fuera expulsada. Estos daban un uso restringido al consumo de estas bebidas: lo limitaban a ciertas ceremonias religiosas y festividades en las que la sociabilidad comunitaria ocupaba un papel importante. (Embajada de Costa Rica en Francia, 2008).

Los españoles, para reducir el alcoholismo de los indígenas posterior a la conquista, o para favorecer el consumo de sus propios vinos, prohibieron la producción y el consumo del vino de coyol.

Según González (2013), señala que el “origen de los vinos de frutas data casi de los remotos tiempos del mismo vino de uvas, pero su elaboración sistemática se remonta a la edad media con la utilización de manzanas y bayas, las cuales sustituían a la uva cuando éstas no estaban disponibles”. Es a partir del siglo XVIII cuando se desarrolla su explotación comercial en Europa y los Estados Unidos.

Además, menciona que “la expresión vino de frutas ha sido desde hace muchos años centro de ataque por parte de consumidores y productores de los vinos tradicionales, todo a que no reconocen el empleo del vocablo “vino” fuera del contexto de la uva.”

Como se menciona anteriormente, desde el tiempo de los Romanos la calidad del vino ha sido una de las mayores preocupaciones en la elaboración de

este, y a lo largo de los años sigue siendo importante buscar técnicas que faciliten y mejoren los atributos de los vinos, es por esta razón que surge, gracias a la biotecnología el uso de enzimas y coadyuvantes de proceso.

Según Guano (2010), en lo últimos años el “uso de las enzimas en gran cantidad de industrias ha adquirido gran relevancia y la industria alimentaria no se queda atrás, ya que estas son utilizadas como aditivos alimentarios de uso frecuente en casi cualquier alimento procesado y el vino no es la excepción” (p. 28).

La actividad catalítica de las enzimas ha sido utilizada por el hombre desde tiempos remotos en fermentaciones y elaboración de diversos alimentos especialmente de los quesos (cuajo).

“La utilización de las enzimas en la enología se desarrolló a partir de la década de los 70 y actualmente, la mayor parte de los preparados enzimáticos utilizados en la enología provienen de cultivos del hongo *Aspergillus niger*.” (Guano, 2010, p. 28).

Además, se indica que los preparados enzimáticos de utilidad en la enología que se pueden encontrar en el mercado varían en función al fin que se persiga. Una de las principales preparaciones utilizadas en la enología forma parte de la familia de las enzimas pectolíticas también conocidas como pectinasas, las cuales están a disposición de forma comercial desde 1950.

Por otra parte, se tiene que “actualmente las preparaciones enzimáticas en enología constituyen una herramienta de gran precisión tanto para resolver problemas tecnológicos de prensado como para sacar el máximo aprovechamiento de las cualidades de las frutas” (Empresa Agrovín, 2015).

La enzimología o ciencia encargada del estudio de las enzimas siempre será un tema de actualidad en la biotecnología.

Según Araya (2012) “la cultura del vino es relativamente nueva en Costa Rica, esta tradición gastronómica, milenaria en otras latitudes, empieza a generar fascinación entre los costarricenses.”

Este además indica que “según Jeffrey Zamora, sommelier profesional y gerente de la bodega Vinun Aura de Florida Bebidas, la industria del vino ha crecido en los últimos 15 años, lo cual ha generado un mercado interesante para el vino.”

Esta percepción es compartida también por la sommelier Ana María Montealegre, quien afirma que año con año las personas también tienen interés por llevar cursos y formarse sobre esta tradición culinaria.

Según Fernández (2014) entre el año 2009 y el 2013 las ventas de vino en el país aumentaron un 77%, lo cual indica que lidero la importación en términos de volumen con un total de 9.256 toneladas. Al mismo tiempo, la distribución en bares, restaurantes, licorerías y supermercados durante el mismo período creció 32%.

El incremento del consumo de vinos se atribuye a varios factores: cambio a un estilo de vida más saludable, crecimiento del turismo en la región, mejores niveles de educación, auge en el mundo de los negocios y precios atractivos, entre otros.

Otra de las razones del auge en el consumo es la creación de espacios y eventos orientados a impulsar la cultura del vino.

Además menciona que “las principales importaciones de vinos realizadas en el país son provenientes de países tales como Chile, Argentina, España e Italia.”

Pese a que el consumo de vino ha aumentado, Costa Rica no es un gran productor de vino, y mucho menos exportador, ya que por su clima tropical es muy difícil el cultivo de las uvas. Razón por la cual, la producción de vino de

frutas, es una alternativa viable para el desarrollo agroindustrial, ya que se le da un valor agregado a las frutas y abren un nuevo mercado, aumentando los beneficios económicos.

La producción de vinos de frutas en Costa Rica busca un lugar en el competitivo mercado de los licores que existe en el país.

Sobresalen dos empresas nacionales Vinos Don Julián, la cual elabora vinos de frutas de manera artesanal y orgánicos y Vinos Saprissa, la cual abrió sus puertas en los años 70, produciendo vinos de mora, nance, marañón, piña, pasas, cereza y naranja (Vindas, 2014).

Además de estas dos empresas en el mercado también están las productoras: Vicosá, El Espavey, y Grupo Monserrat.

Sin embargo, gracias al Instituto Nacional de Aprendizaje (INA), creado en mayo de 1965, cuyo objetivo es fortalecer las pequeñas y medianas empresas, a través de la prestación de servicios de capacitación y de formación profesional, es que actualmente están surgiendo nuevas empresas dedicadas a la elaboración artesanal de vino de frutas.

Una de esas empresas es APROCIMA, organización ubicada en la Cima de Copey de Dota, la cual está conformada por pequeños parceleros que trabajan en un régimen de producción orgánica del cultivo de frutas tales como: fresa, mora y uchuva. Cuenta con 32 asociados y fue fundada hace 25 años.

Esta asociación ha contado también con el apoyo de otras instituciones públicas como lo son: el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), el Instituto Mixto de Ayuda Social (IMAS) y el Instituto Costarricense de Electricidad (ICE).

Por otro lado, según Vindas (2014) “los pronósticos de Euromonitor indican que el consumo de vino en Latinoamérica crecerá un 10% anual para el periodo 2012 al 2017, por lo que las empresas dedicadas a este negocio tendrán oportunidad de crecer.”

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo General**

Evaluar el proceso de elaboración artesanal de vino orgánico de mora (*Rubus*) para la Asociación APROCIMA, utilizando una enzima pectolítica, para mejorar la extracción del jugo de la fruta.

### **1.4.2 Objetivos Específicos**

- i. Caracterizar la mora tipo vino procedente de la Zona de Copey de Dota, para conocer su contenido de azúcar, pH y acidez total (ácido cítrico).
- ii. Determinar si la enzima pectolítica (Ultrazyme AFP-L) afecta el proceso fermentativo de los mostos.
- iii. Medir la efectividad de la enzima pectolítica (Ultrazyme AFP-L) a tres concentraciones diferentes en la extracción del jugo de mora y el rendimiento del vino, mediante pruebas experimentales.
- iv. Documentar el proceso de elaboración artesanal del vino de mora para su estandarización en la etapa de extracción del jugo.

## II. MARCO TEÓRICO

En el presente trabajo de investigación se entiende como vinificación: el proceso que transforma el jugo de uvas en vino, al originarse la fermentación alcohólica mediante la acción de las levaduras.

“El vino es, por lo tanto, una bebida que resulta de la fermentación del jugo de uva por las levaduras adicionadas, bajo un proceso controlado. Esta bebida ha sido producida desde tiempos antiguos en todo el mundo” (Scheihing, 2005, p. 3).

El vino no solo, puede ser fabricado utilizando la uva como materia prima, también puede elaborarse por medio de otros frutos, siempre y cuando se ajusten sus niveles de acidez y contenido de azúcar ideales para este proceso.

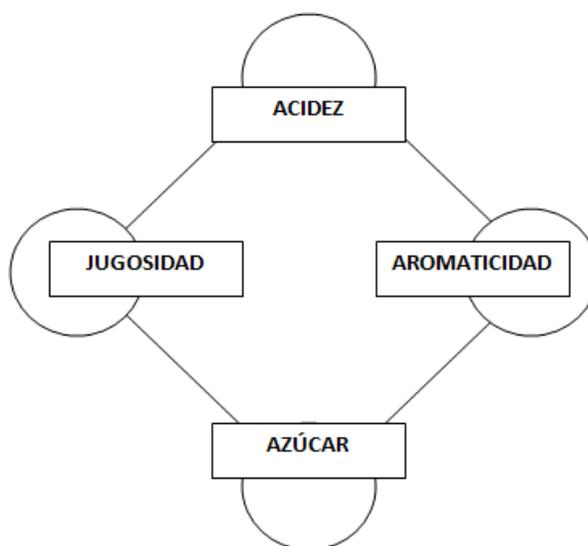
### 2.1 Vino de frutas

El vino acá en Costa Rica y demás lugares es definido, legal y tradicionalmente, como el producto de la fermentación del jugo de las uvas.

Pero más allá de este concepto, en muchas legislaciones se contempla la figura del vino de frutas como aquel proveniente de la fermentación del jugo de determinada fruta, con la única exigencia de indicar claramente dicho origen. Partiendo de este principio, es posible elaborar vino a partir de diversas frutas, principalmente de aquellas con aromas, sabores intensos y agradables (González, 2013).

El origen de los vinos de frutas data casi de los remotos tiempos del mismo vino de uvas, pero su elaboración sistemática se remonta a la edad media con la utilización de manzanas y bayas, las cuales sustituían a la uva cuando ésta no estaba disponible. “Es a partir del siglo XVIII cuando se desarrolla su explotación comercial en Europa y los Estados Unidos” (González, 2013).

Además, este mismo autor menciona que para hacer vino de fruta, se deberá considerar ciertos atributos para elegir la materia prima más adecuada. El fruto debe ser jugoso, para obtener así un buen rendimiento; debe ser suficientemente dulce para producir abundante alcohol; debe tener la acidez justa para asegurar el desarrollo de la levadura; y finalmente, debe ser muy aromático para conservar su atractivo según la dilución. Estos cuatro atributos conforman el llamado “Rombo de los Vinos de Frutas”, el cual se utiliza para elegir una fruta para el proceso de vinificación (Figura 1).



**Figura 1:** Rombo de los Vinos de Frutas

Fuente: González, 2013

El vino de fruta es diferente a hacer vino de uva. Las uvas tienen casi la cantidad correcta de azúcar y ácido para hacer un vino equilibrado, pero la mayoría de las frutas requieren grandes adiciones de azúcar y ajustes de ácidos significativos por lo que la elaboración del vino de frutas es un proceso más complicado.

Según la Universidad Técnica de Ambato, 2007 (citado por Coronel, s.f, p.58) el vino de fruta requiere condiciones muy específicas para culminar con

éxito. Para lograr estas condiciones en cualquier jugo de frutas, el técnico debe ajustar, como mínimo, parámetros como la acidez y la concentración de azúcar. La acidez es determinante para las funciones básicas de las levaduras, las cuales muestran su mayor crecimiento cuando posee un valor cercano al 0,55%. La concentración de azúcar determina la cantidad final de alcohol en el vino y asegura su estabilidad al actuar como antiséptico del mismo. Su valor óptimo está en 20-22%, con el cual se obtiene la máxima concentración posible de etanol, 12-14%.

También menciona que el jugo de uva, precisamente, tiene en promedio estos valores de acidez y dulzor, lo que le hace ideal para la fermentación alcohólica, de ahí que haya sido empleada durante siglos en la elaboración del vino. Se tiene entonces que la relación azúcar/acidez de la uva puede servir de referencia para saber si una fruta cualquiera tiene la posibilidad de ser sometida a fermentación con fines enológicos.

## **2.2 Certificación Orgánica en Costa Rica**

La certificación es útil al consumidor. Pero también es útil al productor, porque le ayuda a vender mejor sus productos diferenciados.

En este sentido y de acuerdo con Descamps y Soto (2011) “la certificación orgánica es la garantía de que un cultivo o producto se manejó siguiendo las normas de la producción orgánica” (p.7).

En Costa Rica, los productos que se comercialicen como orgánicos deben estar certificados bajo el Reglamento 29782 MAG, el cual a su vez es homólogo con el Reglamento de la Unión Europea. Además, Eco-LOGICA es la primera agencia de certificación acreditada ante el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG) de Costa Rica.

Según el Reglamento de Agricultura Orgánica 29782 MAG (2001) la finalidad del mismo es establecer directrices tendientes a regular la producción, elaboración y comercialización de productos agropecuarios orgánicos en Costa Rica, así como definir la normativa para las diferentes etapas de los procesos de producción y certificación de los mismos (p.3).

Además, establece que todo producto elaborado que desee comercializarse como orgánico, debe contener todos los ingredientes de origen agrario, producidos, importados u obtenidos de acuerdo al reglamento.

Asimismo, estipula que la empresa que se dedica a la comercialización de productos orgánicos, debe tener una certificación otorgada por una agencia certificadora acreditada ante la Dirección y realizar las funciones de lavado, clasificación, empaque, embalaje y almacenamiento, completamente separado de los productos obtenidos mediante el sistema de producción convencional; asimismo, debe de disponer de un sitio exclusivo para la ubicación de los productos en el punto de venta.

### **2.3 Vino Orgánico**

En el mundo de hoy existe una marcada tendencia y un gran gusto por volver a lo natural y a lo orgánico.

Según Anex-Dit-Chenaud (2014), El vino no está ajeno a esta tendencia. Los países productores se esmeran, con más o menos facilidad, por producir representantes que se enmarquen dentro de este tipo de productos y que, a la vez, satisfagan los exigentes paladares de sus consumidores.

También menciona que los vinos elaborados a partir de frutas cultivadas orgánicamente son los que no utilizan pesticidas, herbicidas ni fertilizantes sintéticos, pues obtienen los nutrientes y elementos básicos para el desarrollo a partir de fuentes naturales y sostenibles.

## 2.4 Generalidades de la mora

La mora es una de las frutas que se producen, en suficiente cantidad en Costa Rica que bien puede ser aprovechada para dar origen a otros productos, lo único que se debe hacer es tener el conocimiento idóneo para cosecharla por su delicadeza.

Según Castro y Cerdas (2005) “entre las frutas más delicadas y perecederas se encuentra el grupo de las bayas, al cual pertenece la mora, fruta muy succulenta por su gran contenido de agua; esta requiere un manejo muy cuidadoso desde el momento de su cosecha” (p.51).

La mora es de bajo valor calórico por su escaso aporte de hidratos de carbono, son especialmente ricas en vitamina C, tienen cantidades mayores que algunos cítricos. En general, las bayas silvestres son buena fuente de fibra; que mejora el tránsito intestinal, y de potasio, hierro y calcio, taninos de acción astringente y de diversos ácidos orgánicos. Sin embargo, lo que en realidad caracteriza a estas frutas es su abundancia de pigmentos naturales (antocianos y carotenoides) de acción antioxidante.

En la alimentación humana, este tipo de frutas constituyen una de las fuentes más importantes de antocianos, que les confieren su color característico y que están junto con ácidos orgánicos tales como el ácido oxálico o el ácido málico, responsables también de su sabor. Además, posee un pH bajo (2,9-3,1) y °Brix entre 9 y 12% (Salvatierra, 2011, p. 17).

En Costa Rica existen varios tipos de mora que son explotadas comercialmente. Están las que corrientemente se denominan “criollas”, tales como la mora de “vino”; este tipo de mora es de buen tamaño, color rojo oscuro casi negro, buen sabor y resistente al manejo.

Este tipo de mora tiene un porcentaje de acidez de 2,9 y °Brix de 8,94. Además, pertenece a la familia Rosácea y al género Rubus. Esta fruta se produce principalmente en las partes altas de Costa Rica. “Los mayores volúmenes proceden de Dota, El Guarco, León Cortés y partes altas de Pérez Zeledón” (Castro y Cerdas, 2005 p. 14).

## **2.5 Método artesanal para fabricación de vino de frutas**

Para la elaboración del vino se cuenta con grandes fábricas que emplean tecnología de alto costo, no obstante, con capacitación y contando con la fruta puede también desarrollarse a nivel artesanal.

De acuerdo con González (2013), puede definirse el término artesanal como “aquello perteneciente al arte u obra de los que realizan un oficio meramente mecánico y trabajan por cuenta propia.”

Con esta definición se deduce que la elaboración de vinos hechos a mano y con técnicas tradicionales se puede definir como artesanal o llamada también elaboración casera.

Asimismo, hace énfasis en que los vinos de fruta, al ser avasallados por el vino tradicional de uva, continúan elaborándose de manera artesanal en muchos lugares del mundo y son apreciados celosamente por sus entusiastas seguidores.

Es así como la elaboración de vinos de frutas no está circunscrita rigurosamente a los criterios señalados de artesanía puesto que la metodología implícita conlleva a la utilización de modernas técnicas de análisis de materia prima, de tratamientos de producto final, entre otras; que son indispensables para lograr un producto de calidad (González, 2013).

## 2.6 Principales componentes químicos del vino

El vino de uva o de otra fruta está formado por distintos componentes químicos, esta conformación se ha conocido en los últimos 150 años, desde que Pasteur hizo los primeros estudios sobre la fermentación alcohólica del mosto, originada por las levaduras. La complejidad del vino se manifiesta cuando se le somete a análisis físicos, químicos, microbiológicos y sensoriales. Estas investigaciones han permitido identificar, hasta la fecha, cuatrocientos componentes diferentes. Los principales componentes según Arce 2011 son:

**a) Agua:** Es el componente mayoritario del vino, representando alrededor del 85% en volumen. Se trata de agua biológica pura. Esta pureza ha de tenerse en cuenta desde el punto de vista potabilidad, como desde el punto de vista bacteriológico, pues su pH es en sí mismo un factor limitante para el crecimiento de microorganismos.

**b) Alcohol etílico o etanol:** Representa un 10 -14% de la composición del vino, siendo el segundo componente desde el punto de vista cuantitativo. Se origina por la fermentación de los azúcares de la fruta (glucosa y fructuosa). Actúa como soporte de los componentes aromáticos del vino, tiene un ligero sabor dulce.

**c) Glicerina o glicerol:** Es el tercer componente de los vinos. Tiene sabor ligeramente dulce y transmite al vino cuerpo, consistencia y suavidad. Las concentraciones normales oscilan entre 5 y 15 gramos por litro.

**d) Otros alcoholes:** Ya en concentraciones inferiores a 1 gramo por litro se encuentran otros alcoholes cuyo número es muy elevado, que dan lugar a la formación de esteres que participan en el aroma de los vinos.

**e) Ácidos:** Se debe distinguir entre los ácidos que ya se encontraban en la uva o la fruta y los originados en la fermentación.

**f) Ácidos procedentes de la fruta:** Acido Tartárico, Málico y Cítrico.

**g) Ácidos originados en la fermentación:** Ácido Láctico, Succínico y Acético.

**h) Ácido tartárico:** Es un ácido fuerte por lo que influye mucho en el pH. Su concentración disminuye en el vino por precipitación en forma salificada, provocada por el enriquecimiento en el alcohol y descenso de la temperatura.

**i) Ácido málico:** Es el ácido más extendido del reino vegetal. Se encuentra en las hojas y frutos.

**j) Ácido cítrico:** Se encuentra en el vino entre 100 y 300 mg/litro. Al igual que el málico, el ácido cítrico es fácilmente metabolizable por las bacterias, por lo que en vinos que hacen la fermentación mala láctica suelen desaparecer.

**k) Ácido succínico:** Es un ácido formado por las levaduras que acompañan siempre a la fermentación del azúcar. Su sabor es una mezcla de gustos ácidos, salados y amargos. Proporciona a las bebidas fermentadas ese gusto específico que les es común (sabor vinoso).

**l) Ácido láctico:** Tiene su origen en las fermentaciones. Los contenidos oscilan entre los 0,2 y los 3 más gramos por litro, según los vinos que hayan hecho o no la fermentación mala láctica.

**m) Ácido acético:** Es un producto secundario normal de la fermentación alcohólica. La cantidad formada así varía de 0,15 a 0,6 gramos por litro, dependiendo de la composición del mosto: pH, azúcares y de las condiciones de la fermentación.

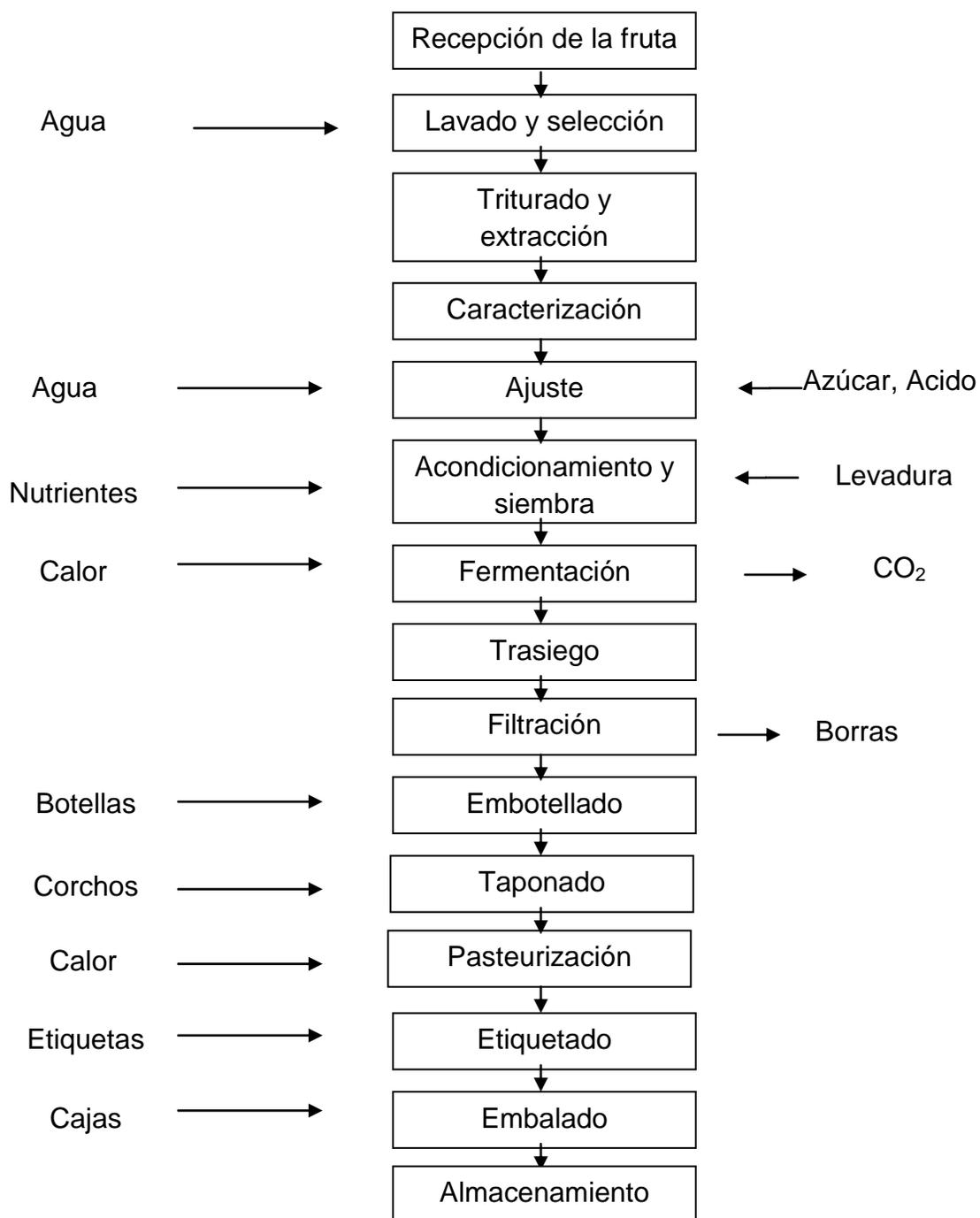
El vino contiene de 2 a 4 gr/litro de estas sustancias, obviamente tiene sabor salado. Los principales componentes de las sales del vino son: fosfatos, sulfatos, cloruros, sulfitos, flúor, silicio, yodo, bromo, boro, zinc, entre otros.

**n) Sustancias volátiles y aromáticas:** Son los componentes de aroma y bouquet de los vinos. En la actualidad hay identificadas alrededor de 500 sustancias como componentes de aroma. Fundamentalmente pertenecen a cuatro familias, ácidos, alcoholes, aldehídos, ésteres.

## **2.7 Proceso de elaboración artesanal de vino de frutas**

El siguiente diagrama de flujo representa el proceso de elaboración artesanal de vino de frutas (Figura 2).

**Figura 2.** Flujo de proceso para la elaboración de vino de frutas



Fuente: González, (2013)

### 2.7.1 Descripción del proceso de elaboración artesanal de vino de frutas

Para la elaboración artesanal de vino de frutas se debe llevar un rigor en los pasos a seguir.

En este caso, González (2013), recomienda los siguientes pasos a seguir para la elaboración de vino artesanal de frutas:

**a) Recepción de la materia prima:** La materia prima, fruta entera o pulpa, es recibida en el local de elaboraciones proveniente de las empresas proveedoras o de cultivos propios. Puede ser ingresada a la línea de inmediato o llevada a refrigeración para posterior procesamiento.

**b) Lavado y selección:** Cuando la materia prima consiste de frutas entera, es necesario en la mayoría de los casos un proceso de lavado y selección. Con ello se eliminarán los restos de tierra, insectos, frutos sobre maduros y se reducirá la carga microbiana autóctona del fruto que puede eventualmente entorpecer el proceso de fermentación. Es común que la selección, cuando es manual, sea realizada al mismo tiempo que se produce el lavado. En el ámbito artesanal pueden ser empleados los dos métodos más sencillos: el de lavado por aspersión o lavado por inmersión.

**c) Triturado y extracción:** La manera de obtener el jugo obviamente dependerá de la fruta con la cual se esté trabajando. Algunos, como la fresa, mora o uva son simplemente triturados. Otros, como el maracuyá y la naranja deben ser sometidos a una extracción manual o mecánica del jugo. También puede requerirse un pelado y troceado, como es el caso de la papaya, durazno o mango.

**d) Caracterización:** Esta es la etapa fundamental en la fabricación de vinos de fruta, por cuanto de ella depende la transformación que se haga

del jugo de frutas para modificar su composición y así equipararla con la del jugo de uva.

En la caracterización de un jugo de frutas destinado a la elaboración de vino deben realizarse dos análisis fundamentales e imprescindibles. Estos análisis son medición de acidez total y medición de contenido de azúcar. Una vez obtenidos estos valores, será posible saber cuál es el ajuste que debe realizarse al jugo para aproximarlos a los valores ideales para el desarrollo de la levadura y por tanto una correcta fermentación.

Algunas pulpas requieren la adición de agua para ser extraídas, por lo que deberá considerarse la realización de estos dos ensayos básicos tanto antes de la extracción como luego de ella.

La determinación de acidez y de contenido de azúcar son ensayos químicos relativamente sencillos que, con una buena preparación, pueden ser realizados por personal no especializado.

A continuación, se describirán dichos procedimientos:

## **1. Medición de acidez**

De los dos análisis que se deben realizar, la medición de la acidez es quizás el que puede resultar menos simple debido a algunos cálculos que se deben efectuar. Esta se lleva a cabo mediante el procedimiento denominado "Titulación ácido-base". Se requieren un par de reactivos químicos (solución hidróxido de sodio o potasio y solución de fenolftaleína o azul de bromotimol) y una bureta de 10 ml, soporte universal y matraz de 250 ml.

### **1.1. Procedimiento:**

Llenar la bureta de 10 ml con solución de hidróxido. En el matraz colocar 10 ml de muestra (jugo), unos 50 ml de agua preferiblemente destilada y 5 gotas

de solución de fenolftaleína. Agitando constantemente la muestra, dejar caer gota a gota la solución de hidróxido hasta que aparezca un color rosa pálido. Anotar el volumen empleado de solución de hidróxido. Si el color de la muestra es un color rojo muy intenso, sustituir la fenolftaleína por azul de bromotimol.

Cálculo:

$$\text{Acidez} = \text{al volumen de la solución de hidróxido empleado} \times \text{factor equivalente}$$

El factor equivalente es un factor que dependerá del ácido que se está determinando y por tanto de la fruta que origino el jugo de la muestra. Los valores se detallan a continuación:

Ácido	Factor Equivalente
Cítrico (la mayoría de las frutas)	0,64
Tartárico (uva, tamarindo)	0,75
Málico (manzana)	0,67

Este valor final de acidez obtenido mediante la fórmula expresa la cantidad de gramos de ácido que hay en cada litro de jugo o pulpa.

Téngase en cuenta que la fórmula es aplicable solo a las condiciones descritas anteriormente (10 ml de muestra y las soluciones indicadas). Para otras condiciones los cálculos son diferentes).

## 1.2 Medición del contenido de azúcar

La medición de este parámetro es importante por cuanto de ella depende la exactitud del contenido de alcohol que tendrá el vino. La medición directa del contenido de azúcar en un jugo, con fines de acondicionamiento resulta laboriosa y poco práctica. Por ello se prefiere la determinación de los sólidos solubles, que,

en las frutas, están presentados mayormente por azúcar. Los sólidos solubles pueden ser medidos usando un hidrómetro o un refractómetro.

### 1.2.1 Hidrómetro

Llenar un cilindro transparente de 250 ml en sus 3 / 4 partes con la muestra. Introducir el hidrómetro y dejar flotar libremente evitando que toque las paredes. Este debe estar perfectamente limpio y libre de grasa. Observar el punto donde la superficie del líquido corta la escala en el vástago saliente. Los ojos deben estar a la altura de la superficie del líquido para una correcta observación.

### 1.2.2 Refractómetro

Colocar dos o tres gotas de la muestra en el prisma del instrumento. Cerrar la tapa, orientar el instrumento hacia una fuente luminosa y observar a través de la mirilla (ocular) el punto donde la sombra corta la escala.

**e) Ajuste:** Una vez realizada la caracterización de la materia prima mediante la medición de acidez y contenido de azúcar, se debe preparar el jugo para someterlo a fermentación. El jugo reservado para este fin es llamado mosto. Los valores óptimos que se deben lograr en el mosto son precisamente los del jugo de uva. Estos valores son los siguientes:

Acidez: aproximadamente 5,5 g/l

Azúcar: aproximadamente 21%

Con estos valores se logra una fermentación sana, un contenido de alcohol máximo y un sabor adecuado en el producto final.

### **Corrección del exceso de acidez**

Una acidez excesiva del mosto resulta en un ambiente hostil para la levadura y por lo tanto la fermentación será pobre y defectuosa, además de producir un vino de sabor punzante. De ahí la necesidad de reducirla a valores favorables. Esta reducción puede ser realizada mediante la adición de agua.

Simplemente se agrega agua al jugo en una cantidad tal que la acidez se vea reducida al valor deseado.

$$\text{Volumen final de jugo} = \text{Volumen Inicial del jugo} \times (\text{acidez en g/l} / 5,5\text{g/l})$$

### **Corrección de falta de acidez**

La acidez deficiente en un vino hace que este sea más vulnerable al ataque microbiano y por ende a hacerse más propenso a su descomposición. De ahí la necesidad de corregirla a su valor máximo sin llegar a dañar la levadura.

En este caso la corrección se reduce a adicionar al jugo la cantidad de ácido que se necesita para alcanzar el valor óptimo de 5,5g/l.

$$\text{Cantidad de ácido a agregar} = 5,5\text{g/l} - \text{acidez del jugo en g/l}$$

### **Corrección de falta de azúcar**

Al igual que para la acidez, esta corrección se limita a adicionar la cantidad de azúcar necesaria para alcanzar el valor óptimo de fermentación.

$$\text{Cantidad de azúcar a agregar} = 21\% - \% \text{ de azúcar en el jugo}$$

### **Corrección del exceso de azúcar.**

Esta es una situación poco frecuente, pero, si se diera la circunstancia, deberá procederse a diluir el jugo con el mismo criterio de la acidez, solo que el factor de dilución será calculado con base en el porcentaje de azúcar.

En cualquiera de los dos casos que deba corregirse el contenido de azúcar, bien sea por exceso o por defecto será necesario reajustar nuevamente el contenido de ácido. Esto se hace imprescindible por cuanto al agregar una cantidad de azúcar, se produce un aumento de volumen del jugo y por tanto una ligera disminución de acidez.

### **Relación azúcar/alcohol**

El valor óptimo de la concentración de azúcar para la fermentación debe ser de 21%. Esto se debe a que esa cantidad produce aproximadamente el 12% de alcohol que se encuentra en la mayoría de los vinos. Y esto no es fortuito, simplemente a concentraciones mayores, la actividad de la levadura comienza a extinguirse.

Además, los vinos con concentraciones de alcoholes menores al 10% comienzan a ser vulnerables al ataque microbiano, por lo que se recomienda diseñar vinos de frutas con contenido alcohólico entre 10% y 12% para asegurar la estabilidad microbiológica.

**f) Fermentación:** Constituye a la fase central en la elaboración de todo vino. Es el proceso en el cual un hongo microscópico, la levadura, transforma el azúcar en alcohol (etanol) y gas (CO<sub>2</sub>). Esta etapa consta de tres etapas básicas: acondicionamiento, siembra y control.

**g) Acondicionamiento:** Al mosto se le agregan los nutrientes fundamentales que la levadura requiera, estos pueden ser vitamina B<sub>1</sub> y una fuente de nitrógeno (sales de amonio). Además, con la finalidad de evitar que se desarrollen levaduras y bacterias indeseables se pueden

añadir sulfitos en forma de metabisulfito de potasio (o de sodio), el cual constituye al antiséptico más empleado en la enología.

Las proporciones a utilizar de los diferentes agentes varían según el tipo de fruta que se está utilizando, de las características del vino que se desea obtener y hasta de las condiciones ambientales (Tabla 1).

**Tabla 1. Agentes utilizados en la elaboración de vinos**

Agente	Concentración
Vitamina B <sub>1</sub> (Tiamina)	0,6 mg/l
Fosfato de amonio	20 mg/l
Metabisulfito	100 mg/l

Fuente: González, (2013)

**h) Siembra:** El jugo de la fruta acondicionado, es sometido a la acción fermentadora de hongos microscópicos conocidos como levaduras, siendo este proceso se obtendrán como productos: alcohol (etanol), gas carbónico y los componentes aromáticos característicos del vino.

La levadura que actuará en el mosto se puede agregar en forma de inóculo o como “pie de cuba”. En el primer caso, se utiliza como cultivo seleccionado adquirido comercialmente. En el segundo caso, parte de un mosto en plena fermentación es agregado a otro que aún no la ha iniciado.

A las pocas horas de agregada la levadura inicia la fermentación, lo cual se hace evidente por la turbulencia que ocasiona la intensa producción de gas.

**i) Trasiego:** Luego de ser agotado el azúcar del mosto, se inicia una sedimentación espontánea de las partículas hasta entonces mantenidas en suspensión como son las levaduras, los restos de fruta, proteínas y pectinas. Estas partículas forman las llamadas “borras” y en poco tiempo la descomposición, y la autólisis de las levaduras, imparten al vino un sabor

desagradable. Con el fin de evitar el contacto prolongado con estas borras, el vino sobrenadante deberá ser trasegado a diferentes envases contenedores teniendo cuidado de no arrastrar dichas borras.

**j) Filtración:** El vino trasegado es sometido al proceso de filtración para alcanzar así su apariencia final. Esta etapa es imprescindible, de ella dependerá la apariencia final del vino. La manera más común de filtrar el vino es con un filtro de placas y marcos (filtro prensa), cuyo medio filtrante consiste de láminas de celulosa o cartón poroso separadas por marcos de metal. Estas palcas pueden ser de diferentes grados: grueso para eliminar sedimentos mayores; medio, para eliminar levaduras y partícula pequeñas; y finas para eliminar bacterias. Con este último se logra la máxima brillantez del vino y un efecto esterilizante.

**k) Embotellado:** El embotellado en elaboraciones artesanales es generalmente de forma manual, cuidando siempre la salubridad del proceso. Pueden emplearse botellas de vidrio o de plástico (PET). Las primeras, aunque más fáciles de adquirir y costosas, protegen al vino de foto-oxidaciones. Mientras que las segundas disminuyen los costos del producto, son livianas e irrompibles, pero pueden llegar a ocasionar foto-oxidaciones.

**l) Taponado:** El vino, al igual que otras bebidas, puede ser taponado con cualquiera de los innumerables sistemas de cerramiento que existen en el mercado. Pero para la industria vinícola el tapón de corcho es el más popular. Existe el tapón de corcho natural o aglomerado; también los hay cónicos o rectos. Al utilizar el tapón de corcho como cierre para el vino se debe tomar en consideración que inevitablemente se debe disponer de una taponadora que permita su introducción correcta en la botella. Esta útil herramienta comprime el tapón mecánicamente para reducir su diámetro y lo desliza luego al interior de la botella donde se expande logrando un sellado perfecto.

Al utilizar el tapón de corcho como cierre para el vino se debe tomar en consideración que inevitablemente se debe disponer de una taponadora que permita su introducción correcta en la botella. Esta útil herramienta comprime el tapón mecánicamente para reducir su diámetro y lo desliza luego al interior de la botella donde se expande logrando un sellado perfecto.

En el ámbito artesanal se utilizan principalmente dos tipos de taponadoras, ambas de acción mecánica: la taponadora de doble palanca y la taponadora de piso.

La taponadora de doble palanca es similar a cierto modelo de descorchador muy común, pero en lugar de extraer el corcho lo introduce en la botella. Y la taponadora de piso permanece apoyada en el piso a manera de trípode y es accionada mediante una única palanca.

**m) Pasteurización:** En esta etapa de envasado es aconsejable un tratamiento térmico del vino para evitar que sea atacado por bacterias y otros microorganismos. Con este fin puede ser sometido a una pasteurización sumergiendo parcialmente las botellas llenas y cerradas, en agua hirviendo por unos 4 minutos y pasándolas luego por agua a temperatura ambiente para enfriarlas rápidamente.

**n) Etiquetado:** Se adhiere a la botella una etiqueta con la información requerida por el consumidor, la cual es fijada en la superficie recta de la botella. Se puede utilizar etiquetas impresas en papel autoadhesivo.

**o) Embalaje:** El embalaje tiene la finalidad de proteger el producto de diversos daños que puede sufrir durante todo el proceso de comercialización. En el caso de los vinos el empaque por excelencia es la caja de cartón corrugado para doce botellas. Estas cajas vienen acompañadas de separadores que son piezas del mismo material de la caja que envuelven las botellas a manera de retícula para evitar que se golpeen unas contra otras durante el transporte.

**p) Almacenamiento:** Es conveniente que el vino de frutas recién elaborado y embotellado sea mantenido en guarda por unas dos a tres semanas para que reduzca su aspereza. Sin embargo, resulta inútil y hasta contraproducente un envejecimiento por largos periodos, pues el vino de frutas es un vino que, por sus características, debe ser consumido fresco

## **2.8 Materiales para la vinificación**

Los vinicultores utilizan materiales durante el proceso de elaboración del vino para mejorar la calidad y las características del mismo. “Estos añaden diferentes materiales a este proceso durante su producción. Estas adiciones se hacen deliberadamente para mejorar el color, la claridad, la estabilidad o la calidad general del vino” (Eisenman, 1998).

Algunos de estos son:

- A. La Bentonita: elimina el exceso de proteínas y evita que las proteínas formen una nube en el vino embotellado.
- B. Dióxido de azufre: ayuda a controlar el crecimiento de microorganismos y reduce los efectos de la oxidación.
- C. Ácido cítrico: ampliamente utilizado en el vino y se usa para aumentar la acidez y mejorar el equilibrio ácido.
- D. Meta bisulfito de potasio: se utilizan para controlar los microbios en el vino y reduce la oxidación de este.
- E. Sorbato de potasio: utilizado para estabilizar el vino que contiene azúcar residual, impidiendo la reproducción de la levadura.

F. Enzimas pectinasas: se usan para aumentar el nivel de extracción del jugo de la fruta, facilita la clarificación de los mostos y la filtración del vino.

## **2.9 Uso de enzimas en enología**

Según Rincón (2007) las pectinasas obtenidas a partir de extractos vegetales o de mohos se utilizan “en las industrias alimenticias para la clarificación de jugos de frutas, vinos, vinagres, jarabes y gelatinas que contienen sustancias pécticas en suspensión. La adición de pectinasas a frutas maceradas ayuda a la extracción del jugo y produce vinos de fácil clarificación” (p.19).

Actualmente, todos los consumidores apuestan por adquirir productos con altos índices de calidad e inocuidad; y debido a esto la industria vinícola también se ha preocupado por brindar a sus clientes, vinos con estándares de calidad superiores, es así que ha surgido el uso de enzimas en la enología, ya que han sido de suma importancia porque se logran obtener vinos con un alto rendimiento final en volumen y con características organolépticas que conducen a un producto de excelentes atributos.

Según Carbonell, 1970 (citado por Guano, 2010) “las enzimas son catalizadores biológicos que modifican la marcha de una reacción” (p.23).

### **2.9.1 Enzimas pectolíticas**

De acuerdo al catálogo Lallemand, 2009 (citado por Guano, 2010), “la mayoría de las enzimas utilizadas en enología son pectinasas obtenidas de microorganismos no patógenos (ej: *Aspergillus Niger*) que han sufrido modificación genética, que han fermentado sustratos de origen vegetal” (p.24).

Según Rincón (2007) las pectinasas obtenidas a partir de extractos vegetales o de mohos se utilizan “en las industrias alimenticias para la clarificación de jugos de frutas, vinos, vinagres, jarabes y gelatinas que contienen sustancias pécticas en suspensión. La adición de pectinasas a frutas maceradas ayuda a la extracción del jugo y produce vinos de fácil clarificación” (p.19).

El uso de enzimas pectolíticas (pectinasas) es esencial para hidrolizar las pectinas del mosto.

Para Malajovich, s.f. la pectina es:

Un carbohidrato vegetal complejo que forma parte de las células, y también se encuentra dentro de ellas. En contacto con los líquidos, la pectina tiene la capacidad de absorber agua y formar gel. Numerosos microorganismos producen pectinasas, que son enzimas que degradan la pectina. Como la pectina forma parte de la pared vegetal y de la lamela mediana entre las células adyacentes, su degradación favorece la descomposición natural de los vegetales. En la producción industrial de jugos de frutas y vegetales, la pectina debe ser eliminada debido a su capacidad de retener líquidos y enturbiar el producto. Por su acción pectinolítica, las pectinasas liberan el jugo retenido en la pectina de las paredes celulares vegetales, aumentando el rendimiento de extracción del jugo y mejorando su calidad. También facilitan la clarificación de vinos y cervezas. (p.1)

Según Palacios, et al. (s.f) “entre las pectinasas, se distinguen las actividades: poligalacturonasa (PG), pectin-esterasa (PE) y actividad pectinliasa (PL). El modo de acción de estas enzimas y su interés enológico ya ha sido descrito con anterioridad”.

La actividad pectinasa degrada exclusivamente la pectina. Es necesaria para la clarificación del mosto, ya que las pectinas mantienen en suspensión otras partículas que se desean eliminar del mosto para la obtención de vinos blancos y rosados de calidad. Esta acción es también importante durante la maceración de tintos, porque participa en la ruptura de la pared de las células vegetales y permiten una mayor salida de color y aromas.

Existen tres actividades diferentes:

- a) **Poligalacturonasa PG:** rompe la pectina de bajo grado de metilación. Se distinguen: Endo-PG y Exo-PG según la zona de ataque en la cadena pectídica.
- b) **Pectín-esterasa PE:** rompe los enlaces del grupo metilo de los ácidos glucurónicos esterificados.
- c) **Pectín-liasa PL:** rompe las cadenas de pectina de elevado grado de metilación.

Bajard, et al. 2006, menciona que al degradar la pectina, las pectinasas ofrecen un cierto número de ventajas tecnológicas evidentes, como la aceleración de las etapas de pre fermentación: clarificación y prensado, así como un aumento de los rendimientos del jugo, y por consiguiente una mejora global de la calidad de los mostos.

Al fragilizar las paredes celulares de la pulpa y al hidrolizar la pectina soluble, las enzimas de maceración en blanco permiten facilitar la liberación de los jugos, así como aumentar los rendimientos de gota, y todo ello evitando las presiones demasiado fuertes.

En resumen las pectinasas utilizadas en enología aportan numerosas ventajas al vinificador tales como la aceleración del desfangado, aumento del rendimiento en jugo, mejora de la difusión de los compuestos fenólicos y precursores de aromas, mejora de la estabilidad del color, flexibilización de la estructura, aumento de la proporción de compuestos aromáticos o también la mejora de la filtrabilidad de los vinos. (Bajard, et al. 2006).

### **2.9.2 Factores que influyen en la eficacia de las enzimas pectolíticas**

Existen elementos que afectan el buen funcionamiento de las enzimas pectolíticas utilizadas en la fabricación de vino. Estos son:

## **Temperatura del mosto**

Las bajas temperaturas tienen dos consecuencias principales “la mayor viscosidad del mosto, con el que se ralentiza la sedimentación de partículas y la reducción de la actividad enzimática. Por eso, la dosis de enzima debe adaptarse a la función de la temperatura” (Guano, 2010, p.26).

## **pH del mosto**

El pH óptimo para la actividad de las pectinas es alrededor de 4.50, un valor que no es muy común en los mostos, así, a mayor pH, la reacción enzimática es más rápida. Con pH bajos (< 3,20); la actividad enzimática se reduce, por lo que es importante aumentar la dosis de enzima. Sin embargo, con pH superiores a 3,60-3,70; las enzimas funcionan bien, pero la sedimentación de las partículas no se produce fácilmente (Guano, 2010, p.26).

## **2.10 Propiedades sensoriales del vino**

Las enzimas ayudan mejorar la calidad de los vinos, no solo en apariencia, sino que colaboran en la generación de compuestos aromáticos y potencializan los sabores. Para describir un buen vino debe mostrarse un conjunto armónico entre el aspecto, aroma y sabor.

De acuerdo con Christaki y Tzia, 2002 (citado por Scheihing, 2005) durante todo el proceso, las frutas, el mosto y el vino son a varios peligros y riesgos con respecto a su calidad. Estos peligros se relacionan con la apariencia, aceptabilidad, gusto, sabor, color, componentes (alcohol, ácidos) y características importantes del producto para la aceptabilidad del consumidor.

Según González, 2002 (citado por Scheihing, 2005) es importante mencionar que:

El aspecto visual ya que cada vez cobra más importancia en la calidad de los productos alimenticios por su clara y directa incidencia sobre la aceptación y

preferencia de los consumidores. El vino no es ajeno a esta situación, por lo que su aspecto visual se hace más importante sobre todo a medida que el consumidor es más exigente y adquiere más conocimientos sobre el producto. Es evidente que factores como la limpidez (brillo, transparencia, entre otros) y color, en su sentido más amplio, son las características visuales más importantes de los vinos, y todas ellas están estrechamente ligadas a los compuestos fenólicos que posea el vino en cuestión. (p.10)

### **2.11 Factores que afectan la calidad del vino.**

La calidad del vino puede ser afectada por diversos factores, los cuales deben ser controlados durante el proceso de elaboración de vino, para garantizar un producto final con las características idóneas.

Según Aladren et al 1999 (citado por Scheihing, P. 2005) “la graduación alcohólica, la acidez, la fracción aromática y polifenólica, así como el color y el pH son los parámetros más importantes que definen la calidad del vino” (pp. 10-11).

Sin embargo, existe otro factor que afecta la calidad de vino durante su proceso de fabricación, como se menciona a continuación:

Loureiro et al, 2003 (citado por Scheihing, 2005) menciona que:

Otro factor que afecta la calidad del vino son los residuos microbianos, principalmente en el caso de las bebidas fermentadas, en que los metabolitos producidos preferentemente contribuyen al sabor, aroma, y gusto del producto final. Sin embargo, una pequeña fracción de estos residuos puede producir alteraciones que no son fácilmente definibles o atribuibles a un residuo u otro. (p.11)

Otro aspecto importante es la proteína del vino, la cual ayuda a dar consistencia al mismo, pero esta puede afectar la calidad de mismo.

Por otra parte, Ferreira et al. 2002 (citado por Scheihing, 2005, p.11) señala que si bien es cierto las “proteínas del vino contribuyen en cierta medida en la sensación de “cuerpo” del vino, asumen también una importancia tecnológica y económica considerable porque afectan enormemente la claridad y estabilidad del vino y por consiguiente la calidad”.

El pH afecta fuertemente propiedades importantes del vino, incluyendo el color, la oxidación, la estabilidad química y biológica. Aunque el pH depende del contenido total de ácido, otros factores como el contenido de potasio influyen en el pH y debido a esto el pH no está directamente relacionado la acidez "titulable"

El pH mide la cantidad de iones de hidrógeno presentes en la solución. En consecuencia, el valor pH refleja la cantidad de ácido presente, la fuerza de los ácidos y el efecto de los minerales en el vino. El pH del vino depende de tres factores principales:

- a) La cantidad total de ácido presente.
- b) La relación de ácido málico y ácido tartárico.
- c) La cantidad de potasio presente.

La estabilidad química y biológica del vino es muy sensible al pH por eso se recomienda manejar valores de pH en un rango de 3,0 a 3,5 (bajos) además vinos con valores bajos de pH, por lo general tienen mejores cualidades visuales.

El oxígeno es enemigo del vino. El oxígeno está siempre presente en el aire y se mantiene listo para reaccionar con el jugo. El jugo de las frutas contiene una considerable variedad de sustancias y muchas de estas se ven afectadas negativamente por la oxidación. Olores y sabores desagradables se pueden producir cuando se oxidan estas sustancias.

Asimismo, la calidad del vino también se ve influenciada por el proceso de fermentación, ya que esta es la etapa central del proceso de elaboración.

## 2.12 Fermentación alcohólica

La fermentación alcohólica es la base fundamental del proceso de fabricación de vino, debido a que en esta etapa se desarrollan las características sensoriales del vino.

Carbonell, 1970 (citado por Andrade, 2009, p.28) alude que “Pasteur, uno de los mayores genios de la humanidad, con sus experiencias llenas de minuciosos detalles, sentó los principios de las confusas causas de la fermentación estableciendo que eran debidas a la acción directa de seres microscópicos”.

El vocablo fermentación tan solo significa (en su origen) un simple burbujeo motivado por el desprendimiento de gases. Gay-Lussac amplió el significado definiéndola como la escisión de un azúcar en un alcohol y dióxido de carbono. Asimismo, menciona que, bioquímicamente, fermentación es el conjunto de transformaciones químicas que se experimentan por la acción de seres microscópicos en un sustrato orgánico.

Según Kretschmar, 1961 (citado por Andrade, 2009, p. 29) “la fermentación alcohólica es el desdoblamiento del azúcar en alcohol y dióxido de carbono, como consecuencia de la vida y desarrollo de un organismo particular, el fermento alcohólico o levadura”

El principal objetivo de la fermentación es convertir el azúcar disponible en alcohol y dióxido de carbono, para obtener un producto con un grado alcohólico y características propias de este tipo de bebidas.

De acuerdo con Grainger, 2005 (citado por Coronel, s.f) define el proceso de fermentación alcohólica como:

El proceso de fermentación alcohólica, es el proceso que tiene por finalidad lograr la transformación de un mosto azucarado, hasta un producto alcohólico, en un medio anaerobio y por la acción de la levadura,

con la presencia de nutrientes, temperatura, pH y acidez óptima, de manera que la levadura pueda actuar correctamente sobre los azúcares y la fermentación sea correcta. Los azúcares presentes en la pulpa de las frutas son glucosa y fructosa esencialmente. Durante la fermentación, las levaduras producen enzimas y estas convierten los azúcares en alcohol etílico y dióxido de carbono en una proporción similar y además libera calor. (p.60)

La fermentación alcohólica es una biorreacción que permite degradar azúcares en alcohol y dióxido de carbono. La conversión se representa mediante la ecuación:



Las principales responsables de esta transformación son las levaduras. La *Saccharomyces cerevisiae*, es la especie de levadura usada con más frecuencia (Dacosta, et al, 2007).

Según Acosta (2012) existen algunos factores que influyen en el desarrollo de las levaduras tales como:

La temperatura, el pH y la concentración de nutrientes influyen directamente en el desarrollo de las levaduras y su efecto no siempre puede reflejarse dentro de una expresión meramente matemática ya que afecta el comportamiento general del sistema celular, alterando a su vez las características no solo fisicoquímicas sino sensoriales del producto final (p.10).

Las fermentaciones se monitorean cuidadosamente para saber si el azúcar se está convirtiendo en alcohol a una tasa razonable y para poder detectar problemas a tiempo, como lo son las paradas de fermentación las cuales pueden darse por las siguientes razones: "falta de nitrógeno, la falta de un nutriente esencial para la levadura, el uso de la levadura dañada, temperaturas excesivamente bajas o altas" (Eisenman, 1998).

### 2.12.1 Factores que influyen en el proceso de fermentación

En la fermentación se deben controlar, rigurosamente, varios factores que afectan dicho proceso.

Según Coronel, (s.f, p.61) los factores que intervienen el proceso de fermentación son los siguientes:

- A) **Grados Brix:** El mosto para fermentación alcohólica debe tener poseer entre 16 y 20 °Brix, pues si los °Brix son muy bajos el grado alcohólico obtenido será pobre, por lo contrario si los °Brix son muy altos la fermentación no se efectúa, pues la presión osmótica que se ejerce sobre las levaduras es grande y no permite que actúen sobre los azúcares.
- B) **pH:** La levadura trabaja mejor en medio relativamente ácido por lo que el pH debe mantenerse entre 3.4 y 3.5, por lo que deberá ajustarse el mosto a este requerimiento.
- C) **Temperatura:** La temperatura durante la fermentación debe controlarse pues en el proceso fermentativo se produce un relativo aumento de esta, ya que la descomposición de los azúcares produce una reacción exotérmica; es decir, con desprendimiento de calor. La temperatura óptima para la fermentación oscila entre 24 y 32°C siendo 27°C la más adecuada. Si la temperatura es muy baja la fermentación es lenta, si la temperatura excede de los 35°C disminuye la acción de las levaduras y si esta aumenta por encima de los 40 el proceso se puede detener.
- D) **Levadura:** *Saccharomyces cerevisiae*, género elíptico, se puede utilizar levadura panadera en bloque, si es seca activa debe activarse en agua a 20°C.

## **2.13 Levaduras del vino**

Uno de los elementos principales para el desarrollo del proceso de fermentación es la levadura, la cual cumple la función de transformar el azúcar en alcohol. 35°C disminuye la acción de las levaduras y si esta aumenta por encima de los 40 el proceso se puede detener.

Según Eisenman. (1998) “las levaduras del vino son organismos unicelulares de tamaño microscópico. Al igual que todos los organismos vivos, las levaduras necesitan energía para sobrevivir y la energía necesaria se obtiene mediante la metabolización de los azúcares de la fruta.”

Además de azúcar, las levaduras deben tener acceso a muchos otros nutrientes para reproducir nuevas células, pues como ser vivo necesita alimentarse para poder trabajar. Los nutrientes más importantes para las levaduras son el nitrógeno y el fósforo, para ello se debe utilizar la urea y el fosfato de amonio, el primero como suministro de nitrógeno y el segundo de fósforo.

La mayoría de las paradas de fermentación son causadas por deficiencias en el jugo de partida, en cuanto a los nutrientes necesarios para las levaduras o por temperaturas excesivamente altas o bajas.

Los vinos afrutados se embotellan y consumen cuando son jóvenes, ya que las levaduras pueden ocasionar efectos de variaciones sutiles de sabor y aroma.

### **2.13.1 Características de las levaduras**

Características importantes para las levaduras incluyen: la velocidad de fermentación, extracción de color, la cantidad de alcohol que producen, la tendencia a formar grumos, la cantidad de espuma generada, la producción de sulfuro de hidrógeno, entre otros.

La levadura está disponible en forma líquida y seca pero la levadura seca es mucho más fácil de manejar, almacenar y utilizar para los pequeños productores.

### **2.13.2 Levadura *Saccharomyces cerevisiae***

Estas levaduras inician con el proceso de fermentación una vez que entran en contacto con los azúcares del mosto de la fruta. Las levaduras autóctonas suelen ser de diferentes géneros y especies, pero solo una es capaz de llevar a cabo el proceso total de fermentación: su nombre es *Saccharomyces cerevisiae*.

Esta levadura posee características únicas, pues compite exitosamente con otras levaduras por nutrientes que se encuentran en el mosto a fermentar: tiene una gran capacidad de adaptación durante la fermentación a factores tales como temperatura, concentración de azúcares (grados Brix), tolera grandes concentraciones de etanol, algo que en condiciones normales para otras levaduras sería imposible y claro esto le ha dado una ventaja incluso de tipo evolutiva, que la hacen ser la levadura, por excelencia, en llevar a cabo las fermentaciones alcohólicas (Aguilar, 2014).

Sin embargo, aunque las levaduras silvestres existen desde el inicio de la fermentación, éstas no podrán sobrevivir durante todo el proceso fermentativo, debido a que “no podrán tolerar las concentraciones de etanol que irán incrementándose a lo largo del proceso, lo que le brindara una gran ventaja a la *S. cerevisiae* por su gran capacidad de tolerar concentraciones crecientes de etanol, que en el vino son entre 9%- 16%.” (Aguilar, 2014).

Diversos investigadores del área de la enología indican que es mejor utilizar levaduras comerciales, que, aunque propiamente son *S. cerevisiae*, son cepas que han sido aisladas de diferentes terruños alrededor del mundo por sus características, esto es, por su competitividad junto a otras levaduras, o bien porque mejoran el perfil aromático de los vinos, entre otros beneficios.

La *S. cerevisiae* posee la capacidad de separar los aromas que no están libres de azúcares y los libera durante la fermentación. Sin embargo, ella no es la única que posee la capacidad de aumentar el perfil aromático, a la fecha se han estudiado otras levaduras de ambientes vlnicos que han demostrado la capacidad de contribuir también a liberar aromas (Aguilar, 2014).

## **2.14 Fermentación completa**

Es importante conocer los parámetros que indican, cuando el proceso de fermentación se ha completado.

Según Aguilar (2014) “los productores tienen problemas para decidir cuando la fermentación se ha completado”. La fermentación está completa cuando se cumplen las siguientes tres condiciones:

- a) Todo el burbujeo se ha detenido.
- b) El Brix se ha reducido a menos de menos uno.
- c) Las lecturas del hidrómetro se han mantenido constantes durante varios días. Incluso cuando se han cumplido las tres condiciones, un poco de azúcar puede permanecer en el vino.

## **2.15 Métodos y Herramientas Estadísticas**

Los métodos y herramientas estadísticas son sumamente importantes para ejecutar este tipo de investigaciones para obtener resultados válidos y medibles.

### **2.15.1 Diseño Estadístico de Experimentos**

El diseño experimental es una guía para poder resolver un problema, mediante la aplicación de pruebas de ensayo.

Según Gutiérrez & de la Vara, (s.f) “en el campo de la industria es frecuente hacer experimentos o pruebas con la intención de resolver un problema o comprobar una idea (conjetura, hipótesis).”

Estos además indican que es común que estas pruebas o experimentos se hagan sobre la marcha, con base en el ensayo y error, apelando a la experiencia y a la intuición, en lugar de seguir un plan experimental adecuado que garantice una buena respuesta a las interrogantes planteadas.

También mencionan que algo similar ocurre con el análisis de los datos experimentales, en el cual más que hacer un análisis riguroso de toda la información obtenida y tomar en cuenta la variación, se realiza un análisis informal, “intuitivo”

Estos mencionan que el diseño estadístico de experimentos es precisamente la forma más eficaz de hacer pruebas. El diseño de experimentos consiste en determinar cuáles pruebas se deben realizar y de qué manera, para obtener datos que, al ser analizados estadísticamente, proporcionen evidencias objetivas que permitan responder las interrogantes planteadas, y de esa manera clarificar los aspectos inciertos de un proceso, resolver un problema o lograr mejoras.

“El diseño de experimentos (DDE) es un conjunto de técnicas activas, es decir que no esperan que el proceso mande las señales útiles, sino que éste se “manipula” para que proporcione la información que se requiere para su mejoría” (Gutiérrez & Vara, de la s.f).

## 2.15.2 Herramientas estadísticas

Es importante estudiar las herramientas estadísticas que se utilizan en este trabajo para conocer la relación o comportamiento que puede existir entre dos variables.

“El diseño de experimentos (DDE) es un conjunto de técnicas activas, es decir que no esperan que el proceso mande las señales útiles, sino que éste se “manipula” para que proporcione la información que se requiere para su mejoría” (Gutiérrez & Vara, de la, s.f).

### 1. Coeficiente de correlación

Según Lahura (2003) “el coeficiente de correlación es una herramienta estadística elemental e importante para el estudio de relaciones lineales bivariadas que involucran el uso de datos de corte transversal o series de tiempo” (pp.17-18).

Además, indica que el coeficiente de correlación es un estadístico que proporciona información sobre la relación lineal existente entre dos variables cualesquiera. Básicamente, esta información se refiere a dos características de la relación lineal: la dirección o sentido y la cercanía o fuerza.

Por otro lado, es importante notar que el uso del coeficiente de correlación sólo tiene sentido si la relación bivariada a analizar es del tipo lineal. Si ésta no fuera no lineal, el coeficiente de correlación sólo indicaría la ausencia de una relación lineal más no la ausencia de relación alguna. Debido a esto, muchas veces el coeficiente de correlación se define - de manera más general - como un instrumento estadístico que mide el grado de asociación lineal entre dos variables.

## 2. Desviaciones y gráfico de dispersión

Sea una muestra de  $n$  observaciones o muestra de tamaño  $n$  para dos variables  $X$  e  $Y$ , denotada por:

$$M = [(X_1, Y_1), (X_2, Y_2) \dots (X_N, Y_N)]$$

Donde cada par (representa los valores de cada variable para la  $i$ -ésima observación, con  $i = 1, 2 \dots n$ . Asimismo, sea  $X_i$  la  $i$ -ésima observación de la variable  $X$  y  $\bar{X}$  el valor promedio de las  $n$  observaciones de la misma. Con esto, se define la desviación de la  $i$ -ésima observación de la variable  $X$  respecto de su valor promedio observado, o simplemente desviación de  $X_i$ , como:

$$x_i = X_i - \bar{X}$$

La variable  $X_i$  puede tomar valores positivos o negativos dependiendo del valor de cada observación, es decir, si es mayor o menor que el valor promedio observado. Cuando  $x_i > 0$  se dice que la desviación de la variable  $X_i$  es positiva, mientras que si  $X_i < 0$  se dice que la desviación es negativa. De manera análoga, se define la desviación de  $Y_i$  como:

$$y_i = Y_i - \bar{Y}$$

e esta forma, es posible escribir la muestra en términos de desviaciones como:

$$m = [(X_1, Y_1), (X_2, Y_2) \dots (X_N, Y_N)]$$

“El gráfico de todos los pares de observaciones  $(X_i, Y_i)$  en el plano  $X$ - $Y$  se denomina gráfico de dispersión” (Lahura, 2003, p.18).

Además, menciona que: para obtener un indicador de la fuerza de la relación lineal entre dos variables que no dependa de las unidades de medida de las mismas, se deberá expresar las desviaciones en unidades de desviación

estándar. La covarianza muestral estandarizada se denomina coeficiente de correlación muestral, y se denota usualmente como  $r$ :

$$\text{Corr}(X, Y) \equiv r = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n \left( \frac{x_i}{S_X} \right) \left( \frac{y_i}{S_Y} \right)$$

Donde

$$S_X = \sqrt{\frac{\sum x_i^2}{n-1}}$$

$$S_Y = \sqrt{\frac{\sum y_i^2}{n-1}}$$

Es fácil observar que el coeficiente de correlación muestral no es otra cosa que el cociente entre la covarianza muestral y los desvíos estándar muestrales de cada variable:

$$r = \frac{\text{Cov}(X, Y)}{S_X S_Y}$$

Alternativamente, el coeficiente de correlación puede ser expresado como:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n x_i y_i}{\sqrt{\sum_{i=1}^n x_i^2} \sqrt{\sum_{i=1}^n y_i^2}}$$

$$r = \frac{n \sum_{i=1}^n X_i Y_i - \left( \sum_{i=1}^n X_i \right) \left( \sum_{i=1}^n Y_i \right)}{\sqrt{n \sum_{i=1}^n X_i^2 - \left( \sum_{i=1}^n X_i \right)^2} \sqrt{n \sum_{i=1}^n Y_i^2 - \left( \sum_{i=1}^n Y_i \right)^2}}$$

El coeficiente de correlación muestral, además de ser independiente de las unidades de medida de las variables, se caracteriza por tomar valores dentro del intervalo cerrado  $[-1,1]$

$$-1 \leq r \leq 1$$

Ó equivalentemente:

$$|r| \leq 1$$

El valor absoluto del coeficiente de correlación indica la fuerza de la relación lineal. Un coeficiente de correlación muy cercano a uno en valor absoluto indica que la relación entre las variables es muy fuerte, mientras que, si es muy cercano a cero, indica que la relación es muy débil. En la tabla 2 muestra las posibles interpretaciones del coeficiente de correlación muestral.

Por otro lado, el valor absoluto del coeficiente de correlación indica la fuerza de la relación lineal. Un coeficiente de correlación muy cercano a uno en valor absoluto indica que la relación entre las variables es muy fuerte, mientras que, si es muy cercano a cero, indica que la relación es muy débil.

**Tabla 2. Valor del coeficiente y su interpretación.**

<i>VALOR DEL COEFICIENTE</i>	<i>INTERPRETACIÓN</i>
$0 < r < 1$ y $r \rightarrow 1$	<i>relación lineal positiva y fuerte.</i>
$0 < r < 1$ y $r \rightarrow 0$	<i>relación lineal positiva y débil.</i>
$r = 0$	<i>no existe relación lineal.</i>
$-1 < r < 0$ y $r \rightarrow -1$	<i>relación lineal negativa y fuerte.</i>
$-1 < r < 0$ y $r \rightarrow 0$	<i>relación lineal negativa y débil.</i>

Fuente: Lahura, 2003

La matriz de correlación nos explica cómo se encuentran relacionadas cada una de las variables con otra variable. Su diagonal siempre contendrá el valor de uno (1). Si tiene un valor cero (0), indica que no tiene ninguna relación con esa variable, por lo menos no lineal; es decir, pueda que tenga una relación cuadrática o de otro grado.

Cuando la correlación es positiva, indica que la proyección de la regresión lineal va a tender a crecer conjuntamente con la contra variable. Cuando la correlación es negativa, indica que la proyección de la regresión lineal va a tender a decrecer conjuntamente con la contra variable. (Lahura, 2003, pp. 17-18).

Según la Universidad de Alicante la correlación entre dos variables mide el grado de ajuste de la nube de puntos a la función matemática asignada. La relación entre dos variables puede ajustarse muy bien a una recta o cualquier otra función matemática. Para medir el grado de ajuste de la distribución a una recta, se emplea el coeficiente de correlación de Pearson,  $r$ . Un coeficiente positivo y alto indica que ambas variables crecen o decrecen simultáneamente,

es decir, presentan una fuerte correlación. Cuando mayor sea el coeficiente, más estrecho es la relación entre las variables. Un coeficiente alto y negativo indica que cuando una variable crece, la otra decrece y viceversa, es decir, presentan una fuerte correlación inversa. Si el coeficiente es cero o próxima a cero indica que no existe relación entre las variables.

### **3. ANOVA de un factor**

De acuerdo con Bakieva, et al (s.f.) “el análisis de varianza (ANOVA) de un factor sirve para comparar varios grupos en una variable cuantitativa” (p.1).

Esta prueba es una generalización del contraste de igualdad de medias para dos muestras independientes. Se aplica para contrastar la igualdad de medias de tres o más poblaciones independientes y con distribución normal. Supuestas  $k$  poblaciones independientes, las hipótesis del contraste son siguientes: 1.  $H_0: \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_k$  Las medias poblacionales son iguales 2.  $H_1$ : Al menos dos medias poblacionales son distintas.

Para realizar el contraste ANOVA, se requieren  $k$  muestras independientes de la variable de interés. Una variable de agrupación denominada Factor y clasifica las observaciones de la variable en las distintas muestras. Suponiendo que la hipótesis nula es cierta, el estadístico utilizado en el análisis de varianza sigue una distribución  $F$  de Fisher-Snedecor con  $k-1$  y  $n-k$  grados de libertad, siendo  $k$  el número de muestras y  $n$  el número total de observaciones que participan en el estudio.

Para poder aplicar un Anova se necesita primero aplicar las siguientes Herramientas Estadísticas, y si cumplen con lo establecido en ellas se podrá aplicar el Anova. Herramientas requeridas para aplicar un Anova:

#### 4. Test de normalidad de Shapiro Wilk

Según Alea et al (s.f) con respecto a este test menciona que:

Los contrastes de bondad del ajuste o de adherencia se utilizan para probar la hipótesis de que una muestra procede de una determinada población estadística. Esta prueba se basa en comparar los resultados de la muestra con aquellos que se espera observar si la hipótesis nula es correcta. En este test se compara la distribución de frecuencia empírica como la distribución normal. (p.69)

La hipótesis nula postula que la población de origen se ajusta a un modelo de probabilidad teórico normal especificado de forma concreta (función de probabilidad y parámetros). La hipótesis alternativa es, simplemente, “la hipótesis nula no es cierta”.

Para efectuar el contraste se calcula la media y la varianza muestral y se ordenan los valores observados de menor a mayor. Luego se calcula la diferencia entre: el primero y el ultimo; el segundo y el penúltimo; el tercero y el antepenúltimo, entre otros; y se corrigen con unos coeficientes tabulados por Shapiro y Wilk. El estadístico de prueba es:

$$W = \frac{D}{nS^2}$$

Donde D es la suma de las diferencias corregidas.

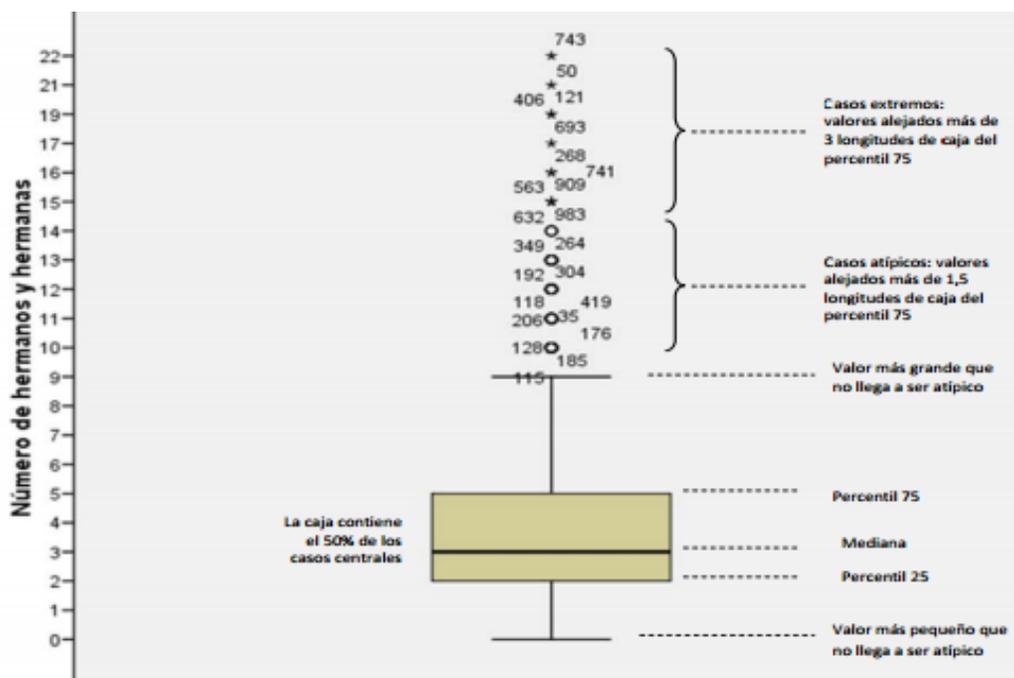
Se rechazará la hipótesis nula de normalidad para cualquier valor p inferior al nivel de significancia.

## 5. Test de Levene

Según García et al. (2010) “la prueba de Levene para la igualdad de varianzas indica si se pueden o no suponer varianzas iguales. Así, si la probabilidad asociada al estadístico Levene es  $>0.05$  se suponen varianzas iguales, si es  $<0.05$  se suponen varianzas distintas” (p.4).

## 6. Diagrama de Cajas

Según Bakieva et al. (2010) el Diagrama de caja es un tipo de gráfico que permite interpretar los datos para las variables, a través de cuál se pueden observar cuartiles, valores mínimo y máximo, mediana y los valores atípicos. Se presenta como una caja con 2 prolongaciones y unos puntos y estrellas – valores atípicos y extremos (p.1). (Figura 3).



**Figura 3:** Esquema de un diagrama de cajas

El diagrama de caja muestra los cinco estadísticos: la mediana, los percentiles 25 y 75 mínimo y máximo que resultan muy útiles para mostrar la distribución de una variable de escala y una serie de valores (atípicos y extremos) que junto con la mediana y la propia caja proporcionan información bastante completa sobre el grado de dispersión de los datos y el grado de asimetría de la distribución.

## **7. Programa Estadístico R Commander**

Para el análisis estadístico se utiliza R Commander que es un lenguaje de programación especialmente indicado. A diferencia de la mayoría de los programas que se suelen utilizar en los ordenadores personales, que tienen interfaces tipo ventana, R es manejado a través de una consola en la que se introduce código propio de su lenguaje para obtener los resultados deseados.

Este programa fue inicialmente diseñado por Robert Gentleman y Ross Ihaka, miembros del Departamento de Estadística de la Universidad de Auckland, en Nueva Zelanda. Sin embargo, una de las grandes ventajas de R es que hoy en día es, en realidad, fruto del esfuerzo de miles de personas en todo el mundo que colaboran en su desarrollo. (Sáez, 2010, p.10).

## **8. Método del Cuadrado de Pearson**

Esta es una herramienta muy sencilla y especial para balancear raciones, conrelativas limitaciones. Según Zalapa (2010), consiste en:

La técnica consiste en realizar un cuadro donde en el extremo superior izquierdo, se marca el nombre del producto a balancear y su contenido del nutriente deseado, en el extremo inferior se pone el nombre de otro producto deseado a combinar y su valor del nutriente respectivo. En el centro se pone el valor deseado del nutriente. Para que se cumpla la regla debe haber un valor mayor y uno menor. (p.1)

### **III. MARCO METODOLÓGICO**

#### **3.1 Enfoque**

El enfoque del presente estudio es de tipo predominante cuantitativo, ya que los resultados que se obtuvieron son medibles, y analizables mediante de la aplicación de análisis estadístico. Es importante indicar que la orientación de esta investigación es de este tipo, debido a que se utiliza de forma secundaria la recolección de datos basándose en la medición, luego se llevó a cabo el análisis de los datos y se contestaron las interrogantes de investigación, de ésta manera se probaron las hipótesis creadas previamente, confiando en la medición numérica y en el uso de la estadística.

#### **3.2 Tipo de Investigación**

El presente proyecto de investigación se basó en dos modalidades: bibliográfica-documental y experimental.

Se trabajó la modalidad bibliográfica-documental, ya que se revisaron tesis de grado, artículos técnicos, libros, normas, documentos y blog en internet; relacionados con al tema de estudio, con el objetivo de respaldar el presente estudio con datos bibliográficos.

Asimismo, se utilizó la modalidad experimental, debido a que las pruebas experimentales para la fabricación del vino de mora, se llevaron a cabo en el Laboratorio del Núcleo Sector Industria Alimentaria del Instituto Nacional de Aprendizaje (INA), Sede Mario Echandi, en el Coyol de Alajuela y en el Laboratorio de Química de la Universidad Técnica Nacional, Sede de Atenas.

La investigación es de tipo exploratorio, puesto que se procedió, a averiguar si con la utilización de la enzima pectolítica se incrementa la extracción de jugo de mora y el rendimiento del vino.

### 3.3 Población y muestra

#### 3.3.1 Población

Se utilizó como población mora del género (*Rubus*), tipo vino proveniente del Cantón de Dota, provincia de San José y enzima Pectolítica adquirida en la empresa Trisan de Costa Rica.

#### 3.3.2 Muestra

La mora que se utilizó fue seleccionada y caracterizada previamente.

### 3.4 Variables

**Variable independiente:** Utilización de la enzima Pectolítica Ultrazyme AFP-L.

**Variable dependiente:** Porcentaje de jugo extraído de la mora, y rendimiento del vino.

### 3.5 Hipótesis

**H<sub>1</sub>:** La enzima Pectolítica (Ultrazyme AFP-L) utilizada a mayor concentración va a mejorar la extracción del jugo de la fruta.

**H<sub>2</sub>:** El uso de la enzima Pectolítica (Ultrazyme AFP-L) mejorará el rendimiento de la producción de vino de mora.

### 3.6 Diseño Experimental

El nivel de estudio corresponde a un diseño experimental AxB (1x3).

**Factor A:** Tratamiento enzimático tendrá 1 nivel (es decir se utilizó solo un tipo de enzima).

**Factor B:** Dosis de adición de enzima Pectolítica tiene 3 niveles (tres concentraciones diferentes).

Lo que corresponde a 3 tratamientos con 1 replica, en total son 6 tratamientos.

### **Factor A: Tratamiento enzimático**

**a<sub>1</sub>**: Ultrazyme AFP-L (adición después de la trituración de la fruta).

### **Factor B: Dosis de adición de enzima**

**Tratamiento #1**: 0,0 ml/Kg de mora

**Tratamiento #2**: 0,1ml/Kg de mora

**Tratamiento #3**: 0,2 ml/Kg de mora

## **3.7 Respuestas Experimentales**

Las respuestas experimentales que se analizaron:

- a) °Brix
- b) Porcentaje de alcohol
- c) pH
- d) Porcentaje de jugo extraído de la mora
- e) Extracto total seco del vino
- f) Rendimiento del vino

## **3.8 Materiales y métodos**

### **3.8.1 Características de los materiales**

A continuación se describen los materiales y sus características, utilizados en la elaboración de vino de mora.

- a. Mora:** Se utilizó el género (Rubus), tipo vino. Esta fruta es cultivada de forma orgánica, por la Asociación de Productores Orgánicos de la Cima de Copey (APROCIMA) en la zona de Dota.

- b. Enzima:** Se utilizó la enzima Pectolítica (Ultrazyme AFP-L) comercializada por Trisan Food & Tech del Grupo Trisan.
- c. Azúcar:** Se empleó azúcar blanco de caña, de la marca (Doña María), producida por la Liga Agrícola Industrial de la Caña de Azúcar (LAICA).
- d. Agua:** Se utilizó agua de acueducto (AyA).
- e. Dextrosa:** Se utilizó dextrosa de maíz para la rectificación de los vinos.
- f. Levadura:** Se utilizó la levadura inoculada (*Saccharomyces cerevisae*), marca comercial Nevada Dulce.
- g. Botellas:** Se utilizaron botellas tipo bordelesa estándar de vidrio oscuro, nuevas estériles, con una altura de 289mm.
- h. Tapón de Corcho:** se emplearon tapones de corchos rectos naturales, con un diámetro de 23mm y 38mm de altura.

### 3.8.2 Herramientas de Trabajo

- a. Herramienta de formulación.**
- b.** Hojas de control de muestreo de los vinos durante el proceso de fermentación.
- c.** Programa Estadístico R Commander

## 3.9 Métodos

### 3.9.1 Plan de recolección de información

La recolección de datos se realizó durante el desarrollo de la fase experimental, para lo cual se registraron los valores correspondientes a los análisis (pH, grados Brix, Porcentaje de jugo extraído de la mora, extracto total seco y grado de alcohol).

Finalmente se determinó el rendimiento obtenido en el proceso de elaboración de vino de mora mediante la realización de balances de masa.

### **3.9.2 Plan de procesamiento y análisis de la información**

#### **Procedimiento**

Revisión crítica y detallada de la información recolectada.

Tabulación o cuadros según las variables de cada hipótesis: manejo de información, estudio estadístico de datos para presentación de los mismos. El tratamiento de datos se realizó mediante los paquetes estadísticos EXCEL y R Commander, con la finalidad de establecer conclusiones y recomendaciones para el proyecto.

#### **Análisis e interpretación de resultados:**

Análisis de los resultados estadísticos de acuerdo con los objetivos y las hipótesis.

Interpretación de los resultados, con apoyo del marco teórico, en aspectos necesarios.

Comprobación de hipótesis.

Establecimiento de conclusiones y recomendaciones.

### **3.9.3 Métodos del proceso**

Se inicia el proceso con la caracterización de la mora cosechada en los meses de marzo – abril. Se realizaron análisis de pH, porcentaje de acidez total y grados Brix, para obtener los valores reales de la mora de la Zona de la Cima de Copey, y a su vez lograr formular correctamente el mosto y obtener el vino con las características de °Brix y contenido de alcohol deseado. Todos los análisis se realizaron por triplicado es decir nueve pruebas en total, de cada uno

de los análisis se sacó un promedio de las tres pruebas para obtener un valor representativo.

Luego se realizó la prueba para determinar la efectividad de la enzima Ultrazyme AFP-L en la extracción del jugo de mora, para esto se elaboró el siguiente procedimiento:

Se pesó la cantidad de mora (3 kilogramos) y se dividió en tres partes iguales, las cuales se colocaron en tres recipientes previamente identificados según cada tratamiento (recipiente 1 para el tratamiento 1 sin enzima, recipiente 2 para el tratamiento 2 con una concentración de enzima de 0,1ml/kg de fruta y el recipiente 3 para el tratamiento 3 con una concentración de enzima de 0,2ml/kg de fruta) y se trituro la fruta de forma manual dentro de cada recipiente con ayuda de un estribo de plástico.

Una vez triturada la mora en sus respectivos recipientes se agregó la cantidad de enzima según los cálculos realizados y las concentraciones a utilizar en los diferentes tratamientos.

Cálculos de la cantidad de enzima a utilizar:

Concentración más baja (100ml de enzima /1000 kg de fruta)

$$\begin{array}{l} 100 \text{ ml} \longrightarrow 1000 \text{ kg de fruta} \\ X \longleftarrow 1 \text{ kg de fruta} \end{array}$$

$$X = 0,1 \text{ ml de enzima}$$

$$\begin{array}{l} 1 \text{ ml} \longrightarrow 20 \text{ gotas} \\ 0,1 \text{ ml} \longleftarrow X \end{array}$$

**X= 2 gotas de enzima para un kilogramo de fruta.**

Concentración más alta (200 ml de enzima/1000 kg de fruta)

200 ml  $\longrightarrow$  1000 kg de fruta

X  $\longleftarrow$  1 Kg de fruta

**X**= 0,2 ml de enzima

1 ml  $\longrightarrow$  20 gotas

0,2 ml  $\longleftarrow$  X

**X**= 4 gotas de enzima para un kg de fruta.

Al recipiente 1 no se agregó enzima, recipiente 2 se agregaron 2 gotas de enzima y al recipiente 3 se agregaron 4 gotas de enzima.

Luego se agitó con una cuchara por 10 min y seguidamente se sacaron 10 muestras de cada tratamiento, cada muestra de 100g y se colocaron en Beckers de 250 ml, posteriormente todas muestras se introdujeron en una tina de acero inoxidable con agua a una temperatura de 30°C por 2 horas. (El agua debe llegar a la altura donde se encuentre el jugo).

Después de transcurridas las 2 horas se sacaron las muestras y se filtraron una por una con ayuda de una bomba a vacío utilizando filtros de café.

Una vez filtrada cada muestra se anotó la cantidad de jugo extraído y se realizaron los cálculos correspondientes para conocer la cantidad de jugo extraído de cada muestra.

**Nota:** Antes de iniciar con dicho procedimiento se pesaron todos los equipos y utensilios a utilizar.

Posteriormente a la realización de la caracterización de la mora y de la prueba de efectividad de la enzima en la extracción de jugo, se procedió con la elaboración del vino de mora, en el cual se aplicó la enzima Pectolítica Ultrazyme AFP-L. A continuación, se detallan las operaciones que se realizaron:

Una vez obtenidos los resultados de la caracterización de la fruta, se introdujeron los datos en la herramienta brindada por INA para la formulación del vino.

Formulado el vino se realizó el siguiente proceso:

Se recibió la mora del género (*Rubus*), tipo vino, proveniente de la Cima de Copey de Dota, se pesó la mora por medio de una balanza eléctrica, una vez pesada la fruta se procedió a triturar la mora de forma manual, para liberar los componentes propios de esta. Luego se pesó el agua (30°C), el azúcar y los demás aditivos según las cantidades establecidas por la formulación, finalmente se pesó el mosto para saber la cantidad total obtenida. Luego se procedió a adicionar la enzima pectolítica (Ultrazyme AFP-L) en las diferentes concentraciones (0,0 ml/Kg de mora; 0,1 ml/Kg de mora; 0,2 ml/Kg de mora), con la finalidad de extraer la mayoría de los componentes de la fruta. Posteriormente se dejó reposar el mosto durante 2 horas a temperatura ambiente para crear las condiciones óptimas a las cuales la enzima tendrá su máxima funcionalidad.

Durante el lapso de las 2 horas de aplicación de la enzima, se procedió a inocular la levadura utilizando un baño maría (30 °C durante 30 minutos). Luego se adicionó al mosto.

Con base a la formulación establecida se adicionó la cantidad de levadura necesaria para iniciar el proceso de fermentación.

El proceso de fermentación se lleva a cabo en recipientes dispensadores de agua plásticos, uno para cada concentración de enzima; y sus respectivas repeticiones (6 recipientes en total) a estos se les coloca una trampa de vacío para que las levaduras transformen los azúcares en alcohol y CO<sub>2</sub>.

Las fermentaciones inician con un promedio de 22,8 °Brix en los mostos; durante esta etapa se monitorea cada 48 horas la temperatura interna del fermentador y la temperatura ambiente, además se debe medir el contenido de azúcar hasta que las fermentaciones pararon. La temperatura interna del fermentador y externa se toma utilizando un termómetro digital, el cual se introduce en el fermentador, y los grados Brix se monitorean de acuerdo al procedimiento mencionado en la caracterización de la fruta (Anexo 2).

Una vez que los grados Brix se mantienen estables; es decir, que se detiene la fermentación, se realiza el trasiego 1 del vino a un recipiente plástico, con la capacidad adecuada, por medio de un sifón automático con la finalidad de separar el vino de los sedimentos de la fruta y los desechos de la fermentación.

Luego del trasiego se realiza la filtración del vino, a través de una funda de tela (docoma) para eliminar restos de levadura y partículas pequeñas, con el fin de brindarle al vino una mejor apariencia.

Luego de finalizar el primer trasiego se procede a almacenar el vino en una cámara de frío (5 °C) durante 2 semanas, para llevar a cabo el proceso de decantación del vino.

Finalizado el proceso de decantación se realiza un segundo trasiego y filtrado utilizando nuevamente el sifón automático y la funda de tela, para que el vino quede lo más limpio posible.

Una vez terminado el filtrado se pasa el vino a ollas de acero inoxidable, unificando los vinos de acuerdo a las concentraciones, y se procede a pasteurizar hasta alcanzar los 62 °C durante 10 minutos, con el fin de evitar que el vino sea atacado por bacterias y otros microorganismos, además para finalizar el proceso de fermentación ya que la levadura se inactiva a los 52 °C.

Previo a la pasteurización se toma lectura de los °Brix finales del vino, para saber la cantidad de dextrosa que se debe adicionar a cada vino.

La adición de dextrosa se realiza durante el proceso de pasteurización del vino, para rectificar el vino y llevarlo a los °Brix deseados para cada una de las concentraciones; la cantidad de dextrosa se adiciona de acuerdo al contenido final de °Brix de cada vino y según los °Brix que se desea tener en el producto final.

Luego se procede a embotellar de forma manual utilizando botellas tipo bordelesa de vidrio oscuras de acuerdo a la figura, para proteger el vino de foto-oxidaciones (Figura 4).



De izquierda a derecha: rhin, borgoñesa y bordelesa.

**Figura 4:** Tipos de botellas de vidrio empleadas en la elaboración de vinos

Fuente: González, 2013

Las botellas que se utilizan deben ser nuevas y estériles. Además, previo a embotellar se lavaron con agua caliente.

Luego de embotellar el vino se introduce el corcho en las botellas para cerrarlas, por medio de un encorchador manual de doble palanca; el corcho que se utiliza fue recto y natural con dimensiones de 38x23mm.

Luego se procede a enfriar las botellas con vino en tinas con agua fría.

Finalmente, las botellas se almacenaron en la cámara de frío (5°C) durante dos semanas para reducir su aspereza.

Por último, se realizaron los análisis de extracto seco total y porcentaje de alcohol de los vinos, así como pH y acidez total.

Debido a la falta de normativa de vinos en Costa Rica, se siguieron los requisitos de las Normas Ecuatorianas para vinos de frutas (INEN), que es el organismo público ecuatoriano que se encarga de la regulación, metrología y reglamentación técnica.

Una vez terminado el proceso de elaboración artesanal de vino de mora se inicia con la documentación de los procedimientos y métodos aplicados en los análisis previos a la elaboración del vino (caracterización de la fruta), así como el diagrama de proceso seguido para elaborar el vino de mora y los resultados obtenidos en la aplicación de la enzima pectolítica (concentración con mayor efectividad).

## IV. ANÁLISIS DE RESULTADOS

### 4.1 Caracterización de la mora

Para la elaboración del vino de mora, se utiliza como materia prima mora, tipo vino, procedente de la zona de la Cima de Copey de Dota, recolectada durante los meses de marzo y abril (verano).

En la siguiente Tabla se encuentran los resultados de los análisis fisicoquímicos (°Brix, pH, acidez total) realizados a la materia prima (mora).

**Tabla 3. Características finales de la Mora tipo vino procedente de la Cima de Copey de Dota (Fruta de Verano)**

Prueba	°Brix	Temperatura °C
1	4.0	30
2	3.8	30
3	3.4	30
4	3.3	30
5	3.2	30
6	3.6	30
<b>Promedio</b>	<b>3.55</b>	<b>30</b>
<b>Total de Brix</b>	$3.55 \times 2 = 7,1$	<b>30</b>

Prueba	Hidróxido consumido ml	Acidez Total (aplicando la fórmula) g/L	Promedio de acidez (%)
1	28,8056	19,67	1,967
2	28,8673	19,71	1,971
3	28,5388	19,50	1,950
<b>Promedio Total</b>	-	<b>19,6</b>	<b>1,96%</b>

<b>Muestra</b>	<b>Prueba de pH</b>	<b>Temperatura °C</b>
1	3.10	28.5
2	3.10	28.5
3	3.10	28.5
<b>Promedio</b>	<b>3.10</b>	<b>28.5</b>

Elaborada por Daniela Dengo y Jazmín Mora entre los meses de abril- mayo del 2015.

En la Tabla 3, se presentan los resultados experimentales de la caracterización de la mora, tipo vino: la cual tiene 7,1 ° Brix, 3,10 de pH y 1,96% de acidez titulable (% ácido cítrico).

**Tabla 4. Características finales de los mostos de los vinos de mora**

<b>Características</b>	<b>Acidez Total (ácido cítrico) %</b>		
	<b>° Brix</b>	<b>pH</b>	
Mosto Tratamiento #1	20,3	2,71	1,05
Mosto replica #1	23,9	2,72	1,05
Mosto Tratamiento #2	21,1	2,72	1,05
Mosto replica #2	22,4	2,71	1,13
Mosto Tratamiento #3	25,9	2,72	1,19
Mosto replica #3	23,7	2,70	1,04

Elaborada por Daniela Dengo y Jazmín Mora en el mes de julio del 2015.

En la Tabla 4 se muestran las características promedio del mosto: 23,1 de °Brix iniciales, 2,70 de pH y 1,11% de acides titulable (% ácido cítrico).

## **4.2 Efectividad de la enzima en la extracción de jugo de mora**

En la Tabla 5, se muestran los resultados obtenidos de la prueba de efectividad de la extracción del jugo de mora con la aplicación de la enzima en los tres tratamientos.

**Tabla 5. Resultados de la prueba de efectividad en la extracción de jugo**

<b>Muestra #</b>	<b>Tratamiento 1 (g)</b>	<b>Tratamiento 2 (g)</b>	<b>Tratamiento 3 (g)</b>
1	41.53	42.34	50.32
2	40.15	49.26	49.24
3	43.26	51.26	51.44
4	39.8	51.30	50.61
5	42.91	49.26	50.67
6	41.53	50.50	52.04
7	41.53	46.93	49.84
8	42.91	49.26	50.64
9	40.15	50.90	50.96
#10	41.53	51.59	50.64
<b>Total jugo g</b>	<b>415.3</b>	<b>492.6</b>	<b>506.4</b>
<b>Promedio</b>	<b>42 %</b>	<b>49 %</b>	<b>51 %</b>
<b>Residuos Total</b>	<b>Tratamientos #1</b>	<b>Tratamiento #2</b>	<b>Tratamiento #3</b>
<b>residuos g</b>	584.7	507.4	493.6

Elaborado en el mes de julio del 2015 por Daniela Dengo y Jazmín Mora

En la Tabla 5 se puede observar que con el tratamiento 1 (sin enzima) se obtiene un total de jugo extraído de 415,3 g, en el tratamiento 2 (0,1ml de enzima/kg de fruta) se obtuvo un total de jugo extraído de 492,6 g, mientras que en el tratamiento 3 (0,2ml de enzima/kg de fruta) se obtuvo un total de jugo extraído de 506,4g.

Con el tratamiento 1 se tiene un rendimiento de extracción de jugo de un 41,5%, con el tratamiento 2 un rendimiento de 49,2% y con el tratamiento 3 un rendimiento de 50,6%.

También se puede observar que la diferencia de extracción jugo entre el Tratamiento 1 y el Tratamiento 3 es de 91.1 g y entre el 1 y el 2 de 77.3 g, esto por un Kilogramo de fruta.

Además, se observa que con el tratamiento 3 se obtiene menor cantidad de residuos sólidos, mayor cantidad de jugo y un mayor rendimiento de

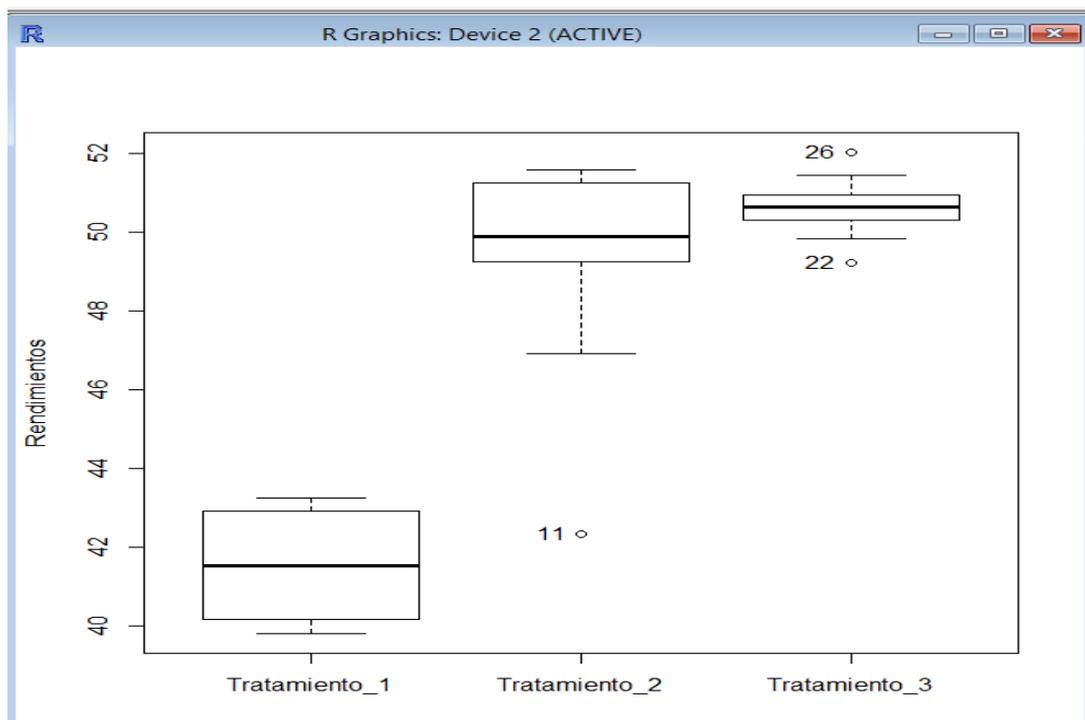
extracción de jugo, lo que da a entender que a mayor concentración de la enzima se extrae mayor cantidad de jugo y se reducen los residuos, ya que la fruta se aprovecha mucho mejor, por lo tanto, se obtiene un mayor rendimiento.

El Análisis de Varianza para la determinación de efectividad de la enzima en la extracción de jugo de mora (Apéndice 17) a un nivel de significancia de 0.05% demuestra que el factor A (enzima) si produce un efecto significativo en la extracción de jugo de mora, en otras palabras, si mejora la extracción de jugo.

El Análisis de varianza de la efectividad de la enzima en la extracción de jugo se pudo aplicar ya que esta cumplía con todos los requisitos que se requiere para aplicar este tipo de análisis. (Apéndices 18 y 19).

Con el presente Diagrama de caja se pretende demostrar que el tratamiento 3 es mucho más efectivo en la extracción de jugo que los demás tratamientos.

**Gráfico 1.** Diagrama de caja de la prueba de efectividad de la enzima en la extracción del jugo de mora.



Elaborada por Daniela Dengo y Jazmín Mora entre los meses de abril- mayo del 2015.

Con el diagrama de caja se puede reafirmar que el tratamiento 3 (mayor concentración de enzima) es mucho mejor, que los demás tratamientos, ya que en dicho diagrama se muestra que en los resultados del tratamiento #3 la caja está más estrecha, lo cual indica que los valores están más cerca de la mediana, además que posee un mayor rendimiento que los tratamientos 1 y 2.

Sin embargo, en el tratamiento 2 y el tratamiento 3 se encuentran valores atípicos esto se debe a que las muestras 11, 22 y la 26 se encuentran por abajo y por arriba de la mediana, lo que da a entender que dichas muestras podrían haber tenido más sólidos (residuos de fruta) y menos jugo o viceversa.

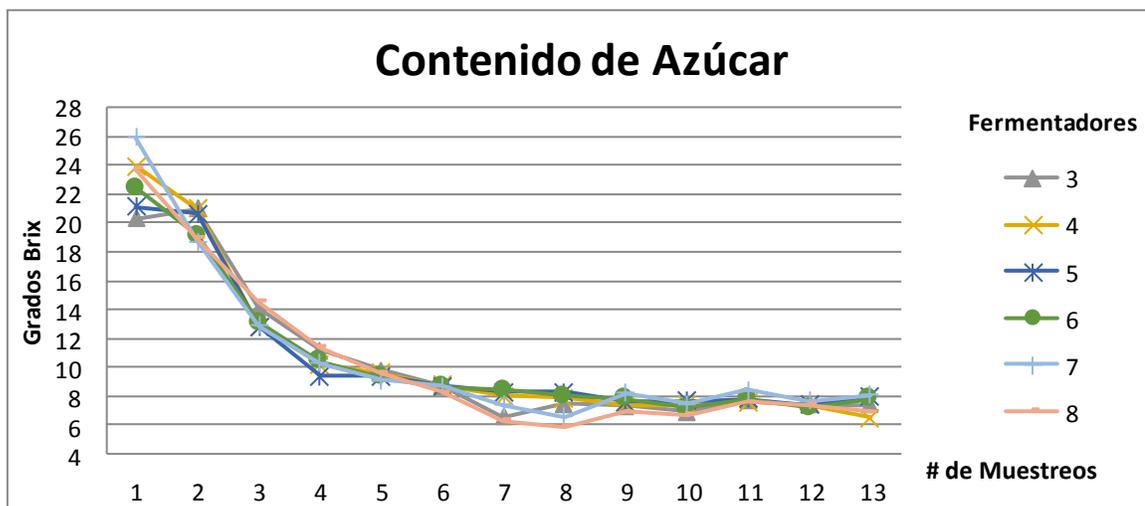
### 4.3 Análisis fisicoquímicos realizados durante la etapa de fermentación

Los resultados de los análisis realizados durante el proceso de fermentación, se presentan en los Apéndices del 3 al 8, donde se pueden observar los resultados de los mismos: ° Brix, pH y % de acidez titulable (ácido cítrico).

#### 4.3.1 Sólidos solubles

La evolución de la fermentación se observa en el Gráfico 2, debido a que existió una disminución de los sólidos solubles a lo largo del periodo fermentativo de los mostos, alcanzando valores entre 7,2 y 8,3 ° Brix partiendo de un mosto con un promedio de 23,1°Brix.

**Gráfico 2.** Evolución de los sólidos solubles durante el proceso de fermentación de los mostos.



Elaborado en el mes de septiembre del 2015 por Daniela Dengo y Jazmín Mora

En dicho gráfico además se observa que en las etapas iniciales de la fermentación, el consumo de sólidos solubles es más rápido, el cual empieza después a estabilizarse y alcanza valores casi constantes al final del proceso.

Se determina que entre los 10 y 15 días de iniciado el proceso de fermentación en todos los tratamientos se da una inestabilidad de los grados Brix, ya que estos comienzan a subir y a bajar, debido a las altas temperaturas a las que estuvieron expuestos los fermentadores, alcanzando temperaturas internas de casi 35 °C.

Sin embargo, por esta situación se toma la decisión de dejar un poco más de tiempo los fermentadores para ver si se logra la estabilización de los mismos, además debido a esto se decide aplicar algunas técnicas de enfriamiento a los fermentadores como: la utilización de un ventilador, paños húmedos y bolsas de agua fría con hielo.

El proceso fermentativo se termina una vez que los grados Brix se mantuvieron constantes en tres lecturas y cuando se detuvo la producción de CO<sub>2</sub>.

De acuerdo a este criterio se calcula el tiempo de fermentación, el cual fue de 31 días. “Se han observado tiempos de fermentación menor con la utilización de levaduras vínicas a temperaturas controladas, en un rango de 24,8 hasta 27,4°C, lo que permite fermentaciones más regulares y rápidas.” (Córdova, 2010 citado por Jácome, 2014, p. 46); pero en el caso del vino de mora se utiliza levadura de panificación a temperatura ambiente la cual estuvo entre 19 y 35°C. Las curvas de fermentación obtenidas (Gráfico 2) son muy parecidas, debido a que se utiliza un solo tipo de levadura para todos los tratamientos.

#### **4.3.2 Temperatura en Proceso de Fermentación**

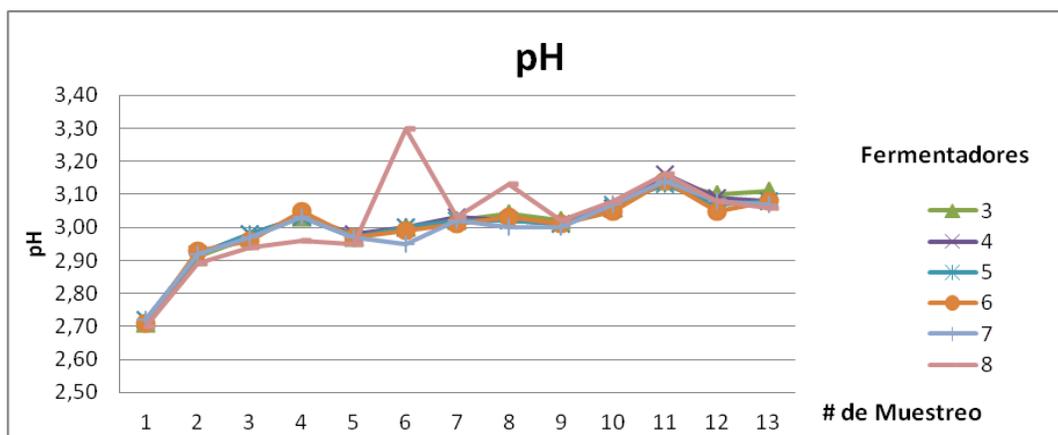
Tras la aplicación de un Análisis de Varianza (Apéndice 12), con un nivel de significancia de un 0.05% se determina que la temperatura si afecta el tiempo de fermentación, de igual forma se determina tras la aplicación de una Matriz de Correlaciones de Pearson (Apéndice 15) que tanto la temperatura interna y externa están muy relacionadas, lo cual indica que su proyección de la regresión

lineal va a tender a crecer conjuntamente con la contra variable, es decir si la temperatura externa aumenta la interna también.

#### 4.3.3 Comportamiento del pH durante el proceso de fermentación

En el Gráfico 3, se muestran los valores de pH registrados durante la fermentación, la cual presenta variaciones, pero al finalizar esta etapa, los valores de pH fueron más altos que al inicio de la fermentación, siendo inicialmente de entre 2,70 - 2,73 y llegando hasta valores de pH de 3,06- 3,11.

**Gráfico 3.** Comportamiento del pH durante el proceso de fermentación.



Elaborado en el mes de septiembre del 2015 por Daniela Dengo y Jazmín Mora

Según Ocaña, 2012 (citado por Jácome, 2014) durante la fermentación alcohólica, los sólidos se están extrayendo de forma continua al estar en contacto con el mosto que se está fermentando, dando lugar a la subida de pH debido a los componentes alcalinos como potasio, sodio, calcio, magnesio, extraídos de los sólidos (p.44).

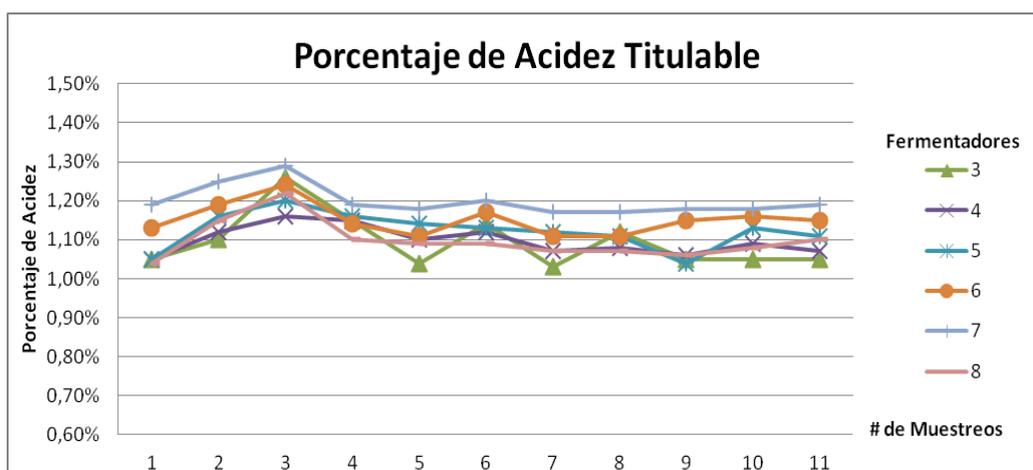
Los valores de pH registrados concuerdan con los valores bibliográficos citados por Amerine, 1976; el mismo que reporta un valor de pH inferior a 3,6 para este tipo de vinos.

Valores de pH adecuados aseguran la estabilidad microbiológica de los vinos. Por lo tanto, los valores de pH en el vino de mora, inhiben el desarrollo de microorganismos no deseados, asegurando la estabilidad de la bebida.

#### 4.3.4 Comportamiento de la acidez titulable durante el proceso de fermentación

En el Gráfico 4 se muestra que durante el proceso de fermentación la acidez de los vinos varía relativamente, ya que en el transcurso de este proceso la levadura desarrolla procesos metabólicos que afectan la acidez.

**Gráfico 4.** Comportamiento de la acidez titulable durante el proceso de fermentación.



Elaborado en el mes de septiembre del 2015 por Daniela Dengo y Jazmín Mora

Al iniciar la fermentación la acidez de los mostos tenía un promedio de 1,11% (expresado como ácido cítrico) y una vez finalizado este proceso el promedio de la acidez total de los vinos es de 1,12%.

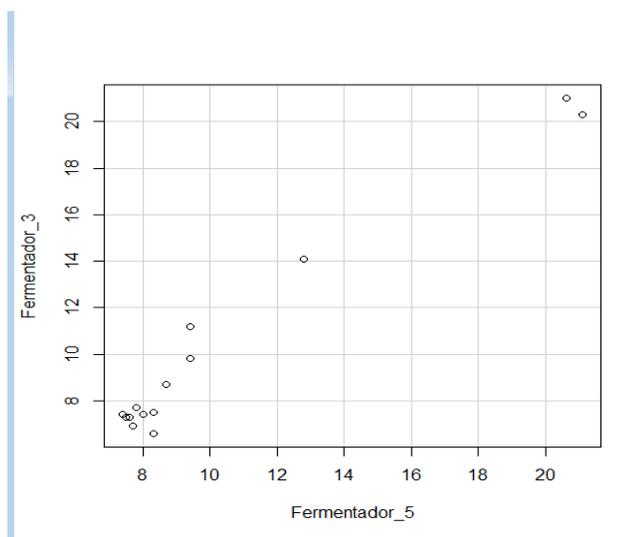
De acuerdo a la norma INEN 374 "Vinos de Frutas, Requisitos", la acidez total para los vinos frutales se encuentra en un rango de 0,60 – 1,30 %, por lo tanto, la acidez total registrada para los distintos tratamientos concuerda con la norma correspondiente.

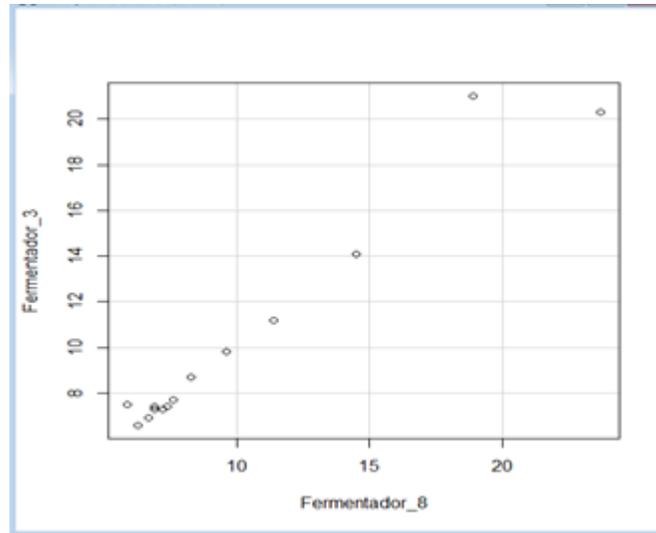
### 4.3.5 Enzima en proceso de Fermentación

Tras la aplicación de la Herramienta Estadística de la Matriz de Correlaciones de Pearson (Apéndice 16) aplicada a los grados Brix, se pudo determinar que los procesos de fermentación de todos los tratamientos y sus respectivas replicas están muy relacionadas unas con otras, lo cual indica que la enzima no afecta o interviene en el dicho proceso de fermentación.

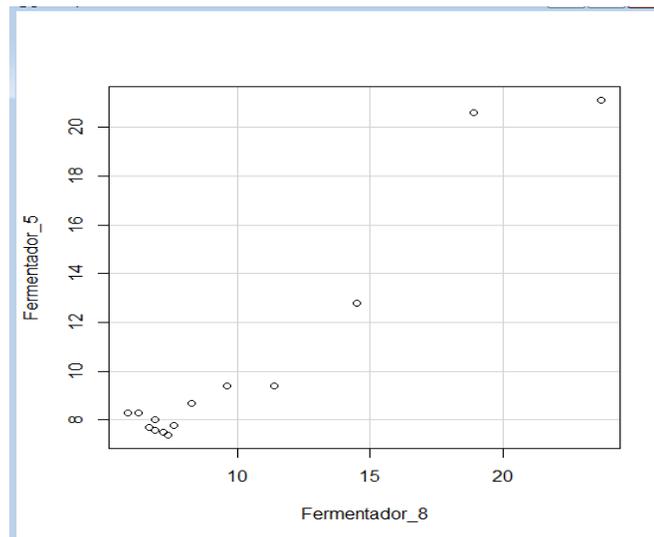
Además, se puede observar en el dicho Apéndice, que todos los valores se encuentran cercanos unos con otros y más cerca de 1 lo cual indica que mayor será la correlación.

**Gráfico 5.** Gráficos de Dispersión de la comparación de los 3 tratamientos entre sí





Elaborado por Daniela Dengo y Jazmín Mora entre los meses de abril-mayo del 2015



Elaborado por Daniela Dengo y Jazmín Mora entre los meses de abril-mayo del 2015

En los gráficos de Dispersión anteriores se puede ver que entre todos los fermentadores existe cierta tendencia lineal en la relación, lo cual confirma que todos los procesos son muy similares.

#### 4.4 Después de la Fermentación

##### 4.4.1 Rectificación de los vinos según los °Brix

Una vez terminado de realizar el segundo trasiego de todos los vinos se prosigue a realizar la rectificación de los tres tratamientos y sus réplicas, sin embargo, antes de esto se decidió unir los tratamientos y sus respectivas replicas, esto para facilitar las etapas posteriores.

Se decide rectificar con dextrosa para obtener vinos de 8 °Brix, 10 °Brix y 15 °Brix.

Para el cálculo de la rectificación de los tres tratamientos se utiliza el método del Cuadro de Pearson.

En la Tabla 6, se muestra las características resultantes de la unión del vino con el Tratamiento #1 (sin enzima) y su réplica.

**Tabla 6. Características del vino con el tratamiento 1 y su réplica**

<b>Características</b>	<b>Resultados</b>
° Brix	8,1
pH	3,12
% de Acidez total	1,06
Cantidad final de vino	5244 g

Elaborado por Daniela Dengo y Jazmín Mora en el mes de noviembre del 2015

Este vino se no se rectificó para dejarlo a los 8 ° Brix, esto con el objetivo de tener un vino más seco.

En la Tabla 7 se muestra los cálculos de la rectificación del vino con el Tratamiento #2 y su réplica, cuyos grados Brix finales fueron de 10.

Tabla 7. Vino obtenido de la unión del Tratamiento 2 y su réplica

CUADRADO DE PEARSON (Cálculo de azúcar a adicionar)	
°Brix vino (A)	8.5
Cont. % (C)	100
°Brix corr. (B)	10
(C-B)=D	90
(B-A)=E	1.5
Cant. Vino (F)	5374
$X=(F \cdot E)/D$	
1- Cantidad de azúcar aportada.	456.79 Gramos
2-Cantidad de azúcar a adicionar = (X).	89.5666667 Gramos
3-Cantidad de azúcar total.	546.356667 Gramos
4-Cantidad final de producto.	5463.56667 Gramos
5-Verificación contenido de azúcar final.	10 ° Brix

Elaborado por Daniela Dengo y Jazmín Mora en el mes de noviembre del 2015.

Como se observa en la Tabla 7 el vino elaborado con el Tratamiento 2 se rectifica con 90 g de dextrosa para alcanzar los 10 ° Brix que se deseaban obtener en el producto final.



Se puede ver que el vino elaborado sin enzima tiene el promedio más bajo de extracto seco, seguido por el tratamiento 2 y luego por el tratamiento 3, esto se debe a que a los tratamientos 2 y 3 (utilización de enzima) se rectificaron agregando dextrosa, razón por la cual la cantidad de sólidos totales aumentaron.

#### 4.4.3 Grados de Alcohol de los vinos (ml/100ml)

En el Anexo 1 se observa los resultados de los análisis de los grados de alcohol de los vinos realizados por el Laboratorio de Química del CITA, se puede observar que el vino obtenido con el tratamiento #1 tiene 12.63ml/100ml, el vino con el tratamiento #2 tiene un 8.71ml/100ml y el vino con el tratamiento #3 tiene un 9.59ml/100ml de grados alcohólicos.

Según la Norma INEN 374 (1987), "Vinos de Frutas Requisitos", los grados alcohólicos de un vino deben de expresarse en °GL (Graduación Alcohólica) por lo que a continuación se muestra las conversiones correspondientes.

#### Conversiones de ml/100ml a °GL

Tratamiento #1 (sin enzima) y su réplica. Tratamiento 1 y su réplica (sin enzima) tiene un promedio de 12,63ml/100ml de alcohol.

Relación:

12,63ml de etanol —————> 100 ml de vino

X ←———— 1000ml de vino

X= 126,3ml/L                      126,3ml/L / 10= 12,6°GL

Tratamiento 2 y su réplica (0,1ml de enzima / kg de fruta) tiene un promedio de 8,71ml/100ml.

Relación:

8,71ml de etanol  $\longrightarrow$  100 ml de vino

**X**  $\longleftarrow$  1000ml de vino

**X** = 87,1ml/L                      87,1ml/L / 10 = **8,7°GL**

Tratamiento 3 y su réplica (0,2ml de enzima / kg de fruta) tiene un promedio de 9,59ml/100ml

Relación:

9,59 ml de etanol  $\longrightarrow$  100 ml de vino

**X**  $\longleftarrow$  1000ml de vino

**X** = 95,9ml/L                      95,9ml/L / 10 = **9,59°GL**

Además, en dicha norma se indica que el grado alcohólico a 20°C para este tipo de bebidas va desde 5 hasta 18°GL, por lo que se puede decir que los 3 tratamientos utilizados para la elaboración de los vinos de mora se encuentran dentro de los límites de grados alcohólicos. Se puede ver que los resultados del vino con el tratamiento 1 poseen más contenido de alcohol, sin embargo, este resultado no concuerda con la estequiometría de la reacción del azúcar/alcohol. Esto debido a que según la bibliografía un vino con un mosto con 21° Brix producirá 12% de alcohol si se consume el azúcar en su totalidad. Mientras que el vino con el tratamiento 1 inicio con un promedio de 22,1° Brix y finalizo a los 8 °Brix, lo que quiere decir que el consumo de azúcar fue 14.1°Brix dando como resultado final una producción de alcohol de 8,1%. Mientras que los demás resultados si concuerdan. Además, en dicha norma se indica que el grado alcohólico a 20°C para este tipo de bebidas va desde 5 hasta 18°GL, por lo que se puede decir que los 3 tratamientos utilizados para la elaboración de los vinos de mora se encuentran dentro de los límites de grados alcohólicos.

#### 4.4.4 Características finales del vino

En la Tabla 9, se muestran las características fisicoquímicas finales de los vinos de mora, según cada tratamiento utilizado.

**Tabla 9. Características finales de los vinos de mora elaborados**

Tratamientos	° Brix	pH	% Acidez	Ext. Seco g/L	Grados Alcohólicos °GL
# 1	8	3,12	1,06	30,44	12,6
# 2	10	3,05	1,13	65,67	8,71
# 3	15	3,05	1,14	124,16	9,59

Elaborado por Daniela Dengo y Jazmín Mora en el mes de noviembre del 2015.

#### 4.4.5 Rendimiento del vino

Para determinar el rendimiento del vino de mora, se basa en los balances de masa contenidos en los (Apéndices 9, 10 y 11); sus cálculos se indican a continuación:

Rendimiento del vino de mora (*Rubus*, tipo vino) sin la utilización de la enzima pectolítica Ultrazyme AFP-L.

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Peso final del vino}}{\text{Peso inicial del mosto}} \times 100$$

$$\text{Rendimiento} = \frac{5244 \text{ g de vino}}{8010 \text{ g de mosto}} \times 100 = 65,5 \%$$

Rendimiento del vino de mora (*Rubus*, tipo vino) con la utilización de la enzima pectolítica Ultrazyme AFP-L a una concentración de 0,1 ml/ kg de fruta.

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Peso final del vino}}{\text{Peso inicial del mosto}} \times 100$$

$$\text{Rendimiento} = \frac{5374 \text{ g de vino}}{8010 \text{ g de mosto}} \times 100 = 67,1 \%$$

Rendimiento del vino de mora (*Rubus*, tipo vino) con la utilización de la enzima pectolítica Ultrazyme AFP-L a una concentración de 0,2 ml/ kg de fruta.

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Peso final del vino}}{\text{Peso inicial del mosto}} \times 100$$

$$\text{Rendimiento} = \frac{5608 \text{ g de vino}}{8010 \text{ g de mosto}} \times 100 = 70 \%$$

De acuerdo a los valores obtenidos, se puede decir que el vino elaborado con el Tratamiento 1 tiene un rendimiento total del 65,5%, el vino obtenido con el

Tratamiento 2 tiene un rendimiento total de 67,1% y el vino obtenido con el Tratamiento 3 tiene un rendimiento total de 70%.

El vino obtenido con el tratamiento 3 a mayor concentración de enzima posee un rendimiento de 4,5% más en relación al vino elaborado con el tratamiento 1 y el vino tratado con enzima a una menor concentración (Tratamiento 2) tiene un rendimiento 1,6% más en relación al vino sin tratamiento enzimático. Por lo que se podría decir que el vino que utiliza mayor concentración de enzima (Tratamiento 3) posee un mayor rendimiento, sin embargo, para determinar que ese aumento de rendimiento se debe a la enzima y no a otros factores se deben hacer más repeticiones.

#### **4.5 Verificación de la hipótesis**

En la presente investigación a un 0,05 % de nivel de significancia, se acepta la hipótesis 1, que señala que la enzima pectolítica (Ultrazyme AFP-L) utilizada a mayor concentración va a mejorar la extracción del jugo de mora.

Asimismo la hipótesis 2 la cual indica que el uso de la enzima pectolítica (Ultrazyme AFP-L) mejora el rendimiento de la producción de vino de mora, no puede ser aceptada ni rechazada ya que por falta de datos no se puede determinar que el aumento del rendimiento de los vinos sea por la enzima y no por otros factores.

## V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1 Conclusiones

A partir del análisis de las variables del proceso, para la realización de la presente investigación, se detalla a continuación las siguientes conclusiones:

- a. La caracterización de la mora de verano, tipo vino, procedente de la zona de la Cima de Copey de Dota tiene 7,1 de °Brix, un pH de 3,10 y una acidez (ácido cítrico) de 1,96%.
- b. El uso de la enzima Pectolítica Ultrazym AFP-L si incrementa la extracción de jugo de mora, considerando el tratamiento #3 (mayor concentración de enzima) como el mejor de los tratamientos.
- c. La utilización de la enzima Pectolítica Ultrazym AFP-L no afecta el proceso de fermentación de los vinos de mora.
- d. La temperatura externa y la temperatura interna de los fermentadores se encuentran muy relacionadas ya que existe una proyección de regresión lineal que va a tender a crecer conjuntamente con la contra variable.
- e. El tiempo de fermentación fue de aproximadamente de 10 y 15 días, debido a que después de ese periodo de tiempo se da una inestabilidad de los °Brix causado por las altas temperaturas.
- f. La temperatura del proceso de fermentación si influye en el tiempo de duración de la fermentación.

- g. No se logró obtener el vino con las características de % de alcohol y acidez deseados en la formulación debido a que se utilizó mora de invierno la cual posee características diferentes a la mora de verano.
- h. Los vinos de mora obtenidos tienen un pH y acidez que aseguran la estabilidad microbiológica del producto.
- i. Los vinos de mora elaborados tienen las siguientes características finales: 8 °Brix, con un pH de 3,12 y una acidez de 1,06% y 12,6 °GL de alcohol, otro con 10 °Brix, con un pH de 3,05, una acidez de 1,13% y 8,71 GL de alcohol y el último de 15°Brix, con un pH de 3,05, una acidez de 1,14% y 9,59 GL de alcohol.
- j. Si se obtuvo un mayor rendimiento en la elaboración del vino de mora con la utilización de la enzima Pectolítica Ultrazym AFP-L, sin embargo, por falta de datos no se puede determinar estadísticamente que ese aumento de rendimiento sea por la enzima y no por otros factores externos.

## 5.2 Recomendaciones

A partir del análisis de las variables del proceso, para la realización de la presente investigación, se detalla a continuación las siguientes recomendaciones:

- a. Aplicar un Diagnostico de BPM a la Asociación APROCIMA cada año con el objetivo de conocer sus mejoras y sus debilidades.
- b. Durante el proceso de fermentación dejar que se consuma todo el azúcar contenido en el mosto para obtener un vino base y de ahí rectificarlo con dextrosa según pedidos o preferencia de los clientes.
- c. Realizar una decantación en frío (0 a 5°C) por 2 semanas para que las partículas más pequeñas contenidas en el vino bajen más rápido.
- d. Aplicar la enzima en la etapa de trituración de la fruta, dejar que esta actúe por 2 horas, iniciar fermentación y a las 2 semanas de haber iniciado la fermentación realizar el primer trasiego esto para sacar la mayor cantidad de sólidos y luego dejar que el proceso de fermentación continúe. De igual manera durante las 2 primeras semanas de haber iniciado la fermentación se recomienda agitar los mostos esto para, evitar que los sólidos en la superficie de los tanques (sombbrero) se sequen y formen compuestos indeseables en la elaboración del vino.
- e. Caracterizar la mora tipo vino de la época de invierno utilizada por APROCIMA para la elaboración del vino de mora, ya que su composición de ácidos y °Brix son diferentes a la mora de verano.
- f. Realizar análisis de la composición química de la fruta, esto para conocer si durante la fermentación la levadura requiera de algún nutriente para completar dicho proceso.

- g. Realizar pruebas con la utilización de cepas de levaduras vínicas, que puedan reducir el tiempo de fermentación, así como lograr otras características en el vino, por otro lado, se recomienda la utilización de nutrientes para las levaduras esto para evitar varios factores que puedan afectar el proceso de fermentación.
- h. Por falta de normativa para análisis de vinos en Costa Rica se recomienda realizar los análisis fisicoquímicos de % de alcohol y extracto seco total siguiendo los procedimientos de las Normas Ecuatorianas para vinos (INEN).
- i. Realizar la pasteurización de los vinos a 62°C por 10 min seguidamente del proceso de embotellado (botellas nuevas) de estos
- j. Adaptar los tanques de fermentación utilizados en APROCIMA para facilitar la extracción de las muestras realizadas al mosto y al vino.
- k. Colocar cortinas o cobertores en las ventanas de la planta para impedir la entrada de luz que pueda afectar la calidad del vino.
- l. Almacenar los vinos embotellados la primera semana de forma vertical y luego colocarlos de forma horizontal, en un lugar seco, libre de polvo y donde no haya entradas de luz.
- m. Realizar más estudios para determinar si la enzima Pectolítica Ultrazym AFP-L es la responsable del aumento en el rendimiento de la elaboración de vino.
- n. Seguir con el cumplimiento y actualización de la documentación elaborada para la Asociación APROCIMA.

## VI. REFERENCIAS

- Acosta, C. (2012). *Evaluación de la fermentación alcohólica para la producción de hidromiel*. (Tesis Lic., Universidad Nacional de Colombia). Recuperado de <http://www.bdigital.unal.edu.co/9933/1/300060.2012.pdf>
- Aguilar, A. (2014). *Saccharomyces Cerevisiae, la gran fermentadora del vino*. Recuperado de <http://rtodos-santos.mx/saccharomyces-cerevisiae/>
- Alea, V., Jiménez, E., Muñoz, C. Torrelles, E. & Viladomiu, N. (s.f). *Guía para el análisis estadístico con R Commander*. Departamento de Econometría, Estadística y Economía Española. Recuperado de: <https://books.google.co.cr/books?id=VoqwBAAQBAJ&pg=PA69&dq=que+es+el+TEST+DE+NORMALIDAD+DE+SHAPIRO+WILK&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwjs3eSHkdDJAhXDOyYKHWuTC8Q6AEILDAD#v=onepage&q=que%20es%20el%20TEST%20DE%20NORMALIDAD%20DE%20SHAPIRO%20WILK&f=false>
- Andrade, M. (2009). *Efecto de la utilización de enzimas pectolíticas (Lallzyme C-MAX) en un mosto elaborado con levadura vínica (Lalvin ec 1118) y de panificación para la producción de vino de manzana variedad Emilia (Reineta amarilla de Blenheím)*. (Tesis Lic., Universidad Técnica de Ambato, Ecuador). Recuperado de <http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/2105/1/AL441%20Ref.%203287.pdf>
- Anex-Dit-Chenaud, P. (16 de Agosto de 2014). Columna Puro Vino y más: Vinos orgánicos. *El Financiero*. Recuperado de [http://www.elfinancierocr.com/estilos-de-vida/Puro\\_Vino\\_y\\_mas-Paulina\\_Anex-dit-Chenaud-vino-productos\\_organicos\\_0\\_573542658.html](http://www.elfinancierocr.com/estilos-de-vida/Puro_Vino_y_mas-Paulina_Anex-dit-Chenaud-vino-productos_organicos_0_573542658.html)
- Araya, D. (12 de enero de 2012). Una nueva cultura: vinos se abren paso en Costa Rica. *CRHoy*. Recuperado de <http://www.crhoy.com/una-nueva-cultura-vinos-se-abren-paso-en-costa-rica/>
- Arce, S. (2011). *Composición del vino*. Recuperado de <https://enologia.blogia.com/temas/17-composicion/>

- Ávila, M. (2007). *Diseño de la documentación del sistema de Buenas Prácticas de Manufactura para la Empresa de Productos Le Chandelier*. (Tesis Lic., Universidad de Costa Rica). Recuperado de [http://www.academia.edu/6816646/Dise%C3%B1o\\_de\\_la\\_Documentaci%C3%B3n\\_del\\_Sistema\\_de\\_Buenas\\_Pr%C3%A1cticas\\_de\\_Manufactura\\_para\\_la\\_Empresa\\_Productos\\_Le\\_Chandelier](http://www.academia.edu/6816646/Dise%C3%B1o_de_la_Documentaci%C3%B3n_del_Sistema_de_Buenas_Pr%C3%A1cticas_de_Manufactura_para_la_Empresa_Productos_Le_Chandelier)
- Bajard, C., Fauveau, C., Grassin, C. & Pellerin, P. (2006). Enzimas para la enología modo de producción, modo de acción e impacto en la transformación de la uva en vino. *Revista Enología* (5). Recuperado de <http://www.revistaenologia.com/pdf/NOV-DSM.pdf>.
- Bakieva, M. González, J. & Jornet, J.M (s.f). *SPSS: ANOVA de un Factor. Grupo de Innovación Educativa Universitat de Valencia*. Recuperado de: [http://www.uv.es/innomide/spss/SPSS/SPSS\\_0702b.pdf](http://www.uv.es/innomide/spss/SPSS/SPSS_0702b.pdf)
- Bakieva, M., González, J. & Jornet, J.M (2010). *SPSS: Diagrama de caja. Grupo de Innovación Educativa Universitat de Valencia*. Recuperado de [http://www.uv.es/innomide/spss/SPSS/SPSS\\_0203d.pdf](http://www.uv.es/innomide/spss/SPSS/SPSS_0203d.pdf)
- Cámara de Industrias de Costa Rica. (s.f). *Buenas prácticas de manufactura*. Recuperado de <http://www.cicr.com/Consultoria/detalle/4/Buenas-Pr%C3%A1cticas-de-Manufactura>
- Castro, J., Cerdas, M. (2005). *Mora (Rubus spp): Cultivo y manejo poscosecha. Ministerio de Agricultura y Ganadería, Costa Rica*. Recuperado de [http://www.mag.go.cr/biblioteca\\_virtual\\_ciencia/manual\\_mora\\_indice.html](http://www.mag.go.cr/biblioteca_virtual_ciencia/manual_mora_indice.html)
- Coronel, M. (s.f). *Los vinos de frutas. (Informe de Investigación)*. Recuperado de <http://www.ute.edu.ec/fci/coronel.pdf>
- Dacosta, O. & Vázquez, H.J. (2007). *Fermentación alcohólica: una opción para la producción de energía renovable a partir de desechos agrícolas*. Artículo arbitrado. (Universidad Autónoma Metropolitana). Recuperado de

[http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S140577432007000400004&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S140577432007000400004&script=sci_arttext)

Descamps, P. & Soto, G. (2011). *Manual para familias productoras. Certificación orgánica: paso a paso*. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Turrialba, Costa Rica. Recuperado de <http://orton.catie.ac.cr/REPDOC/A7365E/A7365E.PDF>

Dolmar Living Innovation. (s.f). *Prácticas integradas de enología*. Recuperado de [http://www.dolmarproductos.com/sites/default/files/dolmar\\_analisis\\_vinos.pdf](http://www.dolmarproductos.com/sites/default/files/dolmar_analisis_vinos.pdf)

Embajada de Costa Rica en Francia. (2008). *Gastronomía costarricense*. Recuperado de [http://www.ambasadecostarica.org/le\\_costa\\_rica/costa\\_rica\\_es/Cultura/Gastronomia%20costarricense.html](http://www.ambasadecostarica.org/le_costa_rica/costa_rica_es/Cultura/Gastronomia%20costarricense.html)

Empresa AGROVIN. (2015). *Enzimas*. Recuperado de <http://www.agrovin.com/agrv/index.php/web/enologia/enzimas>

Fernández, E. (23 de noviembre de 2014). Consumo de vino está empujando el mercado de licores en Costa Rica. *El Financiero*. Recuperado de [http://www.elfinancierocr.com/negocios/licores-Diageo-Fifco-Grupo\\_Pampavino\\_0\\_632936733.html](http://www.elfinancierocr.com/negocios/licores-Diageo-Fifco-Grupo_Pampavino_0_632936733.html)

García, R., González, J. & Jornet, J.M. (2010). *SPSS: Prueba T. Grupo de Innovación Educativa Universitat de Valencia*. Recuperado de: [http://www.uv.es/innomide/spss/SPSS/SPSS\\_0701b.pdf](http://www.uv.es/innomide/spss/SPSS/SPSS_0701b.pdf)

Grupo de Petrología Aplicada. (2015). *Universidad de Alicante. Matriz de correlaciones y gráficos de dispersión*. Recuperado de <http://web.ua.es/es/lpa/docencia/analisis-estadistico-de-datos-geoquimicos-con-r/matriz-de-correlacion-y-graficos-de-dispersion.html>

González, M. (2013). *Elaboración artesanal de vinos de frutas: Una guía para fabricar vinos a la medida*. España: M. González.

- González, M. (2013). *Haciendo vino de frutas en la cocina*. Recuperado de <http://www.vinodefruta.com/descargas/Haciendo%20Vino%20de%20Frutas%20-%20Muestra.pdf>
- Guano, P. (2010). *Utilización de enzimas pectolíticas (Lallzyme Ex Lallzyme C-MAX), en la elaboración de vino de mora (Rubus glaucus Benth) y su incidencia en la calidad sensorial*. (Tesis, Universidad Técnica de Ambato, Ecuador). Recuperado de <http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/855/1/AL437%20Ref.%203283.pdf>
- Guerrand, D., Palacios, A. & Santiago, L. (s.f). *Utilización de enzimas de maceración en vinificación en tinto*. Recuperado de <http://www.haro.org/pdf/cursoharoantonio.pdf>
- Gutiérrez, H & Vara, R de la. (2008) *Análisis y diseño de experimentos*. 2ª ed. México: McGraw-Hill.
- Guzman, M. (2012). *El vino en el continente americano dio comienzo en México*. Recuperado de <http://www.afuegolento.com/noticias/cocina/opinion/10860/breve/historia/vino/mexico#sthash.obq3vYGI.dpu>
- Instituto Ecuatoriano de Normalización (1978). *Norma técnica ecuatoriana INEN 341: Bebidas alcohólicas. Determinación de acidez*. Instituto Ecuatoriano de Normalización. Ecuador, 1978. Recuperado de <https://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.0341.1978.pdf>
- Instituto Nacional de Aprendizaje (INA). (s.f.). *Instituto Nacional de Aprendizaje - Costa Rica*. Recuperado de <http://www.ilo.org/public//spanish/region/ampro/cinterfor/ifp/ina/index.htm>
- Jácome, J. (2014). *Aplicación de un tratamiento enzimático con enzimas pectolíticas (pectinex ultra sp-l y ultrazym afpl) en la obtención de una bebida tipo vino de mortiño (vaccinium floribundum kunth) y su efecto en el contenido de*

*antocianinas*. (Tesis, Universidad Técnica de Ambato, Ecuador). Recuperado de <http://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/8448>

Lahura, E. (2003). *El coeficiente de correlación y correlaciones espúreas*. Recuperado de <http://departamento.pucp.edu.pe/economia/images/documentos/DDD218.pdf>

Mac Kay, C. (2014). *Factores que afectan el desarrollo de la fermentación alcohólica*. Recuperado de <http://cmackay.cl/factores-que-afectan-el-desarrollo-de-la-fermentacion-alcoholica/>

Macek, M. (s.f). *Historia del vino*. Recuperado de <http://www.zonadiet.com/bebidas/a-vino-historia.htm>

Malajovich, M. (s.f). *Industria de jugos de frutas. Guías de actividades biotecnología: enseñanza y divulgación*. Recuperado de [http://www.bteduc.bio.br/guias\\_es/29\\_Pectinasa.pdf](http://www.bteduc.bio.br/guias_es/29_Pectinasa.pdf)

Ministerio de Agricultura y Ganadería (18 de setiembre de 2001). *Reglamento de Agricultura Orgánica*. La Gaceta. Costa Rica. Recuperado de [http://www.inta.go.cr/Normativa/Reglamento\\_agricultura\\_organica.pdf](http://www.inta.go.cr/Normativa/Reglamento_agricultura_organica.pdf)

Montes, M. & Magaña, I. (2002). *Enzimas con aplicación industrial*. Recuperado de [http://biblioteca.cinvestav.mx/indicadores/texto\\_completo/cinvestav/2002/102516\\_1.pdf](http://biblioteca.cinvestav.mx/indicadores/texto_completo/cinvestav/2002/102516_1.pdf)

Pellini, C. (s.f). *Historia del vino variedades de uvas tipos de vinos bebidas populares*. Recuperado de <http://historiaybiografias.com/vino/>

Rincón, N. (2007). *Evaluar la aplicación de enzima pectinasa aislada del hongo Aspergillus Niger durante el proceso de clarificación y fermentación del mosto de vino de uva Vitis labrusca variedad Isabella para la obtención de vino tinto*. (Tesis, Universidad de la Salle, Bogotá). Recuperado de <http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/16069/43972025.pdf?squence=2&isAllowed=y>

- Sáez, A. (2010). *Métodos estadísticos con R y R Commander*. Recuperado de <https://cran.r-project.org/doc/contrib/Saez-Castillo-RRCmdrv21.pdf>
- Salvatierra, S. (2011). Influencia de la proporción de fruta en el color, composición fenólica y actividad antioxidante de vinos de mora y manzana de Ecuador. (Tesis, Universidad Pública de Navarra). Recuperado de [http://academica-e.unavarra.es/bitstream/handle/2454/4943/Sara\\_Salvatierra\\_Zubiri\\_Junio2011\\_Vinos\\_de\\_frutas.pdf?sequence=1](http://academica-e.unavarra.es/bitstream/handle/2454/4943/Sara_Salvatierra_Zubiri_Junio2011_Vinos_de_frutas.pdf?sequence=1)
- Scheihing, P. (2005). *Elaboración de vino de arándano (Vaccinium corymbosum) como materia prima para producción de vinagre*. (Tesis, Universidad Austral de Chile). Recuperado de <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2005/fas318e/doc/fas318e.pdf>
- SENASA. (2007). *Reglamento Técnico Centroamericano. Industria de alimentos y bebidas procesados. Buenas prácticas de manufactura. Principios generales*. Recuperado de <http://www.senasa.go.cr/anterior/Documentos/DIPOA/Regulatorio/union%20a duanera%20procesados.pdf>
- Vindas, L. (2014, 23 de marzo). Producción de vinos de frutas de Costa Rica busca su lugar en competido mercado. *El Financiero*. Recuperado de [http://www.elfinancierocr.com/negocios/vino-bebidas\\_alcoholicas\\_0\\_485951435.html](http://www.elfinancierocr.com/negocios/vino-bebidas_alcoholicas_0_485951435.html)
- Zalapa, A. (2010). *Realidades del Cuadrado de Pearson simple, compuesto y el agregado*. Recuperado de [http://www.produccion-animal.com.ar/tablas\\_composicion\\_alimentos/30-Cuadrado\\_Pearson.pdf](http://www.produccion-animal.com.ar/tablas_composicion_alimentos/30-Cuadrado_Pearson.pdf)
- Zimbrón, M. (2007). *El mundo del vino al alcance de todos*. Recuperado de <http://elparraldebaco.tripod.com/id1.html>

## VII. ANEXOS

### Anexo 1. Resultados de los análisis de extracto seco y porcentaje de alcohol de los vinos.



UNIVERSIDAD DE  
COSTA RICA

1 de 1  
Q-1983-1985-(M)-2015  
R-SA-002 Emisión 5 02/05/15

#### MODIFICACIÓN DEL REPORTE DE ANÁLISIS QUÍMICO Q-1983-1985-2015

TIPO DE SOLICITUD:	PATI	SOLICITANTE:	DANIELA DENGO GONZÁLEZ
OFERTA N°:	545-2015	EMPRESA O PROYECTO:	PARTICULAR
FECHA ENTRADA:	25/09/2015	DIRECCIÓN:	—
FECHA ANÁLISIS:	06/10/2015	TELÉFONO:	8346-9118
FECHA EMISIÓN:	26/10/2015	FAX:	—

#### RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS REALIZADOS POR NÚMERO DE MUESTRA

MUESTRA #	DESCRIPCIÓN	ANÁLISIS REALIZADOS	
		SOLIDOS TOTALES (g/ 100 g)	ETANOL (mL/ 100 mL)
1983	MORA VINO #1, SIN ENZIMA	3,09 y 3,11	12,63
1984	MORA VINO #2, 3 GOTAS ENZIMA	6,62 y 6,62	8,71
1985	MORA VINO #3, 5 GOTAS DE ENZIMA	12,57 y 12,59	9,59
MÉTODO EMPLEADO		950.27 2012, AOAC, P-SA-MQ-002	Betz, J. M. & Nikelly, J. G., <i>J. Chromatogr. Sci.</i> , 1987, 25, 391-394. HPLC-UV, FASE REVERSA

#### NOTA:

- Este informe de análisis se refiere únicamente a las muestras ensayadas que fueron recibidas en las instalaciones del CITA. El proceso de muestreo ha sido responsabilidad del cliente.
- Este reporte no debe ser reproducido parcialmente, sin autorización expresa del responsable del laboratorio.
- Para cualquier consulta sobre los resultados de estos análisis, por favor comuníquese con el responsable de este reporte al (506) 2511-7215
- Envíenos sus comentarios sobre nuestros servicios al correo: [suopinion.cita@ucz.ac.cr](mailto:suopinion.cita@ucz.ac.cr) o comuníquese al teléfono: (506) 2511-8849.

OBSERVACIONES: Se modifica el valor de sólidos totales, anteriormente se reportó la media de las réplicas analizadas, en este informe se incluye los resultados por réplica. En el caso de la determinación de etanol, la medición es directa por lo que el análisis se realiza una sola vez.

Emitido por: Lic. Graciela Artavia González  
GERENTE TÉCNICO  
LABORATORIO FÍSICO-QUÍMICO DE ALIMENTOS  
LABORATORIO CROMATOGRÁFICO DE ALIMENTOS



CENTRO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS  
TEL: 2511-7223, FAX: 2253-3762  
Ciudad Universitaria Rodrigo Facio 100 m oeste detrás de la Facultad de Ciencias Agroalimentarias

### **Anexo 2. Procedimiento de análisis de °Brix**

El análisis de °Brix se realizó utilizando un refractómetro digital (marca Milwaukee, MA 871 de 0 a 85% Brix). Y se siguió los siguientes pasos:

1. Tomar 2 gotas de la muestra a analizar y colocarlas directamente en la superficie de vidrio del prisma del refractómetro.
2. Se toma la lectura y se anota (°Brix y la temperatura de la muestra).
3. Entre cada prueba el prisma del refractómetro se debe lavar con agua destilada y secar con una toalla de papel.

### **Anexo 3. Procedimiento de análisis de pH.**

El análisis de pH se realizó utilizando pHmetro (marca Hannah Instruments HI 2211 pH/ORP Meter), de la siguiente manera:

1. Se inicia calibrando el pHmetro siguiendo el procedimiento establecido por el laboratorio de química de la Universidad Técnica Nacional y recomendado por el proveedor del aparato.
2. Una vez calibrado el pHmetro se introduce el electrodo y el termómetro dentro de un Becker de 250 ml en donde se encuentra la muestra a analizar.
3. Una vez introducido el electrodo y el termómetro en la muestra se da un tiempo hasta que la lectura del pHmetro se haya detenido, se anota la lectura (pH y temperatura de la muestra).

4. Entre cada una de las pruebas el electrodo se debe lavar con agua destilada y secar con toalla de papel.

#### **Anexo 4. Procedimiento de análisis de determinación de la acidez titulables (% ácido cítrico)**

Para la realización de esta prueba se utilizó un equipo digital de titulación.

<b>Instrumentos de laboratorio</b>	<b>Reactivos</b>
Equipo digital de titulación marca Metrohm 916 T1-touch.	Solución Hidróxido de sodio, Concentración de 0,1067N.

#### **Preparación de la muestra**

Se toma una muestra de 10 ml del producto a analizar y se coloca en un Becker de 150 ml, en donde se adiciona agua destilada hasta completar los 50 ml.

Una vez preparada la muestra se coloca en el titulador de acidez digital y se realizaron las mediciones.

Se efectúa el cálculo para determinar la cantidad de acidez total, utilizando el factor de conversión del ácido cítrico 0,0064.

Se utiliza la siguiente fórmula para obtener los resultados:

$$(g / 1000 ml) = \frac{V[Mx] \times C[Mx] \times f[\text{ác. cítrico}] \times 1000}{C [\text{NaOH } 0.1N] \times \text{Vol.de muestra (ml)}}$$

Dónde:

V [Mx] = Volumen de gasto de la solución de NaOH estandarizada.

C [Mx] = Concentración de la solución de NaOH estandarizada.

C [NaOH 0.1N] = Concentración ideal de la solución de NaOH  
(0,1N)

f [ácido cítrico] = factor de conversión de equivalencia de 1 ml de  
NaOH 0,1N a ácido cítrico anhidro (0,006404).

## VIII. APÉNDICES

### Apéndice 1. Formulación del mosto para la elaboración de los vinos de mora

Fruta a ser utilizada	Mora Vino
Acidez de la fruta (%)	<b>1.960</b>
Contenido de azúcar del extracto (°Brix)	<b>7.100</b>
<b>Formulación del mosto</b>	
Contenido de azúcar inicial en el mosto (°Brix)	<b>20</b>
Contenido de azúcar final en el vino.	<b>1</b>
Contenido de alcohol teórico (% V/V)	<b>10.615</b>
Peso final mosto corregido (kilos)	4.000
Peso del extracto de la fruta (kilos)	1.330
Adición de ácido cítrico (gramos)	0.000
Acidez final del mosto (%)	<b>0.652</b>
Azúcar total del mosto (kilos)	0.800
Azúcar aportada por la fruta (kilos)	0.094
Azúcar a ser adicionada (kilos)	0.706
Adición de ácido cítrico (kilos)	0.000
Agua a ser adicionada (kilos)	1.964
<b>Fórmula final</b>	
Extracto de fruta a fermentar (kilos)	1.330
Azúcar que debe adicionar (kilos)	0.706
Agua que debe adicionar (kilos)	1.964
Ácido cítrico (kilos)	0.000
<b>Peso total</b>	<b>4.000</b>

**Apéndice 2. Resultados de la prueba de efectividad  
de extracción del jugo de mora**

<b>Muestra</b>	<b>Tratamiento 1 (g)</b>	<b>Tratamiento 2 (g)</b>	<b>Tratamiento 3 (g)</b>
#1	41.53	42.34	50.32
#2	40.15	49.26	49.24
#3	43.26	51.26	51.44
#4	39.8	51.3	50.61
#5	42.91	49.26	50.67
#6	41.53	50.5	52.04
#7	41.53	46.93	49.84
#8	42.91	49.26	50.64
#9	40.15	50.9	50.96
#10	41.53	51.59	50.64
<b>Total jugo</b>	<b>415.3 g</b>	<b>492.6 g</b>	<b>506.4 g</b>
<b>Promedio</b>	<b>42 %</b>	<b>49 %</b>	<b>51 %</b>
<b>Residuos</b>	<b>Tratamientos 1</b>	<b>Tratamiento 2</b>	<b>Tratamiento 3</b>
<b>Total residuos</b>	584.7 g	507.4 g	493.6 g

**Apéndice 3. Hoja de monitoreo del fermentador 3, tratamiento 1 sin enzima**

<b>FERMENTADOR 3 (MORA, SIN ENZIMA)</b>								
Fecha	Muestreo #	Encargada	Cantidad de muestra	Temperatura Externa °C	Temperatura Interna °C	°Brix	pH	% Acidez Titulable
20/07/15	0	Daniela y Jazmín	1 gota	30,1	28,0	20,3	-	-
21/07/15	1	Daniela	20 ml	27,3	23,9	21,0	2,71	1,05
24/07/15	2	Jazmín	20 ml	28,9	25,2	14,1	2,91	1,10
25/07/15	3	Daniela	20 ml	28,1	30,7	11,2	2,97	-
26/07/15	4	Jazmín	10 ml	32,0	29,1	9,8	3,03	-
27/07/15	5	Daniela y Jazmín	20 ml	32,7	27,4	8,7	2,97	1,26
30/07/15	6	Daniela	20 ml	29,5	25,4	6,6	3,00	1,15
01/08/15	7	Jazmín	20 ml	26,3	23,3	7,5	3,02	1,04
04/08/15	8	Daniela	20 ml	31,8	27,5	7,3	3,04	1,14
07/08/15	9	Jazmín	20 ml	29,4	26,1	6,9	3,02	1,03
10/08/15	10	Daniela	30 ml	25,7	22,9	7,7	3,06	1,12
13/08/15	11	Jazmín	20 ml	27,8	24,5	7,4	3,14	1,05
16/08/15	12	Daniela	20 ml	28,0	23,5	7,4	3,10	1,05
19/08/15	13	Daniela y Jazmín	30 ml	28,0	24,0	7,3	3,11	1,05

**Apéndice 4. Hoja de monitoreo del fermentador 4, réplica del tratamiento 1**

<b>FERMENTADOR 4 (MORA, SIN ENZIMA)</b>								
Fecha	Muestreo #	Encargada	Cantidad de muestra	Temperatura Externa °C	Temperatura Interna °C	°Brix	pH	% Acidez Titulable
20/07/15	0	Daniela y Jazmín	1 gota	30,1° C	28,0	23,9	-	-
21/07/15	1	Daniela	20 ml	27,3	23,9	21,0	2,72	1,05
24/07/15	2	Jazmín	20 ml	28,9	25,2	12,8	2,92	1,12
25/07/15	3	Daniela	20 ml	28,1	30,7	10,2	2,98	-
26/07/15	4	Jazmín	10 ml	32,0	29,1	9,6	3,03	-
27/07/15	5	Daniela y Jazmín	20 ml	32,7	27,4	8,8	2,98	1,16
30/07/15	6	Daniela	20 ml	29,5	25,4	8,0	3,00	1,15
01/08/15	7	Jazmín	20 ml	26,3	23,3	7,9	3,03	1,10
04/08/15	8	Daniela	20 ml	31,8	27,5	7,4	3,02	1,12
07/08/15	9	Jazmín	20 ml	29,4	26,1	7,4	3,01	1,07
10/08/15	10	Daniela	20 ml	25,7	22,9	7,6	3,06	1,08
13/08/15	11	Jazmín	20 ml	27,8	24,5	7,4	3,16	1,06
16/08/15	12	Daniela	20 ml	28,0	23,5	6,5	3,09	1,09
19/08/15	13	Daniela y Jazmín	20 ml	28,0	24,0	7,5	3,08	1,07

**Apéndice 5. Hoja de monitoreo del fermentador 5, tratamiento 2  
con una concentración de enzima de 0,1ml/kg de fruta**

**FERMENTADOR 5 (MORA, 3 GOTAS DE ENZIMA)**

Fecha	Muestreo #	Encargada	Cantidad de muestra	Temperatura Externa °C	Temperatura Interna °C	°Brix	pH	% Acidez Titulable
20/07/15	0	Daniela y Jazmín	1 gota	30,1	28,0	21,1	-	-
21/07/15	1	Daniela	20 ml	27,3	23,9	20,6	2,72	1,05
24/07/15	2	Jazmín	20 ml	28,9	25,2	12,8	2,92	1,16
25/07/15	3	Daniela	20 ml	28,1	30,7	9,4	2,98	-
26/07/15	4	Jazmín	10 ml	32,0	29,1	9,4	3,03	-
27/07/15	5	Daniela y Jazmín	20 ml	32,7	27,4	8,7	2,97	1,20
30/07/15	6	Daniela	20 ml	29,5	25,4	8,3	3,00	1,16
01/08/15	7	Jazmín	20 ml	26,3	23,3	8,3	3,02	1,14
04/08/15	8	Daniela	20 ml	31,8	27,5	7,6	3,02	1,13
07/08/15	9	Jazmín	20 ml	29,4	26,1	7,7	3,01	1,12
10/08/15	10	Daniela	30 ml	25,7	22,9	7,8	3,07	1,11
13/08/15	11	Jazmín	20 ml	27,8	24,5	7,4	3,13	1,04
16/08/15	12	Daniela	20 ml	28,0	23,5	8,0	3,07	1,13
19/08/15	13	Daniela y Jazmín	20 ml	28,0	24,0	7,5	3,08	1,11

**Apéndice 6. Hoja de monitoreo del fermentador 6, réplica del tratamiento 2**

**FERMENTADOR 6 (MORA, 3 GOTAS DE ENZIMA)**

Fecha	Muestreo #	Encargada	Cantidad de muestra	Temperatura Externa °C	Temperatura Interna °C	<sup>o</sup> Brix	Ph	% Acidez Titulable
20/07/15	0	Daniela y Jazmín	1 gota	30,1	28,0° C	22,4	-	-
21/07/15	1	Daniela	20 ml	27,3	23,9	19,1	2,71	1,13
24/07/15	2	Jazmín	20 ml	28,9	25,2	13,1	2,93	1,19
25/07/15	3	Daniela	20 ml	28,1	30,7	10,4	2,96	-
26/07/15	4	Jazmín	10 ml	32,0	29,1	9,3	3,05	-
27/07/15	5	Daniela y Jazmín	20 ml	32,7	27,4	8,6	2,97	1,24
30/07/15	6	Daniela	20 ml	29,5	25,4	8,4	2,99	1,14
01/08/15	7	Jazmín	20 ml	26,3	23,3	8,0	3,01	1,11
04/08/15	8	Daniela	20 ml	31,8	27,5	7,8	3,03	1,17
07/08/15	9	Jazmín	20 ml	29,4	26,1	7,2	3,01	1,11
10/08/15	10	Daniela	20 ml	25,7	22,9	7,8	3,05	1,11
13/08/15	11	Jazmín	20 ml	27,8	24,5	7,2	3,14	1,15
16/08/15	12	Daniela	20 ml	28,0	23,5	7,8	3,05	1,16
19/08/15	13	Daniela y Jazmín	20 ml	28,0	24,0	7,8	3,08	1,15

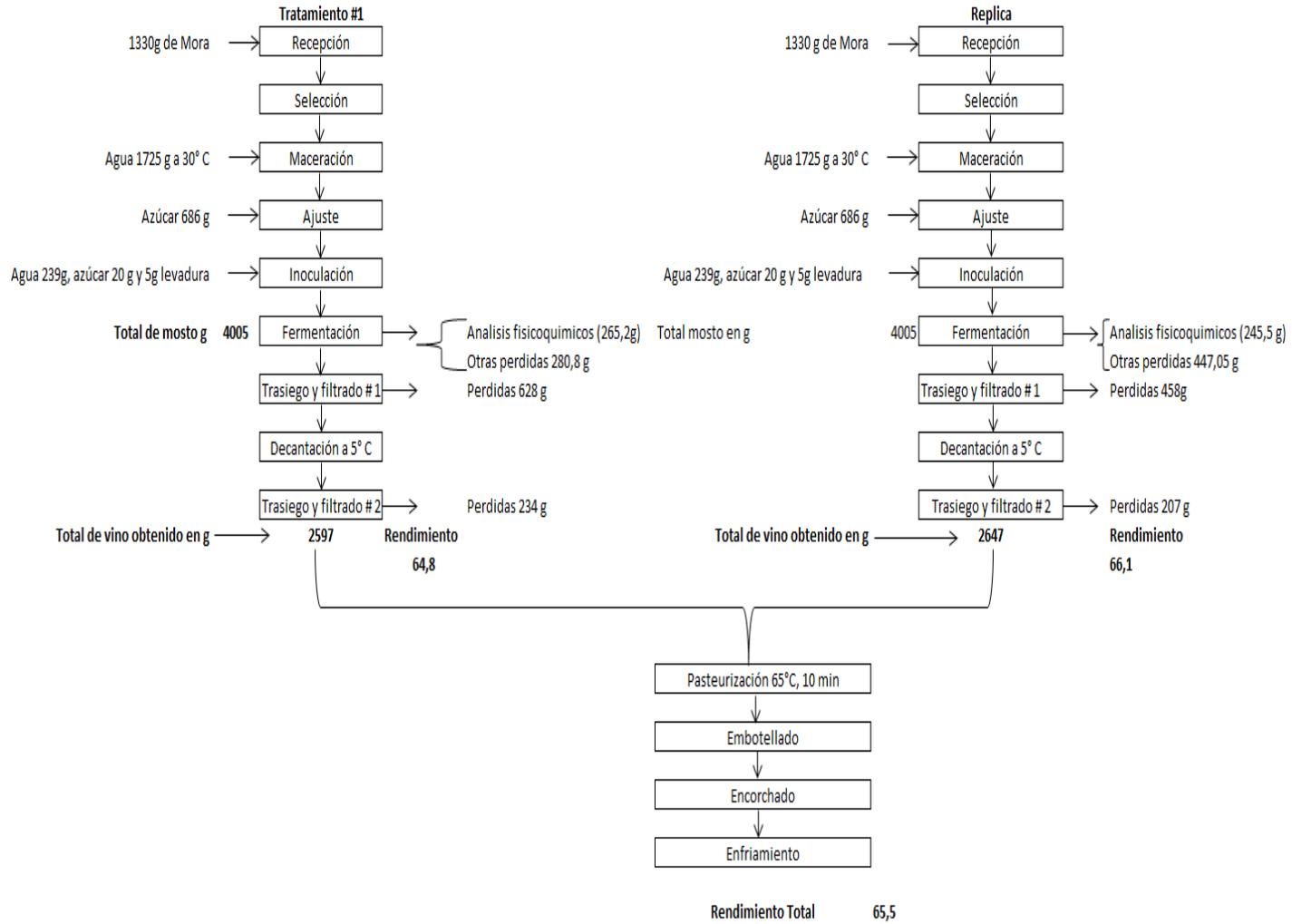
**Apéndice 7. Hoja de monitoreo del fermentador 7, tratamiento 3  
con una concentración de enzima de 0,2ml/kg de fruta**

<b>FERMENTADOR 7 (MORA, 5 GOTAS DE ENZIMA)</b>								
Fecha	Muestreo #	Encargada	Cantidad de muestra	Temperatura Externa °C	Temperatura Interna °C	°Brix	pH	% Acidez Titulable
20/07/15	0	Daniela y Jazmín	1 gota	30,1	28,0	25,9	-	-
21/07/15	1	Daniela	20 ml	27,3	23,9	18,7	2,72	1,19
24/07/15	2	Jazmín	20 ml	28,9	25,2	12,9	2,92	1,25
25/07/15	3	Daniela	20 ml	28,1	30,7	10,3	2,97	-
26/07/15	4	Jazmín	10 ml	32,0	29,1	9,1	3,03	-
27/07/15	5	Daniela y Jazmín	30 ml	32,7	27,4	8,7	2,97	1,29
30/07/15	6	Daniela	20 ml	29,5	25,4	7,4	2,95	1,19
01/08/15	7	Jazmín	20 ml	26,3	23,3	6,6	3,02	1,18
04/08/15	8	Daniela	20 ml	31,8	27,	8,2	3,00	1,20
07/08/15	9	Jazmín	20 ml	29,4	26,1	7,5	3,00	1,17
10/08/15	10	Daniela	20 ml	25,7	22,9	8,4	3,07	1,17
13/08/15	11	Jazmín	20 ml	27,8	24,5	7,7	3,14	1,18
16/08/15	12	Daniela	20 ml	28,0	23,5	8,1	3,08	1,18
19/08/15	13	Daniela y Jazmín	20 ml	28,0	24,0	8,3	3,07	1,19

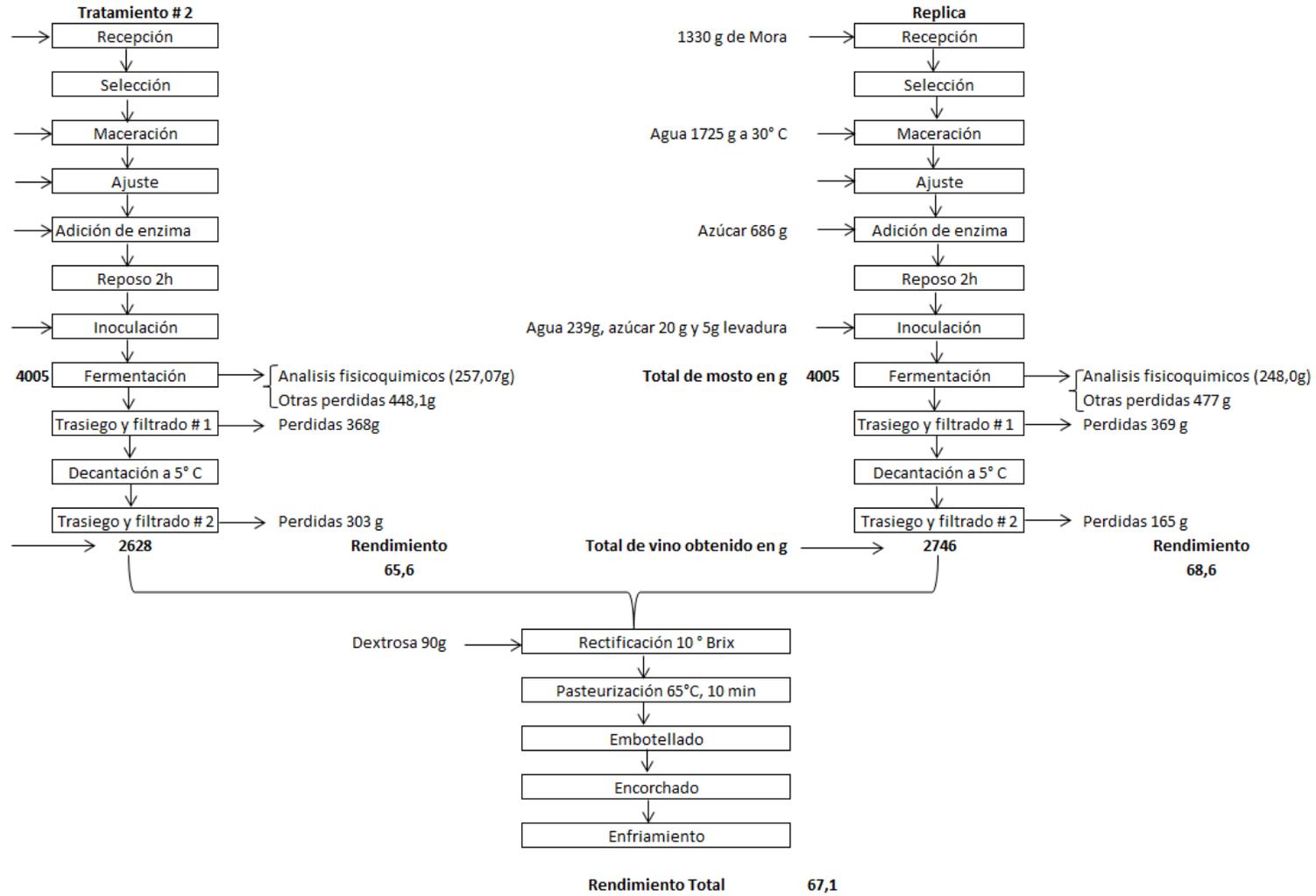
**Apéndice 8. Hoja de monitoreo del fermentador 8, réplica del tratamiento 3**

<b>FERMENTADOR 8 (MORA, 5 GOTAS DE ENZIMA)</b>								
Fecha	Muestreo #	Encargada	Cantidad de muestra	Temperatura Externa °C	Temperatura Interna °C	<sup>o</sup> Brix	pH	% Acidez Titulable
20/07/15	0	Daniela y Jazmín	1 gota	30,1	28,0	23,7	-	-
21/07/15	1	Daniela	20 ml	27,3	23,9	18,9	2,70	1,04
24/07/15	2	Jazmín	20 ml	28,9	25,2	14,5	2,89	1,15
25/07/15	3	Daniela	20 ml	28,1	30,7	11,4	2,94	-
26/07/15	4	Jazmín	10 ml	32,0	29,1	9,6	2,96	-
27/07/15	5	Daniela y Jazmín	20 ml	32,7	27,4	8,3	2,95	1,22
30/07/15	6	Daniela	20 ml	29,5	25,4	6,3	3,03	1,10
01/08/15	7	Jazmín	20 ml	26,3	23,3	5,9	3,03	1,09
04/08/15	8	Daniela	20 ml	31,8	27,5	6,9	3,13	1,09
07/08/15	9	Jazmín	20 ml	29,4	26,1	6,7	3,02	1,07
10/08/15	10	Daniela	20 ml	25,7	22,9	7,6	3,08	1,07
13/08/15	11	Jazmín	20 ml	27,8	24,5	7,4	3,16	1,06
16/08/15	12	Daniela	20 ml	28,0	23,5	6,9	3,08	1,08
19/08/15	13	Daniela y Jazmín	20 ml	28,0	24,0	7,2	3,06	1,10

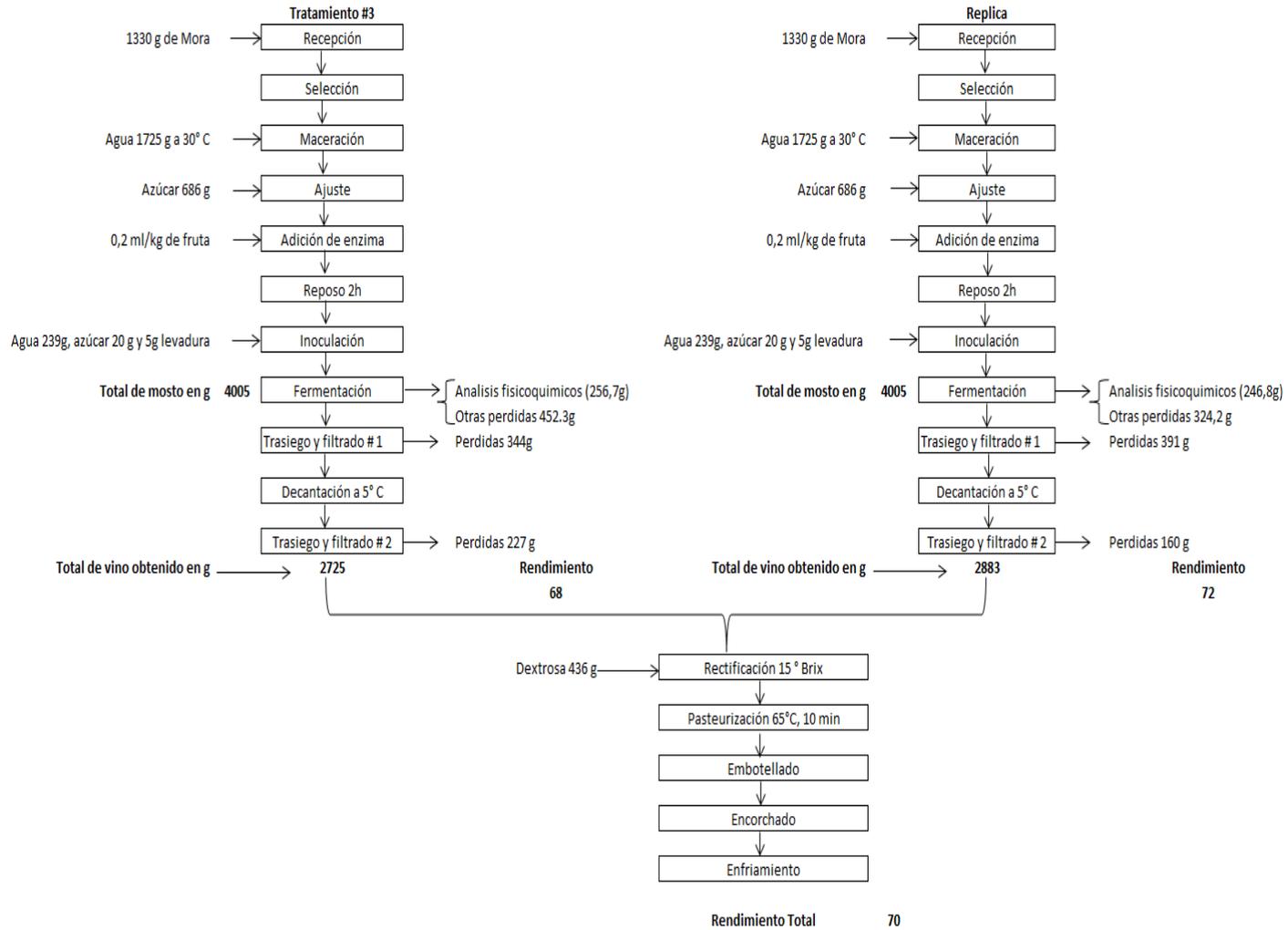
### Apéndice 9. Balance de masa del tratamiento 1 y su réplica



**Apéndice 10. Balance de masa del tratamiento 2 y su réplica**



### Apéndice 11. Balance de masa del Tratamiento 3 y su réplica



## Apéndice 12. Análisis de varianza de la temperatura y los °brix

```
> AnovaModel.1 <- aov(Brix ~ temperatura, data=DatosApilados_3)
> summary(AnovaModel.1)
          Df Sum Sq Mean Sq F value    Pr(>F)
temperatura  3   2507    835.7   41.72 7.13e-14 ***
Residuals  52   1042     20.0
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

> with(DatosApilados_3, numSummary(Brix, groups=temperatura, statistics=c("mean", "sd")))
          mean      sd data:n
Fermentador_3  10.22857 4.860742   14
Fermentador_5  10.32857 4.665657   14
Fermentador_7  10.55714 5.387409   14
Temperatura_interna 25.82143 2.390423   14
```

## Apéndice 13. Test de shapiro wilk para el análisis de varianza de la temperatura y los °brix

```
> with(Brix_temperatura, shapiro.test(Fermentador_3))

      Shapiro-Wilk normality test

data:  Fermentador_3
W = 0.71121, p-value = 0.0004838

> with(Brix_temperatura, shapiro.test(Fermentador_5))

      Shapiro-Wilk normality test

data:  Fermentador_5
W = 0.63218, p-value = 7.97e-05

> with(Brix_temperatura, shapiro.test(Fermentador_7))

      Shapiro-Wilk normality test
```

```
data:  Fermentador_7
W = 0.66518, p-value = 0.0001648
```

### Apéndice 14. Test de levene para el análisis de varianza entre la temperatura y los °brix

```
> with(DatosApilados_8, tapply(brix, temperatura, var, na.rm=TRUE))
      Fermentador_3      Fermentador_5      Fermentador_7 Temperatura_interna
      23.626813         21.768352         29.024176         5.714121

> leveneTest(brix ~ temperatura, data=DatosApilados_8, center="median")
Levene's Test for Homogeneity of Variance (center = "median")
      Df F value Pr(>F)
group 3  0.1982 0.8972
      52
```

### Apéndice 15. Matriz de correlaciones de Pearson entre la temperatura externa y la interna de los fermentadores

```
> cor(Temperaturas[,c("Temperatura_Externa", "Temperatura_Interna")], use="complete")
      Temperatura_Externa Temperatura_Interna
Temperatura_Externa      1.0000000      0.6701919
Temperatura_Interna      0.6701919      1.0000000

> scatterplot(Temperatura_Interna~Temperatura_Externa, reg.line=FALSE, smooth=FALSE, spread=FALSE,
+ boxplots=FALSE, span=0.5, ellipse=FALSE, levels=c(.5, .9), data=Temperaturas)
```

## Apéndice 16. Matriz de correlaciones de Pearson para determinar el efecto de la enzima en los procesos de fermentación

```
> showData(Brix, placement='-20+200', font=getRcmdr('logFont'), maxwidth=80, maxheight=30)

> cor(Brix[,c("Fermentador_3","Fermentador_4","Fermentador_5","Fermentador_6",
+ "Fermentador_7","Fermentador_8")], use="complete")
      Fermentador_3 Fermentador_4 Fermentador_5 Fermentador_6 Fermentador_7
Fermentador_3  1.0000000  0.9777481  0.9831674  0.9769668  0.9427741
Fermentador_4  0.9777481  1.0000000  0.9925056  0.9958322  0.9787569
Fermentador_5  0.9831674  0.9925056  1.0000000  0.9902468  0.9613537
Fermentador_6  0.9769668  0.9958322  0.9902468  1.0000000  0.9846314
Fermentador_7  0.9427741  0.9787569  0.9613537  0.9846314  1.0000000
Fermentador_8  0.9763119  0.9794782  0.9656103  0.9852536  0.9820877
      Fermentador_8
Fermentador_3  0.9763119
Fermentador_4  0.9794782
Fermentador_5  0.9656103
Fermentador_6  0.9852536
Fermentador_7  0.9820877
Fermentador_8  1.0000000
```

## Apéndice 17. Análisis de varianza de la efectividad en la extracción del jugo de mora en el programa R Commander

```
> AnovaModel.1 <- aov(Rendimientos ~ enzima, data=DatosApilados)

> summary(AnovaModel.1)
      Df Sum Sq Mean Sq F value    Pr(>F)
enzima   2  486.1   243.05   71.94 1.52e-11 ***
Residuals 27    91.2     3.38
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

> with(DatosApilados, numSummary(Rendimientos, groups=enizima, statistics=c("mean", "sd")))
      mean      sd data:n
Tratamiento_1 41.495 1.2771344    10
Tratamiento_2 49.260 2.8113461    10
Tratamiento_3 50.640 0.7750699    10

> with(DatosApilados, tapply(Rendimientos, enzima, var, na.rm=TRUE))
Tratamiento_1 Tratamiento_2 Tratamiento_3
  1.6310722    7.9036667    0.6007333
```

## Apéndice 18. Test de Shapiro Wilk para la realización del análisis de varianza de la extracción del jugo de mora

```

> with(Rendimiento1, shapiro.test(Tratamiento_1))

      Shapiro-Wilk normality test

data:  Tratamiento_1
W = 0.88273, p-value = 0.1403

> with(Rendimiento1, shapiro.test(Tratamiento_2))

      Shapiro-Wilk normality test

data:  Tratamiento_2
W = 0.77488, p-value = 0.007171

> with(Rendimiento1, shapiro.test(Tratamiento_3))

      Shapiro-Wilk normality test

data:  Tratamiento_3
W = 0.95922, p-value = 0.7769

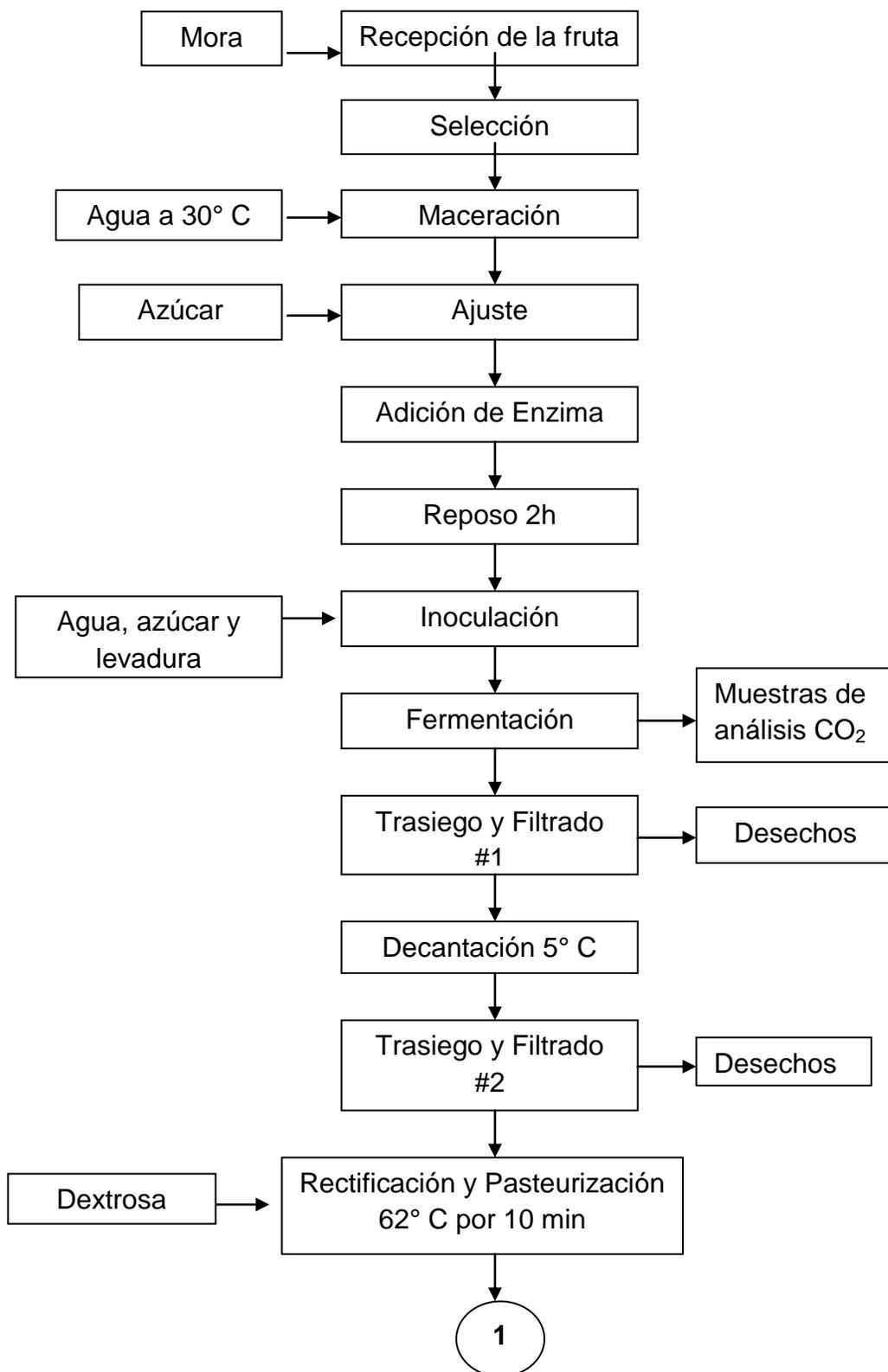
```

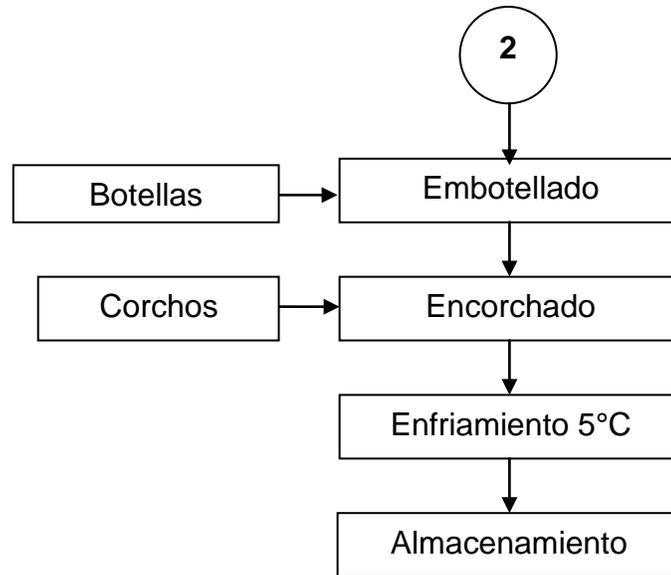
## Apéndice 19. Test de Levene para la realización del análisis de varianza de la extracción del jugo de mora

```

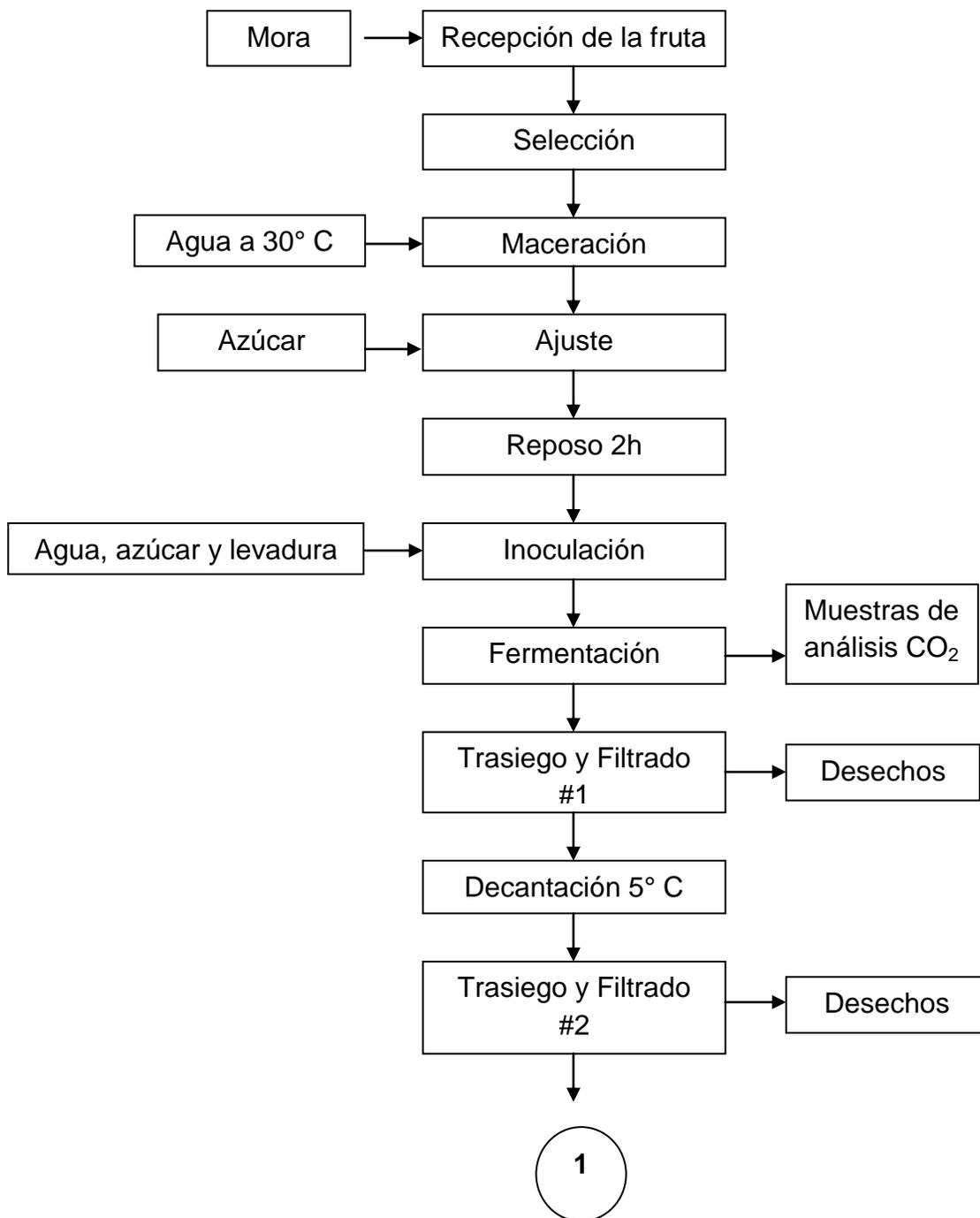
> leveneTest(rendimiento ~ enzima, data=DatosApilados_9, center="median")
Levene's Test for Homogeneity of Variance (center = "median")
  Df F value Pr(>F)
group 2  2.5572 0.09616 .
    27
---
Signif. codes:  0 '***' 0.001 '**' 0.01 '*' 0.05 '.' 0.1 ' ' 1

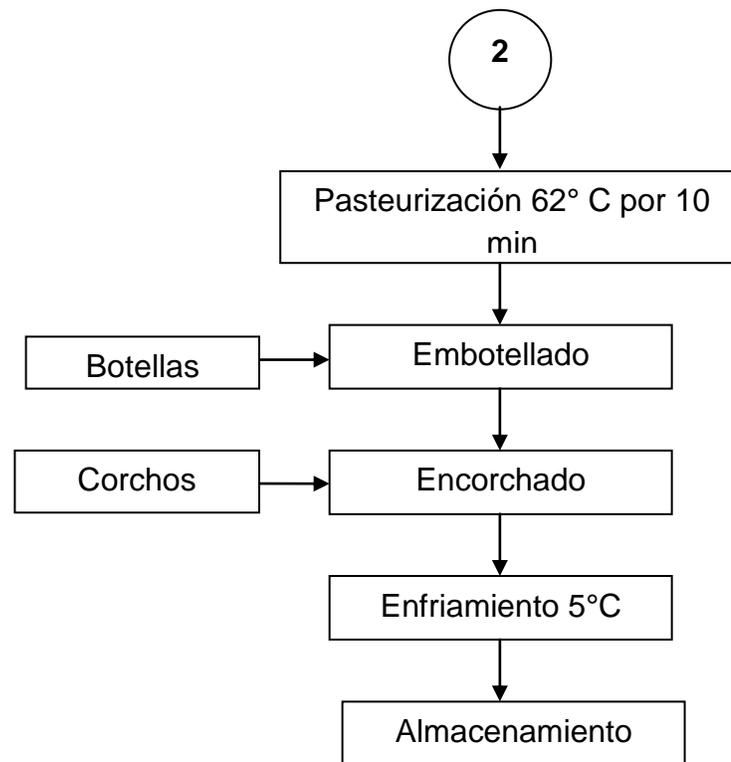
```

**Apéndice 20. Diagrama de flujo de la elaboración****de los vinos de mora con enzima**



**Apéndice 21. Diagrama de flujo de la elaboración  
de los vinos de mora sin enzima**





## Apéndice 22. Procedimiento y registro de control de vinos para APROCIMA

<b>Procedimiento del Registro de Control de Vinos</b>	<b>APROCIMA</b>
Código: APRO-1	
Elaborado por: Daniela Dengo y Jazmín Mora	
Fecha de Emisión: 16/02/16	

**Objetivo:** Controlar el proceso de elaboración de los vinos de frutas, mediante los análisis de ° Brix y temperatura interna del mosto durante el proceso de fermentación, así como de otras características del producto final, esto para garantizar un vino de calidad e inocuidad.

**Alcance:** Todos los vinos de frutas elaborados por APROCIMA.

**Responsable:** la persona responsable del cumplimiento y llenado del Registro de Control de Vinos, será aquella que la Asociación designe.

### **Procedimiento**

Antes del llenado del registro de Control de vinos se debe realizar la formulación del vino a elaborar, para esto se debe de tomar en cuenta las características de la materia prima a utilizar (fruta verano o invierno)

El Registro tiene que ser llenado en su totalidad cada vez que vaya a elaborar un vino de frutas.

En el registro se tiene que anotar todo lo solicitado en él, además de que este tiene que ser llenado con lapicero.

El muestreo para el control de los ° Brix y de la temperatura tiene que ser realizados mínimo dos veces a la semana.

Antes de realizar los muestreos de control se debe revisar los equipos o instrumentos a utilizar para dichos análisis.

Los equipos o instrumentos utilizados para los análisis se tienen que limpiar después de cada uso y de igual manera entre muestra y muestra.

Los equipos e instrumentos deben de ser guardados en un lugar seguro y cerca del lugar en donde se realicen los análisis.

En caso de ocurrir algún problema durante el proceso de elaboración del vino se debe de anotar en las observaciones.

Nota: Los registros deben de ser guardados en físico o digital.

<b>Registro de Control Vinos</b>	<b>APROCIMA</b>
Código: APRO-1	
Elaborado por: Daniela Dengo y Jazmín Mora	
Fecha de Emisión: 16/02/16	

Tipo de vino a elaborar: \_\_\_\_\_ Fecha de inicio: \_\_\_\_\_

Cantidad de Mosto a fermentar: \_\_\_\_\_ Kg.

En la siguiente tabla se debe anotar los datos solicitados cada vez que se realice el muestreo de control del vino.

° Brix iniciales:	Temperatura interna del mosto:
Análisis #1:	
Análisis #2:	
Análisis #3:	
Análisis #4:	
Análisis #5:	
Análisis #6:	
Análisis #7:	
Análisis #8:	
Análisis #9:	
Análisis #10:	
° Brix finales:	

Fecha de finalización de la fermentación	
° Brix deseados en el vino	
Cantidad de dextrosa agregada	
% de Alcohol en el vino	
Cantidad de botellas de vino obtenidas	

Observaciones \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**Apéndice 23. Fotografías de los análisis y equipos utilizados**

**Apéndice 24. Fotografías de las etapas del proceso de elaboración de vino**



**FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN  
DE LA EMPRESA PARA LA PUBLICACIÓN DE DATOS**

Yo Mario Garita Serrano, con cédula de identidad, 1-0730-0078 en calidad de Presidente General de la Asociación APROCIMA, autorizo para que el Trabajo Final de Graduación titulado: **“Evaluación del proceso de elaboración artesanal de vino orgánico de mora (*Rubus*) para la asociación APROCIMA, utilizando una enzima pectolítica, para mejorar la extracción del jugo de la fruta”** para optar al grado de Licenciatura en Tecnología de Alimentos, elaborado por las estudiantes: Daniela Dengo González Cédula 2-0679-0929 y Jazmín Mora Pereira Cédula 3-0442-0655, sea presentado a la Universidad Técnica Nacional, Sede de Atenas.

Asimismo, autorizo para que se realice la publicación de esta investigación, tanto impresa como a través de la página Web de dicha Institución para fines académicos y no lucrativos bajo el principio de confiabilidad acordado entre las estudiantes y APROCIMA.

Agradeciendo la oportunidad de brindar un aporte al desarrollo académico y profesional de la comunidad universitaria en nombre de mi representada firmo en Copey de Dota a los 16 días del mes de abril de 2016.

Atentamente,

\_\_\_\_\_

SELLO

Mario Garita Serrano  
Presidente de APROCIMA

## FORMULARIO DE AUTORIZACIÓN DE USO PÚBLICO DE LA INFORMACIÓN

Las suscritas **Daniela Dengo González Cédula 2-0679-0929** y **Jazmín Mora Pereira Cédula 3-0442-0655**, estudiantes de la carrera de Tecnología de Alimentos, autorizamos para que nuestro Trabajo Final de Graduación titulado: **“Evaluación del proceso de elaboración artesanal de vino orgánico de mora (*Rubus*) para la asociación APROCIMA, utilizando una enzima pectolífica, para mejorar la extracción del jugo de la fruta”** para optar al grado de Licenciatura en Tecnología de Alimentos, sea donado a la Biblioteca de la Universidad Técnica Nacional, Sede de Atenas.

Asimismo, hacemos entrega de una copia en formato impreso y en digital el cual funcionará como respaldo de la información.

Finalmente, autorizamos a la Biblioteca de la UTN, Sede de Atenas, para que realice la publicación de esta investigación, a través de la página Web de dicha unidad para fines académicos y no lucrativos, sin perjuicio de la observancia del régimen de derechos de autor.

Firmamos en Atenas a los 16 días del mes de abril de 2016.

Atentamente,

---

Daniela Dengo González  
Cédula 2-0679-0929

---

Jazmín Mora Pereira  
Cédula 3-0442-0655

---

Ing. Ana María Bárcenas  
Directora Licenciatura en Tecnología de Alimentos  
UTN, Sede de Atenas.

SELLO U.A.