

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
CARRERA DE INGENIERÍA DE ALIMENTOS**



ELABORACIÓN DE VINO TINTO VARIETAL SYRAH

Por:

Jorge Ampuero Martínez

Trabajo final de grado presentado a consideración de la UNIVERSIDAD AUTÓNOMA "JUAN MISAEL SARACHO", como requisito para optar el Grado Académico de Licenciatura en Ingeniería de Alimentos.

**Diciembre del 2014
Tarija – Bolivia**

V°B°

MSc. Ing. Ernesto Álvarez G.
DECANO

MSc. Ing. Silvana Paz R.
VICEDECANO

Ing. Jesús Zamora Gutiérrez
DIRECTOR DEL DPTO. DE BIOTECNOLOGIA

Aprobado por:

Ing: José Johnny Mercado R.
DOCENTE GUÍA

**El tribunal del representante trabajo,
No se solidariza con la forma,
términos, modos y expresiones
vertidos en el mismo, siendo esta
responsabilidad del autor.**

AGRADECIMIENTOS

A Dios, nuestro señor Jesucristo por la sabiduría, salud, fuerza y sobre todo por su infinito amor.

A la U.A.J.M.S, pilar fundamental del desarrollo intelectual, moral y ético donde nos vio formar como hombres de bien.

De manera muy especial al Ing. Erik Ramírez quien compartió y me brindó sus conocimientos y su tiempo para culminar exitosamente esta investigación.

Al Ing. Jhonny Mercado por su tiempo, conocimientos, impartidos y su apoyo incondicional durante la realización del trabajo.

A todos nuestros catedráticos, familiares, amigos y demás personas que de una u otra manera me brindaron su apoyo para la finalización de este trabajo.

DEDICATORIA

A Dios por guiarme en mi camino.

A mis padres Apolinar (†) y Yolanda (†) por darme sus consejos, inculcarme valores, apoyo y darme la vida.

A mi tío Bernardo quien me brindó su apoyo y confianza incondicional para la culminación de mi carrera y lograr mi objetivo.

A mis grandes amores mi hija Génesis Mishel y Roxana por darme la fuerza de seguir luchando para ser una persona de ejemplo en esta vida.

ÍNDICE
CAPÍTULO I
INTRODUCCIÓN

	Páginas
1.1. Antecedentes.....	1
1.2. Justificación.....	7
1.3. Objetivos.....	8
1.3.1. Objetivo general.....	8
1.3.2. Objetivos específicos.....	8
1.4. Formulación del problema general.....	9
1.5. Hipótesis general.....	9

CAPÍTULO II
MARCO TEÓRICO

2.1. La viticultura.....	10
2.2. Definición de viticultura y ampelografía.....	10
2.3. La vid.....	10
2.4. Morfología de la vid.....	11
2.4.1. Las raíces.....	12
2.4.2. El tronco.....	12
2.4.3. Brazos o ramas.....	13
2.4.4. Pámpano, brotes o sarmiento.....	14
2.4.5. Las hojas.....	16
2.4.6. Los zarcillos.....	17
2.4.7. Las yemas.....	17
2.4.8. La inflorescencia y la flor.....	19
2.4.8.1. El racimo.....	19
2.4.9. El fruto.....	19
2.5. Ciclo de crecimiento de la vid.....	21
2.5.1. Ciclo vegetativo.....	21
2.5.2. Ciclo reproductivo.....	21
2.5.3. Receso invernal.....	21
2.6. Requerimientos del cultivo.....	22
2.6.1. Factores climáticos.....	22
2.6.1.1. La temperatura ambiente.....	22
2.6.1.2. Luminosidad o radiación solar.....	23

2.6.1.3. Precipitaciones o lluvia.....	24
2.6.2. Suelo.....	24
2.6.3. Nutrición.....	25
2.6.3.1. Función del nitrógeno en la planta.....	26
2.6.3.2. Función del fosforo en la planta.....	29
2.6.3.3. Función del potasio en la planta.....	30
2.6.3.4. Función del calcio en la planta.....	31
2.6.3.5. Función del magnesio en la planta.....	32
2.6.3.6. Función del azufre en la planta.....	33
2.6.3.7. Función del hierro en la planta.....	34
2.6.3.8. Función del zinc en la planta.....	34
2.6.3.9. Función del manganeso en la planta.....	35
2.6.3.10. Función del boro en la planta.....	35
2.7. Manejo del cultivo de la vid.....	36
2.7.1. Selección de la parcela.....	36
2.7.2. Sistemas de conducción.....	36
2.7.3. Tipos de sistemas de conducción.....	36
2.7.3.1. En cabeza o arbolito.....	37
2.7.3.2. Espaldera.....	37
2.7.3.4. Parronales.....	38
2.7.4. Poda de la vid.....	38
2.7.5. Enfermedades de la vid.....	38
2.8. Variedades de uva.....	40
2.8.1. Características de las variedades a vinificar en uvas tintas.....	40
2.9. Características de zonas geografías de vid.....	41
2.10. Características de uva varietal Syrah.....	42
2.10.1. Nombres como se lo conoce.....	42
2.10.2. Origen.....	43
2.10.3. Características de la planta.....	43
2.10.4. El vino Syrah.....	43
2.10.5. Características de la hoja.....	44
2.10.6. Características del racimo.....	44
2.11. Composición química del racimo.....	45
2.11.1. Raspón o escobajo u raquis.....	45
2.12. Composición fenolica y capacidad antioxidante.....	47
2.12.1. Compuestos fenolicos.....	47
2.13. Estándares normados en vinos por las normas Bolivianas.....	53

CAPÍTULO III METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

3.1. Introducción.....	55
3.2. Equipos y materiales de laboratorio.....	55
3.2.1. Equipos de laboratorio.....	55
3.2.2. Balanza.....	55
3.2.3. Balanza analítica.....	57
3.2.4. Moledora- Despalilladora de uva eléctrica.....	58
3.2.5. pH Metro.....	59
3.2.6. Mostimetro o Densímetro.....	60
3.2.7. Refractómetro.....	61
3.2.8. Equipo para la determinación de la acidez volátil.....	62
3.2.9. Equipo para la determinación de alcohol.....	63
3.2.10. Equipo de determinación de SO ₂ LIBRE, SO ₂ TOTAL y Acidez total.....	65
3.2.11. Encorchadora.....	66
3.3. Materiales de laboratorio.....	67
3.4. Materia prima e insumos alimentarios.....	68
3.4.1. Materia prima.....	68
3.4.2. Insumos enológicos.....	69
3.5. Proceso de elaboración del vino tinto varietal syrah.....	69
3.5.1. Descripción del proceso de elaboración del vino tinto varietal syrah.....	70
3.6. Metodología para la obtención de los resultados.....	76
3.6.1. Propiedades fisicoquímicas de la uva negra varietal Syrah.....	76
3.6.2. Propiedades físicas en la fermentación del mosto tinto varietal syrah.....	76
3.6.3. Propiedades químicas del producto final.....	77
3.7. Análisis sensorial de los alimentos.....	77
3.7.1. Determinación del atributo aspecto en la clarificación del vino.....	73
3.7.2. Evaluación sensorial en el producto final del vino tito varietal syrah.....	78
3.8. Diseño experimental.....	78
3.8.1. Diseño factorial en el proceso de clarificación del vino tinto syrah.....	78
3.8.2. Diseño factorial para determinar los gramos de carbonato de potasio en el porcentaje de acidez total en el producto final vino tinto varietal syrah.....	80

CAPÍTULO IV ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1. Características de la materia prima.....	81
4.1.1. Análisis fisicoquímico de la una negra varietal syrah.....	81
4.2. Determinación de la dosificación en los ensayos de clarificación del vino.....	81
4.2.1. Análisis sensorial del atributo aspecto para la dosificación de los clarificantes en la elaboración del vino tinto varietal syrah.....	82
4.2.1.1. Análisis de varianza del atributo aspecto en el proceso de clarificación.....	84
4.2.1.2. Prueba de Duncan para el atributo aspecto de las muestras de vino.....	85
4.3. Diseño experimental en el proceso de dosificación de los clarificantes.....	86

4.3.1. Análisis estadístico de la dosificación de los clarificantes.....	87
4.4. Diseño experimental en el proceso final para determinar la cantidad de carbonato de potasio y la acidez total del vino tinto.....	88
4.4.1. Análisis estadístico para determinar la cantidad de carbonato de potasio y acidez total del vino tinto varietal syrah.....	89
4.5. Análisis sensorial del atributo color para el producto final del vino syrah.....	89
4.5.1. Análisis de varianza del atributo color en el producto final del vino.....	91
4.5.2. Prueba de Duncan para el atributo color de las muestras del vino syrah.....	92
4.5.2.1. Análisis sensorial del atributo olor para el producto final del vino syrah.....	93
4.5.2.2. Análisis de varianza del atributo olor en el producto final del vino.....	94
4.5.2.3. Prueba de Duncan del atributo olor en las muestras del vino syrah.....	95
4.5.2.4. Análisis sensorial del atributo sabor para el producto final del vino.....	96
4.5.2.5. Análisis de varianza del atributo sabor de las muestras del vino Syrah.....	97
4.5.2.6. Prueba de Duncan para el atributo sabor de las muestras del vino syrah.....	98
4.6. Análisis fisicoquímico del producto final vino tinto varietal syrah.....	99
4.7. Balance de materia para el proceso de elaboración del vino tinto varietal syrah.....	100
4.7.1. Balance de materia en la etapa de molienda de la uva tinta varietal Syrah.....	102
4.7.2. Balance de materia en la etapa de encubado de la uva tinta syrah.....	102
4.7.3. Balance de materia en la etapa de descubado del vino base tinto.....	103
4.7.4. Balance de materia en la etapa del primer trasiego del vino varietal.....	103
4.7.5. Balance de materia en la etapa de clarificación del vino tinto varietal.....	104
4.7.6. Balance de materia en la etapa de filtración del vino tinto syrah.....	105
4.8. Resumen del balance de materia en el proceso de elaboración del vino syrah.....	106
4.9. Balance de energía en el proceso de elaboración del vino tinto varietal syrah.....	107
4.9.1. Balance de energía en la etapa de molienda de la uva tinta varietal syrah.....	108
4.9.2. Balance de energía en la etapa de enfriamiento del mosto tinto varietal syrah en la etapa de fermentación.....	109
4.9.3. Balance de energía en la etapa de fermentación del mosto tinto varietal.....	110
4.9.4. Balance de energía en la etapa de filtración del vino tinto varietal syrah.....	111
4.10. Energía total gastada en el proceso de elaboración del vino tinto varietal syrah.....	112

CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones.....	113
5.2. Recomendaciones.....	115
Bibliografías.....	116
ANEXOS	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1 Superficie vitícola mundial de los viñedos.....	2
Tabla 2.1 Morfología del fruto de la uva.....	20
Tabla 2.2 Procedencia de los nutrientes para las plantas.....	25
Tabla 2.3 Características de zonas geográficas de vid.....	42
Tabla 2.4 Composición del raspón en % de peso fresco.....	45
Tabla 2.5 Composición de la piel en % de peso fresco.....	46
Tabla 2.6 Composición de la pulpa en % de peso fresco.....	47
Tabla 2.7 Composición de las semillas en % de peso fresco.....	47
Tabla 2.8 Compuestos fenolicos y antioxidantes.....	48
Tabla 2.9 Datos analíticos generales del vino syrah.....	49
Tabla 2.10 Fenoles y taninos totales en vinos syrah.....	50
Tabla 2.11 Antocianos totales en vinos syrah.....	51
Tabla 2.12 Capacidad antioxidante en vinos syrah.....	52
Tabla 2.13 Estándares para vinos Bolivianos.....	54
Tabla 3.1 Especificaciones técnicas de la balanza de sistema computarizado.....	56
Tabla 3.2 Especificaciones técnicas de la balanza analítica.....	57
Tabla 3.3 Especificaciones técnicas de la moledora eléctrica.....	58
Tabla 3.4 Especificaciones técnicas del pH-metro.....	59
Tabla 3.5 Especificaciones técnicas del mostimetro.....	60
Tabla 3.6 Especificaciones técnicas del refractómetro.....	61
Tabla 3.7 Especificaciones técnicas del equipo joulmes.....	62
Tabla 3.8 Especificaciones técnicas del equipo de destilación.....	64
Tabla 3.9 Especificaciones técnicas de los equipos.....	65
Tabla 3.10 Especificaciones técnicas de la encorchadora manual.....	66
Tabla 3.11 Materiales de laboratorio.....	67
Tabla 3.12 Materia prima para la elaboración del vino tinto varietal syrah.....	68
Tabla 3.13 Insumos enológicos.....	69
Tabla 3.14 Proceso para la elaboración del vino tinto varietal syrah.....	70
Tabla 3.15 Propiedades fisicoquímico de la uva syrah.....	76
Tabla 3.16 Propiedades fisicoquímicas del mosto varietal syrah.....	77
Tabla 3.17 Determinación de las propiedades químicas del producto final.....	77
Tabla 3.18 Nivel de variación de las variables en el proceso de clarificación del vino tinto varietal syrah.....	79
Tabla 3.19 Arreglo matricial 2^3 en el proceso de clarificación del vino syrah.....	79
Tabla 3.20 Nivel de variación de los factores en el proceso final del vino.....	80
Tabla 3.21 Arreglo matricial 2^2 en el producto final del vino syrah.....	80
Tabla 4.1 Análisis fisicoquímico de la uva negra syrah.....	81
Tabla 4.2 Evaluación sensorial del atributo aspecto en la clarificación del vino.....	83
Tabla 4.3 Análisis de varianza del atributo aspecto en el proceso de clarificación.....	84
Tabla 4.4 Análisis estadístico de Duncan del atributo aspecto para determinar el tipo del clarificante en el vino tinto varietal syrah.....	85
Tabla 4.5 Resultados de laboratorio de coloides en suspensión para el vino syrah.....	86
Tabla 4.6 Análisis de varianza para el proceso de dosificación de los clarificantes.....	87
Tabla 4.7 Diseño factorial 2^2 en el producto final.....	88

Tabla 4.8 Análisis de varianza (ANVA) para las correcciones de la acidez del producto final.....	89
Tabla 4.9 Evaluación sensorial del atributo color en el producto final del vino syrah.....	90
Tabla 4.10 Análisis de varianza del atributo color en el producto en el producto final del vino tinto varietal syrah.....	92
Tabla 4.11 Análisis estadístico de Duncan del atributo olor para el producto final vino tinto varietal syrah.....	92
Tabla 4.12 Evaluación sensorial del atributo olor en el producto final del vino tinto varietal syrah.....	93
Tabla 4.13 Análisis de varianza del atributo olor el producto final del vino tinto varietal syrah.....	95
Tabla 4.14 Análisis estadístico de Duncan del atributo olor para el producto final del vino tinto varietal syrah.....	95
Tabla 4.15 Evaluación sensorial del atributo sabor en el producto final vino tinto varietal syrah.....	96
Tabla 4.16 Análisis de varianza del atributo sabor en el producto final del vino tinto varietal syrah.....	97
Tabla 4.17 Análisis estadístico de Duncan del atributo sabor para el producto final vino tinto varietal syrah.....	98
Tabla 4.18 Análisis físicoquímicos del vino tinto varietal syrah.....	99

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Primeras plantaciones de viñas en Bolivia.....	6
Figura 2.1 Morfología de la vid.....	11
Figura 2.2 El tronco.....	13
Figura 2.3 Brazos o ramas.....	14
Figura 2.4 Descripción de pámpanos, brotes o sarmientos.....	15
Figura 2.5 La hoja de la vid.....	16
Figura 2.6 Las yemas.....	18
Figura 2.7 Función de los nutrientes.....	27
Figura 2.8 Síntomas de deficiencia de nitrógeno.....	28
Figura 2.9 Exceso de nitrógeno.....	28
Figura 2.10 Síntomas de deficiencia de fósforo.....	29
Figura 2.11 Síntomas de deficiencia de potasio.....	31
Figura 2.12 Deficiencia de magnesio en variedades blancas y tintas.....	33
Figura 2.13 Síntomas de deficiencia de hierro.....	34
Figura 2.14 Sistema en cabeza o arbolito.....	37
Figura 2.15 Características del racimo syrah.....	45
Figura 3.1 Balanza de sistema computarizado.....	56
Figura 3.2 Balanza analítica.....	57
Figura 3.3 Moledora de uva industrial eléctrica.....	58
Figura 3.4 pH metro.....	59
Figura 3.5 Mostimetro.....	60
Figura 3.6 Refractómetro.....	61
Figura 3.7 Equipo de destilación Joulmes.....	63
Figura 3.8 Equipo de destilación de alcohol.....	64
Figura 3.9 Equipo de determinación de $SO_{2\text{libre}}$ $SO_{2\text{total}}$ y AC_{total}	65
Figura 3.10 Encorchadora manual.....	66
Figura 3.11 Materiales de laboratorio.....	68
Figura 3.12 Proceso para la elaboración del vino tinto varietal syrah.....	70
Figura 4.1 Valores promedios para el atributo aspecto en la clarificación del vino.....	84
Figura 4.2 Valores promedios para el atributo color.....	91
Figura 4.3 Valores promedios para el atributo olor.....	94
Figura 4.4 Valores promedios para el atributo sabor.....	97
Figura 4.5 Balance de materia para el proceso de elaboración del vino syrah.....	100
Figura 4.6 Balance de materia en la etapa de molienda de la uva syrah.....	102
Figura 4.7 Balance de materia en la etapa de encubado del mosto syrah.....	102
Figura 4.8 Balance de materia en la etapa de descubado del vino base syrah.....	103
Figura 4.9 Balance de materia en la etapa del 1 ^{er} trasiego del vino base syrah.....	104
Figura 4.10 Balance de materia en la etapa de clarificación del vino syrah.....	104
Figura 4.11 Balance de materia en la etapa del 2 ^{do} Trasiego del vino syrah.....	105
Figura 4.12 Balance de materia en la etapa de filtración del vino syrah.....	105
Figura 4.13 Resumen del balance de materia en el proceso de elaboración del vino.....	107
Figura 4.14 Diagrama de bloques del balance de energía en la elaboración del vino.....	108
Figura 4.15 Balance de energía en la etapa de molienda de la uva syrah.....	109
Figura 4.16 Balance de energía en la etapa de enfriamiento del mosto syrah.....	110
Figura 4.17 Balance de energía en la etapa de fermentación alcohólica del mosto.....	110

Figura 4.18 Balance de energía en la etapa de filtración del vino tinto varietal syrah.....112