

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

**DETERMINACIÓN DE PUNTOS CRÍTICOS DE
INCORPORACIÓN DE OXÍGENO EN EL PROCESO DE
VINIFICACIÓN EN VIÑEDOS Y BODEGAS CAMPOS DE
SOLANA LTDA.**

Por:

MARIO YERKO SFARCICH VARAS.

**Proyecto de grado: Trabajo Dirigido (Investigación aplicada en la industria)
presentado a consideración de la “UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL
SARACHO”, como requisito para optar el grado académico de Licenciatura en
Ingeniería Química.**

Diciembre de 2014

TARIJA-BOLIVIA.

V°B°

Ing. Ernesto Álvarez Gozalvez
DECANO

Ing. Silvana Paz Ramírez
VICEDECANO

APROBADA POR:

TRIBUNAL:

Ing. René Emilio Michel Cortés

Ing. Franco Sánchez Bejarano.

Ing. Ilsen Patricia Castillo Rocha.

El tribunal calificador del presente trabajo, no se solidariza con la forma, términos, modos y expresiones vertidas en el mismo, siendo éstas responsabilidad del autor.

ÍNDICE

	Página
Advertencia.....	ii
Dedicatoria.....	iii
Agradecimientos.....	iv
Glosario.....	vi
Resumen.....	viii
Índice.....	x
Índice de tablas.....	xvii
Índice de figuras.....	xix
Índice de Anexos.....	xxi

INTRODUCCIÓN

Antecedentes.....	1
Objetivos.....	6
Objetivo General.....	6
Objetivos específicos.....	6
Justificación.....	6

CAPÍTULO I MARCO TEÓRICO

1.1. Descripción de la industria.....	9
1.1.1. Organización de la empresa.....	12
1.1.2. Organigrama.....	12
1.1.3. Encuadre Genérico.....	13
1.1.3.1. Gerencia General.....	13
1.1.3.2. Gerente de Producción.....	13
1.1.3.3. Gerente Administrativa-Financiera.....	13

1.1.3.4. Gerente comercial.....	13
1.1.3.5. Enólogo.....	13
1.1.3.6. Contador general.....	13
1.1.3.7. Sub-gerente administrativo.....	14
1.1.3.8. Asistente de ventas.....	14
1.1.3.9. Asistente de laboratorio y turismo.....	14
1.1.3.10. Bodegueros.....	14
1.1.3.11. Lotero.....	14
1.1.3.12. Jefe de Almacenes.....	14
1.1.3.13. Encargada de limpieza.....	15
1.1.3.14. Jardinero.....	15
1.2. Descripción del proceso de vinificación.....	15
1.2.1. Cosecha.....	15
1.2.2. Recepción.....	16
1.2.3. Selección.....	17
1.2.4. Despalillado – Estrujado.....	17
1.2.5. Sulfitado.....	18
1.2.6. Prensado (vino Blanco).....	18
1.2.7. Encubado.....	18
1.2.8. Maceración y Fermentación Alcohólica.....	19
1.2.9. Descube y prensado de los Orujos (Vino tinto).....	20
1.2.10. Fermentación Maloláctica (Vino tinto).....	21
1.2.11. Desborre.....	21
1.2.12. Clarificación.....	22
1.2.13. Filtración.....	22
1.2.14. Estabilización tartárica por Frío.....	22
1.2.15. Crianza en barrica (Vino Tinto).....	23
1.2.16. Embotellado.....	24
1.2.17. Encapsulado y etiquetado.....	24
1.3. Control de Calidad.....	25
1.4. Oxígeno disuelto en el vino.....	27
1.4.1. La disolución y el consumo de oxígeno en el vino.....	31
1.4.2. Las reacciones de oxidación en el Vino.....	31
1.4.3. Reacciones secundarias, cambios químicos y sensoriales en el vino.....	34

1.4.4. Cinética de Disolución y Cinética de Consumo de oxígeno.....	36
1.4.4.1. Cinética de disolución.....	36
1.4.4.2. Cinética de Consumo.....	38
1.4.5. Efecto del oxígeno durante el embotellado.....	38
1.5. Enfermedades Aerobias en el vino.....	41
1.5.1. La Flor.....	41
1.5.2. El picado acético.....	42
1.6. Gases inertes.....	42
1.6.1. Propiedades de los gases enológicos.....	44
1.7. Ley de Dalton.....	47
1.8. Ley de Henry.....	48
1.9. Metodología HACCP.....	50

CAPÍTULO II

CONCEPCIÓN Y DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

2.1. Planteamiento del problema.....	52
2.2. Medición del Oxígeno disuelto en vinos.....	54
2.2.1. Medidor Electroquímico digital HQD HACH LANGE.....	54
2.2.1.1. Características del medidor.....	55
2.2.1.2. Características de la sonda LDO 101.....	57
2.2.2. Técnica empleada en la medición del oxígeno disuelto en vinos.....	57
2.2.2.1. Materiales.....	57
2.2.2.2. Procedimiento.....	57
2.3. Puntos críticos de control del proceso.....	57
2.3.1. Trasiegos.....	59
2.3.2. Remontaje – Homogenización.....	60
2.3.3. Corte o mezcla de Vinos.....	61
2.3.4. Desborre.....	61
2.3.5. Filtración.....	62
2.3.6. Estabilización Tartárica por frío.....	63
2.3.7. Transporte de vino.....	65
2.3.8. Embotellado.....	66

2.4. Diagrama de flujo de proceso e identificación de Puntos Críticos de Control.....	67
2.5. Requerimiento de monitoreo de los Puntos Críticos de Control (PCC).....	69
2.5.1. Recursos Humanos.....	69
2.5.2. Materiales y equipos necesarios.....	69
2.6. Descripción de los equipos que intervienen en el estudio de los Puntos Críticos de Control.....	70
2.6.1. Bombas.....	70
2.6.2. Filtro de tierras VELO.....	73
2.6.3. Sistema de estabilización Tartárica por frío.....	74
2.6.4. Camión cisterna.....	75
2.6.5. Sistema de embotellado.....	75
2.7. Implementación del monitoreo.....	76
2.8. Gases inertes con los que cuenta Campos de Solana.....	76

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Resultados del Análisis de los Puntos Críticos de Control.....	77
3.1.1. Desborres y trasiegos.....	77
3.1.1.1. Desborres.....	77
3.1.1.2. Trasiegos.....	79
3.1.1.3. Trasiegos con Inyección de gases inertes.....	80
3.1.1.4. Comparación de la incorporación de Oxígeno en Bombas Centrífugas y Bomba Pistón.....	81
3.1.2. Corte o Mezcla de Vinos.....	83
3.1.3. Remontajes.....	84
3.1.4. Filtraciones.....	85
3.1.4.1. Filtración por tierras.....	85
3.1.4.2. Filtración por Placas.....	86
3.1.5. Estabilización Tartárica por Frío.....	88
3.1.6. Transporte de vino.....	89
3.1.7. Embotellado de vino.....	91
3.1.8. Resumen de los Puntos Críticos de Control.....	92
3.1.9. Puntos críticos.....	92

3.2. Medidas Correctivas.....	93
3.2.1. Trasiegos.....	93
3.2.1.1. En mangueras vacías y la bomba.....	93
3.2.1.2. En Tanques vacíos donde se trasiega el vino.....	94
3.2.1.3. El oxígeno que podría ingresar por la tapa parcialmente abierta del depósito.....	95
3.2.1.4. Durante el bombeo del vino.....	95
3.2.2. Remontaje- Homogenización.....	96
3.2.2.1. En mangueras vacías.....	97
3.2.2.2. Remontaje en proceso.....	97
3.2.3. Filtración.....	98
3.2.3.1. En mangueras vacías.....	98
3.2.3.2. En el filtro.....	98
3.2.3.3. En los depósitos vacíos.....	99
3.2.4. Estabilización Tartárica por frío.....	99
3.2.5. Transporte de Vino.....	100
3.2.6. Embotellado.....	101
3.3. Sistema de degaseado de vino.....	102
3.3.1. Planteamiento técnico.....	103
3.3.2. Capacidad y localización para el sistema de degaseado de vinos.....	103
3.3.3. Diagrama de flujo del sistema de degaseado de vino.....	105
3.3.4. Balance de materia.....	106
3.3.4.1. Datos para el balance de materia.....	106
3.3.5. Materiales y equipos necesarios para el sistema.....	109
3.3.5.1. Bomba.....	109
3.3.5.1.1. Carga de Trabajo de la Bomba (H_B).....	110
3.3.5.1.1. Cálculo de la Velocidad (V_2) a la salida del sistema.....	110
3.3.5.1.2. Cálculo de la pérdida de carga en el recorrido de vino por la tubería ($h_{f_{total}}$).....	111
3.3.5.1.3. Cálculo del coeficiente de fricción.....	111
3.3.5.1.4. Rugosidad Relativa ε/D	111
3.3.5.1.5. Cálculo de la longitud equivalente.....	112
3.3.5.1.6. Potencia teórica de la bomba.....	113
3.3.5.1.7. Potencia Real de la bomba.....	113

3.3.5.2. Mangueras.....	113
3.3.5.3. Difusor de Gases.....	114
3.3.5.4. Mangos para la manguera.....	115
3.3.5.5. Medidor de caudal.....	115
3.3.5.6. Depósito para recepción de vino.....	116
3.3.5.7. Botellones de Nitrógeno.....	116
3.3.6. Costos estimados e inversión para el sistema.....	116
3.3.6.1. Costo de Máquinas y equipos.....	116
3.3.6.2. Costo de Instalación.....	117
3.3.6.3. Costo total aproximado.....	117
3.3.6.4. Costo de operación.....	117

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones.....	118
4.2. Recomendaciones.....	121
Bibliografía.....	124

Índice de Tablas

	Página
Tabla 0-1. Aporte de Oxígeno según tipo de bomba.....	3
Tabla 0-2. Aporte de Oxígeno Operaciones Enológicas.....	3
Tabla 0-3. Tasas Totales de ingreso de oxígeno según tipo de cierre.....	4
Tabla 0-4. Aporte de oxígeno en Barricas.....	4
Tabla I-1. Requisitos Físico-Químicos del vino.....	27
Tabla I-2. Cinética de Consumo en un vino tinto.....	38
Tabla I-3. Tasas totales de ingreso de oxígeno según tipo de cierre.....	39
Tabla I-4. Propiedades de los gases Enológicos.....	44
Tabla I-5. Consumo de N ₂ para arrastrar el O ₂ disuelto en el vino.....	47
Tabla II-1. Especificaciones de la sonda LDO 101.....	56
Tabla II-2. Aporte de oxígeno al vino en las distintas operaciones.....	58

Tabla II-3. Oxígeno disuelto en saturación en función de la temperatura.....	64
Tabla III-1. Aporte de Oxígeno en Desborres.....	78
Tabla III-2. Aporte de Oxígeno en Trasiegos.....	79
Tabla III-3. Aporte de Oxígeno en Trasiegos utilizando gases inertes.....	80
Tabla III-4. Aporte de Oxígeno en Trasiegos con Bombas Centrífugas.....	81
Tabla III-5. Aporte de Oxígeno en Trasiegos con Bomba Pistón.....	82
Tabla III-6. Aporte de Oxígeno en cortes de vinos.....	83
Tabla III-7. Aporte de Oxígeno en Remontajes.....	84
Tabla III-8. Aporte de Oxígeno en Filtro de Tierras.....	85
Tabla III-9. Aporte de Oxígeno en Filtro de Placas.....	86
Tabla III-10. Aporte de Oxígeno en Sistema de Estabilización Tartárica.....	88
Tabla III-11. Aporte de Oxígeno en el transporte en Camión Cisterna.....	89
Tabla III-12. Aporte de oxígeno al vino durante el embotellado.....	91
Tabla III-13. Resumen de los puntos críticos de control.....	92
Tabla III-14. Puntos críticos identificados.....	92
Tabla III-15. Datos del Diagrama de flujo.....	105
Tabla III-16. Resultados del balance de materia.....	109
Tabla III-17. Datos para la determinación de H_B	110
Tabla III-17: Precios de materiales y equipos para el sistema de degaseado.....	117

Índice de Figuras

	Página
Figura 0-1. Control de oxígeno durante el embotellado.....	4
Figura 1-1. Viñedos de Campos de Solana en Santa Ana.....	10
Figura 1-2. Área de Molienda.....	11
Figura 1-3. Organigrama de Campos de Solana.....	12
Figura 1-4. Muestra de jugo de uva para control de madurez.....	16
Figura 1-5. Selección de la uva.....	17
Figura 1-6. Control de calidad en el Laboratorio.....	26
Figura 1-7. Ejemplos de reacciones de oxidación enzimática.....	32
Figura 1-8. Mecanismo general de oxidación de vino y reacciones posteriores	
34	
Figura 1-9. Reacciones a partir de quinonas generadas por oxidación.....	35

Figura 1-10. Reacciones a partir de quinonas generadas por oxidación.....	36
Figura 1-11. Cinética de Disolución.....	37
Figura 1-12. Oxígeno en el vino durante el embotellado.....	40
Figura 2-1. Medidor de oxígeno HACH HQD con sonda LDO.....	55
Figura 2-2. Tapa superior de depósito durante trasiego.....	60
Figura 2-3. Vino en contacto con el aire en el Filtro de Tierras.....	63
Figura 2-4. depósito lleno del camión Cisterna.....	65
Figura 2-5. Línea de embotellado de Casa Real.....	67
Figura 2-6. Diagrama de flujo con identificación de Puntos Críticos de Control.....	68
Figura 2-7. Bomba C-1.....	70
Figura 2-8. Bomba C-2.....	71
Figura 2-9. Bomba C-3.....	71
Figura 2-10. Bomba C-4.....	71
Figura 2-11. Bomba C-5.....	72
Figura 2-12. Bomba C-6.....	72
Figura 2-13. Bomba Pistón.....	72
Figura 2-14. Filtro de Tierras Diatomeas.....	73
Figura 2-15. Tanques Isotermos del sistema de estabilización tartárica.....	74
Figura 2-16. Inyector de gases del sistema de embotellado.....	75
Figura 3-1. Difusor de Gases a la salida de Bomba Centrífuga.....	96
Figura 3-2. Filtro de Tierras con inyención de Nitrógeno a la salida.....	99
Figura 3-3. Esquema de la ubicación del sistema de degaseado de vinos.....	104
Figura 3-4. Diagrama de flujo del sistema de degaseado.....	105
Figura 3-5. Cañería de PVC flexible.....	114
Figura 3-6. Difusor de gases.....	114
Figura 3-7. Mangos para manguera.....	115
Figura 3-8. Medidor de Caudal.....	115
Figura 3-9: Botellón de Nitrógeno.....	116

Índice de Anexos

	Página
Anexo 1. Curvas de solubilidad de gases en vino.....	127
Anexo 2. Solubilidad del anhídrido carbónico en vino.....	128
Anexo 3. Ilustración de un sistema de degaseado de vino.....	129
Anexo 4. Uso de gases inertes en bodegas.....	130
Anexo 5. Tabla de uso de gases en las diferentes etapas.....	131
Anexo 6. Sistema de inertización fijo con 2 botellones.....	132
Anexo 7. Diagrama de flujo de PCC y Puntos Críticos.....	133